

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Иновационный Евразийский Университет

Таценко Д.С.

Анализ современного состояния биотехнологии в мире и Казахстане

Магистерская диссертация

Специальность – 6М070100 «Биотехнология»

Павлодар 2015

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Иновационный Евразийский Университет

Допущена к защите:

Директор департамента \_\_\_\_\_

Профессор \_\_\_\_\_ Л.И. Проскурина

Магистерская диссертация

**На тему: «АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ  
БИОТЕХНОЛОГИИ В МИРЕ  
И КАЗАХСТАНЕ»**

По специальности 6М070100 «Биотехнология»

Выполнил магистрант  
Группы Бт-202м

Д.С.Таценко

Научный руководитель  
Д-р вет.наук, профессор

Е.Б.Никитин

Павлодар, 2015

## **Түйін**

Біз бұл биотехнология мойындауымыз керек, оның барлық әлеуетті және жаңа нарықтарға әлеуетін зор мөлшерін үшін, әлі Қазақстан дамуының жеткілікті серпін алған жоқ.

Біздің зерттеу мақсаты ғылыми-зерттеу тақырыптары, жариялау және патенттік қызметінің талдау негізінде «Биотехнология» ғылыми-зерттеу саласында Қазақстан құзыреті тергеу болды.

Ақпараттық технологиялар, нанотехнологиялар мен биотехнологиялар: қазіргі заманғы экономиканың инновациялық даму үшін технологиялық дамудың үш негізгі бағыттары болып табылады.

## **Резюме**

Необходимо признать, что сфера биотехнологий, при всей ее перспективности и огромных потенциальных размерах новых рынков, пока не получила достаточного импульса для развития в Казахстане.

Целью наших исследований явилось изучение компетенций Казахстана в области научных исследований по направлению «Биотехнологии» на основе анализа тематик научных исследований, публикационной и патентной активности.

Установлено, что для инновационного развития современной экономики Казахстана ключевыми являются три направления развития технологий: биомедицина, агробиотехнологии и промышленные биотехнологии.

## **Resume**

We must recognize that biotechnology, for all its potential and the enormous size of the potential of new markets, has not yet received sufficient momentum for the development of Kazakhstan.

The aim of our study was to investigate the competency of Kazakhstan in the field of research in "Biotechnology" based on the analysis of research topics, publication and patent activity.

It was found that the innovative development of the economy of Kazakhstan are the three key areas of technology development: biomedicine, agricultural biotechnology and industrial biotechnology.

## СОДЕРЖАНИЕ

|       |                                                                                                                                                                                   |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|       | ВВЕДЕНИЕ                                                                                                                                                                          | 5   |
| 1     | ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР                                                                                                                                                                | 8   |
| 1.1   | Тренды в развитии биотехнологий                                                                                                                                                   | 8   |
| 1.1.1 | Анализ тенденций в развитии биотехнологий в мире, выявление ведущих исследовательских направлений                                                                                 | 8   |
| 1.1.2 | Анализ изменений в технологических процессах и укладах, интеллектуальные прорывы и открытия, связанные с созданием новых парадигм в мышлении и восприятии мира                    | 29  |
| 1.1.3 | Анализ возможности появления новых идеологических прорывов                                                                                                                        | 33  |
| 1.1.4 | Анализ трендов возможных появлений изобретений либо создания инфраструктурных объектов, кардинально меняющих инфраструктурную базу общества или влияющих на тенденции ее развития | 38  |
| 1.2   | Социальные тренды                                                                                                                                                                 | 40  |
| 1.3   | Политические тренды                                                                                                                                                               | 45  |
| 1.4   | Экономические тренды                                                                                                                                                              | 55  |
| 1.5   | Экологические тренды                                                                                                                                                              | 56  |
| 2     | МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ                                                                                                                                                               | 62  |
| 3     | СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ                                                                                                                                                          | 65  |
| 3.1   | Тренды в развитии науки и технологий в Казахстане                                                                                                                                 | 65  |
| 3.1.1 | Анализ состояния и тенденций развития биотехнологий, концепций, программ и стратегических планов развития отраслей                                                                | 65  |
| 3.1.2 | Анализ развития и финансирования науки и технологий                                                                                                                               | 77  |
| 3.1.3 | Анализ направлений проводимых НИОКР                                                                                                                                               | 111 |
| 3.1.4 | Анализ перспективных исследований и публикаций                                                                                                                                    | 126 |
| 3.2   | Анализ зарубежных патентов в области биотехнологий                                                                                                                                | 142 |
| 3.3   | Анализ российских патентов                                                                                                                                                        | 170 |
| 3.4   | Анализ казахстанских патентов                                                                                                                                                     | 183 |
| 4     | ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ                                                                                                                                              | 200 |
|       | ВЫВОДЫ                                                                                                                                                                            | 226 |
|       | ЗАКЛЮЧЕНИЕ                                                                                                                                                                        | 229 |
|       | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ                                                                                                                                                  | 237 |

## Обозначения и сокращения

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие обозначения:

- x – значение отдельного признака;
- X – средняя арифметическая величина;
- n – общее число случаев;
- $\Sigma$  – среднее квадратическое отклонение от средней величины;
- m – ошибка средней величины;
- t – критерий Стьюдента.

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие сокращения:

- АГ – антиген;
- АЕ – агглютинирующая единица;
- Б – белок;
- ИБК – инфекционный бурсит кур;
- ИФА – иммуноферментный анализ;
- ЛА – латексная агглютинация;
- Н – носитель;
- ОФД – ортофенилендиамин;
- ПС – полистирольная суспензия;
- ПЦР – полимеразная цепная реакция;
- РА – реакция агглютинации;
- РАЛ – реакция агглютинации латекса;
- РАМ – реакция агглютинации микродисперсии;
- РИА – радиоиммунологический анализ;
- РПГА – реакция пассивной гемагглютинации;
- РНГА – реакция непрямой гемагглютинации;
- РПОЛМА – реакция пластинчатой окрашенной латекс-микроагглютинации;
- РТГА – реакция торможения гемагглютинации;
- РТАЛ – реакция торможения агглютинации латекса;
- РФД – резоцинформальдегидная микодисперсия;
- С – сшивающий агент;
- ФЭК – фотоэлектроколориметр.

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** Для инновационного развития современной экономики ключевыми являются три направления развития технологий: информационные технологии, нанотехнологии и биотехнологии.

Необходимо признать, что сфера биотехнологий, при всей ее перспективности и огромных потенциальных размерах новых рынков, пока не получила достаточного импульса для развития в Казахстане.

По оценкам, мировой рынок биотехнологий в 2025 г. достигнет уровня в 2 триллиона долларов, темпы роста по отдельным сегментам рынка колеблются от 5-7 до 30 процентов ежегодно. Доля Казахстана на рынке биотехнологий составляет на сегодняшний день менее 0,01 процента, а по ряду сегментов (биоразлагаемые материалы, биотопливо) практически равна нулю.

Потребителями продукции биотехнологии являются преимущественно высокоразвитые страны: США, Канада, Япония и Европа. Однако в течение текущего десятилетия в технологическую гонку включились и развивающиеся страны: Китай, Индия, Бразилия, которые реализуют масштабные программы развития по всему спектру биотехнологий.

Важность биотехнологий для развития казахстанской экономики трудно переоценить.

Модернизация технологической базы современного промышленного производства невозможна без массового внедрения биотехнологий и биотехнологических продуктов. Более того, для целого ряда отраслей (агро-пищевой сектор, лесной сектор, ряд подотраслей химической и нефтехимической промышленности, фармацевтической отрасли и биомедицинского сектора здравоохранения) модернизация и будет означать переход на биотехнологические методы и продукты.

Методы биотехнологии позволяют полностью переработать отходы агропромышленного комплекса, и в ряде стран само понятие «отходы» для этого сектора уже перестает существовать.

За прошедшие 20 лет в мире созданы принципиально новые биотехнологии и продукты, а производство ранее известных существенно оптимизировано. Казахстан почти не участвует в этом процессе. В итоге более 90 процентов биотехнологической продукции, которая потребляется в Казахстане, является импортом, а объемы потребления биотехнологической продукции в нашей стране остаются несопоставимо низкими по сравнению как с развитыми, так и с развивающимися странами.

Выпуск биотехнологической продукции осуществляется малыми партиями, для этой цели используется лабораторное оборудование, которое фактически не предназначено для этих целей.

Институты и университеты продолжают исследования, но результаты этих исследований не коммерциализируются, поскольку малые предприятия не инвестируют средства в развитие новых продуктов на рынке, а конкурировать с ведущими мировыми компаниями на условиях «равных возможностей» они не

в состоянии. Кроме того, в Казахстане полностью отсутствует система «масштабирования» научных биотехнологических разработок для целей промышленного производства и другие элементы биоэкономики, необходимые для преобразования научных знаний в коммерческие продукты. Таким образом, результаты научных исследований ложатся на полку или превращаются в продукт, объем производства которого ограничен возможностями научной лаборатории.

В тех сегментах, где потребление продуктов промышленной биотехнологии относительно развито, доминируют международные компании: импортируется 100% кормовых аминокислот для сельского хозяйства (лизин), до 80% кормовых ферментных препаратов, 100% ферментов для бытовой химии, более 50% кормовых и ветеринарных антибиотиков, 100% молочной кислоты, от 50 до 100 % биологических пищевых ингредиентов. На казахстанском рынке уже 20 лет представлена продукция ведущих биотехнологических компаний мира, но ни одна из этих компаний не организовала свое производство в Казахстане.

В Казахстане отдельные аспекты фундаментальной и промышленной биотехнологии разрабатываются в рамках ряда программ, финансируемых государством. В то же время, реализуемых мер явно недостаточно. Современное состояние биоиндустрии в мире таково, что многие технологии и продукты носят экспериментальный характер, применение биопрепаратов сложнее, чем применение традиционных химических продуктов, а их стоимость выше. Эти факты воспринимаются как недостаток и повод для отказа от активного развития биотехнологий в Казахстане. Необходимо признать, что «промежуточный» статус многих технологических решений и биотехнологических продуктов является для Казахстана шансом войти в международную систему производства новых знаний и технологий.

Биоиндустрия в мире развивается высокими темпами, и через 10-15 лет будут найдены решения и продукты, пригодные для массового и повсеместного внедрения. Если к этому времени в Казахстане будут созданы условия для развития биоэкономики, страна окажется в числе выгодоприобретателей и совладельцев новых технологий. Если существующий сегодня скептицизм сохранится, Казахстан окажется только потребителем на мировом технологическом рынке и будет вынуждена затрачивать огромные ресурсы на импорт новых отраслей. Масштабы этого технологического импорта могут быть сопоставимы с импортом индустриальных технологий в 30-е годы прошлого века.

Задерживаясь в развитии и внедрении биотехнологий по целому ряду отраслей и рынков, казахстанская промышленность рискует оказаться за чертой современного технологического уклада, который складывается в мире последние 15-20 лет. В среднесрочной перспективе это может привести к системной деградации целого ряда промышленных отраслей, поскольку ни развитие на мировых рынках, ни конкурентоспособное воспроизводство производственной базы не будет возможно без использования биотехнологий.

Важно отметить, что масштабы и темпы необходимых перемен определяются не готовностью казахстанской экономики, а скоростью, с которой эти перемены происходят в мире.

Таким образом, необходимо принимать решения по широкому кругу вопросов в очень короткие сроки.

Развитие биоэкономики в Казахстане невозможно без активного участия крупных промышленных корпораций: как отечественных, так и международных. Казахские компании пока практически не инвестируют в создание активов в сфере биотехнологий, не внедряют биотехнологии на действующих производствах, поскольку такое внедрение, как правило, требует получения новых компетенций, перехода на новые технологии управления. Международные компании, продукция которых представлена в Казахстане, заинтересованы в росте продаж, но не проявляют интерес к организации производства и переносу в нашу страну части исследований и разработок.

Исходя из проведенного анализа состояния биотехнологии в мире и Казахстане, можно заключить, что развитие биотехнологической отрасли, выведение научных исследований и промышленного производства в этой сфере на глобальный уровень конкурентоспособности невозможны без реализации целенаправленной государственной политики. Речь идет не только о финансовой поддержке, но и о снятии имеющихся регулятивных барьеров (таможенные барьеры, техническое регулирование и т.д.), создании стимулов для формирования отрасли, построении необходимой технологической инфраструктуры, создании спроса на продукцию.

**Цели и задачи исследований.** Целью наших исследований явилось изучение компетенций Казахстана в области научных исследований по направлению «Биотехнологии» на основе анализа тематик научных исследований, публикационной и патентной активности.

Для достижения намеченной цели необходимо решить следующие задачи:

- На основе анализа литературных источников изучить степень развития биотехнологической науки за рубежом;
- Определить компетенции казахстанской биологической науки на основе:
  - 1) анализа выполненных в последние годы научных проектов;
  - 2) анализа защищенных кандидатских и докторских диссертаций;
  - 3) анализа публикационной активности казахстанских исследователей;
  - 4) анализа активности патентования в области биотехнологий казахстанскими исследователями;
- Дать заключение о компетенции Казахстана в области биотехнологических исследований, на основании чего представить предложения о направлениях дальнейшего развития биотехнологий в Республике Казахстан.

Исследования проводились в рамках выполнения АО «Национальный центр государственной научно-технической экспертизы» в 2013-2014 годах проекта «Системный анализ и прогнозирование в сфере науки и технологий».

# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Тренды в развитии биотехнологий

### 1.1.1 Анализ тенденций в развитии биотехнологий в мире, выявление ведущих исследовательских направлений

Биотехнологии – одно из главных научно-практических направлений XXI века, об этом свидетельствует рост капиталовложений в эту отрасль. Если в 2004 году рынок биотехнологической продукции в мире составлял 40 млрд. долл [1]. США, то в 2010 году глобальная рыночная стоимость секторов, связанных с биотехнологией (без сельского хозяйства), оценивается в более 2 трлн. евро. В настоящее время развитые страны мира рассматривают биотехнологии в качестве наиболее перспективной области для инвестирования. Мировой кризис лишь усилил наметившуюся тенденцию. Биотехнология из рядовой отрасли становится системообразующим, ведущим фактором развития экономики отдельных государств и мировой экономики в целом (рисунок 1).

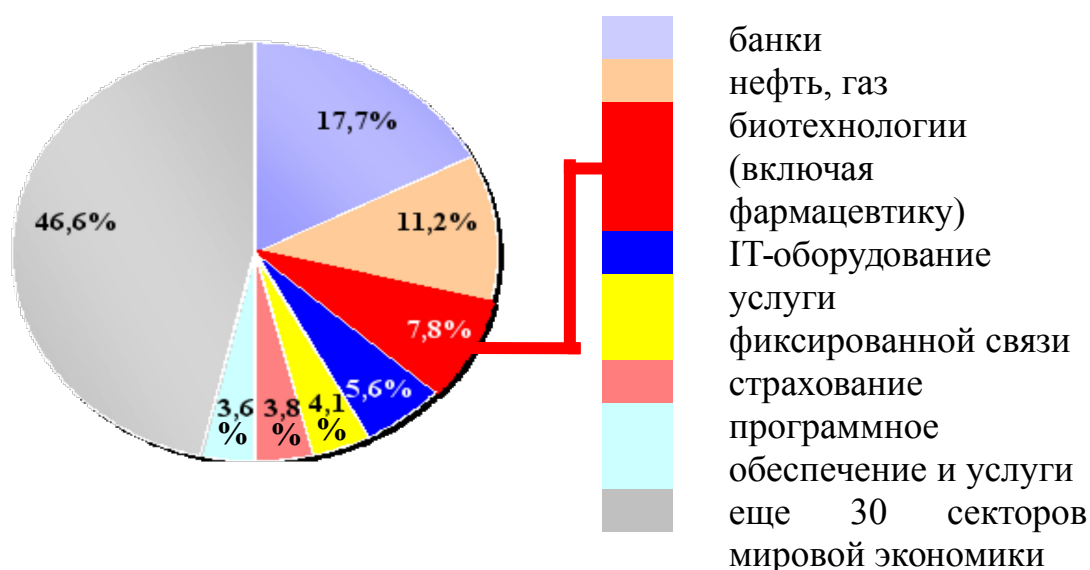


Рисунок 1 – Крупнейшие секторы мировой экономики (По данным Financial Times от 2 июля 2008 года)

Биоэкономика становится одним из приоритетов государственной политики ведущих стран мира (рисунки 2–4, табл. 1). В США действуют законы о биомассе (2000 год), об энергетической политике (2005 год), расшифровка генома человека стала национальным проектом. Американская биофармацевтика производит товаров на 25 млрд. долл. США в год, рынок трансгенных организмов в агросфере страны – еще на 30 миллиардов.

В Евросоюзе реализуется скоординированная, системная стратегия развития биотехнологии. Для ее реализации в 2000–2007 годах было выделено более 30 млрд. евро, до 2013 года планируется направить свыше 50 миллиардов. Европейская биоэкономика имеет приблизительный объем рынка свыше 1,7 трлн. евро с занятостью более 22 млн. человек. Отличительная особенность европейского подхода к развитию биотехнологии – ярко выраженная экологическая направленность. К 2020 году Евросоюз планирует перевести до 20 процентов мощности своей химической промышленности только на биосырье (например, Швеция за 12 лет планирует практически целиком перейти на биологическое топливо, чтобы не зависеть в этом отношении от поставщиков нефти).

В Китае биотехнологическая индустрия растет на 16–18 процентов ежегодно. В Корее в биотехнологической области работают более 200 научно-исследовательских центров и 500 частных компаний, страна вышла на четвертое место в мире в области генной инженерии растений. Биотехнология на государственном уровне обозначена как стратегический приоритет на 15 лет.

Мировые тенденции в правовом регулировании биоэнергетической отрасли направлены на развитие исследований и разработок в сфере использования биомассы и возобновляемых источников энергии (табл. 2). В связи с этим на государственном уровне создаются специальные органы управления, поддерживается малая и автономная энергетика. Для стимулирования развития возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) в законодательстве ужесточаются нормативы и санкции за органические загрязнения, включая требования к владельцам полигонов, выделяющих метан. С помощью таких мер мотивируется полезная утилизация биомассы.

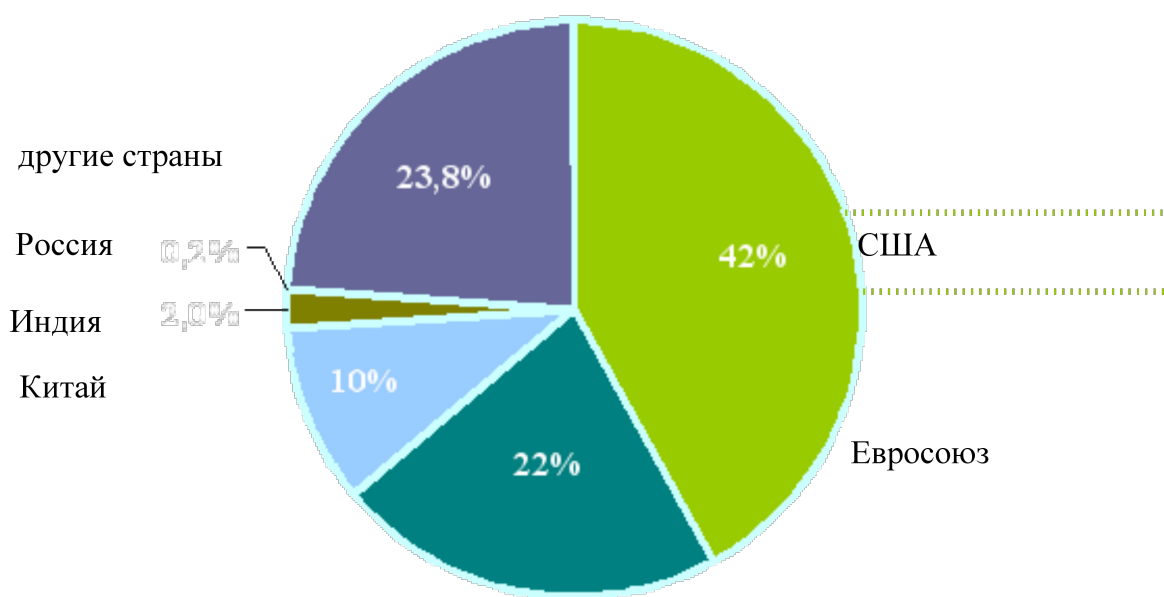


Рисунок 2 – Мировые лидеры по объему рынка биотехнологий

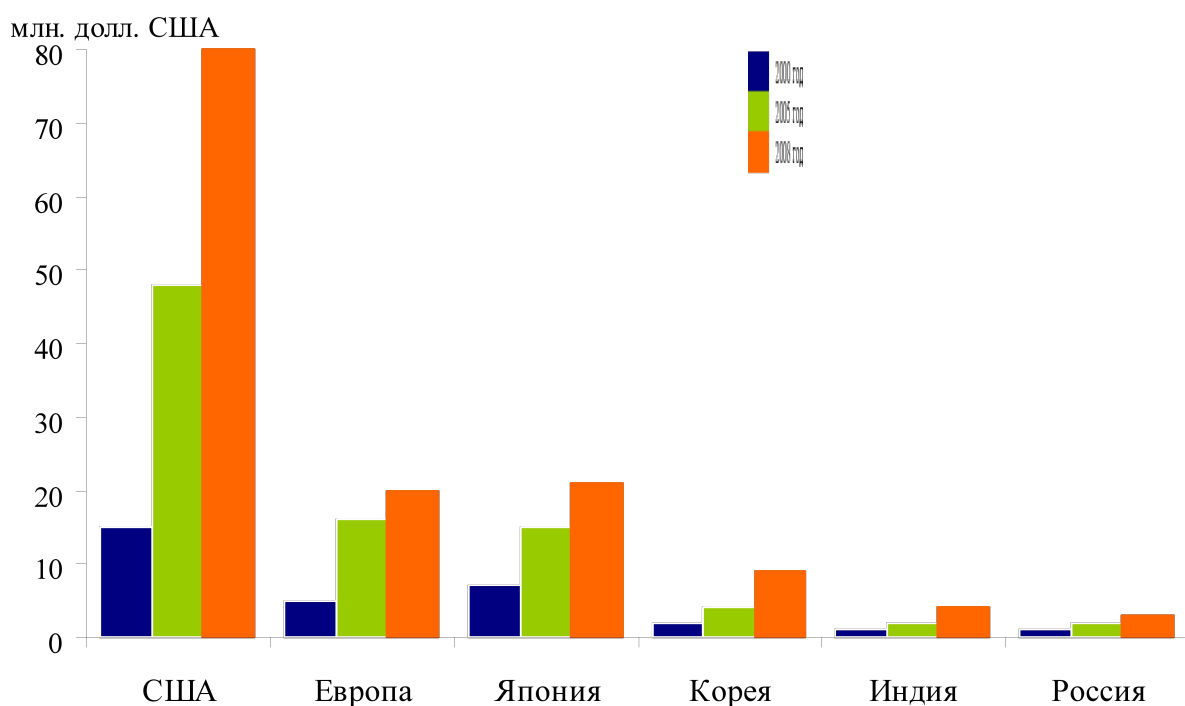


Рисунок 3 – Динамика мирового биотехнологического рынка

Таблица 1 – Годовой оборот мировой биоэкономики по секторам

| Сектор биоэкономики                                | Годовой оборот, млрд. евро | Занятость, млн. человек | Источник данных                                     |
|----------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|
| Продовольствие                                     | 920                        | 4,4                     | CIAA (Central Intercollegiate Athletic Association) |
| Сельское хозяйство                                 | 210                        | 15                      | COCA-COGECA                                         |
| Целлюлозно-бумажный                                | 400                        | 0,3                     | CEPI                                                |
| Деревообработка, лесоводство                       | 150                        | 2,7                     | CEI-BIOS                                            |
| Промышленная биотехнология («белая» биотехнология) | 50                         | нет данных              | MCKinsey                                            |

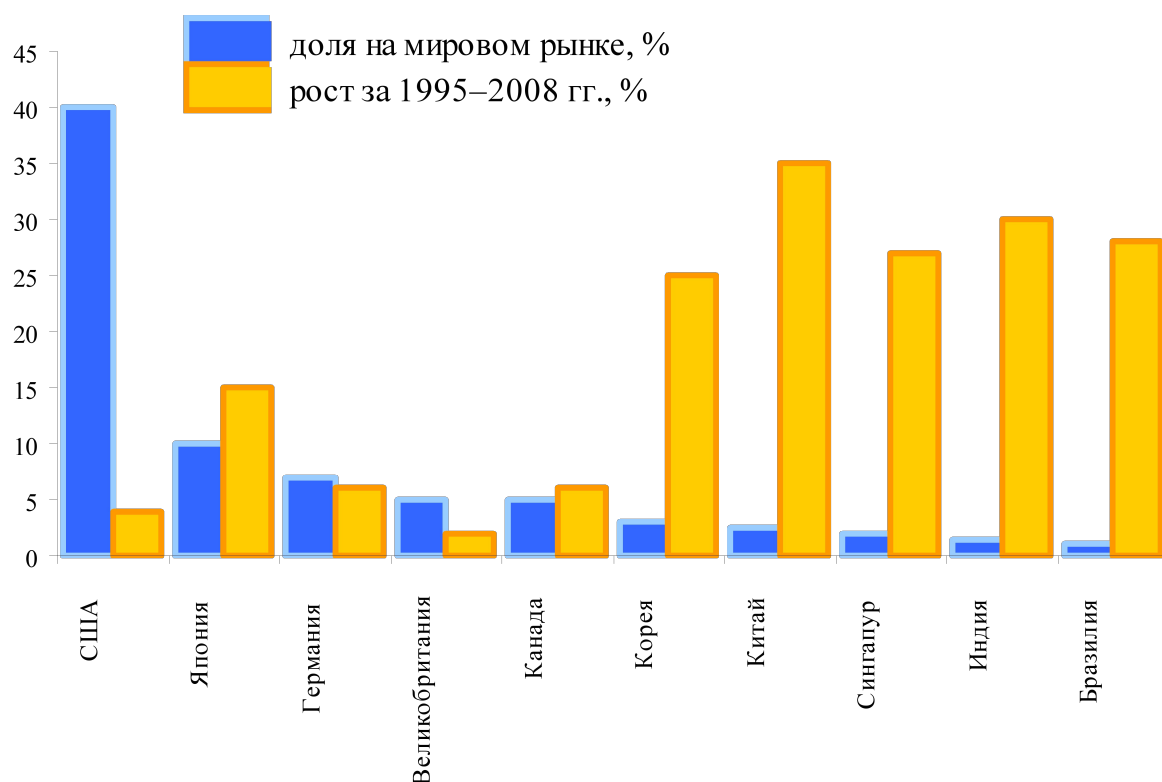


Рисунок 4 – Доля и рост числа международных патентов по направлению развития биотехнологий по странам (По данным Compendium of Patent Statistics, 2008 год)

### Основные тенденции развития мирового рынка биотехнологий

Годовой оборот мировой биоиндустрии составляет в настоящее время более 160 млрд. долларов США.

Крупнейшим биотехнологическим рынком в мире являются США, где создается половина мирового объема биотехнологической продукции. Вторым по размерам рынком является Азиатско-Тихоокеанский регион, где наиболее динамично развивают биотехнологии Австралия, Китай, Индия и Япония. Замыкает тройку лидеров Европа [2].

В соответствии с принятой классификацией биотехнологических направлений более половины мирового производства относится к продукции "красной" биотехнологии (биофармацевтические препараты и биомедицина), 12% - к "зеленой" (агропищевая продукция), остальное – биоматериалы промышленного назначения ("белая" биотехнология).

#### Биотехнологии в США

Высокая капиталоемкость и наукоемкость биотехнологической отрасли определяет ключевые факторы устойчивого лидерства США в мировом развитии биотехнологии:

- высокие объемы отраслевого финансирования;
- большое количество профильных образовательных и исследовательских учреждений;
- значительные ресурсы квалифицированных кадров;

- длительный опыт предпринимательской деятельности в стране.

Биотехнологический сектор США насчитывает сегодня 1 500 компаний, в том числе 386 публичных компаний с капитализацией около 360 млрд. долл. США. Доходы публичных биотехнологических компаний США в период с 1998 по 2007 год возросли с 20 до 65 млрд. долл. США, расходы на научные исследования и разработки – с 10 до 26 млрд. долл. США.

Исторически важная роль в финансировании биотехнологии в США принадлежала государству. Государственный фонд National Institutes of Health (NIH) – крупнейший из отдельно взятых субъектов, осуществляющих финансирование биотехнологических исследований в США [3]. В период с 2000 по 2008 год годовой бюджет NIH возрос с 18 до 29 млрд. долл. США.

### **Биотехнологии в Европейских странах**

Число биотехнологических предприятий в Европейских странах составляет более 1 700, из них 180 – публичные компании, чьи доходы в 2007 году составили 13 млрд. долл. США. Это в пять раз меньше выручки, генерируемой американской биоиндустрией. Объемы финансирования биотехнологической отрасли в Европе также существенно отстают от показателей США – 7.5 млрд. долл. США в 2007 году.

Доля венчурного финансирования сопоставима с соответствующим показателем в США. Основные центры развития биотехнологии в Европе – Великобритания и Германия. Великобритания является лидером по объему привлекаемого в отрасль финансирования – примерно треть объема, инвестируемого всей Европой.

Германия опережает соседей по вложениям венчурного капитала в биотехнологическую отрасль – этот показатель в 2 раза выше среднего уровня в регионе. Кроме того, Германия опережает другие страны по количеству институтов, исследовательских учреждений и ВУЗов, специализирующихся в биотехнологии.

### **Биотехнологии в Китае**

Биотехнологическая отрасль Китая включает в настоящее время около 900 предприятий и 40 биотехнопарков, расположенных в Пекине, Шанхае, Гуанчжоу. Объем продаж биотехнологической продукции, произведенной в Китае, оценивается в 10 млрд. долл. США. Развитию отрасли в немалой степени способствовала стимулирующая политика властей в налоговом, финансовом и трудовом регулировании.

Основной сектор китайской биотехнологической отрасли – биофармацевтика («красная» биотехнология). В секторе работает 580 компаний. Продукция китайских производителей занимает не менее 7% мирового рынка лекарственных биопрепаратов [4]. Основной объем финансирования китайской биофармацевтики осуществляется в рамках государственных программ: Национальной Программы Фундаментальных Исследований и Национальной Программы Исследований и Разработок в области Высоких Технологий. Первая ориентирована на финансирование исследований на ранних стадиях НИОКР, вторая - на этапе прикладных разработок и коммерциализации продуктов.

«Зеленая» биотехнология также является объектом значительных инвестиций – у Китая второе место в мире после США по объему финансирования разработок в этой области. На исследования в агrobiотехнологии приходится около 40% государственных инвестиций в отрасль.

Рост инвестиций Китая в биотехнологическую отрасль отличался высокими темпами в начале нового столетия – с 2001 по 2005 год объем государственного финансирования биотехнологии в Китае увеличился более чем в 10 раз - с 0.1 до 1.2 млрд. долл. США.

Согласно национальной программе развития науки и технологии на 2006–2020 годы государство инвестирует 112 млрд. долл. США в НИОКР, при этом биотехнология имеет высший приоритет над прочими направлениями – инвестиции в отрасль составили до 9 млрд. долл. США уже в 2010 году [5].

Направления биотехнологических исследований, определенные программой в качестве ключевых, включают: молекулярное конструирование новых видов животных и растений, а также лекарственных препаратов, генная и протеиновая инженерия, тканевая инженерия на основе стволовых клеток, новые поколения промышленной биотехнологии.

### **Биотехнологии в Бразилии**

Рынок биотехнологической продукции Бразилии оценивается в 14 млрд. долл. США и является крупнейшим в Латинской Америке. Биотехнологическая отрасль страны насчитывает около 300 компаний, большинство из них заняты в сельскохозяйственной и медицинской биотехнологии.

Важную роль в развитии бразильской биоиндустрии играют бизнес-инкубаторы, основные из которых расположены в Сан-Пауло и Минас Гераис.

Бразилия имеет признанные в международной научной среде компетенции в области геномики, поиска вакцин и исследований стволовых клеток. В стране уделяется большое значение использованию возобновляемых источников энергии, благодаря чему Бразилия является на сегодня вторым в мире после США производителем биоэтанола. Бразилия проводит достаточно активную политику в области развития инноваций, в том числе биотехнологии.

В числе основных инструментов поддержки исследовательских проектов:

Программы Министерства науки и технологии Бразилии;

– Фонд Биотехнологии (Biotechnology Sectoral Fund) – созданный в 2001 году специализированный фонд для финансирования биотехнологических исследований;

– Бразильское Агентство инноваций – предоставляет гранты совместным проектам исследовательских и коммерческих организаций. В 2008 году в развитие инновационных проектов Агентством инвестировано 1.5 млрд. долл. США;

– Программа поддержки исследований на предприятиях – ориентирована на финансирование индивидуальных разработок в небольших компаниях.

Механизмы частных инвестиций в биотехнологический сектор Бразилии в настоящее время малоразвиты.

В Бразилии были также приняты важные нормативные документы для стимулирования инновационного развития в стране - Закон об инновациях, Закон о благах, Закон об интеллектуальной собственности. В 2007 году правительством разработана стратегия развития биотехнологической отрасли Бразилии, согласно которой инвестиции в отрасль в течение последующего десятилетия составят не менее 5 млрд. долл. США, а для реализации намеченной политики создан Национальный комитет по биотехнологии [6].

### **Биотехнологии в Индии**

Индия входит в первую тройку стран по развитию биотехнологии в Тихоокеанском регионе – после Австралии и Китая.

Основные характеристики биотехнологической отрасли Индии:

- ежегодный темп роста в 2003-2008 годах - 20-30%;
- объем продаж в 2008 году - 2.5 млрд. долл. США;
- количество биотехнологических предприятий – 330;
- инвестиции в сектор в 2007 году - около 600 млн. долл. США.

Наиболее развиты в Индии биотехнологии, связанные с обеспечением здоровья человека, в том числе услуги исследовательского аутсорсинга. Индия лидирует в мире по количеству фармацевтических производственных площадок, одобренных американской Food and Drug Administration за пределами США, и становится центром проведения клинических испытаний многих международных фармацевтических корпораций (Merck, Pfizer, AstraZeneca). Индийский рынок контрактных исследований в биофармацевтике оценивается в 250 млн. долл. США и растет на 30-40% ежегодно [7].

Биотехнологическая отрасль в Индии пользуется активной поддержкой государства – еще в 1986 году при Министерстве Науки и Технологии был создан Департамент Биотехнологии для осуществления политики и поддержки исследовательской деятельности в области биотехнологии, который сегодня является основным источником финансирования биотехнологических НИОКР, в первую очередь для малого бизнеса. Департаментом разработана Национальная Стратегия Развития Биотехнологии, в которой сформулированы основные проблемы и способы их решения на пути создания в стране благоприятной среды для развития биоиндустрии.

### **Мировые тренды в развитии биотехнологий:**

#### **Биофармацевтика**

Мировой рынок биофармацевтических препаратов в 2010 году составил около 161 млрд. долларов США. Общий объем биофармацевтического рынка к 2015 году оценивается в 264 млрд. долларов США. Наиболее быстрая динамика роста продаж ожидается для препаратов моноклональных антител, их продажи должны вырасти с 37 млрд. долларов США в 2010 году до 60 млрд. долларов США в 2015 году [8].

Объем продаж вакцин в мире в 2010 году составил 20 млрд. долларов США. В 2010 году была зарегистрирована первая терапевтическая, а не профилактическая онковакцина Провендж (Provenge) компании Дендерон (Dendreon). Всего в клинических исследованиях находится 140 противораковых

вакцин. Общий объем продаж онковакцин к 2015 году составит более 25 млрд. долларов США.

Рынок биофармацевтических препаратов в Российской Федерации в 2010 году можно оценить в 2,2 млрд. долларов США. Наибольший объем продаж приходится на сегмент цитокинов, генноинженерных гормонов (включая инсулин), коагулянтов и терапевтических ферментов - 1,3 млрд. долларов США в 2010 году. Объем продаж моноклональных антител в 2010 году составил 350 млн. долларов США, к 2015 году ожидается увеличение продаж в данном сегменте до 480 млн. долларов США. В 2010 году объем продаж, сопоставимый с сегментом моноклональных антител, был в сегменте вакцин - 350 млн. долларов США. Прогноз продаж в 2015 году - 370 млн. долларов США.

### **Биомедицина**

Медицинская биотехнология включает в себя разработку и производство биотехнологических продуктов для диагностики заболеваний человека, их лечения и предупреждения вредного влияния факторов внешней среды на здоровье человека. На основании анализа развития мирового рынка в настоящий момент можно выделить несколько наиболее важных направлений исследований и производства, составляющих основу медицинской биотехнологии будущего.

### **Молекулярная диагностика**

Технологии молекулярно-генетической диагностики основываются на применении биомаркеров. В 2010 году мировой объем рынка биомаркеров составил 13,5 млрд. долларов США, а к 2015 году ожидается рост почти до 33,3 млрд. долларов США. С появлением высокопроизводительных методов анализа генома и транскриптома в ближайшие несколько лет ожидается прорыв в области персонализации диагностики, что увеличит существенно долю молекулярно-генетических тестов на рынке.

### **Диагностические средства персонализации терапии**

Персонализированная медицина подразумевает назначение подходящего лекарства конкретному больному на основании его особенностей и особенностей его заболевания. В более широком смысле персонализированная медицина представляет собой «интегральную медицину», которая включает разработку персонализированных средств лечения на основе клинических характеристик пациента, особенностей его генома, транскриптома, протеома и метаболома. Персонализация лечения пациента - наиболее важный тренд современной медицины. Планируется, что не менее половины новых лекарств, выводимых на мировой рынок к 2015 году, будут иметь фармакогенетические характеристики.

### **Клеточная и тканевая инженерия для терапевтических целей**

Значительные перспективы к развитию имеются у клеточных технологий. Более 500 компаний работают в этой области, создавая новые средства и методы клеточной терапии заболеваний, включая регенерацию поврежденных тканей и органов. Объем рынка клеточной терапии и связанных с ней технологий в 2010 году составил 56,2 млрд. долларов США, к 2015 году прогнозируется рост до

96,3 млрд. долларов США. Объем рынка тканевой инженерии имеет стабильный прирост 15%, ежегодно, и по оценкам экспертов эта тенденция сохранится в ближайшие 10 лет. Сегодня 150 компаний разрабатывают терапевтические подходы с использованием стволовых клеток. Только в США в этих разработках активно участвуют 68 академических учреждений [9].

В России представлены такие разработки клеточных технологий, как многослойный пласт кератиноцитов на полимерных пленках, дермальный эквивалент, полный эквивалент кожи, заместительная клеточная терапия ожогов, трофических язв, методы контроля эффективности трансплантации клеточных препаратов, технология трансплантации иммуносовместимых кроветворных стволовых клеток для лечения онкогематологических заболеваний и других форм тяжелой иммунологической недостаточности, а также технология применения стволовых клеток костного мозга для лечения сердечно-сосудистых заболеваний.

### **Биосовместимые материалы**

Новые материалы для медицинских целей, не вызывающие иммунного ответа организма, так называемые биосовместимые, получили в последнее время достаточно широкое применение. Объем мирового рынка в 2010 году - 2,2 млрд. долларов США, к 2015 году планируется 4,2 млрд. долларов США.

В результате завершенных исследовательских работ в России на рынок выходят первые разработки, для заместительной и регенеративной медицины, изделия на основе тканеинженерных конструкций, полученных с использованием стволовых клеток и композитов из биodeградируемых материалов для стоматологии, онкологии, травматологии и хирургии, а также биосовместимые перевязочные и ранозаживляющие новые нанокпозиционные материалы.

Бурное развитие современных биомедицинских технологий идет сразу по нескольким ключевым направлениям, в каждом из которых уже достигнуты многообещающие результаты.

### **Регенеративная медицина: от искусственной кожи к заплатам для сердца**

Развитие технологий регенеративной медицины является одной из актуальнейших задач современной науки. Операции по пересадке донорских органов сопряжены с риском отторжения, а количество пациентов, нуждающихся в такой терапии, всегда значительно превышает возможности клиник. В первую очередь стоит отметить создание различных заместителей кожных покровов, которые используются в клинике для лечения ожогов или хронических повреждений кожи. Новые достижения в этой области позволяют использовать кожные трансплантаты, содержащие генетически изменённые клетки. Это позволяет устранить генетические дефекты, улучшить их приживание и даже создать систему для синтеза необходимых для организма гормонов.

Искусственные сосуды, созданные на основе собственных клеток сосудистого эпителия и разрушающейся впоследствии в организме

синтетической подложки, уже начинают применяться в клинической практике. Их принципиальным преимуществом является то, что после деградации искусственной подложки, организм замещает её собственными здоровыми клетками. Похожие подходы используются также в биоинженерии тканей миокарда.

### **Лекарства из природных источников**

Способность живых организмов синтезировать биологически активные стереоизомеры часто делает их незаменимым и единственным источником ценных органических молекул. По оценкам экспертов, в США около 50 процентов лекарств, используемых для химиотерапии, являются производными компонентов растительных экстрактов. Чаще всего биологически активные вещества, синтезируемые растениями, представляют собой вторичные метаболиты – низкомолекулярные соединения, обеспечивающие растениям защиту от вредителей и патогенов. Хотя уже охарактеризовано более 50 тысяч вторичных метаболитов, это представляет собой всего около десяти процентов биосинтетического потенциала растений. А кроме растений биологически активные вещества синтезируются и накапливаются в бактериях, грибах, морских организмах, насекомых и даже амфибии. Современные программы поиска новых лекарств включают в себя одновременное автоматизированное тестирование множества экстрактов на наличие самых различных биологических активностей. Таким образом были найдены мощные противоопухолевые соединения: таксол из коры деревьев тиса.

Зачастую уровень ценного вещества в растении оказывается крайне низким, а химический синтез – чрезмерно сложным. Например, для удовлетворения годовой потребности рынка в таксоле пришлось бы экстрагировать кору нескольких сотен тысяч деревьев! В этом случае исследователи вначале выясняют путь ферментативного биосинтеза молекулы в клетке, затем выделяют (клонировать) гены, кодирующие соответствующие ферменты и оптимизируют их. И, наконец, вводят полученные гены в подходящую биологическую систему для наработки ценного вещества. Ярким примером такой разработки стало получение противомаларийного терпена артемизинина в дрожжах.

Доставка лекарства непосредственно в опухоль позволяет усилить эффект препарата и свести к минимуму нежелательные побочные воздействия на другие ткани и органы.

### **Антитела доставляют лекарство прямо в опухоль**

Доставка лекарства непосредственно в опухоль позволяет усилить эффект препарата и свести к минимуму нежелательные побочные воздействия на другие ткани и органы. Обычно для этого используются моноклональные антитела или их фрагменты, специфические для разных видов опухолей. На текущий момент на рынке существует несколько типов антител, слитых (конъюгированных) с различными препаратами: цитотоксическими соединениями, токсинами (в частности, грибкового происхождения) или

радиоизотопами [10]. Преимущество последних заключается в том, что доставленные радионуклиды способны уничтожать даже клетки опухолей, содержащие на своей поверхности мало якорей-антигенов. С другой стороны, для этого типа конъюгатов характерен более высокий риск повреждения здоровых тканей. Фотодинамическая терапия – это методика лечения опухолей, позволяющая уничтожить больную ткань, не повреждая при этом здоровую. Под воздействием света ранее инертное лекарственное вещество активируется и разрушает окружающие его ткани.

Среди недавних разработок в этой области следует отметить систему для доставки фототоксического белка к опухоли с помощью фрагментов антител. В качестве светочувствительного агента исследователи использовали красный флуоресцентный белок «KillerRed» – «Красный Убийца». Транспортная часть конструкции, отвечающая за доставку «Красного Убийцы» к мишени — клетке злокачественной опухоли, представляла собой белковый фрагмент антитела 4D5, широко используемого в клинической иммунотерапии ряда опухолей [11].

### **Лечение генетических болезней**

К настоящему времени генетическая терапия представляет собой бурно развивающуюся область биотехнологии и рассматривается как потенциально универсальный подход к лечению широкого спектра заболеваний: наследственных, онкологических и даже инфекционных.

Для лечения рака разработаны векторные системы на основе элементов генома вирусов, позволяющие вводить ген-убийцу непосредственно в опухоль, которая в результате сама начинает производить цитотоксические белки

Различные носители используются для доставки генетического материала внутрь человеческой клетки и его интеграции в геном, например, искусственные липосомные наночастицы или катионные эмульсии. Для лечения рака разработаны векторные системы на основе элементов генома вирусов, позволяющие вводить ген-убийцу непосредственно в опухоль, которая в результате сама начинает производить цитотоксические белки.

В ноябрьском номере журнала «Science» было опубликовано сообщение об успешном применении генетической терапии для лечения аденолейкодистрофии (смертельной нейродегенеративной болезни). Дефектный ген в стволовых клетках костного мозга пациентов был заменён нормальной копией, после чего клетки были возвращены обратно в организм. Для этой цели был разработан новый вектор для переноса генетического материала внутрь человеческих клеток и его встраивания. Учёные «разоружили» вирус иммунодефицита человека, удалив все гены и оставив лишь оболочку, способную проникать внутрь клетки. В неё поместили ДНК, содержащую корректный ген и последовательности, помогающие встроить его в хромосому. Учёные полагают, что созданный ими вектор на основе частиц ВИЧ может служить универсальным переносчиком для различных генов.

Современные программы исследования геномов стимулировали разработку быстрых, точных и эффективных методов анализа нуклеиновых кислот – секвенирования.

## **Расшифровка генома за один день**

Современные программы исследования геномов стимулировали разработку быстрых, точных и эффективных методов анализа нуклеиновых кислот — секвенирования. Целью такого анализа является получение информации о последовательности расположения каждого из четырёх типов нуклеиновых оснований в длинной молекуле ДНК. Эта последовательность в свою очередь определяет последовательность аминокислот в молекуле белка, закодированного в данном участке ДНК, и следовательно, свойства фермента.

Изначально методика секвенирования предполагала сложные химические модификации ДНК с использованием радиоактивных меток. В современных методах секвенирования используется полимеразная цепная реакция, а радиоактивные метки заменены флуоресцентными. Автоматические секвенаторы способны одновременно анализировать несколько сотен образцов ДНК и выполнять до 24 анализов в сутки. Электрофорез проходит не в гелях, а в сверхтонких капиллярах, что позволяет значительно увеличить скорость и чувствительность анализа.

Альтернативой данному методу является недавно разработанный метод «секвенирования путём синтеза» или пиросеквенирования. В момент присоединения одного из четырёх возможных нуклеотидов к растущей цепи ДНК (комплементарной основной цепи) специальный фермент люцифераза подаёт световой сигнал. Если знать, какие именно нуклеотиды присутствуют в растворе в момент сигнала, то можно определить последовательность их присоединения. В результате исследователи могли регистрировать присоединение 25 000 000 оснований с 99 процентной точностью в течение четырёх часов.

Достижения в понимании того, какие гены и кодируемые ими белки ответственны за болезнь позволят подбирать комплекс лекарственных средств, гораздо эффективнее справляющихся с конкретным недугом, нежели отдельные препараты

## **Лечение тяжелых болезней – атака на несколько мишеней**

Стратегия современного лечения наиболее тяжелых болезней включает одновременное воздействие на несколько мишеней – молекулярных этапов развития патологического процесса. Достижения в понимании того, какие гены и кодируемые ими белки ответственны за болезнь позволят подбирать комплекс лекарственных средств, гораздо эффективнее справляющихся с конкретным недугом, нежели отдельные препараты.

Наиболее ярким примером лечения конкретной болезни подобным путем – терапия ВИЧ-инфекции. В настоящее время при лечении ВИЧ-инфекции рекомендуется использовать комбинацию ВИЧ-ингибиторов, состоящую как минимум из трех препаратов, воздействующих на разные ферменты вируса, соответственно блокирующие разные стадии развития вирусной инфекции. Подобный подход позволяет значительно продлить жизнь ВИЧ-инфицированным пациентам – в США СПИД переведен из разряда неизлечимых в число хронических болезней. В настоящее время среди ученых не

вызывает сомнения тот факт, что и успешное лечение рака тоже будет основано на одновременном приеме препаратов, воздействующих на разные элементы раковых клеток. Мультитаргетная терапия представляется целесообразной и многообещающей не только благодаря ее эффективности в подавлении опухоли, но и возможности преодоления устойчивости раковых клеток к различным препаратам, что является одной из важнейших задач противоопухолевой терапии.

Благодаря своим особенностям стволовые клетки уже несколько десятилетий являются одним из наиболее перспективных объектов медицинских технологий.

### **Стволовая клетка – врач внутри пациента**

Стволовые клетки – это неспециализированные клетки-предшественники, дающие начало всем органам и тканям организма. Их задача – восстановление поврежденных или отмерших участков.

Благодаря своим особенностям стволовые клетки уже несколько десятилетий являются одним из наиболее перспективных объектов медицинских технологий. Ими лечат широкий спектр болезней – от псориаза и ишемической болезни сердца до генетических болезней и трансплантаций органов (примеры приведены в других разделах нашей статьи). Последние достижения в области клеточной терапии включают в себя разработку методов стимуляции стволовых клеток дифференцироваться в тот или иной тип ткани прямо в организме пациента. Исследователи научились стимулировать костный мозг (производящий в норме предшественники клеток крови) высвобождать два других типа стволовых клеток (способных восстанавливать, в том числе, хрящи, кости и кровеносные сосуды). Учёные предсказывают широчайшую перспективу своему методу: пациент с инфарктом или переломом поступает в больницу, получает лекарство, стимулирующее его стволовые клетки, после чего они уже сами занимаются «ремонт» повреждённых органов.

### **Синтез генов для фарминдустрии**

Быстрый рост рынка фармацевтических белков, а также развитие разнообразных систем гетерологической экспрессии генов вызвало спрос на дешёвые и точные методы синтеза нуклеиновых кислот. Проведённые за последние десятилетие разработки позволили увеличить эффективность протоколов синтеза в 5-7 тысяч раз и уменьшить стоимость более чем в 50 раз (при этом увеличив точность процесса). На текущий момент множество биотехнологических компаний предоставляют услуги автоматического синтеза последовательностей генов, кодирующих фармацевтические белки, адаптированные для биотехнологических систем экспрессии. Средняя стоимость синтеза составляет около 0.4 доллара за пару.

Фармакогенетика является одной из предшественниц персональной (индивидуальной) медицины, в которой парадигма «одно лекарство для всех» заменяется на «правильное лекарство для каждого пациента».

### **Правильное лекарство – для каждого пациента**

В описании любого современного фармакологического препарата присутствует информация о его побочных действиях и возможных аллергических реакциях. Это означает, что генетические особенности обмена веществ у какого-то количества пациентов не позволяют им нормально усваивать вещества, входящие в состав лекарства. Например, около пятидесяти процентов людей, страдающих астмой, не получают облегчения при использовании противоастматическим препаратом того или иного класса. Фармакогенетика является одной из предшественниц персональной (индивидуальной) медицины, в которой парадигма «одно лекарство для всех» заменяется на «правильное лекарство для каждого пациента». Это подразумевает, что пациенты, в зависимости от своих генетических и эпигенетических (не определяющихся генами) особенностей будут сгруппированы таким образом, чтобы врач смог предсказать особенности протекания болезни и применить соответствующее лечение с минимальным риском и побочными эффектами [12].

В простейшем случае один ген может участвовать в реакции организма на лекарство. Идентифицировав нежелательный вариант (аллель), можно оптимизировать терапию для соответствующей группы пациентов. Особенно важны такие исследования для противораковой терапии. Противоопухолевые лекарства, с одной стороны, имеют высокую токсичность, с другой – терапия малоэффективным препаратом может привести к печальным последствиям. Поэтому фармакогенетические исследования позволят скорректировать терапию для пациентов с «неудачным» вариантом гена путём изменения дозы препарата или его заменой.

Считается, что подавляющее большинство лекарственных препаратов взаимодействует с белковыми молекулами. Поэтому комплексное изучение спектра белков может ускорить разработку новых диагностических и терапевтических средств [13].

### **Протеомика – ключ к диагностике**

Протеомика изучает обмен белков в живом организме: их синтез, взаимодействие и распад. Часто можно заметить связь между заболеваниями и изменением спектра или характеристик синтезируемых организмом белков. Считается, что подавляющее большинство лекарственных препаратов взаимодействует с белковыми молекулами. Поэтому комплексное изучение спектра белков может ускорить разработку новых диагностических и терапевтических средств.

Ярким примером является поиск биомаркеров для ранней диагностики злокачественных опухолей. На текущий момент в ходе исследований в разных лабораториях мира уже выявлено ряд новых белков, служащих биомаркерами раковых опухолей различной локализации. Важным аспектом является разработка комплексных панелей биомаркеров, позволяющих с большей достоверностью выявлять наличие заболевания. Помимо злокачественных опухолей, активно исследуются биомаркеры сердечно-сосудистых, лёгочных, желудочно-кишечных и многих других заболеваний.

### **Промышленные биотехнологии**

Мировой объем производства химических веществ (технические спирты, полимеры, кетоны, оксиды и другие вещества) из возобновляемых источников сырья превысил в 2010 году 41 млрд. долларов США [14]. Эксперты прогнозируют, что к 2015 году объем такого производства вырастет почти в 2 раза и составит более 76 млрд. долларов США.

#### **Биополимеры**

Мировой рынок биополимеров демонстрирует высокие темпы роста. В 1995 году суммарные производственные мощности по выпуску биополимеров в мире составляли около 20 тыс. т, в 2006 году - 360 тыс. т, а по итогам 2009 году превысили 800 тыс. т. Объем мирового рынка биополимеров в денежном выражении в 2010 году оценивается в 3,2 млрд. долларов США, а к 2015 году прогнозируется рост до 4,9 млрд. долларов США. Наиболее широкое распространение биополимеры получили в сфере производства упаковочных материалов, а также изделий медицинского назначения.

Потенциал замещения традиционных полимеров биополимерами составляет около 205 млн. т или 90% от текущего объема их общемирового потребления. В Российской Федерации данная отрасль отсутствует [15].

#### **Биопрепараты промышленного назначения**

К основным биопрепаратам промышленного назначения относятся промышленные ферменты, органические кислоты, биодеструкторы нефти и реагенты для производства целлюлозно-бумажной продукции.

Объем мирового рынка технологических ферментов в 2010 году составил 2,8 млрд. долларов США без учета объемов производства ферментов для биотоплива. В структуре мирового потребления ферментов страны Северной Америки и Европы занимают доминирующее положение. По итогам 2010 года на указанные региональные рынки приходилось около 73% мирового объема продаж ферментных препаратов. Доля стран Азиатско-Тихоокеанского региона оценивается в 19%, стран Латинской Америки - 8% [16].

По состоянию на 2010 год рынок промышленных ферментных препаратов России оценивается в 138 млн. долларов США. В среднесрочном периоде ожидается стабильный объем потребления в пищевой промышленности (возможны, однако, структурные изменения внутри сектора), рост потребления в сельском хозяйстве и в секторе синтетических моющих средств. Ожидается, что к 2015 году рынок достигнет 230 млн. долларов США.

В 2010 году объем предложения на рынке органических кислот, получаемых биосинтезом, составил 48 млн. долларов США. Из числа органических кислот наиболее значимо в промышленных масштабах представлены: лимонная кислота (77% от объема рынка), молочная кислота (16%) и винная кислота (6%). На долю импорта приходится 65% от стоимостной оценки.

При сохранении темпов роста 2009 - 2010 гг., объем предложения на рынке органических кислот к 2015 году может достигнуть 78 млн. долларов США.

К наиболее перспективным методам защиты окружающей среды нового поколения относятся биологические методы очистки. Мировой рынок биологических методов обработки загрязненных углеводородами территорий по итогам 2010 года составил около 4,2 млрд. долларов США. Лидером мирового рынка в части использования технологий биологической ремедиации отходов нефти и нефтепродуктов являются США [17].

### **Биоэнергетика**

Перспективы биотоплива остаются предметом острых дискуссий во всем мире. При этом важно отметить, что основные участники этой дискуссии активно развивают у себя производство биотоплива, стимулируют рынки и финансируют научно-исследовательские программы в данной области.

В 2009 году США завершили строительство 40 заводов по производству биотоплива и в 2010 году по объему производства и потребления биотоплива уже опередили Бразилию. Научный поиск и внедрение новых инженерных решений в этой области продолжается, и главным результатом сейчас является не вытеснение нефти, а получение огромного опыта трансформации биологического сырья в широкую гамму продукции в промышленных масштабах.

Мировое потребление биотоплива, как жидкого, так и твердого растет темпами, превышающими 10% в год. Практически во всех странах мира, как развитых, так и развивающихся, приняты биоэнергетические программы. Особенно бурное развитие получает биоэнергетика в Европейском Союзе, вероятность того, что биомасса превысит в энергетическом балансе Европы 10% к 2020 году очень высока. Россия за счет использования своих ресурсов имеет возможность стать одним из лидеров мирового рынка биоэнергетики. В Российской Федерации образуется более 100 млн. т доступных для получения энергии отходов биомассы в год, энергетическая ценность которых составляет более 300 млн. МВт. ч, или более 40 млн. т у.т. При этом утилизируется не более 10% из них.

### **Сельскохозяйственные биотехнологии**

Использование биотехнологии в сельском хозяйстве ориентировано на стабильное развитие сельскохозяйственного производства, решение проблемы продовольственной безопасности, получение высококачественных и экологически чистых продуктов питания, переработку отходов сельскохозяйственного производства, восстановление плодородия почв. В данном направлении наиболее приоритетным является производство биопрепаратов для растениеводства, кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, ветеринарных биопрепаратов, а также создание новых сортов полезных растений и животных с использованием современных генетических и биотехнологических методов.

Основными видами биопрепаратов для сельского хозяйства являются ферменты для кормопроизводства, биологические средства защиты растений и стимуляторы роста растений, силосные закваски, а также ветеринарные

препараты для животноводства. Как и в случае с пищевыми ингредиентами, основу рынка в России составляют импортные биологические препараты.

По состоянию на 2010 год рынок биопестицидов в России оценивался в 5 раз меньше, чем в Европейском Союзе (около 60 млн. долларов США) и в 10 раз меньше, чем в США (около 120 млн. долларов США). К 2015 году российский рынок может вырасти в 2,7 раза, среднегодовой темп роста составит 22% [18].

Ключевым направлением сельскохозяйственной биотехнологии в области растениеводства является создание новых высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений, устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды.

Достижения последних лет в области геномики, молекулярной биологии и генетической инженерии растений стали основой новых методов селекционной работы, основанных на использовании молекулярных маркеров и на направленной генно-инженерной модификации растений. Первое направление предполагает использование естественных генетических ресурсов растений, определяющих их хозяйственно-ценные признаки, при этом многократное ускорение селекционной работы достигается за счет использования молекулярных маркеров соответствующих признаков. Расшифровка геномов основных сельскохозяйственных растений, в том числе картофеля, открыла новые возможности для применения этих постгеномных технологий.

Другой подход основан на введении в растение нового признака путем генно-инженерной модификации (создание трансгенного растения). Экономический эффект использования биотехнологических (генномодифицированных) растений в США в период с 1996 по 2009 год составил порядка 65 млрд. долларов США, из которых 44% - за счет снижения издержек производства и 56%, благодаря существенному улучшению урожайности (229 млн. т) [19].

В 2010 году глобальная рыночная стоимость семян биотехнологических культур оценивается в 11,2 млрд. долларов США (по сравнению с 10,6 млрд. долларов США в 2009 году), что составляет 22% мирового рынка средств защиты растений в 2010 году, и 33% рынка семян.

Текущий объем мирового рынка ветеринарных биопрепаратов оценивается в 4,8 млрд. долларов США. В настоящее время негативные факторы воздействия на рынок практически полностью нивелированы, и к 2015 году ожидается увеличение объема рынка до 5,6 млрд. долларов США.

Доля Российской Федерации составляет порядка 5% мирового рынка. Основу рынка в России составляют импортные биологические препараты, а в структуре потребления отечественных препаратов преобладают продукты с низкой доходностью (например, вакцины), имеющие, тем не менее, определенный экспортный потенциал.

В период 2005 - 2010 гг. объем потребления антибактериальных препаратов (в том числе терапевтических антибиотиков и антибактериальных премиксов) возрос с 28 до 93 млн. долларов США. Ключевым сегментом, обеспечивающим

увеличение объемов, является сектор терапевтических антибиотиков, на долю которых приходится свыше 80% объема в денежном выражении. В настоящий момент рынок антибактериальных препаратов (как терапевтических, так и антибактериальных премиксов) является практически полностью зависимым от импортных поставок. Потенциальный объем потребления всех типов антибиотиков в 2015 году оценивается в 145 млн. долларов США.

В настоящее время в мире наметился рост потребности в клонированных животных, в первую очередь клонированных производителей, получаемых для селекционно-племенной работы. Стимулом развития рынка явилось снятие в США (2008 год) и в Европе (2011 год) наложенного ранее запрета на использование потомков клонированных животных (крупного рогатого скота, свиней и коз) в пищу. Такое решение базируется на результатах широкомасштабных исследований качественных показателей, а также показателей безвредности и безопасности продуктов, получаемых из потомков клонированных животных. В настоящее время в США коммерчески используется около 4 000 голов клонированного крупного рогатого скота и около 500 голов клонированных свиней. Лидером в получении клонированных животных в мире является компания Виаген (Viagen; Техас, США) [20].

По данным Управления по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (U.S. Food and Drug Administration, FDA), потребности европейского рынка клонированных животных оцениваются в 250 млн. евро в год.

Развитие направления молекулярной селекции обусловлено разработкой эффективных методов геномного сканирования, позволяющих одновременно проводить скрининг большого числа мутаций, и рассчитывать геномную племенную ценность животных, что, в конечном итоге, позволяет повысить эффективность селекционно-племенной работы и, как следствие, эффективность производства продукции животноводства. Лидерами развития данного направления рынка являются крупнейшие мировые производители племенного материала сельскохозяйственных животных и птицы: ЭйБиЭс (ABS. США), ДанБред (DanBred, Дания), Топигс (Topigs) и Хипор (Hypor, Голландия) и другие.

#### **Биотехнологии для переработки отходов**

Роль методов биотехнологии в переработке промышленных отходов огромна. В развитых странах миллионы тонн отходов пищевого производства (молочная сыворотка, барда, отходы животноводства и другие) перерабатываются с применением методов промышленной биотехнологии. В настоящее время не все технологии коммерчески эффективны, но динамика процесса (особенно в последние 10 лет) позволяет предположить, что в течение следующих 10-15 лет технологии переработки и утилизации промышленных отходов будут внедрены в массовое производство [21].

Утилизация (переработка) промышленных отходов с применением биопрепаратов – это пока небольшой, но очень перспективный рынок. Агропромышленный комплекс является одним из крупнейших производителей

отходов. Показатель отходов животного и растительного происхождения (в том числе отходы при переработке сельскохозяйственной продукции в пищевой промышленности) в Европейском Союзе на 2008 год составил 115,56 млн. т, из них было переработано порядка 74,5 млн. т (64% от объема).

Общий ежегодный объем отходов спиртового производства составляет до 10 млн. т в фактическом весе. В США отходы от производства этанола перерабатываются практически на 100% и используются как корм для животных в двух видах: влажной форме и сухой гранулированной форме.

В молочной промышленности одним из основных побочных продуктов производства является молочная сыворотка. В Европейском Союзе объем доступной жидкой сыворотки составляет более 75 млн. т, это самый высокий региональный показатель в мире. Вся сыворотка в Европейском Союзе подлежит переработке, в том числе не менее трети перерабатывается с получением высококачественных пищевых ингредиентов и других продуктов. Ежегодно объем сыворотки возрастает на 1-2% [22].

### **Пищевая промышленность**

Современный мировой рынок пищевых ингредиентов оценивается в 24 млрд. долларов США, в 2015 году его объем возрастет до 28 млрд. долларов США. Рынок подразделяется на следующие сегменты: ароматизаторы (28%), усилители вкуса и аромата (14%), регуляторы кислотности (12%), сахарозаменители (9%), крахмал и желатин (7%) [23].

В настоящее время российский рынок пищевых ингредиентов оценивается в примерно в 2 млрд. долларов США при вероятном росте на 30% к 2015 году. На 90% российский рынок пищевых ингредиентов формируется за счет импортных поставок.

Мировой рынок лечебного питания оценивается в 18 млрд. долларов США. Этот сегмент динамично развивается в мире, и к 2015 году объем продаж может составить более 27 млрд. долларов США. В России объем продаж лечебного и функционального питания (включая детское) не превышает 16,8 млрд. рублей (550 млн. долларов США) и может вырасти к 2015 г. на 27% (до 700 млн. долларов США).

### **Биотехнологии для лесного сектора**

В лесах сконцентрировано около 50% мирового наземного запаса органического углерода, а лесная биомасса составляет около 80% наземной биомассы. В лесах ежегодно заготавливают 3,3 млрд. кубометров древесины, включая 1,8 млрд. кубометров древесного топлива и древесного угля. Активное использование мировых лесных ресурсов наряду с недостаточными объемами и эффективностью лесовосстановительных работ проявляется в том, что площади лесов ежегодно по разным оценкам сокращаются на 7-9 млн. га [24].

Биотехнологии в мировом лесном секторе используются в практике защиты лесов, создания новых форм древесных растений с заданными признаками, производстве посадочного материала, оценке качества семенного материала, мониторинге фитосанитарного состояния, питомников и лесных

насаждений, а также в глубокой переработке древесины, утилизации отходов, домостроении.

В практике защиты лесов и создания лесонасаждений в развитых странах применяются различные группы биотехнологий:

- создание и производство биологических средств защиты леса от вредителей и патогенов;
- клональное микроразмножение растений (включая соматический эмбриогенез) для быстрого размножения селекционных достижений и производства высококачественного посадочного материала;
- методы генетической трансформации для создания новых форм древесных растений с заданными признаками (в коммерческом применении этих технологий лидируют США и Китай);
- методы молекулярного маркирования для повышения эффективности селекционной работы, генетической паспортизации и сертификации семян и растений, оценки фитосанитарного состояния посадочного материала, питомников и лесов в целом, оценки законности происхождения древесины;
- сохранение лесных генетических ресурсов путем создания криобанков и банков депонирования растительного материала *in vitro*.

#### **Морская биотехнология**

Объем мирового рынка морской биотехнологии в 2010 году составил 3,7 млрд. долларов США, к 2015 году прогнозируется - 4,1 млрд. долларов США.

Одним из сценариев мирового развития является **биотехнологическая революция**.

В этом сценарии биологические технологии обретают собственную онтологию, группу несущих стран, в которых они развиваются (в соответствии с текущими трендами, это может быть США или Китай) и вступают в этап быстрого эволюционного развития. Подобное развитие будет происходить не только в областях генно-модифицированных и генно-улучшенных продуктов и медикаментов, но и в областях клонирования, выращивания органов, модификации генома, в т.ч. человеческого, управления эволюцией. В долгосрочной перспективе, речь идет об управляемом ароморфозе, изменении человека и человечества, усовершенствовании мозга и ускорения мышления, приспособления человека к среде обитания и природной среде вместо изоляции человека от этой среды. Вероятность реализации такого сценария не очень велика, но уровень развития биологических технологий и некоторые социальные ожидания делают этот сценарий достаточно реалистичным.

В перспективе развития биотехнологий, можно предположить возникновение трех взаимосвязанных субпакетов, опирающихся на технологии рекомбинации ДНК, эмбриональных стволовых клеток и клонирования, и развивающихся в интересах медицины, сельского хозяйства, природопользования и высокотехнологичного машиностроения:

– Биоинженерия (биокатализ, биосинтез, биосенсоры, клеточные маркеры, в перспективе – живые конструкционные материалы и живые системы);

– Управление геномом (производство ГМ-растений, ГМ-животных, ГМ-микроорганизмов, в т.ч. ГМ-антибиотиков, ГМ-ферментов, ГМ-дрожжевых культур, биопестицидов и т.д.);

– Искусственные экосистемы (производство вымерших организмов, создание принципиально новых биологических видов, создание экосистем) [25].

В связи с развитием ТП «Биотехнологии» в мире ожидаются значительные, коренные преобразования в сельском хозяйстве. Практически, речь должна идти о сдвиге, подобном неолитической революции: сельское хозяйство изменится настолько, что потребуются создать совершенно новую совокупность технологий.

В данном сценарии информационные технологии развиваются в остроконкурентной борьбе с технологиями биологическими. Эта борьба, во-первых, проектируется на земной шар, создавая «информационные» и «биоинформационные» макрорегионы, во-вторых, воздействует на собственно развитие информационных технологий.

Нанотехнологии в этом сценарии развиваются в логике совершенствования контроллеров, процессоров и периферийных устройств.

На развитие технологий природопользования в данном сценарии ключевое воздействие окажет вероятный Закон о биологическом разнообразии, постулирующий необходимость максимального расширения генетического фонда Земли. Это приведет к значительным изменениям в природопользовании: от создания/уничтожения природных экосистем Человечество перейдет к построению искусственных экосистем под конкретные задачи пользователя. Если удастся преодолеть социальное трение и решить большую группу сложнейших философских, теологических и культурологических проблем, будет реализован следующий этап развития: искусственное возвышение ряда биологических видов к разуму.

**Базовая технология** – расшифровка ДНК

**Базовая онтологема** – «человек – творец живого мира». Пока не определена до конца.

**Замыкающая технология** – манипулирование ДНК.

**Базовая инфраструктура** – сеть исследовательских центров по всему миру, связанные в аналог Биопромышленной организации.

**Базовые институты (и институции)** – система зон, свободных от жесткого правового регулирования. Закон о биоразнообразии. Закон о биоэтике [26].

**Возможности:**

– Лечение большинства известных болезней

– Новая парадигма в сельском хозяйстве; полное решение проблем с голодом

– Решение части существующих экологических проблем

- Новый этап духовного развития человечества

**Риски:**

- Появление принципиально новых заболеваний
- Новый класс экологических проблем
- Биотерроризм и экотерроризм
- Черные рынки технологий и биоресурсов
- Конфликты между субъектами развития биотеха и национальными государствами [27].

### **1.1.2 Анализ изменений в технологических процессах и укладах, интеллектуальные прорывы и открытия, связанные с созданием новых парадигм в мышлении и восприятии мира**

За последние 20 лет биотехнология, благодаря своим специфическим преимуществам перед другими науками, совершила решительный прорыв на промышленном уровне, что в немалой степени связано также с развитием новых методов исследований и интенсификации процессов, открывших ранее неизвестные возможности в получении биопрепаратов, способов выделения, идентификации и очистки биологически активных веществ [28].

Современный мир переживает глобальный биотехнологический бум. Биотехнология из рядовой отрасли становится системообразующим, ведущим фактором развития как экономики отдельных государств, так и мировой экономики в целом. Согласно прогнозам, к 2015 г. глобальная рыночная стоимость секторов, связанных с биотехнологией (без сельского хозяйства), составит свыше 2.5 трлн. евро.

Уже сейчас биотехнология успешно решает такие жизненно важные задачи, как обеспечение продовольствием, создание эффективных лекарств, получение топлива на основе возобновляемого сырья, поддержание экологического равновесия, сохранение биоресурсов Земли.

Собрать человека из искусственных органов, как конструктор, – реальная задача для современной биотехнологии. Уже скоро каждый сможет заменить износившуюся печень или сердце и силой мысли управлять любой техникой.

Наиболее впечатляющие возможности биотехнологии открылись с внедрением в практику новейших методов, самыми перспективными из которых являются методы генной инженерии, которые позволили создать ряд принципиально новых важнейших продуктов в различных отраслях использования биотехнологии: в пищевой промышленности, сельском хозяйстве, медицинской и фармацевтической промышленности, химии, нефтедобыче, горной переработке и др., а также в области экологической очистки окружающей природной среды и утилизации различных отходов.

В основе этих успехов лежат полученные с помощью генно-инженерных методов микроорганизмы-продуценты антибиотиков, ферментов, аминокислот, витаминов, гормонов и др.; рекомбинантные вакцинные штаммы бактерий и

вирусов; трансгенные растения (злаки, самофиксирующие азот из почвы, что позволяет резко сократить потребность в минеральных удобрениях; растения, обладающие природной устойчивостью к насекомым-вредителям и патогенным микроорганизмам, что исключает применение средств защиты растений; растения, содержащие повышенное количество белка, что повышает их питательную ценность; растения, продуцирующие белковые комплексы-антигены и др.); трансгенные животные, вырабатывающие с молоком лекарственные вещества и др [29].

Проблему генетически модифицированных объектов, пищевых продуктов и лекарств, получаемых в результате развития генной инженерии, можно считать одной из особенностей современного развития человечества.

Биотехнология как наука и, особенно, её центральная часть – биоинженерия развивается быстрыми темпами во всём мире. Её достижения в больших масштабах используются во многих отраслях народного хозяйства. Вместе с тем, вмешательство учёных в структуру генома, молекул ДНК и генов вызывает серьёзное беспокойство в обществе. Проблемы безопасности биотехнологических исследований при получении генетически модифицированных организмов сегодня привлекают внимание всё более широких слоёв как научной, так и гражданской общественности.

На протяжении последнего времени тема непрекращающихся дебатов на страницах печати – преимущества, связанные с широким использованием генетически модифицированных организмов (ГМО), и потенциальный риск, обусловленный их применением.

Диапазон существующих на сегодняшний день трансгенных организмов охватывает множество сельскохозяйственных культур, животных и микроорганизмов.

Основными растениями, которые подвергаются генетической модификации, являются соя (57 % посевов), кукуруза (28 %), хлопок (9 %), рапс (9 %).

Чаще всего ДНК изменяются по следующим направлениям:

- устойчивость к гербицидам (71 % промышленно выращиваемых трансгенных растений);
- устойчивость к насекомым-вредителям (22 %);
- устойчивость и к насекомым-вредителям, и к гербицидам (7 %);
- получение новых потребительских свойств (это направление находится в стадии разработки).

Доказанные факты биологической опасности ГМО:

– Процесс трансформации живых организмов может сопровождаться непредсказуемыми изменениями их жизнедеятельности (плейотропный эффект трансгена) и приобретением ГМО способности накапливать токсичные для человека и животных соединения [30].

– Длительное употребление ГМ-продуктов, например, трансгенного картофеля, может привести к негативному воздействию на здоровье человека и животных.

– Возможное негативное воздействие на здоровье человека и животных генов устойчивости к антибиотикам.

– Употребление ГМ-продуктов увеличивает частоту аллергических заболеваний населения, особенно у детей.

– Многие чужеродные белки, синтезируемые ГМ-организмами, являются аллергенами.

– Трансгенные белки, обеспечивающие устойчивость растений к различным видам насекомых-вредителей, грибковым и бактериальным заболеваниям, обладают не только аллергенными, но и токсичными свойствами.

– Особую опасность для человека представляют продукты ГМ-растений, устойчивых к гербицидам.

– Трансгенные растения могут вызывать новые, неизвестные науке болезни.

Потенциальные экологические риски ГМО:

– Возможность неконтролируемого распространения трансгенов в природных популяциях растений, животных и микроорганизмов.

– Возможность негативного действия трансгенных растений, животных и микроорганизмов, содержащих гены устойчивости, на нецелевые организмы.

– Возможность быстрого возникновения устойчивых форм сорняков и насекомых-вредителей.

– Возможность незапланированного изменения метаболизма трансгенной клетки.

– Возможность изменения эпидемических характеристик рекомбинантных микроорганизмов.

– Изменение аллергенного потенциала трансгенных организмов.

**Биоинформатика.** Понимая, что при существующем уровне развития знаний и технологий превзойти творения живой природы невозможно, в одном из университетов Японии решили создать гибридное устройство, сочетающее микроэлектронные компоненты и живые клетки мозга.

Эта идея не нова, однако до сих пор ее реализация упиралась в технические и технологические проблемы. Но совсем недавно специалисты смогли в лабораторных условиях осуществить давнюю мечту. Как выяснилось, специалисты остановили свой выбор на клетках головного мозга обычной курицы. Дело в том, что у этой домашней птицы размеры аксона и дендритов (отростки, отходящие от нервной клетки, с помощью которых она соединяется с другими клетками), а также их количество таковы, что лучше всего интегрируются с современной 65-нанометровой технологией изготовления процессоров.

Другая причина – доступность сырья. Процесс изготовления процессора упрощенно выглядит следующим образом: на подложку помещают клетки головного мозга (экспериментируют с разным количеством) и начинают наносить слои микросхемы. Затем полученный биочип помещают в специальный корпус, который предохраняет содержимое от механических

воздействий и резких перепадов температуры. Для поддержания биочипа в рабочем состоянии клеткам необходима питательная среда. Ее роль выполняет физраствор с повышенным содержанием глюкозы, он заливается внутрь корпуса процессора и, по расчетам специалистов, позволит процессору «прожить» около года. Это время сопоставимо с временем смены модельных рядов для традиционных ЦП.

Главная проблема, с которой пытаются справиться создатели нового биочипа, – нестабильность его характеристик и потребность в тонкой предварительной настройке, которую называют «обучением».

Японские ученые пока воздерживаются от каких-либо прогнозов, но в случае положительных результатов экспериментов произойдет подлинная революция в ИТ-индустрии. Не исключено, что под руинами «старого мира» будут похоронены многие нынешние гранды отрасли.

Основными изменениями в технологических укладах в области биотехнологии к настоящему времени являются следующие направления:

Биоинформатика, или вычислительная биология, делает то, что недоступно рукам и глазам экспериментатора, не оснащенного компьютером и специальными алгоритмами. Потому ее еще называют *biologia in silica*. Ученый-биоинформатик с помощью компьютера, анализирующего огромные массивы данных, выявляет последовательности ДНК или белка, по которым можно предсказывать существование у организма какой-либо способности, не бросающейся в глаза в первом приближении.

**Фармакогеномика.** Исследования, начавшиеся после расшифровки генома человека и других организмов в конце 1990-х – начале 2000-х годов и основанные на информации, полученной при этой расшифровке. Благодаря этим исследованиям уже сейчас разрабатываются и внедряются молекулярно-генетические тесты для своевременного выявления опасных заболеваний. Так, в феврале этого года Управление по контролю пищевых продуктов и лекарственных препаратов США (FDA) одобрило выпуск молекулярного диагностического теста MammaPrint для прогнозирования риска рецидивов рака молочной железы через 10 лет после первичного заболевания. Этот тест позволяет обнаруживать активность генов злокачественных опухолей и определять возможность их метастазирования. Другой пример – ДНК-чипы, благодаря которым диагностируются формы туберкулеза, устойчивые к определенным лекарственным препаратам.

**Индивидуализированная медицина** – это стратегия лечения и профилактики с учетом индивидуальных генетических особенностей. В основе такого подхода – генетический паспорт человека, информация о том, что несет именно его ДНК. По ней специалисты могут судить о предрасположенности индивида к различным заболеваниям, а также диагностировать их. Распространенные патологии, в частности гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца и атеросклероз, язвенная болезнь желудка, диабет, имеют свое «представительство» на генном уровне, и по генетическому профилю любого человека можно определить вероятность развития этих

заболеваний. Еще один аспект индивидуализированной медицины – фармакогеномика. Это подбор лекарств по генному профилю, то есть индивидуализация лекарственной терапии. По мнению американского эксперта в области биоинформатики, руководителя исследовательского центра при детском госпитале в Сиэттле Евгения Колкера, которое он высказал The New Times, индивидуализированная медицина может стать реальностью уже через пять лет [31].

### **1.1.3 Анализ возможности появления новых идеологических прорывов**

Согласно американским оценкам, по своему экономическому потенциалу биотехнологии занимают второе место после информационных технологий. К 2025 г. они, вероятно, будут обеспечивать до 20% ВВП.

Основные экономические перспективы биотехнологий связываются с сельским хозяйством, животноводством, микробиологической промышленностью, пищевой промышленностью, здравоохранением, производством лекарственных препаратов и вакцин. Вместе с тем возможно применение новых биотехнологических разработок в добывающей и обрабатывающей промышленности, химии, при производстве новых материалов, в энергетике, сфере информационных технологий, а также в целях сохранения окружающей среды и восстановления лесных угодий.

Применение методов биотехнологии и особенно генной инженерии в дополнение к традиционным методам генетики и селекции позволит заметно сократить сроки выведения новых сортов сельскохозяйственных растений. Тем самым открывается путь к решению теоретически обоснованных еще в 1980-е гг. задач по выведению культур, обладающих повышенной сопротивляемостью к болезням и сельскохозяйственным вредителям, повышенной устойчивостью к заморозкам и засухоустойчивостью. В более отдаленной перспективе — создание сортов сельскохозяйственных растений, способных самостоятельно усваивать азот из воздуха и не требующих благодаря этому внесения в почву азотных удобрений. Указанные нововведения будут иметь особенно большое значение для развивающихся стран с высокими темпами прироста населения.

Обсуждаются перспективы создания новых видов растений, которые смогут связывать углерод из воздуха, препятствуя тем самым наступлению глобального потепления, поглощать из окружающей среды вредные соединения и даже производить необходимые человеку биополимеры.

В животноводстве уже сейчас достаточно широко используются различные кормовые белково-витаминные добавки, производимые на предприятиях микробиологической промышленности, внедряются полученные с помощью биотехнологии новые вакцины, которые позволяют снизить потери скота от инфекционных заболеваний, ведутся испытания гормональных препаратов промышленного производства, стимулирующих рост животных.

Общей слабоизученной проблемой, от решения которой во многом зависит дальнейшая коммерческая судьба этих нововведений, является опосредованное влияние искусственных кормовых добавок и применяемых препаратов на организм человека. Более детальное изучение физиологического процесса пищеварения у человека и животных будет способствовать появлению новых питательных продуктов, обогащенных полезными для здоровья компонентами. Это может привести к формированию новой ниши на рынке продовольственных товаров.

Большой интерес вызывают перспективы выведения методами генной инженерии в сочетании с клонированием новых, высокопродуктивных пород сельскохозяйственных животных. Можно ожидать, что успешно продемонстрированная английскими учеными на примере овцы Долли технология клонирования найдет в ближайшие годы реальное практическое применение в животноводстве.

Значительный прогресс в области медицины ожидается в связи с изучением заболеваний генетической природы и разработкой генно-инженерных методов их лечения. Известно более 4 тыс. подобных заболеваний, вызванных дефектами в одном или нескольких генах. Их лечение или предупреждение на различных стадиях жизненного цикла, по критерию дополнительно прожитых лет, будет иметь для общества, согласно приводившимся американским оценкам, даже больший эффект, чем в случае сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний. Повсеместное практическое применение методов генетической терапии для лечения и предупреждения наследственных болезней ожидается после 2015 г. Существенными препятствиями на этом пути пока является, в частности, отсутствие полного понимания механизмов регуляции, синтеза и биологических функций ряда белков и других физиологически активных соединений на уровне сложных систем организма.

Магистральным направлением использования биотехнологии в медицине останется поиск путей снижения себестоимости производства фармацевтической продукции и получения биотехнологическими методами в промышленном масштабе новых и (или) особо ценных лекарственных соединений и диагностических препаратов на основе моноклональных антител. Существенный прогресс в этой области связывается специалистами с развитием работ по расшифровке структуры генома и определению функций его отдельных фрагментов. Благодаря этому повысится эффективность диагностики различных, в том числе врожденных, заболеваний и вакцинации населения от широко распространенных и (или) особо опасных инфекционных заболеваний. К 2015 г. можно ожидать появления методов предупреждения онкогенных заболеваний, создания вакцины от СПИДа и начала массовой иммунизации населения, начиная с групп риска.

Важной медицинской проблемой, которая может быть решена в ближайшие 10—20 лет, является биоинженерия тканей и органов человека в целях замещения пораженных участков кожи, других поверхностных тканей и

больных внутренних органов, лечения сердечно-сосудистых заболеваний, протезирования и пр. Другое направление, которое получит, вероятно, интенсивное развитие в ближайшие десятилетия, связано с созданием нейрональных и сенсорных имплантантов.

Благодаря сочетанию биохимических методов, автоматизированных приборов для секвенирования ДНК и применению современных средств вычислительной техники уже к 2015 г. будет, вероятно, определен точный химический состав каждого гена. Более доступной и, может быть, даже такой же рутинной, как анализ крови, станет процедура генетической идентификации личности. В дальнейшем полученные в этом направлении результаты могут найти практическое использование при обеспечении безопасности закрытых систем (военных объектов, информационных баз данных и т.п.).

Большие надежды связываются сегодня с созданием новых биотехнологических методов мониторинга и защиты окружающей среды, в том числе за счет полного уничтожения или глубокой переработки токсичных промышленных и бытовых отходов. Созданные или улучшенные методами генной инженерии биосенсоры позволят усилить контроль за качеством воды и пищевых продуктов.

Биотехнологии получают более широкое распространение в химической промышленности, в том числе благодаря использованию биореакторов и созданию биоорганических катализаторов на основе иммобилизованных ферментов и клеток. Новые перспективы в данной области связываются с направленным конструированием химических соединений.

На разных стадиях изучения и освоения находятся биотехнологии, позволяющие использовать экологически более чистые возобновляемые источники энергии, перерабатывать металлосодержащие руды и концентраты, применять микроорганизмы для увеличения добычи нефти и борьбы с выделением метана в шахтах.

Более отдаленные перспективы лежат в области применения методов биотехнологии в информатике. Особый интерес представляет здесь создание элементов памяти ЭВМ на основе биологических макромолекул (биочипов) и нейронных сетей, моделирующих интеллект высших организмов.

По мнению экспертов, одной из проблем, которые сдерживают сегодня развитие биотехнологии, является отсутствие полной определенности с патентной защитой прав на результаты проводимых исследований (в частности, это касается расшифровки нуклеотидных последовательностей и использования ряда методов генетической инженерии, например клонирования). Среди других проблем можно назвать непредсказуемые последствия распространения в природе новых генетических комбинаций и нерешенные этические вопросы генетического манипулирования.

Сегодня, к сожалению, нельзя исключить возможности того, что широкое распространение биотехнологии за пределы научных лабораторий может обернуться для человечества новыми, пока еще трудно предсказуемыми экологическими проблемами. Это касается, в частности, создания и попадания в

окружающую среду не имеющих аналогов в природе новых видов микроорганизмов, отдаленных последствий массового употребления трансгенных продуктов, побочных эффектов массовой вакцинации и широкого применения новых лекарственных препаратов. Особую тревогу вызывает возможность применения достижений биотехнологии в террористических целях.

Еще не осознаны в полной мере связанные с развитием биотехнологии *этические* проблемы. Это показала, в частности, широкая дискуссия, развернувшаяся в последние годы в обществе вокруг клонирования животных и перспектив клонирования человека. Между тем клонирование представляет лишь верхушку айсберга, под которой скрываются такие труднодоступные для этического осмысления, но остро нуждающиеся в этом сегодня проблемы, как использование в медицинских целях эмбрионов и искусственно выращенных тканей и органов человека, пересадка генов между человеком, животными и растениями, вторжение биотехнологии в процессы высшей нервной деятельности.

Однако перечисленные и многие другие проблемы вряд ли остановят развитие биотехнологии по причине названных выше социальных и ожидаемых в ближайшие годы экономических перспектив.

Проследить их нагляднее всего можно на примере рынка биотехнологической продукции США, который, по данным Austrade Technology, превышает аналогичный рынок в странах Европы по объемам продаж и доходов почти в 10 раз, по масштабам НИОКР в 3 раза и по капитализации рынка в 12 раз (эти данные относятся к периоду до наступления резкого спада на американском фондовом рынке в середине 2000 г.).

Продажи отрасли только в США выросли за пять лет начиная с 1995 г. примерно вдвое и достигли в 1999 г. 18,6 млрд долл. По прогнозам экспертов американской аналитической фирмы CRC, объем продаж продукции, полученной методами биотехнологии, будет увеличиваться в США ежегодно в ближайшее десятилетие на 12% и достигнет к 2012 г. 62 млрд долл.

Основная доля этой продукции приходится на лекарственные препараты, производство которых методами биотехнологии уже вышло на уровень примерно 10% всего рынка фармацевтической продукции США и увеличится в денежном выражении с 15 млрд долл. в 2002 г. до более чем 46 млрд долл. в 2012 г. К настоящему времени получили разрешение на продажу в США более 75 лекарственных препаратов, еще 80 — находятся на близких подступах к рынку [32].

Вторым по величине сегментом отрасли будет в ближайшие годы производство средств диагностики для различных медицинских приложений. Ожидается, что этот сегмент будет ежегодно увеличиваться на 7%. В денежном выражении это составит 5,9 млрд долл. в 2012 г. по сравнению с 2,9 млрд долл. в 2002 г.

Несколько более высокими темпами — до 9% в год — будет развиваться в ближайшее время американский рынок средств диагностики немедицинского

назначения, полученных с помощью биотехнологии и используемых, в частности, для обнаружения пестицидов и других вредных химических соединений в пищевых продуктах. Однако по абсолютным показателям он все еще существенно уступает рынку средств медицинской диагностики: ожидается его рост с 380 млн долл. в 2002 г. до 900 млн долл. в 2012 г. Впрочем, эксперты высказывают предположение, что эти прогнозы могут быть скорректированы в результате увеличения в США внимания к проблеме биотерроризма после 11 сентября 2001 г.

Несмотря на все протесты общественности против распространения генетически модифицированных организмов, самыми высокими темпами – около 15% в год – прогрессируют в США сельскохозяйственные приложения биотехнологии. Если в 2002 г. их рынок оценивался экспертами CRC на уровне 1,4 млрд долл., то в 2012 г. он достигнет, по их же оценкам, уже 5,7 млрд долл. Данный рост будет обеспечен во многом за счет значительного увеличения потребления генетически модифицированной сои. Использование генетически модифицированной кукурузы, как ожидается, изменится в значительно меньшей степени.

Производство химической продукции методами биотехнологии также будет расти достаточно высокими темпами (около 14% в год). Это приведет к увеличению объема американского рынка с 750 млн долл. в 2002 г. до 3,5 млрд долл. в 2013 г.

В развитии биотехнологии важную роль играет малый и средний инновационный бизнес. С начала 70-х гг. XX в. [33]. только в США в этой отрасли было создано свыше 1800 новых промышленных компаний. Более тысячи из них действуют и в настоящее время, причем примерно 350 американских биотехнологических фирм котируются на фондовых рынках. Вместе с тем, по оценке редактора Medical Technology Stock Letter Дж. Маккамонт, только около 30 из них приносят в настоящее время прибыль. Это неудивительно, поскольку, по имеющимся оценкам, разработка одного успешного нового препарата занимает в среднем около 15 лет и обходится примерно в 500 млн долл. До стадии маркетинга доходит всего примерно один из 10 тыс. изучаемых на стадии фундаментальных исследований продуктов.

#### **1.1.4 Анализ трендов возможных появлений изобретений либо создания инфраструктурных объектов, кардинально меняющих инфраструктурную базу общества или влияющих на тенденции ее развития**

Человечество входит в третье тысячелетие с громадными знаниями в области наук о жизни и колоссальным потенциалом их практического использования. К началу 2000 года раскрыта полная структура генетических аппаратов (геномов) почти всех известных вирусов, около 300 бактерий и первых животных и растений. Объявлено о завершении расшифровки генома человека - три миллиарда пар нуклеотидов или более 30 тысяч генов. Генные инженеры и биотехнологи, манипулируя на молекулярном уровне генетическими структурами, активно осваивают пути создания новых живых существ, вырабатывающих заданные сочетания элементов и обладающих желаемыми ценными свойствами. Фактически мы являемся свидетелями биологической революции, открывающей беспрецедентные возможности для технологического прогресса в основных жизненно важных для человека сферах - медицине, сельском хозяйстве и экологии. В XXI веке получение огромного числа продуктов с помощью специально сконструированных живых организмов будет наиболее дешевым и экологически безопасным способом производства большинства лекарств, пищевых компонентов, ряда химических веществ, в том числе имеющих массовое бытовое применение [34].

С момента завершения проекта Геном Человека в 2001 году генетика превратилась в информационную технологию, и с каждым годом работа в этой области становится все легче, дешевле и быстрее. Генетика устранила многие исторические барьеры в биологической науке и значительно повысила эффективность биологических исследований и биологической инженерии. Ожидается, что прогресс в данной области будет продолжаться в течение ближайших десятилетий, стабильно принося множество биологических инноваций в медицину, сельское хозяйство, энергетику, и, возможно, приведет к созданию отраслей, которые изменят мир.

Достижения в области физико-химической биологии и биотехнологии заложили основы новой медицины. Стремительно развиваются новые методы диагностики труднодиагностируемых заболеваний и устойчивых к воздействию антибиотиков микроорганизмов. Фармакология получила множество ранее недоступных возможностей благодаря открытию новых генов и их белковых продуктов, что ведет к возникновению нового поколения лекарств с высокой избирательностью действия и малой токсичностью. Одной из наиболее активно развивающихся областей на стыке медицины и биологии является генная терапия. Так как многие болезни вызваны нарушениями в регуляции генов (заболевания сердечнососудистой системы, онкологические заболевания, диабет и др.), появляется реальная возможность коррекции процессов в тканях организма, как вводя извне соответствующие генные кластеры, так и подбирая

низкомолекулярные лекарственные соединения для управления собственными генами организма.

В глобальном масштабе биотехнологии должны обеспечить постепенный переход к использованию возобновляемых природных ресурсов, включая использование солнечной энергии для получения водородного и жидкого углеводородного топлива. Биотехнологические методы открывают новые возможности в таких областях, как добыча полезных ископаемых, утилизация отходов и защита среды обитания, получение новых материалов и биоэлектроника.

Особое значение имеют биотехнологии в решении проблемы продовольственной безопасности страны. В условиях нарастающего ресурсно-экологического кризиса только развитие биотехнологий может обеспечить реализацию стратегии устойчивого развития, альтернативой которой в перспективе может быть только третья мировая война с применением оружия массового уничтожения.

Достижения биологии открывают принципиально новые возможности для повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. Основной причиной потерь урожая являются заболевания растений, вызываемые патогенными микроорганизмами и вирусами, а также насекомые-вредители. В России потери подсолнечника от грибковых заболеваний составляют до 50%. Традиционные методы борьбы с патогенными микроорганизмами, вирусами и насекомыми-вредителями, основанные на классической селекции, неэффективны ввиду феномена автоселекции патогенных форм и рас микроорганизмов, скорость которой опережает искусственную селекцию растений. Часто новый сорт поражается новыми, неизвестными ранее расами патогенов. Эта проблема решается путем введения в геном растений чужих генов, обуславливающих устойчивость к заболеваниям. В настоящее время трансгенными сортами картофеля, томатов, рапса, хлопка, табака, сои и других растений уже засеяны площади пахотных земель, в два раза превышающих площадь Великобритании. Задача ближайшего будущего - создание сортов, устойчивых к засухе, засолению почв, ранним заморозкам и другим природным явлениям.

Вместе с тем, неизбежны и серьезные отрицательные последствия бурного биологического прогресса.

Во-первых, в мире постоянно появляются новые инфекции, опасные для здоровья людей и животных, – СПИД, устойчивые к антибиотикам формы туберкулеза, губчатый энцефалит крупного рогатого скота. Во-вторых, серьезную обеспокоенность вызывает стремительное распространение трансгенных растений и полученных из них продуктов питания. Хотя науке пока не известны какие-либо отрицательные последствия потреблением продуктов, изготовленных на основе трансгенных растений, здесь необходим тщательный контроль проводимых экспериментов и внедрения их результатов в практику сельского хозяйства.

Отдельную проблему представляет рост населения и развитие промышленного производства, ведущие к оскудению природы и деградации экологических сообществ. Для успешного противодействия этому процессу необходимо глубокое понимание его механизма и разработка методов контроля, восстановления и поддержания природного равновесия.

Идеальная цель биотехнологий – полное управление функциями живых организмов. Речь идет как о влиянии на уже существующие организмы, так и о создании новых с принципиально иными свойствами.

В основе развития биотеха лежат манипуляции и обработка данных, которые позволяют одновременно работать с большим количеством проб автоматически, а также все большее развитие биологических нанотехнологий микроскопических инструментов для манипулирования внутри живых клеток. Например, происходит переход от автоматизированной работы с пробирками к работе с потоками жидкости внутри чипа (*micro-fluidics*) [35].

Второе направление – создание автоматизированных биологических систем, в которых компьютер связан с изучаемым биологическим объектом. Например, автоматизация процесса создания вирусов-векторов, которые смогут встраивать любой произвольный ген в произвольную целевую клетку. Таким образом, происходит развитие живых существ-инструментов. В этом направлении можно предвидеть создание электрически управляемой клетки, которая сможет по сигналу компьютера синтезировать белки, а также цепочки ДНК и упаковывать их в вирусную оболочку (капсид) с целью дальнейшего использования для генетической модификации любых других клеток.

Основные этапы развития биотехнологий в будущем:

- Возможно получение человеческих органов, выращенных в организме свиней, универсальные вакцины от гриппа, вирусная терапия нескольких видов рака, микророботы, способные очищать бляшки в сосудах, искусственные биологические сердца.
- Возможны крупные прорывы, например, пересадка мозга человека в новое тело, выращенное синтетически.
- Возможно создание биологической цивилизации, где все основные предметы потребления выращиваются.

## 1.2 Социальные тренды

Создание в современном мире глобальной экономической системы, ставшей возможной благодаря развитию высоких технологий (прежде всего в сфере электроники и телекоммуникаций) неизбежно ведёт к попытке создания глобальной политической системы. Совокупность технологической, экономической и политической глобальных систем и составляет ту структуру, развитие которой принято рассматривать как процесс “глобализации”.

Биотехнология позволяет человечеству осуществить глобальный переход на использование возобновляемых ресурсов, поскольку задействует те системы и процессы, которые не использовались и не могут быть использованы существующими технологиями. Системы и процессы, которые задействует биотехнология, коренным образом отличаются от систем и процессов используемых существующими технологиями. Это биологические системы и биологические процессы, а, следовательно, они могут быть органичным образом вписаны в естественные природные системы и процессы. Напротив, существующие технологии в большинстве своём являются “физико-химическими” и создаваемые ими продукты чужды природе, в своём большинстве нарушают природные биологические процессы. Пестициды, гербициды, другие ядохимикаты – лишь небольшая часть того огромного перечня продуктов современных технологий, наносящих непоправимый вред как природе, так и самому человеку [36].

Биотехнология может послужить основой решения проблемы ограниченности используемых человечеством природных ресурсов. Те ресурсы, которые может использовать биотехнология, как правило, относятся к возобновляемым и, следовательно, при разумных объёмах их потребления, к неистощаемым ресурсам. Тем самым, биотехнология решает задачу обеспечения существования человечества неопределённо долгое время. Природа сама поддерживает существование биосферы именно благодаря тому, что используемые ей при этом процессы замкнуты в глобальные циклы, то есть природа использует возобновляемые ею же ресурсы. Человечество для поддержания своего существования также должно перейти к использованию процессов, замкнутых в глобальных циклах, то есть человечество должно использовать возобновляемые им же ресурсы. Технологический антропогенный круговорот должен осуществляться в гармонии с природным биологическим круговоротом, техносфера должна быть гармонично соединена с биосферой в единую БИОТЕХНОСФЕРУ, а это можно достичь только благодаря развитию биотехнологии.

В настоящее же время продолжают господствовать совсем другие подходы к взаимодействию человека с природой. Главным и определяющим фактором в этом взаимодействии является использование любых природных ресурсов, вне зависимости от их глобальных запасов и значения для будущих поколений (в экономической ипостаси это формулируется как максимально быстрое получение максимальной прибыли). Именно максимально быстрое получение максимальной прибыли, а вовсе не какие-либо усилия по сохранению глобального природного равновесия и по обеспечению стабильного существования будущих поколений, является императивом во всей современной технологической деятельности человечества, начиная от добычи полезных ископаемых и кончая производством готовой продукции. Разрушающие природу способы добычи сырья, оставляющие после себя “лунный ландшафт”, технологии, наносящие непоправимый ущерб всему живому, всё увеличивающееся количество высокотоксичных отходов - характерные приметы

современности. Именно такой технологической структуре, составляющей современную форму глобализации, должна быть найдена альтернатива, и биотехнология может и должна стать важнейшей составной частью этой альтернативы, новым вектором антиглобализма.

Все изменения, инициируемые биотехнологиями, расширяют сферу действия морали, повышают роль нравственного регулирования отношений биотехнологии и общества, которые осуществляются прежде всего через механизм социальной ответственности ученого. Постоянно возникают новые проблемы, усиливающие социальную ответственность ученых-биотехнологов: на основе научных открытий могут быть созданы новые типы биологического оружия с избирательным поражением; производятся химические, бактериологические, генетические эксперименты, последствия которых зачастую непредсказуемы; биотехнологическая деятельность может сопровождаться явлениями экологического кризиса, угрозой необратимого сокращения генофонда растений и животных, деградацией среды обитания.

Есть еще одна сторона ответственности ученого, традиционно называемая социальной, связана с тем, что научные результаты могут быть использованы не только во благо, но и во вред человечеству. Именно поэтому долг современного ученого – думать о возможных отрицательных последствиях своих достижений, искать эффективные способы контроля за характером использования биотехнологии.

В-восьмых, биотехнология как форма научного труда весьма активно влияет на решение проблем социального развития, на мировоззрение общества, его идеологию. Общество, в свою очередь, создает определенный «климат» для этой науки, что выражается не только в росте интереса ученых-биотехнологов к гуманистическим аспектам своего труда, но и в утверждении активной жизненной позиции ученого. Осуществление социального прогресса становится невозможным без осознания ученым сообществом своей ответственности за будущее человечества и развитие науки. Потребности развития биотехнологии требуют проявления всех творческих потенций ученого, причем формой этого проявления становится сознательное стремление отдать свои творческие силы на службу социальному прогрессу, а не во вред ему. В биотехнологии, как ни в какой другой науке, активность ученых может быть направлена против интересов общества, может обуславливаться конъюнктурными соображениями. Поэтому для выявления сути активной жизненной позиции ученого-биотехнолога важно учитывать и характер, и направленность деятельности, и ее мотивы. Несомненно, что основа активной жизненной позиции ученого – это высокая идейная убежденность, основанная на принципе «благоговения перед жизнью», овладение теорией и методологией познания, внимание к новому, прогрессивному в науке и жизни, чувство ответственности.

Эти положения становятся особенно актуальными в связи с открытиями в области медицинской генетики, геной инженерии и клонирования.

Актуализация проблемы ответственности ученых за свои открытия выдвигает необходимость формирования биоэтического знания.

Биоэтическое знание как междисциплинарное образование является формой достижения взаимопонимания по основным этическим проблемам современной биотехнологической реальности и требует от ученых всего многообразия действующих моральных и правовых норм. Нравственные убеждения людей остаются сегодня одним из основных способов защиты общественности от разрушительных последствий использования новых биомедицинских технологий. К этому можно отнести определение социальной и моральной оправданности реанимационных процедур с последующей организацией медицинского умерщвления для трансплантологической практики; социально-этическую допустимость методик искусственного оплодотворения, включая клонирование; определение меры социальной и моральной приемлемости генетического диагностирования и прогнозирования и т. д. Сама биотехнология как научная деятельность оказывает влияние на нравственное и ответственное поведение ее субъектов.

Исторически сложилось, что наше восприятие этических проблем и правил поведения изменялось с изменением и взрослением нашей цивилизации. Биотехнология уже с давних пор сталкивается с этическими проблемами, так как может изменить саму сущность жизни. Возможно, было бы очень удобно занять позицию, согласно которой манипулировать генами неправильно и опасно, однако эта позиция больше не является конструктивной, потому что развитие науки остановить практически невозможно. Обсуждение затрагивает целый ряд проблем, включающих, например, возможности биотехнологии, направленные на увеличение продолжительности жизни человека и решение, таким образом, демографических проблем. Также широко поднимаются и обсуждаются вопросы, касающиеся возможности использования технологии создания детей по заказу («baby engineering») [37]. Обсуждаются вопросы об использовании мышечных стволовых клеток для создания суператлетов. Определенные исследования показали, что на мышцах это срабатывает. Отбор зародышей по половому признаку в настоящее время является реальностью.

Высокие медицинские технологии последнего времени подняли человечество на новую ступень социальной эволюции, позволив кардинальным образом изменить вектор его развития. При этом экспоненциальному прогрессу в сфере клинической и профилактической медицины, равно как и в фармацевтической промышленности существенно способствовали выдающиеся достижения в биотехнологии, а также других областях науки и техники.

То, что казалось в медицинской практике фантастическим вчера, уже сегодня постепенно внедряется в реальную жизнь. Объективно можно констатировать, что инновации генных, информационных и иных технологий потенциально обладают уникальной возможностью победоносно воздействовать на многие болезни современности, целенаправленно вносить требуемые коррективы в геном человека, значительно увеличивать продолжительность жизни, восстанавливать или заменять стареющие органы на

новые в рамках регенеративной медицины, вести беременность вне стенок утробы матери, дистанционно консультировать, обследовать, оперировать пациентов и наблюдать за состоянием их здоровья в режиме online и многое другое, что сложно было прогнозировать буквально ещё несколько десятилетий назад.

Говоря о медицинской биотехнологии, нельзя не отметить её исключительный вклад в борьбу со старением, что стало возможным благодаря открытиям в молекулярной биологии, разгадке структуры ДНК, расшифровке генома человека и иным успехам в этой области. Представляется, что дальнейшее развитие генетической инженерии, являющейся одной из наиболее могущественных прикладных биотехнологических инструментов, даст мощный импульс таким передовым ответвлениям, как генодиагностика и генотерапия. Они принципиально улучшат качество медицинского обслуживания населения и позволят уже на эмбриональной стадии точно выявлять и в щадящем для всего организма режиме устранять зачатки тех или иных заболеваний (генетических, онкологических, инфекционных) [38].

Казахстан в настоящее время испытывает такие проблемы в социальной жизни, как старение населения, рост генетических и онкологических заболеваний. Биотехнологические разработки в области персонифицированной медицины, продления жизни человека, ранней диагностики и направленной терапии генетических и онкологических болезней позволит нашей стране снять остроту этой проблемы.

### **Характер изменений религиозных течений**

Самые твердые основания для протестов против биотехнологии дает религия, и потому неудивительно, что большая часть сопротивления всем новым репродуктивным технологиям исходит от людей с религиозными убеждениями.

Согласно традиции, общей для иудаизма, христианства и ислама, человек создан по образу Божию. Это – особенно для христиан – имеет важные следствия для человеческого достоинства. Есть резкое различие между человеком и прочими творениями: только человек обладает способностью к нравственному выбору, свободой воли и верой – именно эти способности придают ему более высокий моральный статус, чем остальным животным. Бог дает ему эти способности посредством природы, а потому нарушение природных норм, таких как рождение детей посредством половой жизни и воспитание их в семье, есть также нарушение воли Божией. Хотя исторически христианские институты не всегда действовали на основании этого принципа, само христианское учение подчеркивает, что все люди обладают равным достоинством независимо от своего внешнего социального статуса, и потому им причитается равное уважение.

Если принять во внимание эти предпосылки, то неудивительно, что католическая церковь и консервативные протестантские группы грудью встали против целого ряда биомедицинских технологий, в том числе противозачаточных средств, оплодотворения ин витро, абортов.

Хотя религия и дает наиболее твердую почву для возражения против определенных биотехнологий, религиозные аргументы не убедят тех, кто не разделяет исходных предпосылок религии [39].

Расширение значимости в последние годы традиционных религий, не принимающих возможность вмешательства со стороны человека в процесс биоразвития, может привести к рискам снижения активности в области биотехнологических исследований и запретам со стороны правительств на биотехнологические манипуляции. Если Казахстан последует примеру таких стран, развитие биотехнологии, во многом в настоящее время связанное с трансфертом исследований и технологий из-за рубежа, резко замедлится. Если нет – Казахстан может стать площадкой для мировой биотехнологической науки.

### 1.3 Политические тренды

Существенное значение в рамках "biopolis" в последние десятилетия приобрела биотехнология, одна из составных частей так называемого шестого экономического уклада, включающего в себя также системы искусственного интеллекта, глобальные информационные сети и сверхскоростные транспортные средства. Шестой уклад характерен для постиндустриального общества, в которое ныне вступают развитые страны Запада. Биотехнология находится в сфере интересов как ряда биополитиков, так и бизнесменов, политических деятелей, ученых различных специальностей. Сенсации в биотехнологической области вызывают значительный общественный резонанс и широко обсуждаются в средствах массовой информации. Биотехнология официально признана ООН в качестве технологии XXI века.

Поддержка развития биотехнологии, в том числе и политическими средствами, является задачей ряда влиятельных международных организаций, среди которых отметим Европейскую федерацию по биотехнологии (European Federation of Biotechnology). Она преследует следующие цели:

- Развитие биотехнологии на благо всего населения;
- Содействие распространению информации и кооперации во всех областях биотехнологии
- Предоставление правительственным и наднациональным (международным) организациям информации по биотехнологии и экспертных оценок по этой тематике;
- Проведение мероприятий по ознакомлению широкой общественности с проблемами биотехнологии.

Как уже отмечалось, биотехнология находится в сфере интересов биополитиков. Основные три основных "ипостаси", в которых биотехнология выступает на биополитической арене, следующие: Во-первых, биотехнология способствует охране биоса, преодолению энергетического кризиса и реализации других граней biopolis. Во-вторых, биотехнология влияет на

философско-этический базис биополитики. В-третьих, наконец, организационная структура международного сообщества биотехнологов такова, что в ней вполне уместно применять биополитически обоснованные социальные технологии типа социальных сетей.

**Биотехнология и проблемы biopolicy.** Биотехнологические разработки, направленные на ликвидацию поллютантов - пестицидов, отходов химических производств - могут быть проиллюстрированы на примере обезвреживания отравляющего вещества иприта ("горчичного газа"). Этот отход химических предприятий загрязняет почву и водоемы<sup>100</sup>. Проблему предполагают решать, разлагая иприт с помощью выделенных из почвы штаммов бактерий *Pseudomonas* sp. 8-2 и *Micrococcus* sp. 6-2. Другой пример biopolicy на биотехнологической базе - ликвидация радиоактивных отходов. Так, ионнообменные смолы, с помощью которых очищают радиоактивную воду в ядерных реакторах и которые сами приобретают радиоактивность, могут быть ликвидированы путем их микробного расщепления. Бактерия *Thiobacillus ferrooxidans* эффективно расщепляет, например, ионнообменную смолу катионит КУ-2-8101.

Остановимся на вкладе биотехнологии в ликвидацию накапливающихся в почвах и водоемах пестицидов. В последние десятилетия в распоряжении биотехнологов есть штаммы микроорганизмов, способные их обезвреживать. Еще в 80-е годы методами генетической инженерии создан штамм *Pseudomonas серага*, разрушающий пестицид 2,4,5-трихлорфеноксиацетат. Выше кратко отмечено, что биотехнология предлагает и разработки, позволяющие в ряде случаев обойтись без пестицидов и других продуктов химической индустрии или по крайней мере снизить их необходимое количество.

Во-первых, применение ядохимикатов становится излишним, если на полях растут устойчивые к насекомым, нематодам, другим патогенам растения - продукты генноинженерных разработок. Такие растения, например, хлопок, которому не страшны насекомые-вредители, занимают все большие посевные площади в мире. Широко используются в сельском хозяйстве, правда, и растения, устойчивые к самим пестицидам, в частности, такими свойствами обладают более 40% рапса, выращиваемого в Канаде. Понятно, что пестицид-устойчивые растения скорее ухудшают, чем улучшают экологическую обстановку, ибо подстегивают земледельцев безнаказанно (с точки зрения возделываемой ими культуры) увеличивать вносимые в почву количества ядохимикатов. Так мы сталкиваемся с биотехнологической разработкой, чье биополитическое значение может оказаться негативным. Распространение генноинженерных растений вызывает также ряд биополитических вопросов, адресованных генетической инженерии в целом.

Во-вторых, средства защиты растений, а также удобрения, могут быть получены не химическим синтезом, а биотехнологическим путем. Так, многие виды насекомых восприимчивы к заболеванию, вызываемому грибом *Beauveria bassiana*. Препарат боверин из высушенных конидий гриба способен вызывать болезнь в течение года после обработки почвы или растений. К

биотехнологическим средствам защиты растений относят и естественные информационные вещества насекомых, например, антиовипозитанты, воспринимаемые насекомыми как категорический приказ: "Здесь откладывать яйца нельзя!". Нарастает перечень биотехнологических препаратов, которые могут использоваться для защиты растений от патогенных микроорганизмов. Помимо готовых биотехнологических препаратов, речь в последние годы идет также о методе смешанного культивирования нескольких видов растений. Один из видов выделяет вещества, подавляющие развитие вредителей, к которым был бы незащищен другой вид культурных растений. Так, перец вырабатывает защитное вещество (фитоалексин), помогающее предохранить картофель и другие виды сельскохозяйственных культур от заражения грибом фитофтора (Остроумов, 1986).

На стыке чисто практических разработок (в рамках *biopolis*) и философски-ценностных идей находится разработанная в биотехнологии концепция интегральных систем экологической защиты. В противоположность распространенному мнению, что насекомых, сорняки и др. следует "уничтожать без жалости", данная концепция планирует отказ от тактики тотального уничтожения вредителей пестицидами в пользу балансировки и ограничения их численности мягкими биотехнологическими методами (включая, в случае насекомых, упомянутые антиовипозитанты и иные молекулы-сигналы). Концепция интегральных систем экологической защиты предполагает осознание того, что и в масштабах локальной экосистемы, и в рамках планетарного биоса "вредные" с человеческой точки зрения организмы, тем не менее являются неотъемлемой частью био-разнообразия, представляют абсолютную ценность, как и предполагает философская биоцентрическая установка.

К сожалению, биотехнология не всегда помогает решать проблемы *biopolis*. В некоторых случаях она сама создает их. Выброшенные в атмосферу клетки микроорганизмов угрожают вспышкой бронхиальной астмы и других аллергических заболеваний. В 80-е годы XX века вызвало политический резонанс загрязнение атмосферы дрожжевой биомассой в виде аэрозоля на биотехнологическом предприятии в г. Кириши (СССР), пока на нем и на ряде других предприятий по производству кормового белка одноклеточных организмов не установили эффективные пылеуловители и, более того, не добились внедрения бессточной технологии (замкнутого цикла с рециркуляцией отходов, см. ниже об экосистемной биотехнологии).

В современную эпоху человечеству грозит продовольственный и энергетический кризис, которые тесно связаны с ростом населения и усугубляют разделение мира на "богатых" ("золотой миллиард") и "бедных". Глобальный дефицит продовольствия и энергоносителей являются проблемами с биополитическим звучанием, и биотехнология может приложить руку к их решению.

Потенциальная роль биотехнологии в борьбе с продовольственным кризисом - в разработке рецептов нетрадиционной (для современной культуры

хотдогов и попкорна) и недорогой пищи. Достаточно указать на биотехнологию выращивания цианобактерии *Spirulina*, чья биомасса съедобна и предупреждает рахит у младенцев. *Spirulina* служила повседневной пищей для племен в районе озера Чад в Африке и для центральноамериканских индейцев, делавших из нее лепешки. Некоторые разработки основаны на применении биомассы экзотических грибов - вешенки, шиитаке (традиционная пища японцев), фузариума. Биотехнологи стран Запада опираются в своих разработках на традиции, тысячелетиями существовавшие на Востоке. Упомянем также биотехнологические разработки по производству миса и кодзи (японских продуктов питания, получаемых путем ферментации риса и сои), суфу (китайского сыра из сои) и вьетнамского рыбного соуса. "Накормить планету" пытаются также с использованием бактериальной биомассы. По мнению специалистов, бактериальная биомасса имеет свойства, которыми должна обладать новая человеческая пища: не имеет ни запаха, ни цвета, ни структуры, ни вкуса, так что вся надежда на вкусовые, ароматические и структурирующие добавки, которые могут быть созданы также средствами биотехнологии (Егоров и др., 1987).

Достаточно велики перспективы биотехнологии в плане разработки возобновляемых источников энергии - различных видов так называемого биотоплива. Соответствующая область биотехнологии получила название технологической биоэнергетики. Использование биотехнологических продуктов в роли возобновляемого топлива будет способствовать разработке безотходных циклических производственных процессов. Ниже указаны наиболее важные из процессов получения био-топлива:

- Производство этанола (этилового, или винного спирта) из сырья, содержащего сахарозу, глюкозу, фруктозу, другие моно- или олигосахариды, крахмал или целлюлозу, с помощью дрожжей или бактерий.. В настоящее время этанол все в большей мере применяется в качестве экологически чистого моторного топлива. Бензин с добавкой 10-20% этанола называется газохолом.

- Производство бутанола и ацетона с использованием бактерий-броидильщиков рода *Clostridia*.

- Производство водорода. Данная технология была испытана пока только в масштабе лаборатории.

- Производство метана, или биогаза, осуществляемое смешанной микробной культурой - так называемой метаногенной ассоциацией. Она устраняет отходы, угрожающие биосу, и производит ценное газообразное топливо, заменитель природного газа. Предложены различные технологические схемы реализации данного процесса - от простой ямы, наполняемой мусором или навозом, до сложных биореакторов, снабженных сенсорами и функционирующих на основе иммобилизованных клеток.

- Производство длинноцепочечных углеводов (бионефти) из биомассы морских одноклеточных водорослей. Эти водоросли могут быть выращены в биореакторе в виде чистой культуры. Их можно также культивировать в составе природных экосистем в озерах, прудах или лагунах.

– Различные методы производства топлива из растительной биомассы, которые, как можно надеяться, постепенно вытеснят грубый метод сжигания древесины, все еще практикуемый в менее развитых странах. Ценное топливо с высокой удельной теплотой сгорания может производиться из растительных масел посредством их этерификации. Помимо этого, природные растительные масла могут использоваться без дальнейшей обработки в качестве моторного топлива. Например, растение *Jatropha curcas*, растущее на побережье Индийского океана, содержит значительное количество горючего масла в семенах. Это масло не дорого, легко извлекается из семян и его крупномасштабное применение в качестве карбюраторного масла помогло бы избавить население некоторых регионов от проблем, связанных с энергодефицитом.

– Прямое производство электроэнергии с помощью живых клеток или их компонентов, в первую очередь, ферментов. Ожидается, что эти системы, называемые биотопливными ячейками, будут сравнимы по эффективности с полупроводниковыми устройствами.

**Биотехнология и философское содержание биополитики.** Биополитика опирается на парадигму натурализма ("человек - часть биоса"), с которой тесно связаны установка на коэволюцию человека с другими формами жизни и биоцентрическое мировоззрение. Биотехнология фактически связана с этими философскими сторонами биополитики. Биотехнология внутренне неоднородна. В ней заметно влияние механистического (физикалистского, редукционистского) подхода и связанных с ним исследовательских направлений - физико-химической биологии, молекулярной биологии, которые стремятся "разобрать", анатомировать живые организмы до уровня простейших "кирпичиков" - молекул. Живое рассматривается как средство производства в ряду всех прочих средств; например, при биологической трансформации органических соединений микроорганизмам отводят роль химических реагентов. Оно уподобляется набору деталей, которые можно свободно рекомбинировать ради практических задач, связанных с получением тех или иных продуктов - новых товаров на рынке. Живое редуцируется до физико-химической машины не только концептуально, но и технологически: живые клетки (или их составные части) функционируют как аналоги химических реактивов, датчиков и даже магнитов, ибо одна из разработок посвящена использованию бактерий, несущих в себе частицы намагниченного железа. Напомним в этой связи, что сама тенденция к практическому использованию исследуемых объектов не была чужда классической науке уже на заре ее истории. В отличие от натурфилософии, классическая наука не придерживалась созерцательной установки по отношению к познаваемому, и уже Ф. Бэкон как один из ее основателей подал, что господство человека над вещами "целиком зависит от искусств и наук".

Одним из новых факторов, способствовавших технократической тенденции в науке XX века, было нарастающее проникновение в науку политических интересов, прямое влияние на нее политических структур

(политизация науки в целом и биологии в частности). Биотехнология оказалась с самого начала в зоне "повышенного внимания" политиков, которые вмешиваются в научную деятельность, стимулируя лишь "полезные исследования" (с их точки зрения). Биотехнология связана с рядом важных - во многом биополитических - проблем современности (охрана природы, интимная жизнь, семья)<sup>103</sup>, и это обуславливает также контакты биотехнологов с неправительственными организациями, в том числе международными (ЮНЕСКО, ЮНЕП, ЮНИДО, ФАО, ВОЗ и т.д.) [40].

Биотехнология физико-химического толка делает весьма значительные успехи, они неоспоримы, и если биотехнологические лекарства облегчили страдания больных, а биотехнологические пищевые компоненты помогли утолить голод хоть части тех, кто на него обречен - то биотехнология оправдывает себя, даже если опирается на редукционную методологию. Обусловленное реальными успехами и еще большими ожиданиями усиление политического веса биотехнологии укрепляет желание биотехнологов "продолжать в том же духе", в том числе перекраивать наследственность живых существ путем генетических манипуляций.

Однако вовлеченность биотехнологии в перипетии социально-политической жизни влияет на нее неоднозначно. Новые политические и этические доктрины современности способствуют зарождению в биотехнологии альтернативных направлений, обогащенных элементами возрожденной натурфилософии. Кроме общей социально-политической ситуации на рубеже веков, к преодолению доминирования редукционизма в биотехнологии в некоторых случаях приводит и внутренняя научная необходимость. Сама логика поведения объекта подсказывает сколь-нибудь наблюдательному ученому, что этот объект бесполезно пытаться понять по аналогии с физико-химической машиной. В разработках по культивированию микроорганизмов в биореакторах, например, ученый просто вынужден считаться с тем, что классические физико-химические модели не годятся для описания динамики роста культуры, накопления ценного для человека продукта. Поэтому в современную биотехнологию внедряют нелинейные модели, представления о сильно неравновесных системах, дающих диссипативные структуры ("порядок из хаоса"). Этому в немалой степени способствуют микробиологи, увлеченные синергетическими подходами, которые они применяют для описания организации микробных колоний. Но и синергетики оказывается недостаточно - живой организм более сложен, чем синергетическая система как таковая (которая может состоять из неживых элементов, например, молекул в системе "химических часов" Жаботинского).

По этой причине биотехнологи пытаются применять модели социоморфного толка: теория игр, теория принятия решений, а также кибернетические модели. Развитие микробной популяции, например, уподобляется деятельности предприятия. Ученый практической ориентации, менеджер, а также капиталист-спонсор, совместно реализуя биотехнологическую разработку, уподобляют живые клетки самим себе.

Поэтому в биотехнологии применяют "управленческие" подходы типа "регуляторной стратегии поведения". Реакции микроорганизмов представляются как разумная инвестиция клеточных ресурсов в синтез различных ключевых белков, в соответствии с оптимальной регуляторной стратегией. В последние десятилетия в биотехнологии начинают применяться и категории социальной этологии. К одноклеточным биотехнологическим объектам прилагают понятия "агрессии", "кооперации", а процессы в биореакторах описывают как "био-войны" между населяющими их микробными популяциями. Так в биотехнологические разработки проникает многое из того, что описано нами выше в связи с этологическими гранями биополитики. Справедливость требует подчеркнуть, что социоморфный и, в частности, социально-поведенческий, подход пока еще далек от доминирования в биотехнологии. Эти подходы сами по себе нельзя еще назвать натурфилософскими, хотя они как бы приближают нас к натурфилософии, делая более проницаемым барьер между человеком и обществом, с одной стороны, и популяциями живых клеток в биотехнологическом аппарате - с другой.

Есть в современной биотехнологии и разработки, где влияние возрожденной натурфилософии непосредственно ощутимо. Некоторые подобные примеры фактически приведены выше в связи с обсуждением роли биотехнологии в области biopolis.

Восточные технологии. Хотя очень многие биотехнологические разработки следуют традициям западной цивилизации, в целом биотехнология - это не чисто западное порождение, она связана с контактом разных культур. В биотехнологию внедрены (и реально используются в странах Европы) восточные, тысячелетиями практиковавшиеся технологии, как например выращивание водорослей в прудах, издавна практиковавшееся в Китае. Другие примеры (мисо, кодзи и др.) приводились выше, в связи с миссией биотехнологии по преодолению глобальной угрозы голода. Хотя подобные разработки переосмысливаются с позиций западной науки, они сохраняют внутреннюю связь с попридившей их культурой, в том числе и с ее натурфилософскими идеями. Важной особенностью многих восточных культур является стремление не покорять природу, а следовать ее внутреннему голосу. И если И.В. Мичурин призывал не ждать милостей от природы, а взять их, то на Востоке традиционно ждали от природы именно благорасположения, воздерживались от насилия по отношению к ней, от интенсификации темпов ее жизни ради собственных интересов. Поэтому столь просты, естественны, экстенсивны (и, что немаловажно, экономичны) многие восточные технологии, например, китайская аквакультура. Если на страницах европейских журналов биотехнологи из утилитарных соображений дискутируют о том, использовать ли живые или мертвые клетки в иммобилизованном виде в качестве биокатализаторов, то восточная натурфилософия и следующие ей технологии учитывают целостность, одушевленность многоуровневой жизни, вплоть до высших (экосистемных) этажей ее интеграции. Разведение водорослей в прудах - это именно экосистемная биотехнология, ибо в пруду имеется экосистема с

ассоциацией водорослей как ее компонентом. В целом вклад восточных культур в биотехнологию не является доминирующим, но он вполне реален и во многом определяет так называемую малую, или дешевую, биотехнологию, которую предполагается внедрить как раз в странах Третьего мира. Отметим, что концептуальная гетерогенность современной биотехнологии, преобладание в ней междисциплинарного, проблемного подхода в той или иной мере оборачивается тенденцией к единству различных наук и областей знания (пусть в рамках частного проекта), а единство наук о мире - органическая черта восточной культуры, противостоящая множественности областей знания в европейской классической науке. В связи с ролью контакта культур в биотехнологии симптоматично, что биотехнологические достижения весьма продвинутой стадии в Японии - стране, которой знакома и мудрость Востока, и достижения западной науки. В ряде разработок на передовые позиции в мире выходит Китай.

Экосистемная биотехнология. Это направление используется не только в разработках на базе восточных технологий. В отличие от генетической инженерии, экосистемная биотехнология не конструирует новые организмы, а устанавливает новые социальные, поведенческие связи между организмами, формируя многовидовые ассоциации и целые экосистемы. В ассоциациях/экосистемах организмы осуществляют процессы, неосуществимые для каждого биологического вида по отдельности. Например, дрожжи не способны превращать целлюлозу, основной компонент древесины, в этиловый спирт. Можно попытаться внедрить в дрожжевую клетку недостающие гены, манипулируя с ее ДНК, однако тот же результат может быть получен и без генетической инженерии, путем создания ассоциации дрожжей и целлюлозоразрушающих бактерий. Экосистемная биотехнология весьма перспективна в разработках по получению возобновляемого био-топлива. При получении биогаза из органических отходов и мусора (дешевая технология с двойным полезным эффектом: получение топлива и предотвращение загрязнения среды) необходимо создать многокомпонентную ассоциацию микроорганизмов, поскольку ни одна бактерия не способна осуществить все этапы процесса сама по себе. Превращение отходов в биогаз - составная часть разработок по созданию искусственных экосистем, обеспечивающих практически безотходное производство. В Бельгии зеленую водоросль *Hydrodictyon reticulatum* выращивали в водоемах, в составе целой экосистемы, куда входили также ряска, брюхоногие моллюски и другие организмы. Биомасса водорослей частично применялась для получения красителей, косметических средств, кормовых препаратов для кур и рыб, а частично превращалась в биогаз. Для получения биогаза миробная ассоциация перерабатывала также куриный помет, т. е. достигалась частичная замкнутость экосистемы по веществу - отходы служили вторичным сырьем. В русле экосистемной биотехнологии находятся также проекты по созданию интегральных систем экологической защиты растений, в которых достигается устойчивый баланс численности всех компонентов, даже вредителей. Шагом в направлении

экосистемной биотехнологии следует считать также и ограничение в сельскохозяйственном применении монокультур (плантаций растений одного вида и сорта). Смешанное выращивание растений создает дополнительный резерв устойчивости всей системы. Для защиты растений от вредителей планируют также установить их сожительство с бактериями, которые снабжают растения питательными веществами и факторами роста, вырабатывают антибиотики, защищающие растения от болезнетворных грибков или бактерий. В целом, экосистемная биотехнология находится в большем соответствии с биоцентрическими и коэволюционными идеями, чем более распространенная "генноинженерная" биотехнология.

**Биотехнология и гуманистика.** Гуманистика - подход к пониманию живого через его уподобление человеку, по аналогии с ним. В этой связи отметим, что биотехнология может быть нацелена не только на получение материальных благ: лекарственных препаратов, пищевых добавок, топлива и др. Речь может идти также об улучшении, реконструкции, преобразовании человеческих душ с помощью живого. Подобная "гуманистическая биотехнология" фактически имеет многовековую историю. Ее истоки относятся к тем давним временам, когда первобытный человек постоянно испытывал благотворное, целительное воздействие контакта с многими растениями и животными на свою психику. Это общение описано в художественных произведениях ("Холстомер" Л.Н. Толстого написан от имени животного) и религиозных текстах (Рождение Будды было предварено явлением к его матери высшего духа в виде белого слона). Есть и научные исследования, говорящие о педагогической ценности контакта детей с живыми существами, которые тем легче приобретают характер эмпатии (внутреннего понимания), чем моложе ребенок. Контакт с животными благотворен для слабоумных и шизоидных детей, которые часто испытывают особую любовь к животным со взаимностью. Примером реально практиковавшейся "гуманистической биотехнологии" последних лет может служить проект по снабжению одиноких людей с США кошками, которые стабилизируют их психику лучше, чем психофармакологические средства.

Итак, современная биотехнология имеет двойственную философскую подоплеку. В ней уживаются мощные физикалистские течения, особенно проявляющиеся в генноинженерных разработках, и альтернативные походы к живому (элементы восточных технологий, экосистемные проекты), которые способствуют внедрению принципов коэволюции и гуманистики и косвенно поддерживают натурализм в понимании человека в его взаимоотношениях со всем биосом.

Организационная структура сообщества биотехнологов: поприще для сетевых социально-технологических разработок. Уже было отмечено, что многие биотехнологические разработки отличаются гетерогенным, междисциплинарным характером. Например, представим себе, что перед биотехнологами стоит задача: найти дешевый заменитель сахара. Армия биотехнологов берется за дело, сочетая в своей деятельности гетерогенные

элементы различных наук. Так, методы микробиологии необходимы для культивирования бактерий, биохимии - для выделения из них фермента (глюкозизомеразы), методы энзимологии - для иммобилизации фермента на подходящем материале; физико-химические расчеты обеспечивают оптимальное протекание реакции изомеризации глюкозы - ее превращение во фруктозу, которая и представляет собой искомый заменитель сахара.

Во многих случаях ученые, приобретшие некоторые навыки бизнеса, сотрудничают с профессиональными бизнесменами, имеющими некоторое представление о биологии. Например, сооснователями крупнейшей американской компании Genentech были капиталист и ученый (Нобелевский лауреат). В состав крупных биотехнологических центров, помимо ученых и бизнесменов, входят представители политических кругов, отвечающие за координацию и финансирование биотехнологического бизнеса. В этом случае возникает ряд этических проблем, для улаживания которых могут потребоваться новые политические и юридические регулятивы:

нормы научной и деловой этики не совпадают. Следует ли биотехнологу публиковать свои данные, в соответствии с научной этикой, или он должен держать их в тайне, чтобы никто другой не смог подать заявку на их патентование.

семинары исследовательских групп и конференции - обычные события в жизни высшего учебного заведения или научно-исследовательского центра. Что произойдет, если члены одной группы исследователей окажутся вовлечены в совместные биотехнологические проекты с конкурирующими компаниями? Могут ли они в этой ситуации свободно обмениваться научной информацией?

Постановкой этих непростых и не имеющих легкого ответа дилемм мы как бы подготавливаем почву для еще более "проблемных" граней биополитики, связанных с новинками современной генетики.

Биотехнология находится в сфере интересов биополитиков, поскольку 1) способствует охране биоса и реализации других граней биopolіcy; 2) влияет на философско-этический базис биополитики (двойное влияние: усиление редукционизма в связи с генноинженерными разработками и в то же время укрепление биоцентрического подхода в связи с экосистемной биотехнологией, "восточными технологиями" и гуманистикой); 3) способствует созданию организационных структур типа социальных сетей [41].

Современные политические тренды в мире поддерживают биотехнологические исследования. Казахстан, стремясь войти в число самых развитых стран мира, поддерживает политические инициативы руководителей развитых стран в части развития биотехнологии. Имея значительный сырьевой потенциал для биотехнологических процессов, несмотря на наличие значительных собственных ресурсов невозобновляемых источников энергии, рутинного сельскохозяйственного производства, Казахстан, находясь в русле мировых тенденций, принимает регуляторные правовые акты, направленные на развитие некоторых отраслей биотехнологии, что, безусловно, послужит ключевым фактором их развития.

## 1.4 Экономические тренды

Исследователи считают, что биотехнология призвана решить многие глобальные проблемы человечества: ликвидировать нехватку продовольствия, энергии, различных минеральных ресурсов, а также улучшить состояния здравоохранения и экологическую обстановку окружающей среды.

Биотехнология (в широком смысле этого термина) уже сегодня имеет большое экономическое и социальное значение. Например, бродильная промышленность Великобритании дает в год продукции приблизительно на 9 млрд. фунтов стерлингов. В мире производится антибиотиков на 2 млрд. фунтов, а аминокислот и ферментов – на 1 млрд. фунтов и 250 млн. фунтов соответственно.

Если оценить рыночную стоимость отдельных видов биотехнологической продукции относительно несложно (например, в западных странах дешевых, надежных, точных датчиков глюкозы одноразового пользования за год продается на 800 млн. фунтов), то предсказать в целом спрос на все виды продукции и процессы, основанные на применении биотехнологии, гораздо сложнее.

Одной из актуальных проблем, стоящих перед человечеством, является проблема продовольствия. Численность популяции нашего вида постоянно растет, а площади для ведения сельского хозяйства остаются прежними. Даже если их и увеличить, то пользы от этого будет немного, а с другой стороны это глупо. Другое дело, когда на тех же площадях, а, возможно, и меньших, выращивается достаточно продукции благодаря эффективности природы последней. Эту проблему призваны решить генетически модифицированные организмы (ГМО).

Кроме того, среди важных проблем биотехнологии растений широко исследуется проблема управления азотфиксацией (внедрение генов азотфиксации в геном нужных растений) и фотосинтезом. Ведутся поиски возможности улучшения аминокислотного состава белков растений. Разрабатываются новые стимуляторы роста растений, микробиологические средства для защиты их от вредителей, а также бактериальные удобрения.

Казалось, экономическая эффективность трансгенных растений очевидна, поскольку их плоды не повреждаются вредителями, а сами растения являются устойчивыми к вирусам и химикатам, которыми уничтожаются сорняки. Однако, оценивая эффективность, важно не только учитывать показатели выращивания, но и показатели последующего использования урожая, в частности реализации. Все это связано с популярными обсуждениями на тему вредности ГМО.

На фоне этого, правительства некоторых стран предлагает выращивать и продавать урожай трансгенных и природных растений врозь. Это обусловлено не только требованиями потребителей, но и организаций здравоохранения, охраны природы, а также международными соглашениями о биобезопасности, законами по сертификации трансгенной продукции и законодательством стран

по ГМО-продукции. Такие принципы раздельных потоков продукции практикуются в странах ЕС. Благодаря этому, сформированы отдельные рынки, хранилища, а также отдельный транспорт и перерабатывающие предприятия. Разумеется, все это требует определенных дополнительных затрат и обоснование подобной экономической целесообразности.

В связи с тем, что Казахстан является членом Таможенного союза и находится на пути вступления в ВТО, экономические мировые тренды биотехнологий напрямую имеют влияние и на развитие биотехнологий в нашей стране.

В связи с тем, что спрос на продукты питания, не содержащие ГМО в мире возрастает, учитывая потенциал Казахстана в производстве натуральных продуктов питания, исследования в области ГМО могут быть сокращены.

Вместе с тем, такие биотехнологии, как производство кисломолочных продуктов, вакцинных препаратов на основе нереккомбинантных штаммов микроорганизмов и др. получают дальнейшее развитие.

### **1.5 Экологические тренды**

Интенсификация сельского хозяйства, технический прогресс в промышленности, на транспорте привели к образованию диспропорций в окружающей среде, к деформации установившихся равновесий экосистем, к ухудшению экологической ситуации во всех сферах деятельности человека. Промышленные предприятия загрязняют атмосферу газообразными и твердыми выбросами, водоемы — стоками, которые содержат большое количество вредных, а иногда и сильно ядовитых веществ, от которых страдают фауна и флора. Эти вещества через растения и животных поступают в пищу человека. Химизация сельскохозяйственного производства также приводит к загрязнению почвы, водоемов, воздуха, пищевых продуктов. В некоторых регионах и городах планеты создавалась напряженная экологическая ситуация.

Вторая половина ушедшего столетия характеризовалась бурным развитием техники, индустриализацией народного хозяйства, интенсификацией производства пищевых продуктов для обеспечения питанием непрерывно увеличивающегося населения планеты. В 2000 году население земного шара составляло 7 млрд против 5 млрд в 1986 г [42]. Отмечается тенденция к росту городского населения. Такая демографическая ситуация отрицательно влияет на экологию.

Рост населения Земли требует увеличения ресурсов продовольствия. В период так называемой «зеленой революции» (1956 — 1970 гг.) в мире было достигнуто среднегодовое увеличение продуктов питания на 2,2 % в результате селекции высокоурожайных сортов сельскохозяйственных растений, широкого применения минеральных удобрений, гербицидов, пестицидов, ирригации земель, механизации.

Стремление увеличить ресурсы питания приводит к быстрому ухудшению экологической ситуации в сфере сельскохозяйственного производства. Происходят истощение почвы (уменьшение гумуса), ее уплотнение и засорение минеральными веществами, ядохимикатами, загрязнение водоемов, продуктов питания. В результате недостатка в почве органических удобрений в последнее время наблюдалось существенное снижение гумуса.

Некоторые фермерские хозяйства, издавна широко применяют в качестве органического удобрения навоз. В среднем 1 т навоза дает 40-50 кг гумуса. Ежегодно на 1 га земли вносят 10-20 т навоза, что позволяет возобновить запасы гумуса.

Необходимо отметить, что на фоне недостатка гумуса в почвах снижается эффективность применения минеральных удобрений. В 1948 г. в Чехословакии 1 кг минеральных удобрений обеспечивал получение 100 кг пшеницы или 162 кг зерна кукурузы. Двадцать лет спустя (1968 г.) то же количество минеральных удобрений дали лишь 26 кг пшеницы или 34 кг кукурузы (Малек, 1978).

Производство минеральных удобрений связано с большим потреблением энергии. Снижение эффективности минеральных удобрений наблюдается, в частности, в западных странах. Об этом свидетельствуют средние данные за 1940 и 1985 гг. В 1940 г. почвы содержали достаточно гумуса. Одновременно применение минеральных удобрений на фоне низкого содержания в почве органических веществ вызывает большой унос минеральных веществ с водой, что ухудшает экологическую ситуацию в регионе.

Создание больших животноводческих комплексов также привело к загрязнению атмосферы веществами с неприятным запахом и патогенными микроорганизмами, почвы – сорняками, водоемов – патогенными микроорганизмами и гельминтами. В последнее время много пишется о загрязнении ядохимикатами почвы, водоемов и сельскохозяйственной продукции. Развитые сельскохозяйственные страны мира допускают увеличение содержания нитратов в овощах до 900 мг/кг при норме 300 мг/кг, а во фруктах, до 1000 мг/кг и выше. Сами по себе нитраты малотоксичны, но в организме они преобразуются в нитриты, которые могут участвовать в образовании ядовитых веществ – нитрозаминов. Присутствие в среде нитритов сильно замедляет рост хлебопекарных дрожжей, поэтому регулярно определяют присутствие нитритов. Хуже дело обстоит с контролем пищевых продуктов, в частности плодов и овощей. Необходимо отметить, что при больших нагрузках минерального азота в процессах денитрификации возможно образование не только азота, но и его оксида ( $N_2O$ ), который подобно фреону может отрицательно влиять на озоновый слой, окружающий планету. Таким образом, чрезмерное использование минеральных удобрений в земледелии может вызвать глобальные отрицательные последствия.

Интенсификация сельскохозяйственного производства связана и с ирригацией. К началу XXI века в мире ожидается увеличение расхода воды на 200-300 %, главным образом для нужд ирригации. Это потребует

дополнительные источники пресной воды, а также увеличит угрозу загрязнения водоемов.

Индустриализация народного хозяйства связана с увеличением потребления энергии, превращением сельскохозяйственных угодий в дороги, строительные площадки, созданием крупных заводов, выбрасывающих в атмосферу и водоемы вредные вещества. Тревогу вызывает также усиление вырубки леса. Уменьшение лесных массивов отрицательно влияет на водный режим, приводит к изменению ландшафта, уничтожению многих видов фауны и флоры, особенно в субтропических зонах, ухудшает газообмен в атмосфере и очистку воздуха. Загрязнение атмосферы диоксидом серы приводит к «кислотным дождям», атомная энергия опасна радиоактивным заражением среды в случае аварий. Строительство гидроэлектростанций связано с затоплением сельскохозяйственных угодий, уменьшением рыбных ресурсов, ухудшением самоочищения воды и рядом других последствий.

Серьёзная экологическая ситуация складывается и на биохимических заводах, производящих кормовые дрожжи на основе парафинов нефти. Здоровью человека угрожают не только стоки, но и атмосферный воздух, в котором увеличено содержание дрожжей из рода *Candida*. Дейтельность таких заводов сейчас в основном, приостановлена.

В крупных городах большую экологическую проблему представляют твердые и жидкие отходы. Ежедневно каждый городской житель в среднем выбрасывает 2-3 кг различных отходов, половина которых – бумага и упаковочные материалы. Только в Москве на свалку ежегодно вывозят 8-10 млн т отходов, в том числе 5 млн т коммунальных. Для размещения этой массы отходов в Подмосковье имеется сотни свалок; их площадь ежегодно увеличивается на 40 га, так как вокруг свалки создают санитарную зону шириной 500 м. Общая площадь, занятая свалками, в Подмосковье ежегодно увеличивается на 1000 га. На улицах Нью-Йорка ежегодно собирают 8 млн т отходов, Токио – 4,5 млн т, Лондона – 3 млн т. Во многих приморских городах коммунальные отходы загружают в контейнеры и сбрасывают в море.

Большую опасность, чем твердые отходы, для экологии представляют жидкие стоки. Если в начале столетия каждый горожанин для индивидуальных нужд потреблял в сутки 15-20 л воды, то сегодня в индустриально развитых странах эта цифра возросла до 350-400 л. Если учесть еще индустриальный расход воды, то на одного человека суточный расход воды составляет около 4 м<sup>3</sup>. В ФРГ ежегодно расходуют около 30 км<sup>3</sup> воды, из них 7 км<sup>3</sup> – для индивидуальных нужд и 24 км<sup>3</sup> – для промышленности. Всего же население планеты ежегодно расходует около 6000 км<sup>3</sup> воды. Эта вода в виде стоков поступит обратно в биосферу. Подсчитано, что за последние 100 лет промышленность выбросила в окружающую среду более 1,5 млн т мышьяка, 1,0 млн т никеля, 900 тыс. т кобальта, 600 тыс. т цинка, 125 тыс. т ртути и миллионы тонн других веществ.

В последнее время в связи с химизацией сельского хозяйства в водоемы и реки попадают в больших количествах пестициды, гербициды, дефолианты,

антибиотики, дезинфицирующие средства, азотистые и фосфорные соединения. Домохозяйки и предприятия после мойки, стирки и химической обработки одежды со стоками сбрасывают много поверхностно-активных веществ. Энергетика и транспорт загрязняют среду нефтепродуктами. Все это самым серьезным образом угрожает человеку.

Экологическую ситуацию, сложившуюся в мире, можно характеризовать так:

- Сельское хозяйство – эрозия почвы, ее уплотнение, засорение химикатами, сорняками, уменьшение гумуса
- Водоемы – засорение химикатами, уменьшение рыбных запасов, изменение водной фауны и флоры
- Биосфера – исчезновение к 2020 г. 15-20 % видов животных и растений главным образом в результате вырубки тропических лесов и попадания химикатов в водоемы
- Человек – болезни, генетические сдвиги, трудности в хозяйственной деятельности
- Атмосфера, климат - засорение атмосферы газами,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NaO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ; запыление; кислотные дожди (pH 4,5-5,7); разрушение слоя озона от действия фреона,  $\text{N}_2\text{O}$ , повышенная радиация УФ-лучей.

Суммируя сказанное и другие негативные последствия антропогенного действия человека, экологи обоснованно предупреждают общественность и правительства о необходимости принятия неотложных мер по защите окружающей среды.

Биотехнология должна помочь сельскому хозяйству получить продукты питания с минимальным применением средств химизации. На основе генетической и клеточной инженерии необходимо создать высокоурожайные, болезнестойкие сорта культурных растений, что позволит исключить ядохимикаты. Важное место здесь отводится клеточной инженерии и меристемной технологии. На основе достижений современной генетики и биотехнологии представляется возможным изменить потребительские свойства сельскохозяйственных продуктов с тем, чтобы отпала необходимость применять для корма животных и птицы различные добавки химического или микробного синтеза (кормовые дрожжи, лизин, витамины и др.), производство которых связано с определенной экологической опасностью. В качестве примера можно привести создание высоколизинового сорта ячменя в Дании (Мунск, 1995). Этот ячмень содержит 6 г/кг лизина (против 3,8 г/кг в обычном ячмене).

Следует расширить производство бактериальных удобрений (особенно нитрагина), биологических средств борьбы с болезнями растений и их вредителями, биологических консервантов кормов.

Для повышения плодородия почвы необходимо применять органические удобрения, компосты и обезвреженные путем метанового брожения жидкие отходы животноводческих ферм.

Биотехнология должна создать рациональные и безвредные для человека и среды процессы конверсии продуктов сельского хозяйства в более ценные

товарные формы. То же касается химического сырья, которое можно превращать в биологически безвредные формы.

Биотехнология призвана сыграть значительную роль при создании безотходных технологий и, конечно, при разработке различных схем очистки производственных стоков и твердых отходов.

Однако нельзя забывать, что биотехнологические производства сами по себе могут быть опасными как для обслуживающего персонала, так и для потребителей продукции. Таких примеров можно привести много.

Достижения современной биологии дают новые эффективные средства индикации биологического загрязнения окружающей среды. Необходимо отметить методы, основанные на использовании моноклиальных антител, или иммуноферментные, а также электроды с иммобилизованными ферментами. Посредниками для индикации определенных соединений в воде или почве могут быть различные биологические объекты, которые аккумулируют эти вещества. Например, в печени рыбы накапливаются пестициды, тяжелые металлы, сбрасываемые в водоем, где обитает такой посредник.

Все эти факторы в значительной степени присущи для Казахстана, в связи с чем исследования в области экологической биотехнологии следует развивать в широкой степени.

Назовем основные биотехнологические методы, которые могут быть применены для оздоровления и защиты окружающей среды, в том числе для обеспечения экологически чистого производства на самих биотехнологических предприятиях:

- Создание безотходных технологических процессов
- Создание препаратов для борьбы с возбудителями болезней человека и животных
- Создание растений, устойчивых к болезням и вредителям
- Биологические методы борьбы с болезнями и вредителями растений
- Бактериальные удобрения и стимуляторы роста растений
- Создание культурных растений, способных фиксировать атмосферный азот без участия микроорганизмов
- Получение из отходов полезных продуктов или обезвреживание их
- Средства для диагностики, иммуностимуляторы, вакцины, антибиотики и др.

Получение методами генетической и клеточной инженерии культурных растений, при возделывании которых отпадает необходимость использования ядохимикатов как средств борьбы против вредителей и болезней. Специальные микробиологические или другие биологические препараты селективно уничтожают вредных насекомых, грызунов или возбудителей болезней. Усиление биологической фиксации атмосферного азота, мобилизации фосфора; ускорение роста органов растений; снижение потребности в минеральных удобрениях [43].

Перенос методами генетической инженерии в геном растений генов от микроорганизмов, определяющих фиксацию.

## 2 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на основе анализа данных, представленных в открытых источниках по направлениям: государственные программы в области биотехнологий, тематики научных исследований в области биотехнологий; защищённые диссертации в области биотехнологий; патентные исследования.

Патентный поиск – это процесс отбора соответствующих запросу документов или сведений по одному или нескольким признакам из массива патентных документов или данных, при этом осуществляется процесс поиска из множества документов и текстов только тех, которые соответствуют теме или предмету запроса.

Патентный поиск осуществляется посредством информационно-поисковых систем и выполняется вручную или с использованием соответствующих компьютерных программ, а так же с привлечением соответствующих экспертов.

Предмет поиска определяют исходя из конкретных задач патентных исследований категории объекта (устройство, способ, вещество), а так же из того, какие его элементы, параметры, свойства и другие характеристики предполагается исследовать.

При патентном поиске сравниваются выражения смыслового содержания информационного запроса и содержания документа.

Для оценки результатов поиска создаются определенные правила-критерии соответствия. Они устанавливаются, при какой степени формального совпадения поискового образа документа с поисковым предписанием текст следует считать отвечающим информационному запросу.

Основные виды патентного поиска:

- тематический поиск;
- именной (или фирменный);
- нумерационный;
- поиск патентов-аналогов;
- патентно-правовой поиск.

Тематический поиск, использованный в наших исследованиях, является наиболее распространенной поисковой процедурой. Ей предшествует точное определение предмета, поиска, тщательное ознакомление с темой путем подборки информации для данной области из научно-технической литературы, реферативных и отраслевых журналов, рекламных проспектов, справочников и пр. Это необходимо для знания тематики поисковой области, с тем чтобы уметь ориентироваться в реферативно-библиографических изданиях, а также в принятой систематизации патентных фондов для отбора необходимых номеров патентных документов.

При проведении тематического поиска патентная документация рассматривается в первую очередь как источник технической, а не правовой информации. В результате поиска будет определено, решалась ли данная техническая задача раньше или нет. Если решалась, то необходимо

проанализировать эти решения, установить какие фирмы работают в данной области, собрать дополнительную информацию. Это даст возможность систематизировать сведения об объекте поиска в виде обзорного материала по теме проекта и проиллюстрировать его необходимым графическим материалом и схемными решениями.

Перед тем как начать проведение тематического поиска, необходимо установить индексы классификации изобретений (МПК и НКИ) для тех стран, по патентным фондам которых должны проводиться исследования.

При решении целей определяется глубина патентного поиска.

При определении уровня техники поиск проводится за последние 5-10 лет (в зависимости от темы). Нами поиск проводился на глубину 20 лет.

Назначения патентного анализа, проводимого нами, были следующие:

- определение состояния исследований в интересующем технологическом поле;
- поиск изобретателей или компании, получивших патенты на изобретения в той же области;
- поиск последних новинок в исследуемой области;
- получение информации по конкретной компании или состоянию сектора рынка в целом;
- поиск потенциальных лицензиаров;
- поиск дополнительных информационных материалов.

Интересующие рубрики МПК (Международной патентной классификации) отбирались исходя из принципа возможности нахождения в них объектов или технологических решений, относящихся к биотехнологиям.

В результате исследований были отобраны следующие рубрики МПК:

|                   |                                                                                                                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A01H 1/00</b>  | Способы модификации генотипов                                                                                                                                                |
| <b>A01H 1/06</b>  | способы изменения наследственных признаков, например путем обработки химикалиями или облучением (особые мутации, получаемые генной инженерией на клетках или тканях растений |
| <b>A01H 1/08</b>  | способы и устройства для изменения хромосомного числа                                                                                                                        |
| <b>A01P 21/00</b> | Регуляторы роста растений                                                                                                                                                    |
| <b>A01K 67/00</b> | Выращивание или разведение животных, не отнесенное к другим рубрикам; новые породы животных                                                                                  |
| <b>A61K 35/66</b> | Лекарственные препараты, содержащие микроорганизмы                                                                                                                           |
| <b>A61K 35/74</b> | Лекарственные препараты, содержащие бактерии                                                                                                                                 |
|                   |                                                                                                                                                                              |

|                   |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A61K 35/76</b> | Лекарственные препараты, содержащие вирусы                                                                                                                                      |
| <b>A61K 39/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                                                                                                                       |
| <b>A61K 45/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие активные ингредиенты, не отнесенные к группам 31/00 - 41/00                                                                                 |
| <b>A61K 48/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие генетический материал, который включен в клетки живого организма для лечения генетических заболеваний; для генной терапии                   |
| <b>A61K 49/16</b> | антитела; иммуноглобулины; их фрагменты                                                                                                                                         |
| <b>C12N 1/00</b>  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                                                                                                              |
| <b>C12N 5/00</b>  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них                     |
| <b>C12N 7/00</b>  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их                                                                                                      |
| <b>C12N 9/00</b>  | Ферменты, например лигазы; проферменты; композиции их; лекарственные препараты, содержащие ферменты                                                                             |
| <b>C12N 11/00</b> | Иммобилизованные ферменты или ферменты на носителях; иммобилизованные микробные клетки или микробные клетки на носителях; их получение                                          |
| <b>C12N 15/00</b> | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |
| <b>G01N 33/53</b> | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                               |

Для проведения патентного анализа использовали патентные базы данных НИИС (Казахстан), ФИПС (Россия), PatentScope (мировые базы данных).

Для отнесения рассматриваемых патентов к релевантным применяли следующие характеристики:

- Наличие в качестве главной рубрики МПК рассматриваемой;
- Наличие патентования в нескольких странах;
- Актуальность информации, содержащейся в патенте (на усмотрение эксперта).

### **3 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

#### **3.1 Тренды в развитии науки и технологий в Казахстане**

##### **3.1.1 Анализ состояния и тенденций развития биотехнологий, концепций, программ и стратегических планов развития отраслей**

С 1994 года Республика Казахстан является участником четырех важнейших мировых соглашений: Парижской конвенции по охране промышленной собственности, Мадридского соглашения международной регистрации знаков, Конвенции, учреждающей Всемирную организацию интеллектуальной собственности, и Договора о патентной организации. С 1995 года на территории страны распространяется Евразийская патентная конвенция. Одной из причин того, что развитие биотехнологии в Казахстане идет недостаточно быстрыми темпами, является низкая функциональность соответствующих законов. Также в связи с проблемой массового внедрения биотехнологических продуктов в производство, Казахстан не способен достойно конкурировать с ведущими мировыми производителями биотехнологической продукции. В программе ФИИР поставлена задача увеличения доли отрасли биотехнологии в общем объеме экспорта до 1 % к 2015 году [44].

Согласно теории больших циклов экономической конъюнктуры русского и советского экономиста Кондратьева разработана система технологических укладов. По этой теории в данный момент идет 5-й технологический уклад. Это производство компьютеров, программного обеспечения, химии, развитие интернета, технологий мобильной связи и т.д. В свое время СССР выиграл гонку за 4-й технологический уклад, где ведущую роль играли такие отрасли как машиностроение, тяжелая промышленность, энергетика. По различным оценкам до начала 6-го технологического уклада осталось несколько лет, он наступит в 2014-2018 годах и будет основан на развитии биотехнологий, нанотехнологий, робототехнике, технологиях виртуальной реальности, дальнейшем развитии IT- технологий. Особенность разных уровней технологических укладов- в создании продукции со значительной разницей в добавленной стоимости при гораздо меньших ресурсных затратах. В этой связи для Казахстана развитие секторов экономики будущего (инфокоммуникации, биотехнологии, космическая отрасль) является вопросом повышения конкурентоспособности страны и интеграции в мировую экономику. В данный момент особое внимание требуется уделить развитию нанотехнологий, биотехнологий и робототехники, IT- технологий -на это должны быть направлены сверхусилия государства. В этой связи большую роль будет иметь дальнейшее развитие научно-технологических институтов АО «ННХТ «Парасат» и АО «Фонд науки», направление инвестиционных потоков в интеллектуальный капитал [45].

В советское время Казахстану отводилась роль производственной основы промышленной биотехнологии. Создавались специализированные учреждения и закрытые города стратегического значения, входившие в военно-промышленный комплекс. Так, к началу 90-х годов Казахстан подошел с солидным багажом – в виде развитой инфраструктуры, высококвалифицированных кадров и современной производственной базы.

В настоящее время в нашей стране объем разработки и производства биотехнологической продукции не получил должного развития. По многим биопродуктам страна находится в зависимости от импорта. Как и в России в Казахстане наблюдается существенная диспропорция развития отрасли биотехнологии. В более массовом порядке промышленное производство биотехнологической продукции представлено в Казахстане в виде производства отдельных видов лекарственных препаратов, спирта и молочных биопродуктов.

### **Фармацевтическая промышленность**

В Республике Казахстан поступает огромный приток импортных лекарственных средств. Объем импорта готовых лекарственных средств (ЛС), начиная с 2000 года, неуклонно увеличивается. В 2003 году в Казахстан было ввезено медикаментов 12 917,8 тонн на сумму 269 млн. долларов США. Это, соответственно, на 16 % и 34,2 % больше, чем в 2002 году. Как видно, прирост стоимости импортированных лекарственных средств заметно опережал увеличение их натурального объема. Это, естественно, сопровождалось ростом средней таможенной стоимости 1 тонны ввозимых в страну ЛС (с 13,9 тыс. долларов США в 2002 году до 16,2 тыс. долларов США в 2003 году - на 16,5 %) [46].

Выросло количество стран-поставщиков (с 50 до 55), изменился их состав. Дополнительными поставщиками стали: Швеция, Аргентина, Иордания, Малайзия, Бангладеш, Индонезия.

В 2005 году объем импортированных ЛС по подгруппе ТН ВЭД 3001 (препараты крови, другие биологические и иммунобиологические средства, в том числе биотехнологические препараты, культуры микроорганизмов) составил 556 млн. долларов США.

Объем продаж медикаментов в Республике Казахстан увеличивается в последние годы в среднем на 30 % ежегодно.

Согласно официальным данным в 1998 году население Казахстана закупило лекарственных препаратов, в том числе антибиотиков на сумму свыше 300 млн. долл. США. Объем продаж лекарственных средств казахстанского производства в 1999 году составил порядка 4 %, в 2001 году - 6 % фактической емкости фармацевтического рынка. Производство антибиотиков для здравоохранения в республике не налажено, хотя вопросы разработки химиопрепаратов широкого спектра действия, пролонгированного действия актуальны.

Объем продаж лекарственных средств казахстанского производства в 2003-2005 годы составил порядка 5 % фактической емкости фармацевтического рынка. В стоимостном выражении в 2003 году лекарственных средств было

произведено на сумму около 14 млн. долларов США, а в 2005 году - 29 млн. долларов США. При этом производство антибиотиков для здравоохранения в республике не налажено, хотя вопросы разработки химиопрепаратов широкого спектра действия, пролонгированного действия актуальны.

В республике порядка 65 предприятий выпускают лекарственные средства, однако, как следует из вышеприведенной таблицы, многие виды биотехнологической продукции в отечественной фармацевтической промышленности не производятся.

### **Производство спирта**

Существующие мощности производства ферментов позволяют рассчитывать на выпуск препаратов в объемах, достаточных для покрытия потребности всех спиртовых заводов Казахстана (около 15 млн. декалитров) и частично экспортировать ферментные препараты в СНГ (5 млн. декалитров). Однако в настоящее время существующие мощности не задействованы в должной степени, объемы производства ферментированных

Другим применением этилового спирта является производство этанола, во многих странах для повышения октанового числа горючего материала вместо экологически вредного тетраэтил свинца применяется этанол. Поэтому производство высокоочищенного этилового спирта (99,6 %) будет существенно способствовать сохранению экологического благополучия, что особенно выгодно также в связи с низкой себестоимостью производства биотехнологической продукции [47].

### **Производство молочных биопродуктов**

В Республике Казахстан организовано производство ферментов, используемых в молочной промышленности.

Объемы молочной биопродукции имеют тенденцию к росту. Что также связано с ростом числа компаний, занимающихся производством ферментированных молочных продуктов, в настоящее время это порядка 170 предприятий.

### **Существующее состояние биотехнологической науки Казахстана и ее экспериментально-производственной базы**

В советский период Казахстану отводилась роль производственной основы промышленной биотехнологии. Создавались специализированные учреждения и возводились закрытые города стратегического значения, входившие в военно-промышленный комплекс. Так, к началу 90-х годов мы подошли с багажом в виде развитой инфраструктурой, высококвалифицированных кадров и современной производственной базы. Пятнадцати лет было достаточно, для того чтобы уровень биотехнологических исследований снизился, а технологии безнадежно устарели. За границу выехала большая часть ученых и специалистов, а уникальные и дорогостоящие производства окончательно остановились.

В настоящее время развитие биотехнологии в Казахстане характеризуется морально устаревшей научно-промышленной базой советского образца, малочисленностью количества групп специалистов, занимающихся в данной

сфере. Малочисленность групп специалистов, занимающихся проблемами биотехнологии приводит к отсутствию конкуренции в этой сфере, что обуславливает низкий уровень научных исследований. В свою очередь, низкий уровень исследований не создает стимулов для финансирования научных исследований. Отрицательный эффект многократно усиливается следующими факторами:

- незнанием английского языка (так как лидерами являются США, страны Европейского Экономического Сообщества (ЕЭС), Япония и другие страны);
- отсутствием информации и международного сотрудничества;
- «авторитарными» традициями в науке.

Спектр производимой биотехнологической продукции Казахстана узок, и подавляющее большинство этой продукции ориентировано на внутренний рынок, так как на открытом рынке оно неконкурентоспособно.

Опыт создания и эксплуатации ОАО "Технопарк НПО «Прогресс» в городе Степногорске показывает, что без передовых исследований в области биологии биотехнологическое производство не выходит за рамки уже существующих, зачастую устаревших, технологий.

Тем не менее, в рамках бюджетных программ в Казахстане проводятся исследования, соответствующие приоритетным направлениям развития биотехнологии.

#### **Биотехнологическая продукция для сельского хозяйства**

Проект комплексной переработки зерна предполагает выпуск более 53 тыс. тонн клейковины в год. При этом 80 % продукции предназначено на экспорт в страны ближнего и дальнего зарубежья. Общий объем финансирования по проекту должен составить более 60 млн. долл. США. Срок окупаемости проекта предположительно составляет 5 лет [48].

Комплексная (глубокая) переработка зерна с получением сухой клейковины, крахмальной жидкости 39 %, крахмальной смеси 14 %, отрубей основана на использовании современной технологии фирмы Альфа-Лаваль. Эта технология позволяет перерабатывать даже неликвидное, не пользующееся спросом зерно с получением вышеуказанной продукции. Результаты маркетинговых исследований показали дефицит клейковины и крахмала, широко применяющихся в пищевой и микробиологической промышленности, биотехнологии на рынках не только стран СНГ, но и Европы.

Побочные продукты данного производства - крахмал и отруби - являются основой для всех остальных предлагаемых проектов. Сумма необходимых инвестиций по проекту организации производства субстанций антибиотиков составляет 39 тыс. долл. США.

Близки к завершению восстановительные работы по запуску производства пестицидов и кормовых добавок. Последние начнут выпускаться летом при содействии французской фирмы "Одиссео-Евразия". Завершается создание участка для переработки отходов спиртового производства.

#### **Биотехнологическая продукция для здравоохранения**

На базе АО «Биомедпрепарат» планируется создать производство 16 препаратов (антибиотиков, витаминов, ферментов и белков), а в дальнейшем довести их номенклатуру до 50 наименований. Стоимость проекта - 5,8 млн. долларов США.

Также запланировано увеличение объемов производства пробиотических препаратов: бифидумбактерина, колибактерина, лактобактерина, бификола - 3,1 млн. флаконов в год. Планируется расширение производства ферментов протеолитических иммобилизационных. В перспективе намечен выпуск антибиотиков широкого спектра действия. Организация крупномасштабного производства этих препаратов позволит наполовину снизить закупки широко применяемых антибиотиков. Выпуск антибиотиков цефалоспоринового ряда не предусмотрен ввиду большой токсичности и необходимости химической модификации производства.

Другим направлением, которое планируется в рамках долгосрочного этапа, является создание производства генноинженерных препаратов: человеческий инсулин - 400-600 кг в год, интерлейкины, интерфероны, соматотропин. В бывшем СССР, в рамках программы генноинженерных производств, в АО "Биомедпрепарат" были разработаны лабораторные и опытно-промышленные регламенты производства рекомбинантного инсулина человека, не уступающего по качеству препарату фирмы «Ely Lilly». Это направление следует осуществлять совместно с российскими предприятиями под эгидой Координационного Совета государств СНГ в рамках единого плана инвестиционных мероприятий в области медицины и здравоохранения.

Последнее направление, относящееся к долгосрочному этапу, организация производства сухих питательных сред для выделения и идентификации микроорганизмов, используемых в микробиологии и биотехнологии. Стоимость проекта - 2,5 млн. долларов США.

Кроме того, совместно с Алматинским Институтом химических наук им. Бектурова ведется работа по внедрению новой технологии производства никотиновой кислоты и противотуберкулезных препаратов, также разработана проектно-конструкторская документация для организации производства углекислотных экстрактов и галогеновых препаратов.

Производство препарата имозимаза медицинского назначения. Имозимаза является высокоочищенным протеолитическим ферментом широко применяющейся при лечении гнойно-воспалительных процессов и раневых поверхностей.

Таблетирование фитопрепаратов и других лекарственных средств для здравоохранения на основе отечественных субстанций. Арглабин, салсоколин и другие столь необходимые для больных оригинальные препараты в таблетированной форме будут более доступны для потребителя.

**Биотехнологическая продукция для перерабатывающей промышленности**

Промышленное производство высокоочищенного этилового спирта является востребованной, экономически рентабельной и экологически безопасной продукцией [49].

В результате реконструкции заменена бракоректификационная установка, что позволяет получать этиловый спирт более высокого качества марок «Люкс» и "Экстра", имеющих повышенный спрос на рынке.

Производство очищенных ферментов: глюкаваморин Г18, амилосубтилин Г18. Препараты глюкаваморин и амилосубтилин используются в спиртовой промышленности в комплексе для осахаривания крахмалосодержащих субстратов.

Основная цель применения ферментных препаратов в спиртовом производстве – отказ от дефицитного солодового зерна, обеспечение стабильности процесса брожения сусла, и, в конечном счете, снижение себестоимости спирта.

Проведение реконструкции производства этилового спирта с оптимизацией процесса брожения и организацией участка по производству растворителей.

В стадии разработки сегодня находятся проекты по организации крупномасштабного производства технического этанола для нефтеперерабатывающей промышленности.

В 1993 году для развития исследований в области биотехнологии был создан Национальный центр биотехнологии РК (НЦБ). Он осуществлял координацию фундаментальных и прикладных исследований в данной области, вел работу по созданию и внедрению новых технологий и материальных ресурсов для биотехнологического производства.

В 2001 году Правительством РК была принята республиканская программа "Научно-техническое обеспечение и организация производства биотехнологической продукции в Республике Казахстан на 2001-2005 годы", и НЦБ был реорганизован в Республиканское государственное предприятие.

В настоящее время казахстанские ученые добились не малых успехов в сфере биотехнологий. Биологическая инженерия растений активно развивается в Казахстане.

В частности, на основе методов биотехнологии получены высокопродуктивные формы сельскохозяйственных культур, устойчивые к стрессовым факторам и болезням. Разработаны эффективные методы иммунологической и молекулярно-генетической диагностики и профилактики особо опасных болезней животных, налажено их производство и реализация.

Получены новые штаммы микроорганизмов для нужд микробиологической, фармацевтической, пищевой промышленности и охраны окружающей среды. Создана коллекция культур микроорганизмов, предназначенных для производства микробиологических препаратов и биологически активных веществ.

Учеными из РГП «Центр химико-технологических исследований» была разработана установка для биологической очистки загрязненных нефтью территорий. Проведенные испытания показали очень высокую эффективность

установки. Буквально через короткое время на восстановленных землях уже могла расти луговая трава.

Культивированные новые сорта риса «Алтынай», «Баканасский» и "Мадина", дали урожай на четверть больший, чем традиционные сорта. Также были получены 5 высокопродуктивных мягких сортов пшеницы и устойчивые к болезням сорта высокобелковой фасоли «Актатти» и «Джунгарская» [50].

В Костанае на базе республиканского госпредприятия "Казак Тулпары" начались работы по введению в строй, первой в стране, лаборатории экспертизы ДНК животных. На предприятии занимаются выводением новой породы лошадей - казахской верховой, и генетические исследования прародителей новой породы помогут форсировать селекцию. В дальнейшем помощью лаборатории будут совершенствоваться генетические исследования, и внедряться различные биотехнологии.

Определяя биотехнологию одним из важнейших направлений научно-технического прогресса, с целью ускоренного развития биотехнологии, постановлением Правительства Республики Казахстан от 3 мая 2006 года «О концепции развития Национального центра биотехнологии Республики Казахстан на 2006-2008 годы» определены приоритеты и стратегия развития биотехнологии.

В Казахстане реализуется научно-техническая программа «Разработка современных технологий для формирования кластера по биотехнологии в Республике Казахстан на 2006-2008 годы».

В реализации данных проектов участвуют 845 ученых, из них - 95 докторов наук, 182 кандидата наук и девять PhD, представляющих 30 научных организаций, в том числе - девять зарубежных научно-исследовательских лабораторий Техасского, Калифорнийского, Ратгерского университетов и Университета Аубурн (США); Национальный центр научных исследований (Франция); Нагасакский университет (Япония); Университет Хиброу (Израиль); ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» (Россия).

В настоящее время Национальный центр биотехнологии РК уделяет особое внимание подготовке кадров и повышению их квалификации. Центр проводит эту работу на базе ведущих университетов и научных центров США, Франции, Японии и России. Сейчас 12 сотрудников НЦБ работают в восьми ведущих зарубежных лабораториях, 40 сотрудников в 2006 году прошли стажировку в 15 ведущих научных учреждениях Российской Федерации. В 2006 году, в целях повышения квалификации сотрудников, Центром впервые организованы в Астане и Алматы серии семинаров, посвященные актуальным вопросам биотехнологии, мероприятия прошли с привлечением 13 зарубежных ученых США, Великобритании и Российской Федерации. Такая же работа ведется и в текущем году [51].

В области медицинской биотехнологии разработаны новые молекулярно-генетические методы диагностики гепатита С, туберкулеза, вируса иммунодефицита человека. Разработан способ получения нанокapsулярного трансдермального препарата интерферона альфа для лечения инфекционного

миокардита. Совместно с российскими учеными завершены доклинические и начаты клинические испытания оригинальной микрокапсулированной формы живой коревой вакцины, рекомбинантного эритропоэтина человека в таблетированной форме.

Учеными Национального центра биотехнологии на основе использования традиционных и биотехнологических методов созданы три сорта пшеницы: Мирас, Надежда и Алем, урожайность их составляет 38-43 ц/га, сорта защищены авторскими свидетельствами. Методами биотехнологии созданы два сорта риса. Сорт Баканасский превышает по урожайности стандарт на 15-20 ц/га. Сорт устойчив к засолению и полеганию. Второй сорт риса - Мадина является скороспелым и обладает высоким показателем качества крупы. Урожайность - 50 ц/га. Данные разработки имеют важное значение для Казахстана, так как сорта риса требуют постоянного обновления. Возделываемые в республике традиционные сорта уже потеряли качественные показатели и не отвечают международным требованиям.

В области ветеринарной биотехнологии разработаны методы иммунодиагностики 30 особо опасных болезней животных и птиц, созданы технологии и организовано производство 25 ветеринарных вакцин. Разработана технология производства первой отечественной вакцины против птичьего гриппа, предложены средства и методы диагностики данной болезни.

В области экологии и охраны окружающей среды разработан микробиологический препарат для ликвидации последствий нефтяного загрязнения, наработана биомасса углеводородоокисляющих микроорганизмов, проведена их иммобилизация на сорбент и ведутся эксперименты в полевых условиях в Атырауской и Карагандинской областях.

В области здравоохранения приоритетными направлениями являются разработка новых противодиабетических, противоопухолевых и противотуберкулезных препаратов пролонгированного действия, применение клеточных технологий в лечении и восстановлении нарушенных функций органов, организация выпуска иммунологических и молекулярно-генетических тест-систем для диагностики инфекционных и онкологических заболеваний. Расшифровка генома человека позволяет предполагать, что в ближайшее время будут открыты новые регуляторные белки человека и на их основе созданы лекарственные препараты нового поколения, начало производства которых, можно ожидать через два-три года. По прогнозам экспертов, через десять лет они возьмут на себя 15% функций мировой фармацевтики, через 20 - заменят как минимум половину всех нынешних лекарственных средств.

В Казахстане не решены проблемы эффективного лечения, профилактики и снижения заболеваемости населения туберкулезом, сахарным диабетом, сердечно-сосудистыми и онкологическими заболеваниями, а потому целесообразна разработка системного подхода в стратегии и тактике лечения, в диагностике этих заболеваний с учетом современных достижений биотехнологии [52].

Одной из проблем отечественного сельского хозяйства являются вопросы семеноводства, сортосмены и сортообновления основных культур. Так, обеспеченность семенами районированных сортов составляет 79,2%, что ставит под угрозу получение стабильных урожаев. В связи с этим, актуальным для растениеводства является ускоренное создание новых сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к стрессовым факторам и болезням, разработанных на основе использования методов клеточной и генетической инженерии. Анализ мирового опыта показывает, что создание трансгенных растений, устойчивых к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды является весьма перспективным, это важно также с точки зрения обеспечения контроля ввоза и распространения трансгенных растений.

Республика относится к числу засушливых регионов, где в последнее время заметно усилились процессы опустынивания территорий и эрозии, снизилось плодородие почв, уменьшилось содержание гумуса, свыше 70 % почв Казахстана проявляют низкое и очень низкое его содержание. Особенно остро стоит проблема защиты растений от различных вредителей и болезней. В этой связи, актуальны исследования наших ученых по разработке технологии получения биологического препарата нитрагина на основе азотфиксирующих клубеньковых бактерий, биопестицидов на основе спорозоносных бактерий-кристаллофоров, отечественного инсектицидного препарата против насекомых, биостимуляторов и средств защиты растений на основе бактерий.

В целях подготовки к вступлению в ВТО и обеспечения эпизоотического благополучия нашей страны, необходимо решить стратегически важный вопрос разработки и организации производства диагностических тест-систем и вакцин для профилактики заболеваний животных на основе современных достижений молекулярной генетики и иммунологии. Актуальность и приоритетность этих проблем диктуются осложнением эпизоотической ситуации по птичьему гриппу и назреванием в мире пандемической угрозы по гриппу, а также опасностью вспышки и широкого распространения таких особо опасных заболеваний как чума крупного рогатого скота, оспа овец, ящур и бешенство животных.

Учитывая сложную экологическую ситуацию в республике, дальнейшая разработка и внедрение биологических методов восстановления загрязненных территорий на основе использования углеводородоокисляющих микроорганизмов, очень важны и перспективны. В этом направлении имеется научный задел в виде перспективных биологических препаратов для восстановления нефтезагрязненных территорий.

Биотехнологические методы и приемы в пищевой и перерабатывающей промышленности, направленные на сохранение и улучшение вкусовых и питательных качеств продукции, на основе применения микроорганизмов, биологических компонентов и добавок, обеспечивающих надежную и длительную сохранность продуктов также являются актуальными и вполне реальными для разработки учеными НЦБ.

Разработка прорывных биотехнологий в нашей республике является реальной задачей. Так, на данный момент реализуется проект «Строительство

Национального центра биотехнологии Республики Казахстан в городе Астане», общей сметной стоимостью более семи млрд. тенге. Новый научный комплекс по своим технологическим параметрам не будет иметь аналогов на территории СНГ и будет оснащен самым современным научным оборудованием, соответствующим международным стандартам, в том числе стандартам GLP (надлежащей лабораторной практики), а также стандартам биологической безопасности BSL-2.

РГП «Национальный центр биотехнологии РК» развивает активное международное сотрудничество с ведущими зарубежными научно-исследовательскими учреждениями, такими как американский фонд гражданских исследований и развития – CRDF, Rutgers University (США), Jurong Consultants (Сингапур) и другими.

Jurong Consultants участвует в совместном маркетинговом исследовании мирового рынка биотехнологий и подготовки стипендиатов программы «Болашак».

Правительством Казахстана выделено 4 направления развития биотехнологии - медицинское, сельскохозяйственное, промышленное и экологическое.

В 2006 году на выполнение республиканских научно-технических программ по биотехнологии впервые было выделено 500 млн. тенге с последующем ежегодном увеличении дотаций. Планируется развернуть совместные с ведущими зарубежными научными центрами исследования в рамках 10 программ.

В Астане начато строительство нового комплекса Национального центра биотехнологии, на которое в бюджете ежегодно предусмотрено 600 млн. тенге. Строительство рассчитано на 2,5 года. Центр должен объединить усилия основных НИИ республики в данной сфере, что позволит сформировать в столице биотехнологический кластер.

Конечно, на фоне поразительных достижений мировых ученых в области биотехнологий, например, таких как создание нанороботов путем замены органических частей микроорганизмов на неорганические, успехи Казахстана выглядят не так ярко.

Но, как считают в МОН РК, у казахстанских биотехнологий имеется достаточный потенциал, чтобы в будущем стать значимым сектором экономики.

В Казахстане в рамках реализации научно-технических программ по биотехнологии разработана технология изготовления рекомбинантной вакцины против свиного гриппа А/Н1N1 и вакцины H5N1 против птичьего гриппа для здравоохранения. Завершены доклинические исследования и начаты клинические испытания данных вакцин.

В настоящее время собственное производство медицинских препаратов в РК составляет 11 % (из них вакцин - 1,1 %), ветеринарных препаратов 78 % (в основном производство препаратов из импортных субстанций), остальные же препараты ввозятся в страну.

Основная проблема – отсутствие оригинальных отечественных биотехнологических лекарственных препаратов при наличии перспективных экспериментальных разработок. К настоящему времени фактически не налажено производство генно-инженерных препаратов, при этом существуют прошедшие или проходящие этап доклинических и клинических исследований оригинальные отечественные или совместные разработки.

Для дальнейшего развития растениеводческой отрасли необходимо создание и внедрение в производство высококачественных конкурентоспособных сортов сельскохозяйственных растений, в связи с чем требуется перевод селекции на качественный уровень.

Сохранение и выведение высокопродуктивных пород животных является ключевой проблемой в повышении рентабельности и эффективности животноводства, поэтому возникает необходимость использования методов генной инженерии для создания новых типов и пород животных.

Ежегодно в мире в окружающую среду попадает около 50 млн. тонн нефти. Наиболее перспективными методами очистки воды и почв от широкого круга загрязняющих веществ, в том числе и нефтяных углеводородов, являются приемы биоремедиации, основанные на использовании биохимического потенциала биологических объектов, прежде всего, микроорганизмов и растений.

Одним из приоритетных направлений биотехнологии является разработка заквасок, ферментных препаратов, биологически активных добавок и пробиотиков для нужд пищевой и перерабатывающей промышленности.

Согласно исследованию ТОО «Алматыэкспертиза», собственное производство медицинских препаратов в РК составляет только 11% [53]. По предварительным подсчетам, ежегодно в Казахстан для проведения диагностических исследований импортируется биопрепаратов на сумму около 2 млрд. тенге, внутри страны их производится примерно на 300 млн. тенге.

В настоящее время производство биопрепаратов ведется в Научно-исследовательском институте проблем биологической безопасности КН МОН РК, Казахском научном центре карантинных и зоонозных инфекций имени М.Айкимбаева» Комитета МЗ РК, ТОО НПП «Антиген» и в ряде других предприятий. Однако, следует отметить, что производство биопрепаратов в указанных выше организациях не соответствуют стандартам GMP. Поэтому сейчас для Казахстана актуальным является организация производства биотехнологической продукции, в соответствии со стандартами GMP. Всего в Казахстане исследованиями по различным направлениям биотехнологии занимаются около 30-ти научных организаций, подведомственных МОН РК, МЗ РК и МСХ РК.

В Казахстане объемы разработок и производства биотехнологической продукции не получили должного развития. Промышленное производство биотехнологической продукции представлено в Казахстане в виде производства отдельных видов тест систем, вакцин, молочных биопродуктов, кормовых добавок, средств защиты растений и спирта.

По итогам 2010 года доля отечественного производства фармацевтических продуктов по данным Агентства РК по статистике составила в стоимостном выражении 13,7 %. По данным Комитета таможенного контроля МФ РК за 11 месяцев 2010 года экспорт фармацевтической продукции составил 2,2 млрд. тг. или 15,4 млн. долларов США. Большинство востребованных лекарственных и биофармацевтических препаратов Казахстан импортирует. Импорт фармацевтической продукции составил 118,5 млрд. тг. или 806,5 млн. долларов США. В 2016 г прогнозируемый спрос на противотуберкулезные препараты в Казахстане будет на уровне 1 948 млн. тенге, а инсулина - 1 423 млн. тенге.

Обзор Стратегических планов отдельных отраслевых Министерств на период до 2015 года показал, что сегодня сложилась ситуация, когда отечественный рынок биотехнологической продукции уже занят зарубежными транснациональными корпорациями, создавая тотальную зависимость страны от импорта, это особенно наблюдается в фармацевтической отрасли. Аналогичный сценарий прогнозируется в сельском хозяйстве, биоэнергетике, пищевой и перерабатывающей промышленности.

В Стратегическом плане Министерства индустрии и новых технологий Республики Казахстан на 2011-2015 годы, утвержденном постановлением Правительства Республики Казахстан от 8 февраля 2011 года № 102 отмечено, что проблемы существующие в фармацевтической промышленности, в основном, связаны с «узким» ассортиментом производимой продукции, несоответствие производств международным стандартам GMP и несовершенство нормативно-правовой базы регулирующей развитие данной отрасли.

В Стратегическом плане Министерства здравоохранения Республики Казахстан на 2011-2015 годы, утвержденном постановлением Правительства Республики Казахстан от 25 февраля 2011 года № 183 отмечен низкий уровень развития производственной базы по выпуску медицинских иммунобиологических препаратов, в первую очередь диагностикумов, тест систем и др [54].

В настоящее время отдельными министерствами реализуются отраслевые программы, косвенно затрагивающие вопросы биотехнологии, среди них:

- Программа по развитию Агропромышленного комплекса в Республике Казахстан на 2013-2020 годы «АГРОБИЗНЕС – 2020», целью которого является создание условий для повышения конкурентоспособности субъектов АПК Республики Казахстан;

- Государственная программа развития здравоохранения Республики Казахстан «Саламатты Қазақстан» на 2011-2015 годы, утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 4 августа 2010 года № 791;

- **Программа по развитию фармацевтической промышленности Республики Казахстан на 2010-2014 годы, утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 29 ноября 2010 года № 1113.**

### 3.1.2 Анализ развития и финансирования науки и технологий

Перечень и краткие результаты проведенных в Казахстане НИОКР по направлению «Биотехнологии» за период с 2002 по 2012 годы представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень и краткие результаты проведенных в Казахстане НИОКР по направлению «Биотехнологии» за период с 2002 по 2012 годы

| № | Название НИР                                                                                                                                                                                                              | Срок реал из. (год) | Название организации                         | Результаты реализованных проектов (с фактическими и экономическими показателями)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Конструирование биопрепаратов на основе активных штаммов микроорганизмов. Получение опытных партий пробиотиков для животноводства и ветеринарии. Подбор (разработка) методов длительного хранения штаммов микроорганизмов | 2001 - 2005         | Каз. нац. аграр. ун-т                        | Изучена возможность создания синбиотика на основе молочнокислых бактерий, дрожжей и минералов (цеолит, бентонит, шунгит). Внесение цеолита (5 %) положительно влияет на культуральную и антагонистическую активность штаммов в составе пробиотика торулакт. Оптимизированы питательные среды для спороносных уробактерий. Получена опытная партия препарата торулакт. Для длительного хранения культур молочнокислых бактерий предложено использовать лиофильное высушивание и среды с цеолитом. |
| 2 | Биотехнология создания иммобилизованного биопрепарата-пробиотика "Рисо-Лакт"                                                                                                                                              | 2011 - 2011         | Научно-технол. парк при КазНУ им. аль-Фараби | Проведен скрининг кислотообразующей и антагонистической активности штаммов лактобацилл. Отобраны 3 высокоактивных штаммов. Определена эффективность сорбции клеток лактобацилл на рисовой шелухе. Установлено, что карбонизованная рисовая шелуха обладает сорбционной емкостью                                                                                                                                                                                                                  |

|   |                                                                                                           |             |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                           |             |                                              | как носитель. Получены опытные образцы пробиотического препарата в таблетированной форме и в порошке.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3 | Сохранение, пополнение и изучение коллекции первичных и перевиваемых культур клеток                       | 2001 - 2004 | Н.-и. с.-х. ин-т НЦБ РК                      | Объект исследования: первичные и перевиваемые культуры клеток, методы их культивирования и хранения. Получены клоны культур клеток, изучены их культуральные и репродуктивные свойства. На длительное хранение заложены освеженные культуры клеток.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4 | Создание, сохранение и использование коллекции микроорганизмов для пищевой промышленности и биотехнологии | 2001 - 2004 | Науч.-произв. центр перераб. и пищ. пром-сти | Объект исследования: штаммы молочнокислых бактерий, дрожжей, тест-культуры <i>B. subtilis</i> . Изучены методы культивирования и режимы длительного хранения коллекционных дрожжей, молочнокислых и споровых бактерий, обеспечивающие сохранение биохимической активности и промышленно ценных свойств. Проведена оценка жизнеспособности дрожжей и молочнокислых бактерий, хранящихся в режиме субкультивирования и лиофильно-высушенном виде, культур <i>B. subtilis</i> , хранящихся на косячках, в столбиках под маслом, на жидкой среде. Оптимизированы питательные среды. Разработаны исходные требования к промышленным штаммам микроорганизмов и рекомендации по поддержанию и хранению коллекционных культур. |
| 5 | Создание унифицированной электронной базы данных коллекции                                                | 2001 - 2004 | Науч.-произв. центр перераб. и пищ. пром-сти | Осуществлен ввод информации о штаммах микроорганизмов, используемых в пищевой промышленности и биотехнологии, в базу данных. Заложены сведения о типе                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|   |                                                                                                                                                                                                                 |                   |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | микроорганизмо<br>в                                                                                                                                                                                             |                   |                                                          | микроорганизмов, питательных<br>средах, библиографии,<br>систематическом положении,<br>морфологических, физико-<br>химических свойствах<br>микроорганизмов. Разработана<br>инструкция для пользователей базы<br>данных.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6 | Цитофизиологич<br>еские<br>закономерности<br>действия<br>сверхнизкой<br>температуры на<br>культивируемые<br>ткани и<br>разработка<br>биоинженерных<br>методов<br>создания<br>криобанка<br>гермоплазмы<br>яблони | 2003<br>-<br>2005 | Ин-т<br>физиол.,<br>ген. и<br>биоинж.<br>раст.<br>НЦБ РК | Разработана оптимальная схема<br>криоконсервации, обеспечивающая<br>сохранение высокой<br>жизнеспособности апикальных<br>меристем: введение в культуру in<br>vitro; микрклональное<br>размножение побегов; холоддовая<br>акклиматизация асептических<br>побегов; изолирование и<br>культивирование апикальных<br>меристем на среде МС с сахарозой;<br>обработка криопротектором PVS2;<br>хранение меристем в жидком азоте<br>(-196 {o}C); оттаивание;<br>регенерация растений. Выявлены<br>пути адаптации клеток к<br>сверхнизкой температуре. На этапе<br>холодовой акклиматизации наряду<br>с увеличением вдвое размера<br>клеток отмечены появление<br>крупных пластид с ламеллярной<br>системой, значительное накопление<br>крахмальных зерен, вакуолей с<br>электронно-плотным содержимым,<br>активация митохондриального<br>аппарата, увеличение содержания<br>полиненасыщенных жирных кислот<br>- линолевой и линоленовой. Не<br>выявлены генетические изменения<br>растений после криогенного<br>хранения. Создана криогенная<br>коллекция гермоплазмы яблони. |
| 7 | Разработка<br>биотехнологиче<br>ских<br>методов                                                                                                                                                                 | 2001<br>-<br>2005 | Ин-т<br>физиол.,<br>ген. и<br>биоинж.                    | Сформированы коллекции<br>изопризнаковых линий озимой и<br>яровой пшеницы с адаптивными<br>морфологическими маркерными                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|   |                                                                                                                              |             |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | поддержания коллекций гермоплазмы зерновых и зернобобовых культур и пополнения их формами, устойчивыми к стрессовым факторам |             | раст. НЦБ РК                                 | признаками, признаками цитоплазматической и генной мужской стерильности, форм с высокой фотосинтетической активностью, сортоформ риса и фасоли. Районированы сорта яровой пшеницы Мирас, Надежда и Алем. На государственное испытание переданы сорта риса Мадина, Баканасский и штамбовой фасоли - Актатти и Джунгарская.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 8 | Создание, сохранение и использование коллекции микроорганизмов для пищевой промышленности и биотехнологии                    | 2001 - 2005 | Науч.-произв. центр перераб. и пищ. пром-сти | Цель: поддержание коллекции, оценка методов культивирования и режимов длительного хранения дрожжей, молочнокислых и споровых бактерий, обеспечивающих сохранение биохимической активности и промышленно ценных свойств коллекционных культур. Проведена инвентаризация коллекции промышленных микроорганизмов. Изучены физиолого-биохимические характеристики дрожжей, молочнокислых бактерий и <i>B. subtilis</i> , хранящихся в лиофильно-высушенном состоянии. Оценена жизнеспособность дрожжей и молочнокислых бактерий, длительно хранящихся в режиме субкультивирования, на твердой питательной среде под минеральным маслом и лиофильно-высушенном виде. Внедрены на хлебопекарных предприятиях республики более 100 коллекционных культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Разработаны рекомендации по хранению и выводу культур молочнокислых бактерий и дрожжей из анабиоза, поддержанию и хранению |

|    |                                                                                                                                                                                                                         |                   |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                         |                   |                                         | коллекционных штаммов молочнокислых бактерий для пищевой промышленности, использованию активных штаммов микроорганизмов и их консорциумов для различных отраслей агропромышленного комплекса.                                                                                                                          |
| 9  | Создание коллекции культур микроорганизмов и микроводорослей для биотехнологического производства препаратов с антибиотическими и пробиотическими свойствами                                                            | 2001<br>-<br>2005 | НИИ пробл. биол. и биотехнол. при КазНУ | Изучены физиолого-биохимические свойства молочнокислых бактерий, <i>B. subtilis</i> и микроводорослей, выделенных из различных субстратов. Республиканская коллекция микроорганизмов пополнена новыми культурами.                                                                                                      |
| 10 | Создание единой национальной коллекции, документирование ценных для биотехнологии штаммов микроорганизмов (патогенных для животных) и изучение возможности их использования при разработке и производстве биопрепаратов | 2001<br>-<br>2005 | Н.-и. вет. ин-т                         | Создан информационный банк данных о штаммах микроорганизмов. Издан каталог микроорганизмов, хранящихся в НИВИ (263 штамма). Приготовлена опытная серия вакцины против сальмонеллезного аборта лошадей. Проведены освежение коллекционных штаммов микроорганизмов, культивирование 7 линий перевиваемых культур клеток. |
| 11 | Создание единой                                                                                                                                                                                                         | 2001<br>-         | Н.-и. вет. ин-т                         | Создана электронная версия каталога микроорганизмов,                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                                                                                                                                                                          |             |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | национальной коллекции, документирование ценных для биотехнологии штаммов микроорганизмов (патогенных для животных) и изучение возможности их использования в производстве биопрепаратов | 2005        |                                   | хранящихся в НИВИ. Изучены морфологические, тинкториальные, культуральные, антигенные, агглютиногенные свойства штаммов микроорганизмов в разрезе таксонометрических групп (прокариоты, эукариоты, вирусы, простейшие). Проведены реактивация 139 штаммов бруцелл, паспортизация 14 эталонных штаммов микобактерий. Разработан диагностикум для обнаружения сибиреязвенного антигена. |
| 12 | Поддержание и пополнение коллекции возбудителей болезней животных и птиц                                                                                                                 | 2001 - 2006 | Ин-т пром. биотехнол. НЦБ РК      | Исследованы жизнеспособность и биологические свойства культур, лиофилизированных на защитной среде, после 12-18 мес. хранения. Усовершенствован способ изготовления вакцины против эктимы овец. Подготовлены проекты НТД на препарат.                                                                                                                                                 |
| 13 | Формирование основы национального банка генов для анализа распространения и изменчивости возбудителей особо опасных инфекций животных и птиц                                             | 2004 - 2007 | НИИ пробл. биол. безопасн. НЦБ РК | Осуществлены генетическое картирование, секвенирование и рестрикционный анализ штаммов и изолятов вирусов. Наработаны рекомбинантные структуры. Определены пути проникновения возбудителей инфекций и их изменчивости при возникновении вспышек заболеваний.                                                                                                                          |
| 14 | Формирование и сохранение коллекции культур микроорганизмов, используемых и перспективных в                                                                                              | 2001 - 2006 | Каз. нац. аграр. ун-т             | Выделены активные штаммы молочнокислых и уробактерий. Созданы биопрепараты пробиотического действия, обеспечивающие поддержание оптимального микробного баланса в пищеварительном тракте, повышение неспецифической резистентности животных, прирост                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                                           |             |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | сельскохозяйственной биотехнологии                                                                                        |             |                                                      | массы тела, оказывающие профилактический и лечебный эффект при заболеваниях, сопровождающихся диареей.                                                                                                                                                                                                                                  |
| 15 | Сохранение, пополнение и изучение коллекции первичных и перевиваемых культур клеток                                       | 2001 - 2007 | Н.-и. с.-х. ин-т НЦБ РК                              | Изучены клеточные линии. Получены клоновые варианты, перспективные для культивирования вирусов возбудителей инфекционных болезней сельскохозяйственных животных. Осуществлены паспортизация и хранение клеточных линий и их клонов в музейном банке.                                                                                    |
| 16 | Создание коллекции соматклонов картофеля, устойчивых к стрессовым факторам                                                | 2002 - 2008 | Каз. агротехн. ун-т им. С. Сейфуллина                | Получен селекционный материал картофеля методами клеточной селекции. Изучена каллусообразующая способность генотипов картофеля. Получены растения-регенеранты на селективных средах с культуральными филтратами. Проведен цитологический анализ каллусных тканей. Растения-регенеранты оценены на устойчивость к фитопатогенным грибам. |
| 17 | Создание, поддержание и сохранение коллекции микроорганизмов - возбудителей болезней сельскохозяйственных животных и птиц | 2006 - 2009 | Н.-и. вет. ин-т                                      | Разработаны методические рекомендации по хранению микроорганизмов различных таксономических групп. Создана компьютерная база данных микроорганизмов - возбудителей особо опасных инфекций.                                                                                                                                              |
| 18 | Генетические ресурсы зерновых и зернофуражных культур Северного Казахстана:                                               | 2007 - 2009 | Науч.-произв. центр зерн. хозяйства им. А.И. Бараева | Изучены 5100 образцов зерновых и зернофуражных культур с комплексом хозяйственно-ценных признаков. Сформирована признаковая коллекция по крупнозерности, устойчивости к полеганию и засухе. Созданы 304                                                                                                                                 |

|    |                                                                                                                                                            |             |                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | формирование, комплексное изучение, организация хранения, создание информационного банка данных генофонда                                                  |             |                                              | комбинации скрещивания. Генофонд пополнен 1215 образцами яровой пшеницы и ячменя.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 19 | Разработка и совершенствование биотехнологии сохранения генетических ресурсов высокопродуктивных пород овец Казахстана и создание криобанка их гермоплазмы | 2006 - 2009 | Ин-т эксперим. биол. им. Ф.М. Мухамедгалиева | Определены фенотип овец-доноров гермоплазмы, овуляторная реактивность подопытных овцематок на введение гонадотропных гормонов в различных дозах. Дана морфологическая характеристика ооцитов и эмбрионов, полученных от гормонально обработанных маток. Изучено влияние криоконсервации эмбрионов на их морфологические характеристики и приживляемость при трансплантации реципиентам.                                                                                                                                                                                                     |
| 20 | Изучение биоразнообразия и создание коллекции энтомопатогенных микроорганизмов в Казахстана                                                                | 2006 - 2009 | Каз НИИ защиты и карантин а раст.            | Из трупов насекомых выделены в чистые культуры штаммы энтомопатогенных грибов и бактерий. Проведена видовая идентификация природных изолятов энтомопатогенных грибов. Выделенные микромицеты принадлежит к отделу Deuteromycota, порядку Hyphomycetes, родам Beauveria, Paecilomyces. Из бактерий идентифицированы Bacillus thuringiensis. Дана оценка скорости прироста колоний штаммов энтомопатогенных грибов. Отмечены штаммы с высокой вирулентностью в отношении вошинной огневки, крестоцветного клопа, колорадского жука, пустынного пруса, азиатской саранчи, тополевого и ивового |

|    |                                                                                                                                              |                            |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                              |                            |                                                  | <p>листоеда. По скорости гибели хозяина существенно превалирует штамм ВCu9-06. Завершена паспортизация штаммов энтомопатогенных грибов и бактерий.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 21 | <p>Формирование, сохранение и паспортизация коллекции генетически маркированных штаммов биотехнологически ценных культур микроорганизмов</p> | <p>2006<br/>-<br/>2009</p> | <p>НИИ пробл. биол. и биотехнол. при КазНУ</p>   | <p>По уровню кислотообразования, антагонистической и адгезивной активности отобраны штаммы бифидо- и лактобактерий. Получены штаммы нефтеокисляющих бактерий, устойчивые к ампициллину, тетрациклину, цефазолину. Лиофилизация штаммов бактерий-пробиотиков и нефтеокисляющих бактерий обеспечивает их высокую жизнеспособность с сохранением целевых свойств. Штаммы не обладают гемолитической, лецитиназной, казеинолитической, желатиназной, фосфатазной, мутагенной активностью. Все испытанные культуры штаммов авирулентны, не оказывают токсического и аллергенного действия на лабораторных животных. Сформирована коллекция антибиотикорезистентных штаммов пробиотиков и нефтеокисляющих бактерий. Подобраны условия лиофилизации и криоконсервации штаммов.</p> |
| 22 | <p>Формирование и поддержание генофонда микроорганизмов для перерабатывающей и пищевой</p>                                                   | <p>2009<br/>-<br/>2010</p> | <p>Алмат. фил. Каз. НИИ перераб. с.-х. прод.</p> | <p>Проведена инвентаризация коллекционных штаммов молочнокислых бактерий. Из пшеничной муки первого и высшего сорта отобраны изоляты - активные антагонисты возбудителей</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                                                                                   |                   |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | промышленност<br>и                                                                                |                   |                                          | картофельной болезни хлеба. Выделены изоляты культур <i>B. subtilis</i> с высокой биологической активностью. Оформлены паспорта на активные коллекционные штаммы микроорганизмов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 23 | Создание банка генов изолятов возбудителей высокопатогенного гриппа птиц                          | 2006<br>-<br>2010 | НИИ пробл. биол. безопасн. НЦБ РК        | Создан банк генов возбудителей гриппа птиц, состоящий из 45 штаммов, принадлежащих к 9 подтипам по гемагглютину и 5 подтипам по нейраминидазе.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 24 | Пополнение, сохранение и паспортизация коллекционных культур микроводорослей Республики Казахстан | 2009<br>-<br>2010 | НИИ пробл. биол. и биотехно л. при КазНУ | Из горячего источника Тургенского ущелья выделены водоросли рода <i>Synechococcus</i> , из почв Алматинской области - водоросли рода <i>Phormidium</i> , <i>Anabaena</i> , <i>Nostoc</i> . Установлена способность к азотфиксации культур <i>Nostoc caldicola</i> и <i>Anabaena variabilis</i> . Хранение культур микроводорослей в вазелиновом масле при -20 °C признано оптимальным. Восстановление жизненных функций у высушенных культур более длительно, чем у сохраняемых в вазелиновом масле. Выживаемость после замораживания и размораживания в случае использования в качестве криопротектора вазелинового масла составляет 90-98 % (при использовании глицерина - 36-45 %). Создан криобанк генетически важных маркерных штаммов фототрофных микроорганизмов. |
| 25 | Изучение и развитие                                                                               | 2008<br>-         | Ин-т микробио                            | Проведена инвентаризация коллекции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                             |             |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | коллекции производственно-ценных микроорганизмов с целью получения высокоэффективных препаратов для медицины, сельского хозяйства и охраны окружающей среды | 2010        | л. и вирусол.                        | производственно-ценных культур микроорганизмов различной таксономической принадлежности. Подобраны методы консервации и дальнейшего хранения культур. Изучена гетерогенность молочнокислых бактерий. Подготовлены указатель культур микроорганизмов, информационный банк данных о штаммах, каталог культур, включающий сведения о 356 штаммах.                                                                              |
| 26 | Пополнение и поддержание криогенных коллекций клеток и тканей хозяйственно-ценных, редких и исчезающих видов плодовых и ягодных культур                     | 2008 - 2010 | Ин-т биол. и биотехнол. раст. НЦБ РК | Проведены микрклональное размножение асептических растений, криосохранение апикальных меристем плодовых и ягодных культур. Регенерационный потенциал образцов смородины после жидкого азота составляет 47-76 %, малины - 55-80, яблони - 58-82, вишни - 45-54 %. Усовершенствован регламент криоконсервации. Создана электронная база данных криогенной коллекции тканевых и клеточных культур плодовых и ягодных растений. |
| 27 | Пополнение коллекции хозяйственно-ценных культур микроводорослей и цианобактерий для сохранения биоразнообразия и использования в биотехнологии             | 2008 - 2010 | НИИ пробл. экол. при КазНУ           | Коллекция культур микроводорослей насчитывает 93 штамма: Chlorophyta - 41 вид, Bacillariophyta - 9, Cyanoprocarvota - 36, Xanthophyta - 7 видов. Изучены ростовые процессы, а также влияние химических и физических факторов на ростовую активность микроводорослей. Выявлены оптимальные среды выращивания и хранения, режимы и сроки                                                                                      |

|    |                                                                                                                                                                      |             |                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                      |             |                                        | <p>культивирования микроводорослей. Изучена продукционная способность коллекционных штаммов (накопление суммарного белка, углеводов и липидов в зависимости от продолжительности культивирования). Разработаны протоколы криоаморазивания зеленых, сине-зеленых и диатомовых водорослей, паспорта альгологически и бактериологически чистых культур микроводорослей, рекомендации по их культивированию и длительному хранению.</p>                          |
| 28 | Пополнение и изучение коллекции дикорастущих злаковых                                                                                                                | 2008 - 2010 | Ин-т биол. и биотехнол. раст. НЦБ РК   | <p>Собраны растения дикорастущего ячменя <i>Hordeum spontaneum</i> из популяций Южно-Казахстанской области. Уровень генетического разнообразия <i>H. spontaneum</i> изучен с помощью микросателлитных (SSR) маркеров. Выявлен уровень изменчивости ДНК-маркеров. MatK является наиболее полиморфным ДНК-маркером, приемлемым для изучения молекулярной систематики дикорастущих злаковых культур.</p>                                                        |
| 29 | Пополнение и генетическая паспортизация основного фонда республиканской коллекции культур микроорганизмов для сохранения биоразнообразия как национального достояния | 2008 - 2010 | Респ. коллекция микроорганизмов НЦБ РК | <p>Проведена амплификация участка 16S rRNA коллекционных штаммов бактерий родов <i>Lactobacillus</i>, <i>Bacillus</i>, <i>Proteus</i>, <i>Escherichia</i>, <i>Shigella</i>, <i>Serratia</i>, <i>Salmonella</i> и <i>Pseudomonas</i>. Штаммы, перспективные в качестве нефтедеструкторов, изучены по морфолого-культуральным, тинкториальным свойствам. Осуществлена родовая и видовая дифференциация. Активные культуры паспортизированы и депонированы.</p> |

|    |                                                                                                                                                                                                   |             |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | государства                                                                                                                                                                                       |             |                                   | Коллекция микроорганизмов пополнена 240 штаммами. Создана электронная база данных микроорганизмов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 30 | Изучение биологических и молекулярно-генетических свойств выделенных патогенов. Паспортизация и закладка на хранение выделенных возбудителей болезней в республиканской коллекции микроорганизмов | 2009 - 2010 | Нац. центр биотехнологий РК       | Исследованы пробы биологического материала от рыб, моллюсков, птиц, тюленей, наземных млекопитающих на наличие агентов инфекционной природы. У 20-24 % рыб казахстанской части акватории Каспийского моря обнаружены патологические изменения во внутренних органах. Такие рыбы встречаются преимущественно в устьях р. Волги и Урала и в районе северо-восточного побережья, т. е. в районах с повышенной концентрацией загрязняющих веществ. Выделены бактерии <i>Pseudomonas</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Pasteurella</i> , <i>Micobacterium</i> , <i>Aeromonas</i> , <i>Enterococcus</i> , <i>Neisseria</i> , <i>Streptococcus</i> . От серебристой чайки выделен возбудитель, отнесенный к роду пастерелл, с гемолитическими и патогенными свойствами. |
| 31 | Формирование и поддержание генофонда микроорганизмов для перерабатывающей и пищевой промышленности                                                                                                | 2009 - 2011 | Каз. НИИ перераб. и пищ. пром-сти | Проведена инвентаризация коллекционных штаммов молочнокислых бактерий и <i>B. subtilis</i> . Определена кислотообразующая и антагонистическая активность культур молочнокислых бактерий после 6 мес. хранения. Отобраны активные культуры для последующей идентификации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 32 | Создание коллекции и                                                                                                                                                                              | 2009 -      | Евраз. нац. ун-т                  | Собраны 500 образцов. Идентифицированы и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                                                          |             |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | разработка технологии введения в культуру высокоурожайных штаммов природных съедобных грибов Казахстана                                                                                  | 2011        | им. Л.Н. Гумилева                                            | морфометрически опасны 119 видов шляпочных грибов из 2 классов (базидиальные и сумчатые), 4 порядков изучены морфолого-культурные признаки и ростовые параметры мицелия.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 33 | Оценка регенеративных и иммунобиологических свойств культивируемых стволовых/прогениторных клеток (КС/ПК), полученных из периферической крови человека для целей регенеративной медицины | 2009 - 2011 | Институт молекулярной биологии и биохимии им. М.А. Айтхожина | Проведена оценка пригодности разработанной ранее технологии получения длительно культивируемых моноклеарных клеток периферической крови (ДКМКПК), выделенных из человека и обогащенной CD34+ гемопоэтическими стволовыми/прогениторными клетками для использования в регенеративной медицине. Показано, что культура ДКМКПК человека представляла собой сфероидные колонии с гетерогенным клеточным составом, включающим более 30 % клеток с фенотипом КС/ПК CD34+. Культура ДКМКПК, полученная по предложенной технологии, не может быть использована для целей регенеративной медицины, поскольку несет потенциальную канцерогенную и иммунотоксическую опасность. |
| 34 | Создание индивидуального генетического паспорта и изучение генетического разнообразия популяций                                                                                          | 2010 - 2011 | Национальный центр биотехнологий Республики Казахстан        | Создана отечественная система определения комплексов гистосовместимости (HLA) и характеристики генетического многообразия народов, проживающих на территории Казахстана. Разработаны и апробированы протоколы для типирования HLA.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                                                                                                         |             |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | постоянно проживающих в Казахстане людей                                                                                |             |                                           | Собраны однородные выборки и проведено генотипирование по генетическим маркерам. Оценено разнообразие на субпопуляционном уровне.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 35 | Сохранение и получение новых штаммов микроорганизмов, перспективных для использования в биотехнологическом производстве | 2009 - 2011 | Республиканская коллекция микроорганизмов | Исследованы микроорганизмы медицинского значения, образцы малочнокислых бактерий, выделенных из молочных и других продуктов питания, а также из клинических материалов, активные культуры против плесневых грибов и целлюлолитически активные микроорганизмы. Проведено выделение культур микроорганизмов путем инокулирования твердых и жидких чувствительных питательных сред методом истощения по Гоулду, с последующим посевом единичных колоний на дифференциально-диагностические среды. Изучали морфолого-культуральные и биохимические свойства выделенных биообъектов с последующим проведением генотипирования. За отчетный период выделено из различных экологических ниш 155 изолятов молочнокислых бактерий, 30 культур целлюлолитически активных мицелиальных грибов и бактерий, и 50 изолятов микроорганизмов активных против плесневелых грибов. Все полученные результаты будут положены в основу разработки новых конкурентоспособных биопрепаратов. |
| 36 | Разработка биотехнологии                                                                                                | 2012 -      | Институт биологии                         | Результатом исследования является оптимизация условий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|    |                                                                                                                                  |             |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | криоконсервации и клеточных культур и создание банка гермоплазмы отечественных и зарубежных сортов винограда                     | 2012        | и биотехнологии растений                                                                    | стерилизации тканей и состава питательных сред для введения в культуру <i>in vitro</i> и микроразмножения асептических растений, введение и размножение в культуре <i>in vitro</i> сортообразцов винограда для проведения экспериментов по хладохранению криоконсервации.                                                                                                                        |
| 37 | Разработка научно-методической и информационной базы данных по микробиологическому разнообразию почв Казахстана                  | 2010 - 2012 | Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии при КазНУ им. аль-Фараби | Проведено описание профиля разных типов по морфологическим характеристикам и определены физико-химические свойства основных типов почв Казахстана, изучено микробное разнообразие разных типов почв по основным таксономическим группам культивируемых микроорганизмов: бактерий, микромицетов, актиномицетов, дрожжей и оценена их биологическая значимость; создан информационный банк данных. |
| 38 | Разработка биотехнологии создания новых БАД и диетических продуктов питания на основе возделывания и переработки сахарного сорго | 2012 - 2012 | Институт биологии и биотехнологии растений                                                  | Проводилось выявление высокоурожайных сортов сахарного сорго зарубежной селекции с высоким содержанием растворимых сахаров, отличающихся устойчивостью к неблагоприятным условиям среды и их интродукция в зонах рискованного земледелия РК для использования в качестве источника биологически активной добавки (БАД) и продуктов диетического питания.                                         |
| 39 | Поиск высокоэффективных продуцентов кислоты-сырья                                                                                | 2012 - 2012 | Научно-исследовательский институт проблем                                                   | В результате из почв и водоемов Казахстана отобраны 17 культур бактерий и 4 культуры грибов, характеризующихся способностью синтезировать АК                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                                                                                                                                                                                             |             |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | для получения биологически активных веществ                                                                                                                                                                 |             | биологии и биотехнологии при КазНУ им. аль-Фараби        | (по тесту на аспирин чувствительность). Проведена их родовая и видовая идентификация.                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 40 | Создание отечественных тест-систем для идентификации и паспортизации крупного рогатого скота.                                                                                                               | 2012 - 2012 | Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан    | В результате сформирована коллекция образцов ДНК КРС казахская белоголовая, алатауская, аулиекольская, аулиеатинская Акмолинской, Северо-Казахстанской, Западно-Казахстанской, Алматинской областей РК. Подобран оптимальный метод выделения ДНК КРС из цельной крови.                                                                                                    |
| 41 | Клонирование целлюлозных генов и их повышенная экспрессия в генетически модифицированных организмах (про- и эукариот) для получения ферментов, используемых в производстве биоэтанола из целлюлозного сырья | 2009 - 2011 | НИИ пробл. биол. и биотехнолог. при КазНУ им. аль-Фараби | Выделены гены целлобиогидролаз из штаммов гриба <i>Lentinula edodes</i> . Получены рекомбинантные ДНК-конструкции, несущие гены целлобиогидролаз гриба. Проведена генетическая трансформация клеток бактерий, дрожжей и растений рекомбинантными ДНК-конструкциями. Проведена оптимизация экспрессии генов целлобиогидролаз с использованием транскрипционных промоторов. |
| 42 | Научно обоснованная оценка возможных рисков применения генетически модифицирован                                                                                                                            | 2009 - 2011 | Национальный центр биотехнологий Республики Казахстан    | Разработана комплексная система оценки степени риска применения генетически модифицированных организмов. Осуществлен научный анализ возможных рисков применения ГМО, рекомендаций и методов по их предотвращению.                                                                                                                                                         |

|    |                                                                                                                                                 |             |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ных организмов, рекомендации и методы по их предотвращению                                                                                      |             |                                                       | Дан анализ международного опыта исследований по оценке риска высвобождения ГМ растений и обеспечению безопасности при проведении лабораторных работ. Создана схема оценки рисков, связанных с воздействием ГМ растений на окружающую среду.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 43 | Противораковый препарат на основе аттенуированных штаммов сальмонелл и пептидов, специфически взаимодействующих с опухолевыми клетками человека | 2009 - 2012 | Национальный центр биотехнологий Республики Казахстан | Проведены эксперименты по оценке эффективности штаммов. Дана оценка токсичности штаммов. Получены противоопухолевые препараты на основе сальмонелл, несущих генетические конструкции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 44 | Разработка системы комплексного анализа маркеров развития онкологических поражений                                                              | 2010 - 2011 | Национальный центр биотехнологий Республики Казахстан | Проведен скрининг мутаций в гене BRCA1/2 у женщин с раком молочной железы, изучены полиморфизмы генов PGR, FGFR2 у больных раком молочной железы и других генов при колоректальном раке и раке желудка. Разработаны скрининговые панели наиболее часто встречающихся полиморфизмов в казахстанской популяции по генам при раке молочной железы, при колоректальном раке и раке желудка, что важно при оценке генетического риска заболевания, выделения групп риска. Показаны слабые ассоциации полиморфизмов генов. |
| 45 | Разработка нового поколения ранозаживляющ                                                                                                       | 2009 - 2012 | Национальный центр биотехно                           | Проведен скрининг мазевых основ для создания препаратов на основе цитокинов человека и определена оптимальная                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                                                                                                                                                 |             |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | их препаратов на основе рекомбинантных цитокинов человека - фактора некроза опухоли альфа, ангиогенина и эритропоэтина                                          |             | логий<br>Республики<br>Казахстан                                            | лекарственная форма для местного применения. Проведена оценка эффективности фактора некроза опухоли альфа, ангиогенина и эритропоэтина на моделях полнослойной раны, адьювантного артрита, хронического воспаления, а также длительно незаживающей раны при аллоксановом сахарном диабете. Получены данные по токсичности фактора некроза опухоли альфа, ангиогенина и эритропоэтина.                                                                   |
| 46 | Разработка новых методов оценки и биоремедиации загрязненных водных экосистем на основе тест-штаммов и консорциумов микроводорослей                             | 2012 - 2012 | Научно-исследовательский институт проблем экологии при КазНУ им. аль-Фараби | Результатом работы является выделение из природных субстратов новых активных штаммов микроводорослей, перспективных для очистки водных экосистем, загрязненных различными видами поллютантов; из накопительных культур на селективные среды, получено 6 альгологически чистых культур микроводорослей. Из которых в результате проведенной далее очистки штаммов от бактерий получены бактериологически чистыми 2 культуры.                             |
| 47 | Разработка нового поколения ранозаживляющих препаратов на основе рекомбинантных цитокинов человека - фактора некроза опухоли альфа, ангиогенина и эритропоэтина | 2009 - 2012 | Национальный центр биотехнологий Республики Казахстан                       | Проведен скрининг мазевых основ для создания препаратов на основе цитокинов человека и определена оптимальная лекарственная форма для местного применения. Проведена оценка эффективности фактора некроза опухоли альфа, ангиогенина и эритропоэтина на моделях полнослойной раны, адьювантного артрита, хронического воспаления, а также длительно незаживающей раны при аллоксановом сахарном диабете. Получены данные по токсичности фактора некроза |

|    |                                                                                                                                            |             |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                            |             |                                                       | опухоли альфа, ангиогенина и эритропоэтина.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 48 | Научно обоснованная оценка возможных рисков применения генетически модифицированных организмов, рекомендации и методы по их предотвращению | 2009 - 2011 | Национальный центр биотехнологий Республики Казахстан | Разработана комплексная система оценки степени риска применения генетически модифицированных организмов. Осуществлен научный анализ возможных рисков применения ГМО, рекомендаций и методов по их предотвращению. Дан анализ международного опыта исследований по оценке риска высвобождения ГМ растений и обеспечению безопасности при проведении лабораторных работ. Создана схема оценки рисков, связанных с воздействием ГМ растений на окружающую среду. |
| 49 | Разработка биопрепарата с ростстимулирующей и фунгицидной активностью на основе ризо- и планосферной микрофлоры лекарственных растений     | 2012 - 2012 | Республиканская коллекция микроорганизмов             | В результате исследования: из ризо- и планосферы полыни гладкой и аянии кустарничковой выделены 93 изолята: грибы-54, бактерий-39, с высокой протеолитической, амилалитической, целлюлозолитической активностью. При изучении антагонистической активности выделенных штаммов грибов установлено, что штамм 90-2 T. viride проявляет антагонистические свойства против грибов рода Fusarium, а штамм 9 против грибов рода Alternaria                          |
| 50 | Изучение генной и цитоплазматической мужской стерильности у пшеницы                                                                        | 2003 - 2005 | Ин-т физиол., ген. и биоинж. раст. НЦБ РК             | Объект исследования: аллоплазматические и беккроссированные линии с признаками стерильности, полученные в результате скрещивания видов и родов Triticum L. и Aegilops L. из трибы Triticeae Dum. Во всех комбинациях скрещивания выявлено                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                                                                                                                   |             |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                   |             |                                           | <p>расщепление на стерильные и фертильные растения. В комбинации</p> <p>Мироновская 808 х Т. disosum BC[2]F[3], BC[3]F[4] и F[5], обнаружены семьи с проявлением признаков генной (ГМС) и цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), в комбинации Т.</p> <p>kiharae х Ульяновка - стерильные, полустерильные и полуфертильные растения с признаками ЦМС (характерная форма пыльников - "ласточкин хвост") и ГМС (форма пыльников - нитчатая). В комбинации Мироновская 808 х Т. disosum BC[1]F[2] из 217 растений 57 имеют признак ГМС. Это, возможно, свидетельствует о присутствии в гибридном материале рецессивных генов ms[n] и растений с признаком ЦМС. Разработаны метод межвидовой гибридизации пшеницы, технология получения стерильных растений.</p> |
| 51 | Разработка и использование физиолого-генетических методов для создания изопризнаковых линий и форм пшеницы, устойчивых к стрессам | 2001 - 2005 | Ин-т физиол., ген. и биоинж. раст. НЦБ РК | <p>Созданы изопризнаковые линии, несущие адаптивные морфологические маркерные признаки и линии с генами устойчивости к септориозу, твердой головне, ржавчине. Путем введения гена Lr24 получены АДГ-линии, устойчивые к бурой ржавчине. В результате дифференциации по уровню устойчивости к бурой ржавчине выделены доноры генов устойчивости. Разработаны способы определения засухоустойчивости и</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |                                                                                         |             |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                         |             |                                                            | продуктивности пшеницы. Районированы сильные сорта яровой пшеницы Мирас и Надежда и ценный сорт Алем.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 52 | Повышение продуктивности лекарственных растений Казахстана биотехнологическими методами | 2001 - 2006 | Ин-т фитохим.                                              | Получены генетически трансформированные каллусные ткани полыни гладкой, аянии кустарничковой, сосюреи горькой, серпухи венценосной, серпухи чертополоховой с повышенной устойчивостью к глифосату и канамицину, а также растения-регенеранты из них. Полимеразной цепной реакцией идентифицировано наличие в геноме растений химерного прт-гена.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 53 | Создание трансгенных растений картофеля, устойчивых к фитопатогенным вирусам            | 2001 - 2006 | Ин-т молекуляр. биол. и биохим. им. М.А. Айтхожи на НЦБ РК | Показано, что 3'-нетранслируемая последовательность (3'-НТП) геномной РНК Y-вируса картофеля способна усиливать эффективность трансляции. Определены структурные детерминанты эффекта. 5'- и 3'-НТП геномной РНК Y-вируса взаимно стимулируют трансляционный эффект друг друга. 5'-НТП геномной РНК М-вируса усиливает эффективность трансляции репортерных мРНК. Созданы трансгенные растения табака и картофеля, экспрессирующие смысловые и антисмысловые РНК по отношению к 5'-НТП Y- и М-вирусов, а также к 3'-НТП Y-вируса. Получены перспективные трансгенные образцы, рекомендованные для дальнейшей селекции картофеля на |

|    |                                                                                                                                                                                                  |             |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                  |             |                                                            | устойчивость к вирусным болезням.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 54 | Создание перспективных линий озимой пшеницы, устойчивых к желтой пятнистости листьев ( <i>Drechslera tritici-repentis</i> ), с использованием методов молекулярной биологии и клеточной селекции | 2006 - 2009 | Ин-т молекуляр. биол. и биохим. им. М.А. Айтхожи на НЦБ РК | Из пораженных листьев яровой и озимой пшеницы и тритикале, стерневых остатков выделены изоляты <i>Drechslera tritici-repentis</i> , изучены их морфологические и культуральные свойства. Исследован полиморфизм ДНК, выделенной из изолятов. Проведен скрининг коммерческих и перспективных сортов озимой пшеницы, а также элитных линий. Выявлены доноры устойчивости к желтой пятнистости листьев. |
| 55 | Установление наследования антисмысловой устойчивости к УБК и МБК в популяции трансгенного картофеля на основе ПЦР                                                                                | 2006 - 2009 | Каз. НИИ картофел. евод. и овощевод.                       | Получены генетически модифицированные растения в антисмысловой ориентации с 3' НТП РНК УБК и 5' НТП РНК МБК, от них - сеянцы от самоопыления. В популяции сеянцев частота наследования составляет 47,7 %. Отселектированы образцы, устойчивые к УБК, МБК и УБК+МБК. Разработана методика повышения частоты завязываемости опыленных цветков до 35-40 %.                                              |
| 56 | Разработка биотехнологии получения трансгенных растений, устойчивых к фитопатогенным вирусам, с помощью РНК-интерференции                                                                        | 2006 - 2009 | Нац. центр биотехнол. РК                                   | Изучено влияние вирусного супрессора интерференции p19 на стабильность экспрессии репортерного гена. Показана стабилизирующая роль p19. Разработана технология получения клеток растений, транзистентно экспрессирующих рекомбинантные вирусные белки.                                                                                                                                               |
| 57 | Физиолого-биохимические                                                                                                                                                                          | 2006 -      | Ин-т биол. и                                               | Показано, что предположительно трансгенные семена                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                              |             |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | основы создания трансгенных растений пшеницы с высокой фотосинтетической активностью и продуктивностью       | 2009        | биотехно л. раст. НЦБ РК              | пшеницы отличаются по морфофизиологическим признакам от исходных форм мелкими размерами семян, формой зерен, окраской, меньшим числом зерен в колосе, но всхожи и жизнеспособны. Трансгенные растения пшеницы с интродуцированным геном, кодирующим фосфоенолпируват карбоксилазу (ФЕПК), демонстрируют повышение интенсивности фотосинтетического газообмена листьев, снижение доли фотодыхания при фотосинтетическом поглощении CO <sub>2</sub> . Обнаружены трансгенные линии пшеницы с урожаем зерна, превосходящим урожай исходных форм на 25 %. Получены предположительно трансгенные семена пшеницы нового урожая с геном ФЕПК. Доказана перспективность использования трансгенных растений пшеницы с геном ФЕПК в качестве моделей изучения фотосинтеза, продукционного процесса, метаболизма, устойчивости к стрессам. |
| 58 | Генетическое картирование локусов количественных признаков генома ячменя, детерминирующих засухоустойчивость | 2006 - 2009 | Ин-т биол. и биотехно л. раст. НЦБ РК | Проведен PCR-анализ родительских форм экспериментальной картирующей популяции - сорта Южно-Казахстанский 43 и линии дикорастущего ячменя <i>H. spontaneum</i> K. с использованием 45 комбинаций AFLP и 57 пар SSR-праймеров. Построена генетическая карта ячменя ЮК43 x <i>H. sp.</i> Выявлены локусы,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                                                                                                            |             |                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                            |             |                                       | <p>детерминирующие показатели засухоустойчивости. Обнаружены ДНК-маркеры, сцепленные с QTL, ассоциированными с засухоустойчивостью. Отобраны 5 линий пивоваренного и 6 линий кормового направлений, отличающиеся засухоустойчивостью и продуктивностью в условиях полива и богары.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 59 | Идентификация эффективных генов устойчивости к желтой ржавчине у рекомбинантных инбредных линий пшеницы                    | 2006 - 2009 | Ин-т биол. и биотехно л. раст. НЦБ РК | <p>Исследованы RILs на ювенильной и возрастной стадиях развития пшеницы. Выявлены высокопродуктивные образцы из набора сортов-дифференциаторов и изогенных линий. Отмечена вирулентность патогена к генам Yr1, Yr6, Yr7 и Yr9. Созданы рекомбинантные инбредные линии. У сортов Таза, Красноводопадская 25 и Улугбек 600 выявлен эффект all-stage (seedling) устойчивости. Высокий уровень генетической корреляции отмечен между устойчивостью к болезни и массой 1000 зерен. Идентифицированы источники устойчивости к желтой ржавчине пшеницы. Выделены 10 перспективных линий с высокой продуктивностью и устойчивостью к болезни.</p> |
| 60 | Создание новых продуктивных и устойчивых к стрессам форм, линий и сортов пшеницы с использованием физиолого-генетических и | 2006 - 2009 | Ин-т биол. и биотехно л. раст. НЦБ РК | <p>Осуществлены скрещивания линий генетической коллекции с перспективными и районированными сортами. Сформированы линии с определенным маркером. Исследована возможность использования изоферментов в качестве маркеров</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                                                                                                                          |             |                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | биотехнологических методов                                                                                               |             |                                      | эпигенетической изменчивости пшеницы. Обнаружен индуктор эпигенетической изменчивости тритон X-100. Выделены линии с высокой морфогенетической и регенерационной способностью. Получены растения-регенеранты в результате прямого андрогенеза (эмбриогенеза), а не каллусогенеза. Проведено испытание сортов сильной яровой пшеницы Степная 15, Северянка, Северянка 2, Дастархан, Отан 1. Передан на государственное испытание сорт озимой пшеницы Светлая.                                                                                                                                                                                                |
| 61 | Молекулярно-генетическое картирование локусов количественных признаков генома пшеницы, детерминирующих их качество зерна | 2006 - 2009 | Ин-т биол. и биотехнол. раст. НЦБ РК | В целях уплотнения генетической карты Chinese Spring x SQ-1 идентифицированы дополнительные полиморфные микросателлитные маркеры. Осуществлена классификация дигаплоидных линий картирующей популяции мягкой пшеницы по компонентам глиаина и высокомолекулярным субъединицам глютелина. Картированы 37 локусов количественных признаков (QTL), детерминирующих качество зерна мягкой пшеницы. Выявлены ДНК-маркеры, сцепленные с локусами количественных признаков, детерминирующих качество пшеницы. Выделены 8 линий пшеницы с высокими показателями качества. Проведена гибридизация перспективных дигаплоидных линий с сортами казахстанской селекции. |
| 62 | Клонирование                                                                                                             | 2006        | Ин-т                                 | Выделены очищенные препараты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|    |                                                                                                                                                                                                               |                   |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | геномной РНК<br>вируса А<br>винограда,<br>разработка<br>системы<br>детекции и<br>создание<br>резистентных<br>трансгенных<br>растений                                                                          | -<br>2009         | биол. и<br>биотехно<br>л. раст.<br>НЦБ<br>РК         | вируса А винограда.<br>Экстрагирована геномная РНК.<br>Определена нуклеотидная<br>последовательность<br>клонированного вирусного генома.<br>Создана<br>конструкция клонированного<br>фрагмента вируса А в смысловой и<br>антисмысловой<br>последовательности и интроном<br>между ними.<br>Конструкция способна вызывать<br>РНК-интерференцию против<br>вирусной<br>инфекции у растений, тем самым<br>придавать растению<br>вирусоустойчивость.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 63 | Разработка<br>биотехнологии<br>создания<br>трансгенных<br>растений<br>пшеницы с<br>высокой<br>фотосинтетичес<br>кой<br>активностью и<br>продуктивност<br>ью на основе<br>методов<br>генетической<br>инженерии | 2006<br>-<br>2009 | Ин-т<br>биол. и<br>биотехно<br>л. раст.<br>НЦБ<br>РК | Разработан метод генетической<br>трансформации пшеницы.<br>Проведен скрининг трансгенных<br>семян на устойчивость к<br>воздействию антибиотиков<br>канамицина и гигромицина,<br>кодируемую<br>селективными маркерными генами<br>nptII и hptII. Подтверждена<br>интродукция гена ФЕПК в геном<br>пшеницы. Идентифицированы<br>трансгенные линии пшеницы на<br>наличие гена ФЕПК. Показано, что<br>трансгенная пшеница<br>демонстрирует повышение<br>интенсивности<br>фотосинтеза на 25-30 %, урожая<br>зерна - на 25-50 %. Разработан<br>биотехнологический регламент<br>создания трансгенных растений<br>пшеницы с высокой<br>фотосинтетической активностью и<br>продуктивностью. Получены<br>трансгенные семена пшеницы. |
| 64 | Разработка<br>методов<br>клеточной и                                                                                                                                                                          | 2006<br>-<br>2009 | Ин-т<br>биол. и<br>биотехно                          | Оптимизированы условия каллусо-<br>и морфогенеза в культуре<br>тканей хлопчатника. Выявлены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|    |                                                                                                                                     |             |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | генетической инженерии для улучшения отечественных сортов хлопчатника                                                               |             | л. раст. НЦБ РК                                            | оптимальные условия инициации соматического эмбриогенеза в культуре тканей. Получена эмбриогенная суспензионная культура клеток хлопчатника, содержащая соматические эмбриониды на стадиях инициации и глобулы. Разработаны эффективные реципиентные системы генетической трансформации: семядоли и гипокотили стерильных проростков; длительно культивируемые эмбриогенные каллусные ткани; пыльца цветущих растений. Получены устойчивые к антибиотикам трансформированные эмбриогенные каллусные ткани хлопчатника Мактаарал 4005. Доказаны экспрессия в клетках каллусов GUS-гена и встраивание в их геном nptII- и GUS-генов. Трансгенные растения экспрессируют перенесенный репортерный GUS-ген. Разработан лабораторный регламент получения трансгенных растений хлопчатника. |
| 65 | Разработка биотехнологии получения трансгенных растений картофеля, устойчивых к фитопатогенным вирусам, с помощью РНК-интерференции | 2006 - 2009 | Ин-т молекуляр. биол. и биохим. им. М.А. Айтхожи на НЦБ РК | Аmplифицированы и клонированы 5'- и 3'-концевые фрагменты геномной РНК Y-вируса картофеля, фрагмент, кодирующий полипептид HC-Pro, а также фрагмент геномной РНК М-вируса, кодирующий полипептид 25K, в смысловой и антисмысловой ориентации. Получены трансгенные растения картофеля сорта Тамаша.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 66 | Разработка биотехнологии создания генетически модифицирован                                                                         | 2009 - 2011 | Ин-т молекуляр. биол. и биохим. им.                        | Получены генетические модифицированные растения табака и картофеля. Трансгенные проявляют повышенную устойчивость к                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|    |                                                                                                                                                                       |             |                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | ных растений с повышенной устойчивостью к засолению почвы                                                                                                             |             | М.А. Айтхожина                                     | засолению почвы, чем контрольные. Налажена методика микроклубнеобразования. Для всех отобранных трансгенных линий картофеля получены микроклубни.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 67 | Разработка биотехнологии создания генетически модифицированных растений рапса с повышенной устойчивостью к засухе на основе оптимизации экспрессии трансгена AtDREB1A | 2009 - 2011 | Ин-т молекуляр. биол. и биохим. им. М.А. Айтхожина | Осуществлена экспрессия гена AtDREB1A в бактериальной системе под контролем промотора T7. Налажена технология диагностики рекомбинантного белка ДРЕВИА в бактериальных клетках. Проведены испытания трансгенных линий рапса в условиях пониженных температур.                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 68 | Изолирование гена клейстогамии и мониторинг потока генов у ячменя                                                                                                     | 2009 - 2011 | Институт биологии и биотехнологии растений         | Определена экспериментальная популяция для картирования локуса клейстогамии. Уплотнена генетическая карта локуса клейстогамии ячменя. Сделан анализ уровня коллинеарности локуса клейстогамии ячменя и ортологического региона генома риса. Установлено, что ген Apetala2 является ответственным за генетический контроль типа цветения у ячменя. Созданы гибридные линии в результате скрещивания клейстогамных и хазмогамных сортов. Выявлено 6 перспективных гибридных форм с клейстогамным типом цветения. |
| 69 | Разработка биотехнологии клонирования роз и создание коллекции роз                                                                                                    | 2009 - 2011 | Институт биологии и биотехнологии                  | Разработан лабораторный регламент микроклонального размножения, предназначенный для сохранения, массового тиражирования и оздоровления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|    |                                                                                                                                                                                                                                 |             |                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | для производства элитного посадочного материала коммерчески важных сортов отечественной и зарубежной селекции                                                                                                                   |             | растений                                                   | коммерческих сортов роз. Заложена полевая коллекция коммерческих роз отечественной и зарубежной селекции, которая включает 86 адаптированных к местным условиям сортов. Создана депонированная коллекция in vitro коммерческих сортов роз отечественной и зарубежной коллекции. Заложен элитный маточник миниклонов роз, полученных методом микроклонального размножения.                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 70 | Разработка биотехнологии оздоровления и клонирования районированных сортов картофеля для получения высококачественного семенного материала и внедрения технологии производства элитных семян в Казахстане на безвирусной основе | 2009 - 2012 | Научно-аналитический центр "Биомедп репарат"               | В результате исследований: проработаны оптимальные варианты состава питательных сред, оптимизированы условия выращивания пробирочных растений, отработана технология повышения выхода миниклубней, осуществлены полевые эксперименты по сравнению особенностей регенерации посевного материала по сортам и типу посевного материала картофеля, а также изучению влияния густоты посадки и массы миниклубней, клубней на коэффициент размножения оздоровленного материала в открытом грунте и теплице. Разработан опытно-промышленный регламент получения безвирусных миниклубней картофеля, районированных в Акмолинской области сортов. |
| 71 | Создание элитных маточных насаждений пресективных сортов винограда с                                                                                                                                                            | 2009 - 2012 | Казахский научно-исследовательский институт плодоводства и | Изучены внутрисортные различия генотипов винограда ДНК-технологиями с использованием микросателлитных молекулярных маркеров. Проведены исследования по микроклональному размножению                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|    |                                                                                                                                                                                                             |             |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | использованием ускоренного микрклонального размножения                                                                                                                                                      |             | виноградарства                                                                         | 7 сортов винограда с разработкой методов увеличения регенерации генотипов в культуре тканей. Выделены геномные ДНК сортов винограда: Илийский, Алиготе, Ркацителли, Саперави, Береке, Алмалы и Кзыл Тан для создания банка ДНК и проведения генотипирования. Созданы генетические карты в виде ДНК-профиля 7 сортов винограда по 10 молекулярным маркерам.                                                                                                                             |
| 72 | Совершенствование технологий послеуборочной обработки, переработки и хранения зерна                                                                                                                         | 2009 - 2012 | Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции | Подобраны оптимальные питательные среды для культивирования микроорганизмов и разработана технология получения биопрепарата на основе штамма. Разработан технологический регламент на производство биопрепарата и технологическая рекомендация по его использованию.                                                                                                                                                                                                                   |
| 73 | Формирование, документирование и сохранение генетических ресурсов, создание исходного материала и выведение сортов зернобобовых(гороха, нута, чечевицы) и крупяных(гречи и проса) культур, используя методы | 2009 - 2012 | Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева                      | Исследованы коллекционные образцы зернобобовых и крупяных культур, районированные сорта, гибриды и селекционные линии. Разработаны регламент получения семян растений-регенерантов гороха в процессе культивирования на аэропонной установке и рекомендации по методам введения гороха, нута и чечевицы в культуру in vitro. Проведено экологическое сортоиспытание зарубежных сортов зернобобовых культур, выделены сорта, превышающие стандарты по урожайности и другим показателям. |

|    |                                                                                                                                                                                                                      |                   |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | биотехнологии                                                                                                                                                                                                        |                   |                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 74 | Повышение генетического потенциала продуктивности пшеницы для юга Казахстана                                                                                                                                         | 2012<br>-<br>2012 | Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии при КазНУ им. аль-Фараби | Выделены 15 альгологически чистых культур микроводорослей из горячих источников, которые идентифицированы как представители зеленных и синезеленных микроводорослей. В результате дальнейшей их очистки от бактерий по методу Больда были получены бактериологически чистыми 7 культур. В результате скрининга по продуктивности штамм <i>Chlorellapyrenoidosa</i> C-2 отобран для дальнейших исследований как штамм с наиболее высокими показателями по скорости роста и выхода биомассы. Получены мутантные штаммы, характеризующиеся высокой продуктивностью и накоплением липидов.                                                                        |
| 75 | Разработка технологии получения новых биопрепаратов с пробиотическим и антиоксидантными свойствами на основе биомасс микроводорослей и цианобактерий для использования в сельском хозяйстве и пищевой промышленности | 2012<br>-<br>2012 | Научно-исследовательский институт проблем биологии и биотехнологии при КазНУ им. аль-Фараби | Проведен скрининг коллекционных штаммов микроводорослей и цианобактерий на основе селекции по продуктивности и накоплению биоактивных веществ в биомассе клеток и отобраны высокопродуктивные культуры. В результате автоселекции штаммов микроводорослей и цианобактерий по продуктивности и накоплению биоактивных веществ, максимальные показатели наблюдались у трех коллекционных штаммов. Результаты будут использованы для получения биологически активной добавки на основе культуры микроводорослей и цианобактерий новых биопрепаратов с антиоксидантными свойствами на основе биомасс цианобактерий и микроводорослей для применения их в сельском |

|    |                                                                                                                                                                                                     |             |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                     |             |                                                                             | хозяйстве и пищевой промышленности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 76 | Молекулярно-генетическое изучение металлоустойчивости генотипов пшеницы с целью выявления форм, перспективных для возделывания в Восточно-Казахстанском регионе                                     | 2012 - 2012 | Научно-исследовательский институт проблем экологии при КазНУ им. аль-Фараби | Результатом исследования является комплексная оценка исходного материала по генетико-селекционным и экологическим параметрам в условиях природного загрязнения почв в Усть-Каменогорском регионе позволила выявить генотипы озимой пшеницы, сочетающие продуктивность и устойчивость к накоплению кадмия.                                                                                             |
| 77 | Популяционно-генетическое изучение и разработка технологии молекулярно-генетической идентификации ценных в лесохозяйственном и декоративном плане форм и клонов берез, произрастающих в Казахстане. | 2012 - 2012 | Институт общей генетики и цитологии и                                       | В результате условиях <i>in situ</i> были определены 3 модельные популяции берез и выделены родительские формы берез для введения в культуру <i>in vitro</i> . Осуществлены исследования по оптимизации процессов морфогенеза и ризогенеза у исходных форм и клонов берез в культуре <i>in vitro</i> . Для молекулярно-генетического анализа были отобраны случайные 12-членные и 15-членные маркеры. |
| 78 | Получение трансгенных растений хлопчатника, устойчивых к гербициду                                                                                                                                  | 2012 - 2012 | Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан                       | Проведен дизайн генно-инженерной конструкции, экспрессирующей ген фосфинотрицин-ацетилтрансферазы и репортер ген бета-Д-глюкуронидазы под растительными промоторами на базе двух существующих бинарных векторов pLN7 и pCambia. Изучен регенерационный потенциал сорта                                                                                                                                |

|    |                                                                                     |             |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                     |             |                                                       | хлопчатника Туркестан в культуре in vitro путем подбора оптимальных комбинаций ростовых регуляторов и типов экспланта и разработан эффективный способ регенерации побегов из стебелевых апикальных меристем.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 79 | Генетическая паспортизация сортов пшеницы с использованием современных ДНК-маркеров | 2012 - 2012 | Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан | Сформирована коллекция из 48 образцов, представленных сортами и гибридами российской и казахской селекции. Выявлены 30 перспективных линий регенераторов и самокланых вариантов яровой мягкой пшеницы, созданных методами биотехнологии и испытанных в селекционных программах НПЦ ЗХ им. Бараева, КарНИИРС и др. Проведена оценка селекционного материала на засухоустойчивость с использованием молекулярно-генетического маркера RawE как наиболее информативного полиморфизма. |
| 80 | Разработка технологии транзientной продукции целевых белков в растениях             | 2012 - 2012 | Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан | Проведен дизайн вирусного генома ВККТ для получения генно-инженерной конструкции, проанализирована последовательность гена, кодирующий белок оболочки и сайты, узнаваемые с различными рестриктазами.                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### 3.1.3 Анализ направлений проводимых НИОКР

#### БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ КАЗАХСТАНА

##### В сфере здравоохранения:

Рекомбинантный эритропоэтин человека в таблетированной форме, применяемый внутрь, в настоящее время проводится II-я фаза клинических исследований:

– Технология получения индуцированных плюрипотентных стволовых клеток человека и заложена основа для их применения в регенеративной

медицине;

- Система комплексной оценки предрасположенности человека к развитию гастрита, язвы и рака желудка;
- Молекулярно-генетические тесты для определения устойчивых к лекарственным препаратам возбудителя туберкулеза;
- Генетические тесты для диагностики и прогноза развития рака молочной железы, колоректального раком, рака желудка и апробированы на базе онкологических центров г. Астаны и г. Семей;
- Диагностические тесты для определения индивидуальных доз лекарственных средств, снижающих риск тромбообразования и внедрены на базе Национального научного медицинского центра;
- ПЦР тесты для количественного определения вирусов гепатита В и С, полиомавируса, цитомегаловируса, вируса Эпштейн-Барра;
- Клеточный противоожоговый препарат «Фиброспрей» для лечения ожогов II-IV степени и успешно апробирован в Республиканском центре неотложной медицинской помощи на 15 ожоговых больных;
- Система определения комплексов гистосовместимости на основе методов ДНК секвенирования и апробирован при подборе доноров и реципиентов для пересадки почек на базе Республиканского центра неотложной медицинской помощи [55].

**Для сельского хозяйства:**

- Новые сорта яровой мягкой пшеницы «Ақ-Орда и Казахстан-20, устойчивые к засухе и грибным болезням и превышающие по урожайности на 20% существующие сорта;
- Новые высокоурожайные сорта яровой мягкой пшеницы Северянка, Алем, Степная-15/1, «Шығыс» и «Золотистая», устойчивые к засухе ;
- Новые сорта риса «Баканасский» и «Мадина», районированные в Алматинской и Кызылординской областях;
- Новый высокоурожайный сорт картофеля «Азиада», устойчивый к фузариозу;
- Усовершенствованная технология получения безвирусного семенного материала районированных сортов картофеля в Акмолинской области;
- Генетические паспорта 50 сортов пшеницы, 30 сортов ячменя, 16 сортов картофеля, 26 сортов сои с использованием высоко информативных молекулярно-генетических маркеров;
- Инсектицидные биопрепараты «Биотурин» и «Битокситурин» для борьбы с насекомыми-вредителями сельскохозяйственных и лесных культур и проведены регистрационные испытания в Республике Казахстан;
- Опытно-промышленный регламент на производство биологических инсектицидных препаратов «БиоКенБид» и «Биомикол» для защиты растений от корневой гнили;
- Тест-системы для выявления генетически модифицированных

организмов в семенах растений, продуктах питания, кормах;

- Рекомендации по научному обоснованию потенциальных и вероятных рисков, связанных с созданием, использованием и оборотом ГМО в Республике Казахстан;

- Для животноводства:

- Иммуноферментные тест-системы для диагностики ящура, бешенства, лейкоза, туберкулеза, бруцеллеза, сибирской язвы, лептоспироза и апробированы в ветеринарных лабораториях;

- Иммунохроматографическая тест-система для экспресс диагностики бруцеллеза крупного рогатого скота, произведено 13 200 тестов в рамках выполнения госзаказа МСХ РК;

- Рекомбинатный антиген р24 вируса лейкоза крупного рогатого скота для ИФА тест системы;

- Рекомбинантный неструктурный белок вируса ящура для ИФА тест-системы;

- Закваска «Лак-Сил» для силосования кормов, апробирована в производственных условиях для силосования кормов в Акмолинской области;

- Микробиологический кормовой белок для сельскохозяйственных животных, обогащенный аминокислотой L-лизинном на основе использования каротинсодержащих дрожжей, использование кормового белка в рационе кормления животных обеспечила прибавку в весе на 20-30% [56].

#### **Для пищевой промышленности:**

- Молочнокислая закваска для йогурта на основе консорциума культур *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus lgaricus*;

- Сметанная закваска на основе культуры *Lactococcus cremoris* и апробированы в условиях производства молочной продукции в ТОО «Молторг» в г. Степногорске;

#### **Для перерабатывающей промышленности:**

- Консорциум микроорганизмов для кучного выщелачивания золота из упорных руд, устойчивые к повышенному содержанию токсичных веществ (медь, мышьяк), технология позволяет проводить круглогодичное кучное выщелачивание в условиях резко континентального климата, увеличивает добычу золота на 40-50%, по сравнению с традиционными технологиями, сокращает расход серной кислоты на 20-30%;

- Консорциум микроорганизмов для подземного скважинного выщелачивания урана (железо- и сероокисляющие бактерии), технология позволяет отказаться от использования дорогостоящих химических окислителей и интенсифицировать добычу урана на 30-40%, по сравнению со стандартной технологией слабокислотного выщелачивания.

#### **Для охраны окружающей среды разработаны:**

- Биопрепараты Экобак, Бакойл и Террактин (успешно прошли производственные испытания на территории нефтяных месторождений при очистке нефтезагрязненных почв) [57].

Перечень научно-технических программ, выполнявшихся в период с 2000 по 2012 годы в Республике Казахстан биотехнологического направления представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень научно-технических программ, выполнявшихся в период с 2000 по 2012 годы в Республике Казахстан биотехнологического направления

| №                        | Наименование НТП                                                                                                                                                                        | Администрат<br>ор<br>НТП        | Гол. организация                                                                             | Сро<br>к<br>вып<br>олн<br>ени<br>я |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| <b>1. Здоровье нации</b> |                                                                                                                                                                                         |                                 |                                                                                              |                                    |
| 1.                       | "Совершенствование методов диагностики, прогнозирования течения профилактики и лечения при приоритетных проблемах медицины Казахстана: туберкулезе, вирусных гепатитах, травме"         | Министерство здравоохранения РК | РГКП "Казахский государственный медицинский университет им.С.Д.Асфендиярова" (РГКП "КазГМУ") | 2000-2002                          |
| 2.                       | "Изучить взаимодействие системы опухоль-организм в эксперименте, роль онкогенов и генов-супрессоров с использованием новых возможностей молекулярной биологии, радиобиологии, биохимии" | Министерство здравоохранения РК | РГКП "Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии" (РГКП "КазНИИОиР") | 2000-2002                          |
| 3.                       | "Усовершенствование методов диагностики, профилактики и лечения инфекции, передающихся половым путем и социально-значимых дерматозов"                                                   | Министерство здравоохранения РК | РГКП "Научно-исследовательский кожно-венерологический институт" (РГКП "НИКВИ")               | 2003-2005                          |
| 4.                       | "Снижение угрозы распространения карантинных и                                                                                                                                          | Министерство здравоохранения РК | Казахский научный центр карантинных и зоонозных инфекций                                     | 2003-200                           |

|     |                                                                                                                                                                  |                                 |                                                                                    |                       |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|     | зоонозных инфекций"                                                                                                                                              |                                 | (КНЦКЗИ)                                                                           | 5                     |
| 5.  | "Новая технология получения растительных липосом и комплексная оценка их эффективности на модели асептического воспаления и в клинике ревматических заболеваний" | Министерство здравоохранения РК | Казахский национальный медицинский университет (КазНМУ)                            | 200<br>3-<br>200<br>5 |
| 6.  | "Разработка и внедрение новых лекарственных препаратов на основе отечественного растительного сырья"                                                             | Министерство здравоохранения РК | Южно-Казахстанская государственная медицинская академия (ЮКГМА)                    | 200<br>3-<br>200<br>5 |
| 7.  | "Научные основы обеспечения биологической безопасности в Республике Казахстан по карантинным и зоонозным заболеваниям человека"                                  | Министерство здравоохранения РК | Казахский научный центр карантинных и зоонозных инфекций (КНЦКЗИ)                  | 200<br>6-<br>200<br>8 |
| 8.  | "Экспериментально-клиническое обоснование применения фетальных клеток"                                                                                           | Министерство здравоохранения РК | Казахская государственная медицинская академия (КазГМА)                            | 200<br>6-<br>200<br>8 |
| 9.  | "Разработка научно-обоснованной программы совершенствования лабораторной службы и обеспечения биобезопасности в Республике Казахстан"                            | Министерство здравоохранения РК | РГКП "Казахский национальный медицинский университет им.С.Д.Асфендиярова" (КазНМУ) | 200<br>7-<br>200<br>8 |
| 10. | "Клинико-функциональная оценка влияния трансплантации фетальных клеток и мониторинг отдаленных результатов"                                                      | Министерство здравоохранения РК | РГП "Национальный научный медицинский центр" (ННМЦ)                                | 200<br>7-<br>200<br>7 |
| 11. | "Научно-обоснованная оценка отдаленных последствий применения                                                                                                    | Министерство здравоохранения РК | технологий РГП "Национальный научный медицинский                                   | 200<br>8-<br>201      |

|                                        |                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                                                                          |           |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                        | клеточных"                                                                                                                                                                            |                                 | центр" (ННМЦ)                                                                                                            | 0         |
| 12.                                    | "Инновационные технологии в развитии клеточных трансплантаций и восстановлении функциональной активности органов и тканей"                                                            | Министерство здравоохранения РК | РГП "Национальный научный медицинский центр" (ННМЦ)                                                                      | 2010-2012 |
| <b>2. Биотехнологии</b>                |                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                                                                          |           |
| <b>2.1 Республиканские целевые НТП</b> |                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                                                                          |           |
| 1                                      | "Научно-техническое обеспечение и организация производства биотехнологической продукции в Республике Казахстан"                                                                       | КН МОН РК                       | РГКП "Национальный центр по биотехнологии Республики Казахстан" (РГКП "НЦБ РК")                                          | 2001-2005 |
| 2                                      | "Программа формирования и развития биотехнологического производства в открытом акционерном обществе "Технопарк научно-производственного объединения "Прогресс" в городе Степногорске" | КН МОН РК                       | Открытое акционерное общество "Технопарк научно-производственного объединения "Прогресс" (ОАО "Технопарк НПО "Прогресс") | 2003-2005 |
| 3                                      | "Разработка современных технологий для формирования кластера по биотехнологии в Республике Казахстан"                                                                                 | КН МОН РК                       | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (НЦБ РК)                                                     | 2006-2008 |
| <b>2.2 Отраслевые НТП</b>              |                                                                                                                                                                                       |                                 |                                                                                                                          |           |
| 4                                      | "Научно-техническое обеспечение биологической и химической безопасности Республики Казахстан"                                                                                         | КН МОН РК                       | Жамбылский филиал РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (Филиал РГП "НЦБ РК")                      | 2006-2008 |
| 5                                      | "Грипп птиц: изучение, разработка средств и методов борьбы на 2006-2008 годы"                                                                                                         | КН МОН РК                       | Филиал РГП "Национальный центр биотехнологии РК" (Филиал РГП "НЦБ                                                        | 2006-2008 |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                                                                                                                                          |           |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                   |           | РК")                                                                                                                                     |           |
| 6  | "Комплексное эколого-эпидемиологическое обследование биоценоза каспийской акватории и разработка мер по его оздоровлению на 2008-2010 годы"                                                                                                       | КН МОН РК | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (РГП "НЦБ РК")                                                               | 2008-2010 |
| 7  | "Разработка вакцины против гриппа А/Н5N1 для здравоохранения Республики Казахстан"                                                                                                                                                                | КН МОН РК | ДГП "Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности" РГП "Национальный центр биотехнологии РК" (ДГП НИИПББ НЦБ РК) | 2008-2010 |
| 8  | "Научно-техническое обеспечение государственного регулирования оборота генетически модифицированных объектов в Республике Казахстан"                                                                                                              | КН МОН РК | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (РГП "НЦБ РК")                                                               | 2009-2011 |
| 9  | "Разработка и внедрение в селекционную практику молекулярно-генетических и биоинженерных методов ускоренного создания новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур для дальнейшего укрепления продовольственной безопасности страны" | КН МОН РК | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (РГП "НЦБ РК")                                                               | 2009-2011 |
| 10 | "Разработка и использование генно-инженерных и клеточных технологий в медицине, сельском хозяйстве, охране окружающей среды, пищевой и                                                                                                            | КН МОН РК | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (РГП "НЦБ РК")                                                               | 2009-2011 |

|    |                                                                                                                                              |           |                                                                                      |           |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|    | перерабатывающей промышленности"                                                                                                             |           |                                                                                      |           |
| 11 | "Обеспечить переход национальных научных лабораторий на международные стандарты надлежащей научной практики (Good Scientific Practice) "     | КН МОН РК | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (РГП "НЦБ РК")           | 2009-2011 |
| 12 | "Разработка новых эффективных лекарственных препаратов из растительного сырья и организация их производства по международным стандартам GMP" | КН МОН РК | АО "Международный научно-производственный холдинг "Фитохимия" (АО "МНПХ "Фитохимия") | 2010-2012 |
| 13 | "Научно-техническое обеспечение биологической безопасности Республики Казахстан"                                                             | КН МОН РК | РГП "НИИ проблем биологической безопасности" КН МОН РК (РГП НИИПББ)                  | 2010-2012 |
| 14 | "Грипп лошадей: эпизоотологический мониторинг, разработка средств специфической профилактики и диагностики"                                  | КН МОН РК | РГП "НИИ проблем биологической безопасности" КН МОН РК (РГП НИИПББ)                  | 2010-2012 |
| 15 | "Мониторинг, изучение, разработка средств диагностики, профилактики и терапии гриппа "инфлюэнца А/Н1N1"                                      | КН МОН РК | РГП "НИИ проблем биологической безопасности" КН МОН РК (РГП НИИПББ)                  | 2009-2011 |
| 16 | "Разработка вакцины против туберкулеза для здравоохранения Республики Казахстан"                                                             | КН МОН РК | РГП "НИИ проблем биологической безопасности" (НИИПББ)                                | 2011-2014 |
| 17 | "Создание производственных линий по выпуску диагностических и вакцинных препаратов, приоритетных для                                         | КН МОН РК | АО "Национальный научно-технологический холдинг "Парасат" (АО "ННТХ "Парасат")       | 2011-2014 |

|                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |           |                                                                                     |                       |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                                   | биологической безопасности Республики Казахстан"                                                                                                                                                                                   |           |                                                                                     |                       |
| 18                                | "Создание генетических паспортов для отдельных групп населения Казахстана на основе использования ДНК-технологии"                                                                                                                  | КН МОН РК | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (НЦБ РК)                | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| 19                                | "Биотехнологии создания лекарственных препаратов, биологически активных добавок и специализированных продуктов питания и других материалов на основе культурных, интродуцированных и дикорастущих видов растений флоры Казахстана" | КН МОН РК | РГП "Институт биологии и биотехнологии растений" (ИББР)                             | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| 20                                | "Бруцеллез крупного рогатого скота: мониторинг эпизоотологической ситуации, разработка средств диагностики и профилактики"                                                                                                         | КН МОН РК | РГП "Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности" (НИИПББ) | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| 21                                | "Эпизоотологический мониторинг циркуляции инфекционных болезней в популяции сайгаков обитающих на территории Республики Казахстан и разработка методов профилактики"                                                               | КН МОН РК | РГП "Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности" (НИИПББ) | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| 22                                | "Применение биотехнологических приемов воспроизводства и повышения плодородия засоленных почв Приаралья"                                                                                                                           | КН МОН РК | РГП "Институт микробиологии и вирусологии" КН МОН РК (РГП ИМВ)                      | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| <b>2.3 Межгосударственные НТП</b> |                                                                                                                                                                                                                                    |           |                                                                                     |                       |
| 23                                | "Межгосударственная                                                                                                                                                                                                                | КН МОН РК | РГП "Национальный                                                                   | 201                   |

|                                                   |                                                                                                                                                                                                      |                                         |                                                                                      |           |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                   | целевая программа ЕврАзЭС "Инновационные биотехнологии"                                                                                                                                              |                                         | центр биотехнологии Республики Казахстан" (НЦБ РК)                                   | 2-2014    |
| <b>2.4 Программы фундаментальных исследований</b> |                                                                                                                                                                                                      |                                         |                                                                                      |           |
| 24                                                | "Разработка научных основ биосинтеза и использования метаболитов микроорганизмов. Изучение механизмов иммунобиологической активности, изменчивости и распространения вирусов в природных популяциях" | КН МОН РК                               | РГКП "Институт микробиологии и вирусологии" (РГКП "ИМВ")                             | 2003-2005 |
| 25                                                | "Биологические основы создания наукоемких технологий для здравоохранения, сельского хозяйства и охраны окружающей среды"                                                                             | КН МОН РК                               | РГП "Центр биологических исследований" (РГП ЦБИ МОН РК)                              | 2006-2008 |
| 26                                                | "Поиск новых природных соединений в растениях. Выделение, идентификация компонентов, строение молекул и их биологическая активность"                                                                 | КН МОН РК                               | АО "Международный научно-производственный холдинг "Фитохимия" (АО "МНПХ "Фитохимия") | 2006-2008 |
| <b>3. Окружающая среда и природные ресурсы</b>    |                                                                                                                                                                                                      |                                         |                                                                                      |           |
| <b>3.1 Отраслевые НТП</b>                         |                                                                                                                                                                                                      |                                         |                                                                                      |           |
| 1                                                 | "Исследование эколого-радиационной обстановки в уранодобывающих регионах Северного Казахстана"                                                                                                       | Министерство охраны окружающей среды РК | ТОО "Научный центр медицинской радиобиологии" (ТОО "НЦМР")                           | 2005-2007 |
| 2                                                 | "Научные исследования в области охраны окружающей среды"                                                                                                                                             | Министерство охраны окружающей среды РК | Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан (МООС РК)                  | 2005-2007 |

|   |                                                                                                                                                                                                            |                                           |                                                                                                                                             |           |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3 | "Экологическая оценка и биоремедиация нарушенных экосистем в зонах нефтедобычи"                                                                                                                            | КН МОН РК                                 | РГП "Центр биологических исследований" (ЦБИ КН МОН РК)                                                                                      | 2009-2011 |
| 4 | "Районирование территории Атырауской области включая акватории Северо-Восточного Каспия по степени техногенных нагрузок и предупреждение возможного возникновения чрезвычайных ситуаций в природной среде" | Министерство по чрезвычайным ситуациям РК | ДГП "Научно-исследовательский центр по технической безопасности в нефтегазовой промышленности, геологии по нефти и газу" (ДГП "НИЦ ТБ НГП") | 2008-2010 |
| 5 | "Исследование влияния полигона Азгир на экологическое состояние подземных вод"                                                                                                                             | Министерство нефти и газа                 | ДГП на ПХВ "Институт ядерной физики" РГП на ПХВ "Национальный ядерный центр РК" (ДГП ИЯФ РГП НЯЦ РК)                                        | 2009-2011 |
| 6 | "Комплексное исследование и мониторинг объектов ЛИРА"                                                                                                                                                      | Министерство индустрии и новых технологий | ДГП на ПХВ "Институт ядерной физики" РГП на ПХВ "Национальный ядерный центр РК" (ДГП ИЯФ РГП НЯЦ РК)                                        | 2010-2014 |
| 7 | "Физиолого-биохимическая оценка жизнедеятельности организма человека и животных Иле-Балхашского региона в зависимости от уровня загрязненности и разработка способов коррекции выявленных сдвигов"         | КН МОН РК                                 | ИФЧЖ                                                                                                                                        | 2010-2012 |
| 8 | "Опустынивание и природные опасности"                                                                                                                                                                      | КН МОН РК                                 | ТОО "Институт географии" (ТОО                                                                                                               | 2010-     |

|                                                   |                                                                                                                      |                                                                     |                                                                                                   |                       |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                                                   |                                                                                                                      |                                                                     | "ИГ")                                                                                             | 201<br>2              |
| 9                                                 | "Разработка научных основ и технологии охраны окружающей среды от вредных воздействий высохшего дна Аральского моря" | КН МОН РК                                                           | Научно-исследовательский институт новых химических технологий и материалов " РГП КазНУ (НИИНХТиМ) | 201<br>0-<br>201<br>2 |
| 10                                                | "Научные исследования в области охраны окружающей среды"                                                             | Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан (МООС РК) | Министерство охраны окружающей среды Республики Казахстан (МООС РК)                               | 201<br>0-<br>201<br>2 |
| 11                                                | "Географические основы обеспечения водной безопасности Республики Казахстан"                                         | КН МОН РК                                                           | ТОО "Институт географии" (ТОО "ИГ")                                                               | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| 12                                                | О.0582 Географические основы обеспечения безопасности природопользования горных и равнинных территорий Казахстана    | КН МОН РК                                                           | ТОО "Институт географии" (ТОО "ИГ")                                                               | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| 13                                                | "Подземные воды Казахстана"                                                                                          | КН МОН РК                                                           | ТОО "Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина (ИГГ им. Ахмедсафина)              | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| <b>3.2 Программы фундаментальных исследований</b> |                                                                                                                      |                                                                     |                                                                                                   |                       |
| 14                                                | "Разработать теоретические основы геодинамической эволюции земной коры для перспективных оценок минерального сырья"  | КН МОН РК                                                           | РГКП "Институт геологических наук им.К.И.Сатпаева" МОН РК (РГКП "ИГН" МОН РК)                     | 200<br>0-<br>200<br>2 |
| 15                                                | "Оценить ресурсы подземных вод Казахстана, разработать научные основы их рационального                               | КН МОН РК                                                           | РГКП "Институт гидрогеологии и гидрофизики им.У.М.Ахмедсафина" (РГКП "ИГиГ" МОН                   | 200<br>0-<br>200<br>2 |

|    |                                                                                                                                                                                        |           |                                                                                                                                            |                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|    | использования в современных экономических и социальных условиях"                                                                                                                       |           | РК)                                                                                                                                        |                       |
| 16 | "Провести комплексный анализ растительного мира Казахстана"                                                                                                                            | КН МОН РК | РГКП "Институт ботаники и фитоинтродукции" МОН РК (РГКП "ИБФ" МОН РК)                                                                      | 200<br>0-<br>200<br>2 |
| 17 | "Разработать географическое обоснование устойчивого использования природно-ресурсного потенциала и поверхностных вод трансграничных бассейнов РК"                                      | КН МОН РК | РГКП "Институт географии" МОН РК (РГКП "ИГ" МОН РК)                                                                                        | 200<br>0-<br>200<br>2 |
| 18 | "Эколого-биологические основы прогнозирования, сохранения и устойчивого использования животного мира Казахстана"                                                                       | КН МОН РК | РГКП "Институт зоологии" МОН РК (РГКП "ИЗ" МОН РК)                                                                                         | 200<br>0-<br>200<br>2 |
| 19 | "Разработать физико-химические основы наукоемких технологий комплексного, рационального и экологически безопасного освоения забалансовых и потерянных руд и техногенных месторождений" | КН МОН РК | Институт горного дела им.Д.А.Кунаева<br>РГП"Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья РК"<br>(ИГД им. Д.А. Кунаева) | 200<br>3-<br>200<br>5 |
| 20 | "Мониторинг биоразнообразия животного мира Казахстана как основа его сохранения и устойчивого использования"                                                                           | КН МОН РК | РГКП "Институт зоологии" МОН РК (РГКП "ИЗ" МОН РК)                                                                                         | 200<br>3-<br>200<br>5 |

|    |                                                                                                                                                                             |           |                                                                       |                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 21 | "Фундаментальные основы сбалансированного использования поверхностных и подземных вод и устойчивого функционирования природно-хозяйственных систем Республики Казахстан"    | КН МОН РК | РГКП "Институт географии" (РГКП "ИГ" МОН РК)                          | 200<br>3-<br>200<br>5 |
| 22 | "Теоретические проблемы механики тектонических процессов земной коры, разработки объектов нефтегазовой и горнорудной отрасли, подземного и транспортного строительства"     | КН МОН РК | РГКП "Институт механики и машиноведения" МОН РК (РГКП "ИММаш" МОН РК) | 200<br>3-<br>200<br>5 |
| 23 | "Научное обеспечение проблем по восполнению и освоению минеральных и водных ресурсов, геолого-географических систем и снижения ущерба от природных и техногенных катастроф" | КН МОН РК | РГП "Центр геолого-географических исследований" МОН РК                | 200<br>6-<br>200<br>8 |
| 24 | "Животный мир Казахстана как компонент биоразнообразия экосистем и эволюционного процесса в центре Евразии"                                                                 | КН МОН РК | "Институт зоологии"                                                   | 200<br>6-<br>200<br>8 |
| 25 | "Теоретические проблемы механики тектонических процессов земной коры, разработки объектов нефтегазовой и горнорудной отрасли, подземного и транспортного строительства"     | КН МОН РК | "Институт механики и машиноведения"                                   | 200<br>6-<br>200<br>8 |
| 26 | "Научные основы решения                                                                                                                                                     | КН МОН РК | ТОО «Институт                                                         | 200                   |

|                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                 |                                                                                                      |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                                                               | современных проблем восполнения, оценки и освоения минеральных и водных ресурсов, обеспечения устойчивого развития геолого-географических систем и предупреждения природных и техногенных опасностей"                                             |                                                 | геологических наук им. К. И. Сатпаева»                                                               | 9-2011    |
| <b>4. Устойчивое развитие аграрного сектора, переработка и безопасность продуктов питания</b> |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                 |                                                                                                      |           |
| <b>4.1 Республиканские целевые программы</b>                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                 |                                                                                                      |           |
| 1                                                                                             | "Сохранение, развитие и использование генофонда сельскохозяйственных растений, животных и микроорганизмов на 2001-2005 годы"                                                                                                                      | Министерство сельского хозяйства РК             | РГКП "Национальный академический центр аграрных исследований Республики Казахстан" НАЦАИ             | 2001-2002 |
| <b>4.2 Отраслевые НТП</b>                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                 |                                                                                                      |           |
| 3                                                                                             | "Прикладные научные исследования в области агропромышленного комплекса"                                                                                                                                                                           | Министерство сельского хозяйства РК             | Департамент науки Министерства сельского хозяйства РК (ДН МСХ РК)                                    | 2006-2008 |
| 4                                                                                             | "Научно-методическое обеспечение рационального использования и охраны потенциала земельных ресурсов Республики Казахстан"                                                                                                                         | Агентство РК по управлению земельными ресурсами | РГП "Государственный научно-производственный центр земельных ресурсов и землеустройства" (ГосНПЦзем) | 2005-2007 |
| 5                                                                                             | "Разработка и внедрение в селекционную практику молекулярно-генетических и биоинженерных методов ускоренного создания новых высокоурожайных сортов сельскохозяйственных культур для дальнейшего укрепления продовольственной безопасности страны" | КН МОН РК                                       | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (РГП "НЦБ РК")                           | 2009-2011 |

|                                                   |                                                                                                                                                                        |                                     |                                                                                     |                       |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 6                                                 | "Разработка и использование генноинженерных и клеточных технологий в медицине, сельском хозяйстве, охране окружающей среды, пищевой и перерабатывающей промышленности" | КН МОН РК                           | РГП "Национальный центр биотехнологии Республики Казахстан" (РГП "НЦБ РК")          | 200<br>9-<br>201<br>1 |
| 7                                                 | "Прикладные научные исследования в области агропромышленного комплекса"                                                                                                | Министерство сельского хозяйства РК | Департамент науки Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан (ДН МСХ РК) | 200<br>9-<br>201<br>1 |
| 8                                                 | "Прикладные научные исследования в области агропромышленного комплекса"                                                                                                | Министерство сельского хозяйства РК | Акционерное общество "КазАгроИнновация" (АО "КАИ")                                  | 201<br>2-<br>201<br>4 |
| <b>4.3 Программы фундаментальных исследований</b> |                                                                                                                                                                        |                                     |                                                                                     |                       |
| 9                                                 | "Теоретические и методические основы воспроизводства плодородия почв, их рационального использования и охраны почвенных ресурсов"                                      | КН МОН РК                           | РГКП "Институт почвоведения" МОН РК (РГКП "ИП" МОН РК)                              | 200<br>0-<br>200<br>2 |

В 2013 году НЦБ выполняло 2 программы: МЦП ЕвразЭС «Инновационные биотехнологии» и НТП «Создание генетических паспортов для отдельных групп населения Казахстана на основе использования ДНК-технологии» на 2012-2014 годы, с общим объемом финансирования на 2013 год 316 150,0 тыс. тенге.

В 2013 году выполнялось 42 научных проекта с объемом финансирования – 350,790 тыс. тенге, в том числе 5 инновационных грантов, финансируемых АО «Национальное агентство по технологическому развитию» МИНТ.

В рамках проекта «Коммерциализация технологий» МОН РК и Всемирного банка выполняются проекты «Разработка экспресс фармакогенетического теста на основе ПЦР в режиме реального времени для индивидуальной дозировки лекарственных препаратов», «Создание в Казахстане опытного производства рекомбинантных белков с терапевтической иммуностимулирующей и противовирусной активностью», «Внедрение технологии получения безвирусного картофеля из микроклубней».

В новом здании будут развернуты исследования по новым направлениям исследований таким как биоэнергетика, пищевая и промышленная биотехнология. Подана бюджетная заявка на новую НТП «Промышленные биотехнологии» на 2014-2016 годы [58].

В рамках НТП «Разработка чистых источников энергии Республики Казахстан» на 2013-2017 годы планируется выполнение направления «Биоэнергетика основанная на использовании возобновляемых источников сырья». Финансовые затраты, связанные с реализацией направления Программы, составляют 750 000,0 тыс. тенге, в том числе в 2013 г. – 150 000,0 тыс. тенге, в 2014 г. – 150 000,0 тыс. тенге.

### **3.1.4 Анализ перспективных исследований и публикаций**

В Республике Казахстан за последние годы защищены следующие диссертации на соискание учёных степеней кандидата и доктора наук по направлению «Биотехнологии»:

#### **2008 г.**

Создана коллекция углеводородокисляющих бактерий и дрожжей,использующих в качестве источника углерода нефть, нефтепродукты, полиароматические и газообразные углеводороды. У штаммов бактерий *Mycobacterium thermoresistibile* 119-3ГМ, *Rhodococcus equi* 51КС, *Pseudomonas serasia* 122 С и *Bacillus lentus* 109КС определены продукты деградации антрацена и нафталина. Показано, что новые штаммы углеводородокисляющих микроорганизмов продуцируют поверхностно-активные вещества, а также вещества с нефтесобирающими свойствами. На основе композиции бактерий и дрожжей созданы препараты для очистки почвогрунтов от нефтепродуктов. Разработан способ очистки почвогрунтов от дизельного топлива и мазута [59].

#### **2010 г.**

Изучены: видовое разнообразие бактерий *Lactobacillus* spp.; транзиторные характеристики пробиотического штамма *L. paracasei* ar005 в пищеварительном тракте мышей; биологическая активность штамма по анализу *ivi*-генов и *house-keeping* генов в системе *in vivo*. Получен низкомолекулярный метаболит пробиотического штамма *L. paracasei* ar005 с антимикробной активностью и устойчивостью к физико-химическим факторам. Разработан комплексный препарат "Бапилакт" на основе штамма и адсорбента (пшеничные отруби) [[60].

Определена степень распространенности сальмонеллеза крупного рогатого скота в хозяйствах Западно-Казахстанской области. Изучены биологические свойства аттенуированного штамма *S. dublin* 12, обладающего умеренной реактогенностью, слабой остаточной вирулентностью, высокой иммуногенной активностью, эпизоотически безопасного. Живая вакцина из штамма *S. dublin* 12 при однократном введении создает иммунитет высокого напряжения, не вызывает осложнений у привитых животных. Разработана инструкция по изготовлению и контролю живой вакцины против сальмонеллеза крупного

рогатого скота. Осуществлена апробация вакцины в производственных условиях. Применение живой вакцины в хозяйствах, неблагополучных по сальмонеллезу, позволяет снизить заболеваемость животных, предотвратить падеж телят, улучшить эпизоотическую ситуацию по данному заболеванию [61].

Разработана биотехнология производства, изучен аминокислотный, химический (минеральный и витаминный) состав натурального биологического корректора (НБК). Созданы молочные продукты, обогащенные НБК и концентратом бифидо- и молочнокислых бактерий, а также бактериальная закваска. Предложены биотехнологии производства кисломолочного коктейля для специализированного питания и пастообразного фруктового сыра для детского питания. Получены мясные продукты для детского питания с корректирующим эффектом [62].

Разработана технология получения инактивированной эмульгированной вакцины против гриппа птиц субтипа H5. Отработаны параметры культивирования и инактивации производственного вируса. У кур, привитых препаратом, специфический иммунитет формируется на 14 сут. после однократной иммунизации и сохраняется в течение 12 мес. Иммунитет у привитых уток, гусей и индеек образуется на 14-21 сут. после ревакцинации и сохраняется у уток 8-10 мес., гусей - 5-8, индеек - 3-5 мес. Вакцина безвредна, иммуногенна, рекомендована для широкого практического применения. Осуществлен производственный выпуск вакцины [63].

Разработаны: схема индукции суперовуляции у доноров; способы вымывания эмбрионов, повышения их приживляемости при трансплантации, криоконсервации эмбрионов каракульских овец особо редких окрасок и расцветок. Создан банк эмбрионов смушковых пород овец оригинальных окрасок и расцветок. Созданы сырдарьинский заводской тип каракульских овец серой окраски голубой расцветки, популяция атырауской породы курдючных овец смушково-мясо-сальной продуктивности окраски сур, стадо трансплантантов (438 гол.). При внедрении биотехнологических методов ускоренного размножения рентабельность повышается на 26,9 % [64].

Определены оптимальные периоды вегетации для изоляции эксплантов при введении в культуру *in vitro*. Разработаны составы питательных средств для введения эксплантов в септическую культуру и для микроклонального размножения. Проведено сравнение 4 стандартных методов криоконсервации и модифицированного метода витрификации с 0,3 М сахарозой без обработки 2 М глицерином. Разработан криопротектор для криосохранения меристем черной смородины. Установлено, продолжительность криосохранения не влияет на регенерационную способность меристем, корнеобразование в культуре *in vitro* и на развитие растений *in vivo* и *ex situ*. Разработан регламент криосохранения ягодных культур. Создана криогенная коллекция ягодных культур, состоящая из 68 генотипов [65].

Идентифицирован штамм дерматомицета *T. rubrum*. Отработана технология глубинного культивирования дерматомицетов. Получены

полисахаридный и специфический белковый антиген дерматомицетов. Предложена схема гипериммунизации животных для получения высокоактивной противотрихофитийной сыворотки. Получены штаммы гибридных культивируемых клеток Mus. Muskulus L. продуцентов моноклональных антител. Гибридные клетки-продуценты МКА характеризуются высокой продуктивностью. Изучены характеристики моноклональных антител и параметры их применения в иммуноферментный тест-системе. Разработана иммуноферментная тест-система на основе МКА для серологической диагностики трихофитии крупного рогатого скота [66].

Выделен возбудитель ротавирусной инфекции, получен производственный штамм AV-0017 Rotavirus bovine PK. Установлены распространенность ротавирусной инфекции в хозяйствах Алматинской области и инцидентность болезни в стадах и гуртах. Разработан способ производственного культивирования ротавируса в перевиваемых культурах клеток. Усовершенствован способ культивирования культур клеток, используемых для размножения ротавируса. Создана инактивированная жидкая вакцина против ротавирусной инфекции телят, отмечена ее эффективность в борьбе с диарейными заболеваниями новорожденных телят. Приготовлен антительный эритроцитарный диагностикум для индикации ротавирусов телят [67]

Получен штамм гибридных культивируемых клеток 4НЗ-Д2, синтезирующий моноклональные антитела к вирусу болезни Ауески. Моноклональные антитела строго специфичны к антигенам вируса болезни Ауески и не реагирует с другими видами вирусов [69].

Созданы штаммы гибридных культивируемых клеток Mus. musculus - продуцентов моноклональных антител против белкового антигена Mycobacterium tuberculosis с молекулярной массой 20,8 кДа. Установлена возможность использования моноклональных антител гибридомы 1Д7 в варианте ИФА для скрининга сыворотки крови людей на антитела, специфичные к возбудителю микобактерий туберкулеза [70].

Получен штамм гибридных культивируемых клеток Mus. musculus Mab/MCF-7-3Д4 - продуцент моноклональных антител к поверхностному антигену опухолевых клеток. Определена специфичность МКА к опухолеассоциированному антигену опухолевых клеток рака молочной железы. МКА могут быть использованы в качестве высокочувствительных и специфичных иммунореагентов для иммунодиагностики рака молочной железы [71].

Изучены культурально-тинкториальные и биохимические свойства культур микобактерий, выделенных от крупного рогатого скота. Дифференцированы патогенные и атипичные микобактерии. Выявлена обсемененность животноводческих ферм Карагандинской и Южно-Казахстанской областей атипичными микобактериями. Разработана технология получения цветного туберкулезного антигена с высокой диагностической ценностью [72].

Реакция иммунофлуоресценции с использованием моноклональных антител к микобактериям бычьего вида позволяет сократить срок постановки

диагноза до одних суток. Метод показал высокую чувствительность при обнаружении возбудителя туберкулеза в пробах биоматериала. Разработана плотная питательная среда для ускоренного культивирования микобактерий [73].

Получены препараты ДНК *Pasteurella multocida*. Определен размер геномной ДНК штамма *Pasteurella multocida* 90. Отобраны праймеры для проведения ПЦР. Разработан опытный образец ПЦР тест-системы, показывающий высокую специфичность, чувствительность, скорость при постановке диагноза на пастереллез [74].

Изготовлен аллерген из штамма Rev-1 для диагностики бруцеллеза мелкого рогатого скота (патент 14423). Разработан способ контроля и профилактики бруцеллеза (патент 14723). Получен антиген для постановки роз бенгал пробы (РБП) при бруцеллезе животных (предпатент 14639). Изучена выживаемость бруцелл в присутствии в бактериальной взвеси специфического аллергена. Рассмотрена ответная реакция организма здоровых и инфицированных животных на внутрикожное введение взвеси бруцелл штамма Rev-1 в чистом виде и в смеси с аллергеном. Установлена напряженность иммунитета к бруцеллезу организма морских свинок и овец после внутрикожного и подкожного введения бруцелл штамма Rev-1 в чистом виде и в смеси с аллергеном. Определена диагностическая ценность "аллерген-вакцины" и изучена эффективность ее применения [75].

Получен штамм гибридных культивированных клеток продуцент моноклональных антител к белковому антигену гриппа птиц типа А штамм H5N1. Изучены основные характеристики полученных моноклональных антител и параметры их применения в иммуноферментном анализе. Разработаны компоненты отечественной иммуноферментной тест-системы на основе моноклональных антител для серологической диагностики гриппа птиц [76].

Установлена взаимосвязь мутагенности содержимого кишечника и популяционного уровня его нормальной микрофлоры. Клетки и метаболиты лактобацилл и бифидобактерий обладают дисмутагенной активностью. Получены штаммы лактобацилл с повышенным уровнем резистентности к ципрофлоксацину. Разработана технология получения комплексной пробиотической биологически активной добавки "Рисо-Лакт". Утверждены технологическая инструкция, лабораторный регламент, стандарт организации на биологически активную добавку к пище "Рисо-Лакт" и санитарно-эпидемиологическое заключение [77].

В Республике Казахстан за последние годы опубликованы следующие основные научные работы по направлению «Биотехнологии»:

Цель исследования - изучить влияние бактериальных заквасок из молочнокислых бактерий, используемых в технологии производства мясных продуктов, для их интенсификации и повышения биологической ценности изделий. Исследовали 5 культур молочнокислых бактерий, обладающих антагонистической активностью к патогенным и условно-патогенным

микроорганизмам. Отобраны культуры 3 и 5 по морфологическим, культуральным, физико-биохимическими признаками. Культура 3 может быть отнесена к *L. plantarum*, культура 5 - к *L. cellobiosus*. Отмечено, что было выработано два вида мясных изделий с использованием этих культур: варено-копченые свинина и говядина. Определяли химический состав мясных продуктов. Проводили термическую обработку мясных продуктов по общепринятой методике. Указано, что в качестве основного сырья в разрабатываемых продуктах использовали свинину и говядину, спинную и поясничную мышцы полутуш. Опытные образцы: говядины варено-копченой Медеу и свинины варено-копченой Жетысуйская были высокого качества с характерными свойствами. По санитарным требованиям они соответствовали требованиям ГОСТа. По результатам исследования установлено, что использование стартовых культур молочнокислых бактерий *L. plantarum* и *L. cellobiosus* позволяет получить готовый продукт с высокими органолептическими показателями [78].

Показано, что верблюжье молоко богато витаминами и различными микроэлементами, в нем в 3 раза больше витамина С и в 10 раз больше железа, чем в коровьем молоке. Авторами подобраны культуры, в состав которых входят: *Lb. Acidophilus* КМ-2 + *Kc. cremorius* ТМ-5 + *Lc. Lastis* subsp. *lactis* К-8. Лиофильно-высушенный консорциум на верблюжьем молоке исследован на сохранение жизнеспособности клеток при использовании различных криопроекторов. Исследованы криопроекторы: 10 % сахарозы + 1 % желатины, при этом титр клеток сократился. А в вариантах при добавлении 10 % лактозы + 1 % желатины и 10 % сахарозы + 1 % агара титр клеток снижался. Отмечено, что во всех вариантах верблюжье молоко является хорошим криопроектором при сушке заквасок и не требует внесения защитных компонентов [79].

Рассмотрена характеристика кобыльего молока. По литературным данным установлено, что для образования кумыса из кобыльего молока нужны сбраживающие лактозу дрожжи рода *Torula* и микробы, относящиеся к группе молочнокислых бактерий. Молочнокислое брожение вызывают микроорганизмы, которых существует много. В кумысе найдены десятки разных культур. Автор статьи добавил кумысные дрожжи типа *Torula Lactis* в композицию заквасок из *Lactobacillus acidophilus* и *Lbm. Bulgaricum*. Установлено, что дрожжи активизируют развитие молочнокислых бактерий, витаминизируют продукты. Подобраны два компонента микрофлоры кисломолочных продуктов. Отмечено, что эти компоненты - ацидофильные бактерии и дрожжи, которые подобраны по способности, вырабатывают антибиотические вещества. Руководствуясь принципом подбора микроорганизмов по их антибиотической активности и способности сбраживания лактозы (для дрожжей), а так же их дальнейшие вкусовые качества кисломолочного продукта, считают подобранную композицию заквасок из разного рода культур целесообразным [80].

В работе приведены данные по изучению способности углеводородокисляющих микроорганизмов усваивать н-алканы и

ароматические углеводороды. Отобрано 13 наиболее активных культур микроорганизмов рода *Rhodococcus*. Наибольшая нефтедеструкционная активность отмечена у 7 культур углеводородокисляющих микроорганизмов [81].

Фосфор – один из важнейших биогенных элементов. Доступность содержащегося в почве фосфора относится к лимитирующим факторам роста и развития растений. Перспективным является создание удобрений на основе микроорганизмов, переводящих нерастворимые фосфаты почвы в доступную для растений форму. В процессе работы отработан метод выделения и первичного скрининга фосфатмобилизующих микроорганизмов из ризосферы растений [82].

По результатам скрининга отобраны 5 клонов (KM10, KM13, KM16, KM19, KM20), активно продуцирующих метаболиты кислотного характера и мобилизующих нерастворимые соединения кальция. Свободный фосфор не возвращается в нерастворимое состояние, то есть выделенные культуры способны поддерживать определенную концентрацию фосфатов в растворе, обеспечивая тем самым их дальнейшее поглощение растениями. Такой тип культур является перспективными для создания биологических удобрений.

Таким образом, в результате проделанной работы отработан метод выделения и первичного скрининга фосфатмобилизующих микроорганизмов, снижающих pH среды обитания и вызывающих необратимое растворение трикальцийфосфата. Выделены активные культуры, перспективные для дальнейшего использования в качестве биофосфорных удобрений.

Проведен молекулярно-генетический анализ нуклеотидных последовательностей гена 16S rRNA 16 штаммов молочнокислых бактерий, выделенных из пшеничной муки, кумыса и шубата. Идентифицировано до вида 16 культур бактерий рода *Lactobacillus*, которые являются промышленно-значимыми и входят в состав заквасок для производства хлеба и кисломолочных продуктов [83].

Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязнителями окружающей среды. Важным звеном в деструкции нефти и нефтепродуктов являются углеводородокисляющие микроорганизмы. Но при пониженных положительных температурах активность почвенной микрофлоры снижается, и процессы самоочищения замедляются. Поэтому актуальным является выделение и изучение микроорганизмов, способных к деструкции нефти и нефтепродуктов при низких положительных температурах. Были выделены психрофильные микроорганизмы из нефтезагрязненных территорий Атырауской и Мангыстауской областей. Проведен скрининг микроорганизмов по способности к росту в условиях низких температурных режимов. Изучены культурально-морфологические и физиолого-биохимические свойства психротрофных микроорганизмов. Изучены культурально-морфологические и физиолого-биохимические свойства психротрофных микроорганизмов. Выделенные из нефтезагрязненных территорий культуры идентифицированы

как: ДН-1 и А/1 - *Lysinibacillus fusioformis*, изолят 14-2 - *Dietzia sp.*, изолят ЖН-1 - *Kocuria sp.*, изолят 9/3 - *Rhodococcus paraoxydans*, и 244 - *Achromobacter sp.*

Способность к эмульгированию определялась по методу Купера. В качестве гидрофобных субстратов для эмульгирования использовались вазелиновое масло, бензин, дизельное топливо и различные растительные масла. Установлено, что используемые растительные масла и дизельное топливо показали высокие показатели индекса эмульгирования (до 59,7%). Оценку деструктивной активности культур в почве проводили при температурах +15°C, +10°C, +4°C с добавлением сырой нефти в концентрации 3% в течение 60 суток. Все выделенные психротрофные изоляты активно разрушали нефть в искусственно загрязненной почве при 4°C. При этом наиболее активно разрушал изоляты ДН-1, А1, 14-2 и ЖН-1 (70-94%). В процессе определения степени деструкции нефти в почве при 10°C получена аналогичная картина. Активно деструктируют нефть те же изоляты в пределах от 80 до 94%. Менее активными являются изоляты 9/3 и А1. Средней активностью обладает изолят 244 (58%).

Таким образом, были отобраны психроактивные микроорганизмы из нефтезагрязненных почв, обладающие нефтедеструктивной способностью при пониженных положительных температурах. Способность выделенных штаммов к росту при низких температурах делает их перспективными для ликвидации последствий нефтяных загрязнений почв в зимний период времени [84].

Нефть и нефтепродукты являются одними из наиболее распространенных техногенных загрязнителей в регионах нефтедобычи. При этом аварийные разливы происходят на всех этапах добычи, хранения, транспортировки и переработки углеводородного сырья. В настоящее время на государственном балансе Республики Казахстан находится 214 месторождений углеводородного сырья, из которых 81 активно разрабатывается [85].

Многолетняя практика биоремедиации свидетельствует о том, что наиболее полное восстановление экосистем обеспечивают только биологические методы, основанные на стимулировании функциональной активности аборигенной нефтеокисляющей микрофлоры или интродукции активных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов. В этой связи для Казахстана весьма актуальным является разработка и внедрение высокоэффективных биотехнологий на основе использования местных штаммов микроорганизмов-деструкторов углеводородов.

Цель исследования - изучить нефтедеструкционную активность углеводородокисляющих микроорганизмов в сточной, пресной и искусственной морской среде. Модельный эксперимент заложен в 3 вариантах опыта с использованием консорциума (*Dietzia maris* Ku1, *Dietziamaris* U2.6 и *Rhodococcus erythropolis* Кл1). В качестве контроля служила искусственная морская вода, пресная и сточная воды без внесения микроорганизмов. При изучении нефтеокисляющей активности консорциума микроорганизмов в лабораторных условиях на нефтезагрязненной пресной воде с содержанием сырой нефти (3%) деструкция нефти составила 35%. Деструкция нефти на

сточной воде с 3% нефтью составила 76%. Тогда как на искусственной морской воде при концентрации солености 5% биодеструкция составила 91%.

Из полученных данных следует, что изучаемый консорциум углеводородокисляющих микроорганизмов обладает высокой нефтедеструктивной активностью на пресной и морской воде. Данный консорциум можно будет рекомендовать как компонент биологического препарата для очистки среды от углеводородов [61].

В настоящее время разработаны и применяются различные методы очистки нефтезагрязненных почв. Наиболее перспективным методом на сегодняшний день признан микробиологический способ очистки, с использованием активных штаммов нефтеокисляющих микроорганизмов. Поэтому необходим постоянный поиск и пополнение активных штаммов микроорганизмов - нефтедеструкторов. Внесение в загрязненную почву чистых культур микроорганизмов или их консорциумов, способных к окислению углеводородов нефти, ускоряет процесс очистки почвы. В связи с этим интродукция микроорганизмов с повышенной деградирующей активностью и устойчивых к высоким концентрациям нефтяных углеводородов, способных к росту на различных типах нефти и нефтепродуктах, позволит разработать микробиологическую технологию с учетом специфики условий региона и ускорить процесс восстановления загрязненных нефтью территорий.

Деструктивная активность нефтеокисляющих микроорганизмов зависит от многих факторов: температуры, солености, солнечной радиации, наличия питательных субстратов и др. В связи с этим необходимо уделять особое внимание изучению динамики численности, видового разнообразия и биологических свойств нефтеокисляющих штаммов в каждом конкретном регионе.

Из нефтезагрязненных почв и нефтешламов Западного Казахстана было изолировано 175 изолятов, путем скрининга отобраны наиболее активные нефтеокисляющие культуры микроорганизмов. Изучение нефтеокисляющей способности показало, что 6 культур обладают средней деструкционной активностью - меньше 70% и 24 культуры высокой нефтеокисляющей способностью – больше 70%. По изучению культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств микроорганизмов определена родовая принадлежность активных штаммов микроорганизмов. Основными представителями углеводородокисляющих микроорганизмов Западного Казахстана являются микроорганизмы рода *Rhodococcus* и *Dietzia* – 10 и 9 штаммов из 30 культур микроорганизмов соответственно. Род *Bacillus* представлен 3 штаммами микроорганизмов, род *Acinetobacter* и *Micrococcus* представлены 2 штаммами микроорганизмов. По 1 штамму микроорганизмов принадлежат родам *Paracoccus*, *Ochrobacterium* и *Achromobacterium* и *Micrococcus*. Установлено, что исследуемые штаммы нефтеокисляющих микроорганизмов относятся к мезофилам. Источник света не влияет на интенсивность роста микроорганизмов. Все изучаемые микроорганизмы способны расти при диапазоне pH от 5 до 9, оптимальной является pH 8.

Большая часть изучаемых микроорганизмов, кроме 4 культур, устойчива к солености среды 7%.

В ходе проведения экспериментов по выделению и отбору активных штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов, изучения культурально-морфологических, физиолого-биохимических свойств рабочая коллекция лаборатории экологической биотехнологии за отчетный период пополнена 30 штаммами углеводородокисляющих микроорганизмов [86].

Разработан биологический инсектицидный препарат на основе энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana*, обладающий высокой активностью в отношении вредных саранчовых. Новый бактериальный препарат способствует расширению ассортимента экологически безопасных средств защиты растений и повышению эффективности защиты растений от насекомых-вредителей. Подана заявка в МСХ РК на проведение регистрационных испытаний биологического инсектицидного препарата на основе гриба *Beauveria bassiana* в 2013 году [87].

Представлены результаты разработки бивалентной инактивированной эмульгированной вакцины против гриппа птиц из эпизоотически актуальных штаммов А/домашний гусь/Павлодар/1/05 (H5N1) и А/цыпленок/Росток/29 (H7N1). Установлено, что соотношение антигенов в составе вакцины должно быть равным по показателю инфекционной активности до инактивации вирусов. У привитых кур на 14 сут. формируется напряженный иммунитет и сохраняется в течение 6 мес. Продолжительность иммунитета после двукратной иммунизации составила 12 мес. При температуре хранения  $4\pm 20^{\circ}\text{C}$  препарат сохраняет свои иммуногенные свойства в течение 12 мес. Проведенные внутриинститутские комиссионные испытания в НИИПББ показали, что вакцина стерильна, безвредна и иммуногенна для птиц [88].

На основе клеточной селекции получены устойчивые к стрессовым воздействиям безвирусные пробирочные растения-регенеранты 17 генотипов картофеля казахстанской и зарубежной селекции. В результате полевых испытаний соматоклонов 1-го и 2-го года размножения выявлены устойчивые формы к высоким температурам, засухе, грибным и вирусным болезням, а также выделены линии с высокой продуктивностью. Отобранные 6 перспективные линии картофеля (Т-26, Н-71-1, С-24, Т-51-1, С-14 и Н-80) будут включены в селекционный процесс для получения нового сорта [89].

В целях выяснения особенностей ультраструктуры деградирующих клеток, обуславливающих их роль в процессах морфогенеза *in vitro*, проведено электронно-микроскопическое исследование эмбриогенных каллусов пшеницы. Выявлены слабо- и сильновакуолизированные клетки и деградирующие клетки различной морфологии: с пристеночной локализацией цитоплазмы, с полным лизисом содержимого цитоплазмы, деградирующие по типу псевдоплазмолизма. Для клеток эмбриогенных каллусов пшеницы характерно усиление вакуолизации клеток, формирование чашевидных инвагинаций пластид, разбухание митохондрий. Некоторым клеткам свойственно разрушение ядерной оболочки и выход ядерного материала в цитоплазму. Отмечается, что

со способностью деградирующих клеток выделять в окружающее пространство внеклеточные вещества гликопротеиновой или полисахаридной природы связана их роль в процессах морфогенеза и клеточной дифференцировки в рыхлых эмбрионных каллусах пшеницы [90].

Проведена селекция при глубинном культивировании и отбор устойчивых клеточных колоний из эмбрионной фракции суспензионной культуры. Для культивирования суспензии использовалась обогащенная аминокислотами среда АА. При культивировании суспензии добавлялся 0,01 %-ный раствор комплексного фитотоксина, выделенного из культурального фильтрата (КФ) фитопатогенного гриба *Septoria nodorum* Berk. Выявлено, что активный рост клеточной суспензии происходит при пассировании клеточных колоний на 7-й день культивирования. Более длительное выращивание каллусных клеток приводит к некротизации и дальнейшей гибели клеток. Клеточные колонии второго пассажа с хорошей пролиферативной способностью использовали в селекции *in vitro*. Получена морфологически стабильная суспензионная культура. Однако при введении фитотоксинов в суспензионную культуру клетки слипались и вновь образовывали крупные агрегаты, а доля одиночных клеток снижалась до 79 %. Соотношение числа живых и мертвых клеток также снижается. Положительным результатом является получение семенного потомства R0 из единичных растений-регенерантов, прошедших второй цикл селекции на культуральном фильтрате фитопатогенного гриба *Septoria nodorum* Berk. Таким образом, по предварительным данным, использование фитотоксина в качестве селективного фактора не эффективно, так как токсин для отдельно растущих клеток высокотоксичен. При этом наработка токсинов является трудоемкой работой. Использование отдельных токсинов на уровне целого растения не вызывает симптомов септориальной инфекции по сравнению с опрыскиванием со споровой суспензией гриба *Septoria nodorum* Berk [91].

В качестве исходного материала для исследований использованы сорта картофеля Невский, Карасайский, Акколь, Тениз, Тохтар, Аксор, Романо, Латона, Snowden. Для получения безвирусных мини-клубней картофеля проведены следующие этапы работ: вычленение апикальных меристем; тестирование меристемных растений методом ПЦР; размножение микрочеренкованием пробирочных растений; высаживание пробирочных растений в пленочной летней теплице и аэропонной установке; тестирование растений методом ИФА; сбор урожая мини-клубней картофеля [92].

При селекции на культуральном фильтрате фитопатогенного гриба *Septoria Nodorum* Berk в культуре изолированных пыльников индуцированы эмбриониды и получены гаплоидные растения-регенеранты, а из них после колхицинирования – семенное потомство из одного растения. При селекции на уровне гамет, где в качестве селективного фактора использовали токсины фитопатогенного гриба, растения-регенеранты получить не удалось. Присутствие токсинов в питательной среде привело к существенному снижению пыльцевого эмбриогенеза, что оказало определенное влияние на частоту образования гаплоидных структур. Таким образом, по

предварительным выводам, использование фитотоксина в качестве селективного фактора неэффективно, поскольку очищенные токсины имеют пагубное влияние для отдельно растущих клеток, и наработка токсинов трудоемка [93].

Планомерная работа по использованию биотехнологических методов адаптации клеток пшеницы была начата в 1986 году. Были созданы два новых сорта яровой мягкой пшеницы Кенжегали и Байтерек. В настоящее время в результате использования методов биотехнологии - селекции *in vitro* с добавлением хлорида натрия и осмотиков, эмбриокультуры, гаплоидии создан и отобран ценный исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы. Селекционная оценка линий яровой мягкой пшеницы, созданных методами биотехнологии, в условиях степной зоны в НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева с 2000-2010 годы позволила выявить наиболее ценные для использования как перспективные для экологического испытания и дальнейшей передачи в качестве нового сорта в Государственное сортоиспытание. В условиях степной зоны Акмолинской области (НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева) в 2008-2010 году испытывались 2767 линий яровой мягкой пшеницы, полученных методами биотехнологии, на разных фонах посева для отбора наиболее продуктивных, устойчивых к неблагоприятным факторам среды с высоким хлебопекарным качеством зерна и муки. Новые сорта яровой мягкой пшеницы должны противостоять угнетающему действию весенних холодов и засухи, максимально продуктивно реализовать все виды влаги, как в засушливых условиях, так и в благоприятные по влагообеспеченности годы. В условиях жесткой засухи 2010 года вегетационный период линий регенерантов пшеницы варьировал от 86 до 90 дней, превышали стандартный сорт Акмола 2 на 0,1-5,0 ц/га. В 2011 году две линии 285/95-1 с 3%ПЭГ №4 и 8/03 с МС №29 испытываются в производственном сортоиспытании. По засухоустойчивости, полеганию и устойчивости к болезням и вредителям линии регенерантов пшеницы находятся на уровне стандарта или превышают его. Хлебопекарные качества зерна и муки позволяют отнести их к ценным улучшителям муки.

Таким образом, комплексное использование методов традиционной селекции и биотехнологии позволило создать конкурентоспособный исходный материал яровой мягкой пшеницы для получения нового сорта с высоким качеством и стабильной урожайностью в контрастных условиях степной зоны Казахстана [94].

В статье приводятся результаты гормональной индукции суперовуляции у разновозрастных овцематок каракульских овец. Получены новые данные о влиянии возраста на репродуктивный потенциал доноров при индукции суперовуляции гормональным препаратом. Подчеркивается, что в экономическом плане использование молодых и более старых животных в качестве репродуктора эмбрионов будет малоэффективным. Поэтому в качестве доноров эмбрионов считается необходимо отбирать только тех животных, возраст которых находится в пределах от 2,5 до 4,5 лет [95].

В работе описаны результаты гормональной обработки самок архаров для получения множественных эмбрионов с последующей трансплантацией овцематкам-реципиентам. Экспериментальная часть работы проведена в Алматинском зоопарке, где содержатся 8 архаров, относящихся к подвиду архаров *Ovis ammon caelini*. В исследованиях для синхронизации экструсов были применены интервагинальные губки, пропитанные прогестероном. Установлено, что при обработке самок архара гормонами лучшую суперовуляционную реакцию показали животные, обработанные ГСЖК, в отличие от ФСГ. Положительно реагировали суперовуляцией 100 % животных от числа обработанных ГСЖК, а при введении ФСГ - 50 %. Среднее число овуляций на 1 донора было выше при обработке самок архаров ГСЖК (6,0±2,3), по сравнению с введением ФСГ (4,5±1,1). Пересадку эмбрионов животным-реципиентам осуществляли хирургическим методом путем лапаротомии. Эмбрионы трансплантировались в яйцевод или рог матки, ипсилатеральный яичник с функционирующим желтым телом. Ранние и поздние морулы (96-120 ч) пересаживали микропипеткой шприца Гамильтона в верхнюю часть одного из маточных рогов после прокола его стенки [96].

В работе использованы корнесобственные сорта винограда *Vitis vinifera* L. казахстанской селекции: технические – Алмалы, Илийский, Береке и столовые – Медео, Кызыл Тан, Рахат. В качестве эксплантов использованы спящие почки, апексы побегов и выделенные из них меристемы. Для получения меристематической массы применен метод (Mezzetti et al. 2002) с модификациями. Принцип увеличения меристематической массы с последующим массовым образованием микропобегов основан на ступенчатом увеличении концентрации бензиламинопурина (БАП): 4.4 мМ - 8.8 мМ - 13.2 мМ при каждом последующем субкультивировании. В итоге из одного апекса или почки в зависимости от сорта было получено до 10 и более укорененных и адаптированных к условиям *ex vitro* побегов, которые были высажены *ex situ* и вегетировали в течение сезона [97].

Выращивание картофеля очень актуально для Казахстана, так как это один из основных продуктов питания у населения. Средняя урожайность картофеля в Казахстане не превышает 16 т/га. Причиной невысокой его урожайности является вред, наносимый культуре картофеля болезнями, вредителями и сорняками.

Фитофтороз является одним из самых распространенных опасных заболеваний картофеля как в нашей стране, так и за рубежом. Его возбудитель – гриб *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary из класса оомицетов. В благоприятные годы характеризуется быстрым распространением и массовым поражением картофеля, из-за чего обеспечивает эпифитотийное развитие на значительных территориях. Гриб поражает все органы растения - листья, стебли, клубни, цветки, ягоды на протяжении всей вегетации: от появления всходов до естественного отмирания ботвы. Внедрение устойчивых сортов является основным звеном в системе мер защиты картофеля от фитофтороза. Прежде всего, это связано с задачей охраны окружающей среды от загрязнения

химическими средствами защиты и повышением рентабельности картофелеводства. На сегодняшний день для выведения новых устойчивых к болезням сортов картофеля, наряду с традиционными методами селекции, используются биотехнологические методы. Они имеют ключевое значение для создания и внедрения новых сортов сельскохозяйственных культур с повышенной урожайностью и продуктивностью.

В биотехнологии картофеля особую роль играет клеточная селекция, при которой отбор клеточных линий и растений с новыми наследственными признаками проводится на уровне культивируемых *in vitro* каллусных тканей.

В качестве объектов исследований использовались гибриды картофеля казахстанской селекции. При проведении эксперимента для получения каллусных линий картофеля, устойчивых к фитофторозу, использовали одноступенчатую и многоступенчатую селекцию. Процент каллусогенеза в среднем по шести неустойчивым к фитофторозу гибридам на МС составил 95,6%; 5% КФ – 96,4%; 10% КФ – 75,0; 20% КФ – 55,3%; 30% КФ – 26,6% через эксплант. Оптимальными концентрациями для одноступенчатой селекции являются 10, 20% КФ. Процент каллусогенеза в среднем через первичный каллус по шести гибридам составил на 5% КФ – 91,4%; 10% КФ – 77,8; 20% КФ – 63,6%; 30% КФ – 47,2%; 50% КФ – 21,2%. При культивировании каллусов на среде с 20% КФ наблюдали прирост на 8,3%, на 30% КФ – 20,6%. Только культивируя через первичный каллус получили выжившие каллусные линии на 50% КФ (21,2%). Оптимальными концентрациями для ступенчатой селекции являются 30, 50% КФ. Для получения растений-регенерантов гибридов картофеля с селективных сред с КФ гриба *Ph. infestans* каллусные линии были пассированы на питательную среду МС для регенерации в количестве 100 штук.

Перспективность исследований заключается в создании ценных форм картофеля, устойчивых к фитофторозу, с использованием молекулярно-генетических маркеров и передача их в государственные селекционные учреждения для дальнейшего выведения нового сорта картофеля [98].

Результаты проведенных опытов свидетельствуют о возможности длительного хранения спермы баранов в целях рационального и долгосрочного использования баранов-производителей. Благодаря эффективности метода криоконсервации спермы как средства практической реализации крупномасштабной генотипической селекции, он стал основным элементом национальных программ развития животноводства большинства стран мира. Следует отметить научную новизну проведенных работ: в условиях Казахстана впервые получены помесный молодняк 1-го поколения при скрещивании казахский грубошерстных курдючных маток с баранами породы авасси. Находясь в одинаковых условиях кормления и содержания, помесный молодняк по основным продуктивным показателям и биологическим свойствам стоит на уровне казахских курдючных полугрубошерстных овец [99].

Учеными ЮЗ НИИЖиР разработана научно обоснованная комплексная система биотехнологии воспроизводства смушковых пород овец, направленная на решение проблемы сохранения и ускоренного размножения редких и

исчезающих генотипов, создание генофондного банка их эмбрионов и новых породных и внутripородных групп животных с разными продуктивными качествами, включающая все этапы технологических процессов трансплантации и криоконсервации эмбрионов смушковых пород овец. При криоконсервации эмбрионов каракульских овец разработан способ, обеспечивающий сохранность эмбрионов в хорошем состоянии при длительном хранении на 27,3 % больше, чем традиционный. Создан генофондный банк эмбрионов смушковых пород овец оригинальных окрасок и расцветок в количестве 328 штук на основе внедрения в систему биотехнологии разработанных способов трансплантации и криоконсервации биоматериалов. Отмечено, что в перспективе развитие биотехнологии воспроизводства смушковых пород овец направлено на создание новых конкурентоспособных высокоценных генотипов и популяции на основе использования комплексной системы высокоэффективных биотехнологических методов генетического улучшения продуктивности сельскохозяйственных животных [100].

кормопроизводство, агроэкология, лесное хозяйство.-2010.-№3 - С. 209-213

В статье изложены результаты многолетних исследований по выделению перспективных генотипов озимого ячменя по продуктивности и качеству зерна [101].

Дан анализ состояния генетических ресурсов растений. Изучены проблемы и предложена стратегия менеджмента для активизации и координации деятельности в области сохранения, изучения и рационального использования гермоплазмы. На примере ячменя показаны новые эффективные подходы в формировании, оценке и использовании генетического разнообразия [102].

Известно, что более двух миллиардов человек, или одна треть всего населения мира, инфицированы бациллами туберкулеза (ТБ). В 2011 году произошло 8,7 миллионов новых случаев заболевания туберкулезом, 1,4 миллиона человек умерло (Доклад о глобальной борьбе с туберкулезом, 2012). Контроль над эпидемиологическим заболеванием прямым образом зависит от ранней диагностики. Диагноз туберкулеза, в большинстве случаев, ставится на основании клинического обследования, результатов рентгенографического анализа, микроскопии мокроты и бактериального культивирования.

Альтернативу классическим методам представляет серологический тест, основанный на методе иммуноферментного анализа. Довольно часто невозможно различить БЦЖ вакцинацию и контакт с нетуберкулезными микобактериями от туберкулезной инфекции, вызванной *Mycobacterium tuberculosis*. Поэтому необходимо проведение интенсивных исследований по поиску специфичных к *Mycobacterium tuberculosis* антигенов, не имеющих перекрестных реакций с антигенами BCG. Чувствительность и специфичность большинства в настоящее время доступных серологических тестов на ТБ, нуждаются в существенном усовершенствовании. Главная трудность состоит в том, что спектр антигенов *M. tuberculosis*, распознаваемых сыворотками, резко изменяется между пациентами. Также показатели чувствительности и специфичности тест-систем, с применением многообещающих антигенов ТБ,

могут широко изменяться в зависимости от страны происхождения, изученной когорты, проявлений статуса и болезни людей в пределах населения.

Использование таких культуральных фильтратных антигенов как ESAT-6, 85B (CFP32), antigen 5 (38-kDa антиген) в диагностике туберкулеза находит широкое применение. Данные антигены используются в различных иммунодиагностических методах. Коктейль таких определенных антигенов как ESAT-6, 85B и 38-kDa антиген мог бы сформировать основу нового теста для идентификации инфекции *Mycobacterium tuberculosis*, который не дает перекрестных реакций. Как было обнаружено, комбинация антигенов способна максимизировать эффективность серодиагностики туберкулеза, однако невозможно задетектировать абсолютно все антитела, так как это может вызвать низкую специфичность.

Таким образом, изучение серологического потенциала иммунологически важных антигенов *Mycobacterium tuberculosis* является необходимым этапом для разработки иммуноферментной тест-системы на основе рекомбинантных антигенов микобактерий в качестве дополнительной диагностики туберкулеза [103].

Рекомбинантный белок 2C3AB вируса ящура был произведен в бактериальной системе экспрессии и использован в качестве антигена при разработке иммуноферментного теста для различения вакцинированных и инфицированных животных. Рекомбинантный антиген Trx-2C3AB представляет собой слитный белок тиоредоксина с фрагментом полипротеина неструктурных белков вируса ящура длиной 574 а.к. Рекомбинантный антиген несёт гексагистидиновую последовательность (6xHis) в области линкера между Trx и 2C3AB. Конструкция для бактериальной экспрессии получена путем клонирования синтетического гена 2C3AB в вектор pET32 (Novagen). Штамм *E.coli* BL21(DE3) трансформирован плазмидой pET32-2C3AB. Условия экспрессии оптимизированы в серии экспериментов. Максимальная продукция рекомбинантного белка наблюдается при 6-часовой инкубации штамма-продуцента в среде, содержащей 0,2 М IPTG при 37°C. Рекомбинантный белок Trx-2C3AB накапливается в нерастворимой фракции с выходом до 1,8 мг на грамм бактериальной биомассы. Антиген Trx-2C3AB очищали с помощью металлохелатной хроматографии на иммобилизованных ионах Ni<sup>2+</sup>. Очищенный белок Trx-2C3AB демонстрирует электрофоретическую чистоту в SDS-PAGE не ниже 95%.

Иммунореактивность антигена подтверждена в непрямом ИФА с сыворотками крупного рогатого скота. Сыворотки были собраны в период 2010-2011 гг. в различных регионах Казахстана, пострадавших от вспышек ящура. Результаты ИФА доказали, что рекомбинантный антиген ИФА с антигеном Trx-2C3AB обнаруживает антитела против неструктурных белков вируса ящура, присутствующие у переболевших животных, но не у контрольных животных, серонегативных по результатам исследования в импортных тест-системах.

Таким образом, рекомбинантный антиген Ttx-2C3AB может быть эффективно использован для различения инфицированных ящуром и вакцинированных животных [104].

В настоящее время представляется перспективным применение ДНК-технологий, с помощью которых станет возможным решение различных задач современной селекции, таких как подбор родительских форм для скрещивания, контроль интрогрессии генетического материала, паспортизация и сертификация сортов, создание «генетического паспорта» сельскохозяйственных растений, представляющего собой основу защиты интеллектуальной собственности селекционеров. Наибольшее распространение в изучении генетического разнообразия растений получил подход, основанный на применении молекулярных маркеров. Использование таких молекулярных ДНК-маркеров открывает большие перспективы для детального картирования хромосом, идентификации генов, ответственных за хозяйственно-ценные признаки культуры. SSR-маркеры или микросателлиты весьма полиморфны, кроме того, они просты в использовании в реакции ПЦР. Высокий уровень полиморфизма, выявляемый SSR-маркерами, определяет ценность этой маркерной системы и позволяет говорить о возможности ее использования для оценки генетической изменчивости между клонами и сортами картофеля, и быстрой и достоверной идентификации сортов. К преимуществу метода микросателлитного анализа можно отнести возможность создания на его основе эффективной универсальной технологии, пригодной для контроля интрогрессии генетического материала при отдаленных скрещиваниях, для различения и идентификации источников, доноров, гибридов и сортов сельскохозяйственных растений. В качестве объектов исследований использовали 34 сорта картофеля, полученные из коллекции КазНИИКО. Выделение ДНК проводили по протоколу «СОРБ-ГМО-Б», «СОРБ-ГМО-А» и Dellaporta, концентрация выделенной ДНК сортов картофеля была в пределах от 133,3 до 1069,3 нг/мкл. Чистота выделенных ДНК сортов варьировала (отношение  $D_{260}/D_{280}$ ) от 1,93 до 2,1. Были подобраны эффективные SSR-праймеры для генетической идентификации и выявления различий между генотипами картофеля, проведен подбор режимов амплификации при использовании микросателлитных маркеров и температура отжига праймеров. Проведен электрофорез в полиакриламидном геле для выявления микросателлитных локусов. Анализ полиморфизма 34 сортов картофеля, районированных в Казахстане, проводили с использованием 8 пар SSR-праймеров, которые в совокупности генерировали 36 амплификационных фрагмента размером от 83 до 263 п.н. Число аллелей на локус в изученной выборке варьировало от 3 (локус Pt 23) до 7 (локус Pt 16), при этом среднее значение составило 4,5.

В ходе эксперимента для восьми SSR-праймеров были подобраны оптимальные температуры отжига 53°C, 58°C, 60°C. При подобранных температурах практически со всеми праймерами количество продуцируемых фракций равно количеству полиморфных или разница между ними была минимальна.

Таким образом, представляется актуальной разработка удобной в эксплуатации, относительно быстрой, высокопроизводительной и надежной технологии для генотипирования растений на основе анализа полиморфизма микросателлитов [105].

В результате проведенной работы сформирована и охарактеризована по хозяйственно-полезным признакам рабочая коллекция рода *Brassica* и *Sinapis* из сортов российской и белорусской селекции. Определены молекулярные маркеры селекционно-ценных признаков рапса, которые показали наличие генов устойчивости к чёрной ножке у видов *Brassica juncea* и *Sinapis alba* и отсутствие их в наших коллекционных образцах *Brassica napus*. Проведена внутривидовая и межвидовая гибридизация рапса с использованием культуры незрелого зародыша, в результате которой получены и предварительно охарактеризованы внутривидовые и межвидовые гибриды [106].

### 3.2 Анализ зарубежных патентов в области биотехнологий

Общие сведения по количеству патентов в разрезе рубрик МПК, по мировой патентной базе, представлены в таблице 4.

Пики патентной активности представлены на рисунке 5.

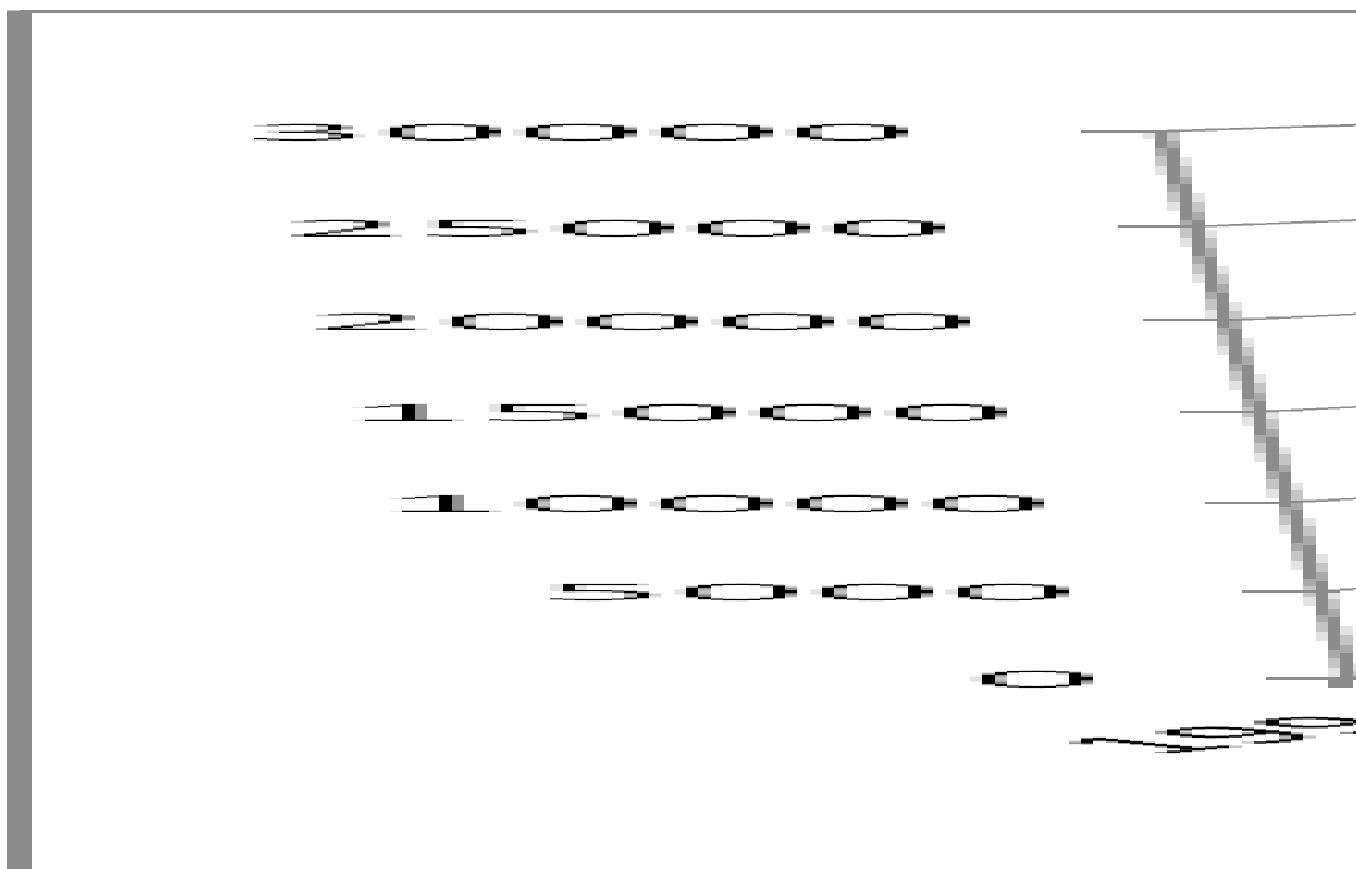


Рисунок 5 – Пики патентной активности в разрезе рубрик МПК по направлению «Биотехнологии»

Как видно из представленных результатов, наибольшую активность зарубежные исследователи проявляют в патентовании по рубрикам:

|                   |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A01H 1/00</b>  | Способы модификации генотипов                                                                                                                                                   |
| <b>A01K 67/00</b> | Выращивание или разведение животных, не отнесенное к другим рубрикам; новые породы животных                                                                                     |
| <b>A61K 39/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                                                                                                                       |
| <b>A61K 45/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие активные ингредиенты, не отнесенные к группам 31/00 - 41/00                                                                                 |
| <b>C12N 1/00</b>  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                                                                                                              |
| <b>C12N 5/00</b>  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них                     |
| <b>C12N 7/00</b>  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их                                                                                                      |
| <b>C12N 9/00</b>  | Ферменты, например лигазы; проферменты; композиции их; лекарственные препараты, содержащие ферменты                                                                             |
| <b>C12N 15/00</b> | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |
| <b>G01N 33/53</b> | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                               |

При этом по этим рубрикам МПК наблюдаются пики патентования, начиная с 2004 по 2011 годы. С 2011 года количество регистрируемых патентов по всем рубрикам падает. Причиной этого, по нашим данным, является следующее:

– Следствие глобального финансового кризиса 2008 года, в результате чего финансирование научных исследований было сокращено, в связи с чем патентная активность с 2011 года (3 года – обычный срок получения научного результата, способного к патентованию) снизилась.

– В мировой практике, в связи с борьбой на законодательном уровне с патентным троллями, а также достаточно значительными финансовыми ресурсами, необходимыми для патентования, к патентованию представляются в большей части объекты, имеющие неоспоримый потенциал коммерциализации, в связи с чем патентование «на всякий случай» сокращается.

Таблица 4 – Количество патентов в разрезе рубрик МПК по направлению «Биотехнологии»

|                  | <b>A01<br/>H<br/>1/00</b> | <b>A01<br/>H<br/>1/06</b> | <b>A01<br/>H<br/>1/08</b> | <b>A0<br/>1P<br/>21/<br/>00</b> | <b>A01<br/>K<br/>67/0<br/>0</b> | <b>A61<br/>K<br/>35/6<br/>6</b> | <b>A61<br/>K<br/>35/7<br/>4</b> | <b>A61<br/>K<br/>35/7<br/>6</b> | <b>A61<br/>K<br/>39/0<br/>0</b> | <b>A61<br/>K<br/>45/0<br/>0</b> | <b>A61<br/>K<br/>48/0<br/>0</b> | <b>A61<br/>K<br/>49/1<br/>6</b> | <b>C12<br/>N<br/>1/00</b> | <b>C12<br/>N<br/>5/00</b> | <b>C12<br/>N<br/>7/00</b> | <b>C12<br/>N<br/>9/00</b> | <b>C12<br/>N<br/>11/0<br/>0</b> | <b>C12<br/>N<br/>15/0<br/>0</b> | <b>G01<br/>N<br/>33/5<br/>3</b> |
|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>19<br/>94</b> | 264                       | 13                        | 58                        | 12                              | 339                             | 156                             | 291                             | 50                              | 2941                            | 711                             | 559                             | 14                              | 2790                      | 2424                      | 450                       | 3054                      | 464                             | 5810                            | 2905                            |
| <b>19<br/>95</b> | 228                       | 9                         | 0                         | 11                              | 397                             | 160                             | 251                             | 70                              | 2856                            | 847                             | 830                             | 10                              | 2625                      | 2424                      | 462                       | 3195                      | 385                             | 6246                            | 2899                            |
| <b>19<br/>96</b> | 295                       | 24                        | 1                         | 17                              | 421                             | 181                             | 250                             | 154                             | 3142                            | 119<br>8                        | 137<br>0                        | 2                               | 2808                      | 2859                      | 588                       | 3608                      | 343                             | 7541                            | 3311                            |
| <b>19<br/>97</b> | 293                       | 37                        | 0                         | 10                              | 620                             | 273                             | 282                             | 316                             | 3795                            | 167<br>7                        | 216<br>3                        | 16                              | 3174                      | 3547                      | 743                       | 4143                      | 377                             | 9216                            | 3786                            |
| <b>19<br/>98</b> | 386                       | 34                        | 3                         | 21                              | 727                             | 351                             | 341                             | 427                             | 4884                            | 222<br>0                        | 307<br>5                        | 7                               | 4200                      | 4841                      | 884                       | 5222                      | 439                             | 1229<br>9                       | 4628                            |
| <b>19<br/>99</b> | 584                       | 54                        | 3                         | 18                              | 830                             | 399                             | 365                             | 480                             | 5657                            | 296<br>5                        | 383<br>2                        | 4                               | 4679                      | 5776                      | 890                       | 5819                      | 464                             | 1407<br>5                       | 4957                            |
| <b>20<br/>00</b> | 687                       | 35                        | 4                         | 24                              | 111<br>4                        | 461                             | 370                             | 461                             | 5867                            | 384<br>7                        | 407<br>0                        | 15                              | 5353                      | 6689                      | 990                       | 6122                      | 423                             | 1644<br>9                       | 4952                            |
| <b>20<br/>01</b> | 658                       | 30                        | 3                         | 26                              | 154<br>6                        | 550                             | 461                             | 647                             | 7085                            | 565<br>4                        | 515<br>8                        | 20                              | 6410                      | 8313                      | 125<br>3                  | 8198                      | 584                             | 1984<br>3                       | 6695                            |
| <b>20<br/>02</b> | 722                       | 38                        | 12                        | 38                              | 248<br>1                        | 782                             | 656                             | 111<br>1                        | 9717                            | 879<br>2                        | 713<br>1                        | 19                              | 8734                      | 1189<br>4                 | 159<br>4                  | 1064<br>5                 | 643                             | 2511<br>5                       | 1090<br>2                       |
| <b>20<br/>03</b> | 984                       | 49                        | 2                         | 31                              | 259<br>9                        | 829                             | 674                             | 109<br>0                        | 9872                            | 962<br>9                        | 722<br>9                        | 29                              | 8592                      | 1375<br>8                 | 165<br>8                  | 1062<br>0                 | 600                             | 2457<br>2                       | 1266<br>0                       |
| <b>20<br/>04</b> | 1198                      | 41                        | 5                         | 43                              | 229<br>2                        | 874                             | 752                             | 923                             | 9893                            | 101<br>26                       | 626<br>7                        | 32                              | 7906                      | 1056<br>1                 | 140<br>4                  | 7827                      | 594                             | 2271<br>9                       | 1096<br>2                       |
| <b>20</b>        | 138                       | 46                        | 9                         | 84                              | 212                             | 797                             | 807                             | 782                             | 1043                            | 868                             | 573                             | 24                              | 7156                      | 9762                      | 132                       | 6915                      | 546                             | 2196                            | 1030                            |

|           |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |     |     |      |      |     |      |     |      |      |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|------|------|
| <b>05</b> | 9   |     |     |     | 1   |     |     |     | 4    | 5   | 2   |     |      |      | 2   |      |     | 7    | 1    |
| <b>20</b> | 132 |     |     |     | 174 |     |     |     |      | 583 | 454 |     |      |      |     |      |     | 1902 |      |
| <b>06</b> | 8   | 56  | 13  | 98  | 4   | 637 | 705 | 521 | 9377 | 9   | 6   | 18  | 5990 | 8495 | 996 | 5578 | 482 | 5    | 8434 |
| <b>20</b> | 131 |     |     |     | 152 |     |     |     |      | 562 | 409 |     |      |      | 107 |      |     | 1855 |      |
| <b>07</b> | 3   | 72  | 19  | 216 | 9   | 683 | 778 | 569 | 9924 | 3   | 7   | 10  | 6196 | 8730 | 0   | 5263 | 489 | 3    | 8314 |
| <b>20</b> | 147 |     |     |     | 150 |     |     |     | 1101 | 556 | 348 |     |      |      | 115 |      |     | 1984 |      |
| <b>08</b> | 5   | 74  | 25  | 326 | 8   | 802 | 913 | 662 | 6    | 7   | 2   | 9   | 6683 | 8571 | 2   | 5258 | 457 | 0    | 8108 |
| <b>20</b> | 167 |     |     |     | 153 |     |     |     | 1169 | 528 | 326 |     |      | 1027 | 122 |      |     | 2070 |      |
| <b>09</b> | 5   | 92  | 21  | 444 | 0   | 822 | 934 | 631 | 1    | 2   | 9   | 34  | 7299 | 5    | 5   | 5558 | 570 | 1    | 8990 |
| <b>20</b> | 159 |     |     |     | 155 |     | 102 |     | 1175 | 512 | 315 |     |      | 1009 | 130 |      |     | 2035 |      |
| <b>10</b> | 7   | 119 | 18  | 544 | 7   | 858 | 5   | 586 | 3    | 1   | 5   | 38  | 7789 | 2    | 0   | 5398 | 578 | 0    | 8587 |
| <b>20</b> | 198 |     |     |     | 164 |     | 101 |     | 1216 | 414 | 303 |     |      | 1055 | 139 |      |     | 2113 |      |
| <b>11</b> | 0   | 164 | 19  | 623 | 4   | 933 | 5   | 544 | 8    | 4   | 8   | 39  | 8499 | 9    | 3   | 5949 | 566 | 3    | 8037 |
| <b>20</b> | 177 |     |     |     | 154 |     | 102 |     | 1059 | 316 | 233 |     |      |      | 114 |      |     | 1710 |      |
| <b>12</b> | 2   | 229 | 27  | 679 | 2   | 978 | 4   | 395 | 7    | 9   | 0   | 33  | 7855 | 9094 | 8   | 4846 | 520 | 1    | 7487 |
| <b>20</b> | 153 |     |     |     | 106 | 102 |     |     |      | 462 | 174 |     |      |      |     |      |     | 1228 |      |
| <b>13</b> | 6   | 141 | 39  | 411 | 1   | 7   | 759 | 325 | 7572 | 9   | 9   | 19  | 5097 | 5834 | 710 | 3612 | 366 | 3    | 5584 |
| <b>20</b> |     |     |     |     |     |     |     |     |      | 132 |     |     |      |      |     |      |     |      |      |
| <b>14</b> | 230 | 50  | 1   | 45  | 129 | 262 | 172 | 85  | 1557 | 5   | 370 | 2   | 713  | 1057 | 150 | 695  | 47  | 2273 | 1185 |
|           | 205 | 140 |     | 372 | 277 | 128 | 128 | 108 | 1617 | 970 | 734 |     | 1205 | 1555 | 213 | 1175 | 993 | 3371 | 1436 |
|           | 94  | 7   | 282 | 1   | 31  | 15  | 25  | 29  | 98   | 50  | 52  | 394 | 48   | 55   | 82  | 25   | 7   | 11   | 84   |

**Определение стран-лидеров, ведущих заявителей и патентообладателей в мире при патентовании в области биотехнологий**

Таблица 5 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК A01H1/08

| Страна                 |    | Главный патентообладатель               |   | Ведущий автор              |   |
|------------------------|----|-----------------------------------------|---|----------------------------|---|
| China                  | 97 | Beijing Forestry University             | 8 | Kang Xiangyang             | 4 |
| United States          | 42 | PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL, INC.     | 7 | AVIDOV, Amit               | 4 |
| PCT                    | 27 | MONSANTO TECHNOLOGY LLC                 | 7 | 沈天民                        | 3 |
| European Patent Office | 27 | DEGUSSA                                 | 7 | Liu Mengjun                | 3 |
| Canada                 | 11 | RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V. | 6 | Grote Edwin Michael        | 3 |
| Spain                  | 9  | PIONEER HI BRED INT                     | 5 | Chen Li                    | 2 |
| Mexico                 | 6  | KAIIMA BIO AGRITECH LTD.                | 5 | Carlone, Jr. Mario Rosario | 2 |
| Republic of Korea      | 6  | Nankai University                       | 3 | Barton Joanne E.           | 2 |
| Japan                  | 4  | Nanjing Agricultural University         | 3 | BORDES JACQUES             | 2 |
| Brazil                 | 4  | Grote Edwin Michael                     | 3 | BARTON JOANNE E            | 2 |

Таблица 6 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК A01K67/00

| Страна | Главный | Ведущий автор |
|--------|---------|---------------|
|--------|---------|---------------|

|                        |      | патентообладатель                           |     |                     |    |
|------------------------|------|---------------------------------------------|-----|---------------------|----|
| United States          | 7057 | INCYTE GENOMICS, INC.                       | 162 | Allen Keith D.      | 84 |
| Japan                  | 6059 | APPLERA CORPORATION                         | 128 | YUE, HENRY          | 28 |
| European Patent Office | 4754 | JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP             | 117 | WEI, MING-HUI       | 26 |
| China                  | 3195 | INCYTE GENOMICS INC                         | 106 | TANG, Y. TOM        | 24 |
| Canada                 | 2965 | The Regents of the University of California | 98  | Weinstein Edward    | 23 |
| PCT                    | 2460 | AMGEN INC                                   | 79  | Hillman Jennifer L. | 23 |
| Spain                  | 582  | GENENTECH, INC.                             | 77  | WEI MING-HUI        | 21 |
| Republic of Korea      | 545  | REGENERON PHARMACEUTICALS, INC.             | 75  | Leviten Michael W.  | 20 |
| Brazil                 | 376  | JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY AGENCY           | 72  | KUCHERLAPATI RAJU   | 20 |
| Mexico                 | 210  | GENENTECH INC                               | 70  | Bandman Olga        | 20 |
| Russian Federation     | 199  |                                             |     |                     |    |
| Argentina              | 87   |                                             |     |                     |    |
| Singapore              | 62   |                                             |     |                     |    |

Таблица 7 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК A01P21/00

| Страна | Главный патентообладатель | Ведущий автор |
|--------|---------------------------|---------------|
|--------|---------------------------|---------------|

|                        |      |                                    |     |                            |    |
|------------------------|------|------------------------------------|-----|----------------------------|----|
| China                  | 1578 | BASF SE                            | 122 | GEWEHR, Markus             | 18 |
| United States          | 530  | BAYER CROPSCIENCE AG               | 68  | Fan Zhijin                 | 17 |
| Japan                  | 530  | SYNGENTA PARTICIPATIONS AG         | 65  | 徐雪松                        | 14 |
| PCT                    | 333  | BASF AKTIENGESellschaft            | 27  | Duan Liusheng              | 14 |
| European Patent Office | 294  | ROHM AND HAAS COMPANY              | 26  | 张善学                        | 13 |
| Canada                 | 220  | SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED | 25  | Zhang Shanxue              | 13 |
| Brazil                 | 114  | China Agricultural University      | 24  | Митрасов Юрий Никитич (RU) | 12 |
| Republic of Korea      | 101  | Nankai University                  | 23  | 高润宝                        | 10 |
| Spain                  | 95   | Zhejiang University                | 22  | Niu Junwu                  | 10 |
| Russian Federation     | 94   | BASF AG                            | 22  | Guo Changhong              | 8  |
| Argentina              | 71   |                                    |     |                            |    |
| Mexico                 | 40   |                                    |     |                            |    |

Таблица 8 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А61К49/16

| Страна        |     | Главный патентообладатель |    | Ведущий автор           |   |
|---------------|-----|---------------------------|----|-------------------------|---|
| United States | 158 | Immunomedics, Inc.        | 13 | GOLDENBERG MILTON DAVID | 6 |

|                        |    |                                     |    |                               |   |
|------------------------|----|-------------------------------------|----|-------------------------------|---|
| European Patent Office | 80 | IMMUNOMED ICS, INC.                 | 13 | GOLDENBERG, DAVID M.          | 5 |
| Canada                 | 70 | IMMUNOMED ICS INC                   | 11 | Давыдкин Валерий Юрьевич (RU) | 4 |
| PCT                    | 59 | DIADEXUS, INC.                      | 8  | RUBIN ROBERT H                | 4 |
| China                  | 36 | diaDexus, Inc.                      | 7  | LYNE PAUL D                   | 4 |
| Japan                  | 23 | COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE       | 7  | Goldenberg Milton David       | 4 |
| Spain                  | 21 | TARGESOME, INC.                     | 5  | Goldenberg David M.           | 4 |
| Republic of Korea      | 7  | NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF CANADA | 5  | KATZE MICHAEL                 | 3 |
| Russian Federation     | 6  | DIADEXUS LLC                        | 5  | GOLDENBERG DAVID M            | 3 |
| Mexico                 | 5  | DIADEXUS INC                        | 5  | Epstein Alan L.               | 3 |

Таблица 9 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А61К35/66

| Страна                 |      | Главный патентообладатель |     | Ведущий автор                       |    |
|------------------------|------|---------------------------|-----|-------------------------------------|----|
| United States          | 5152 | NESTEC S.A.               | 177 | Farmer Sean                         | 30 |
| PCT                    | 2383 | PROBI AB                  | 52  | Левченко Татьяна Александровна (RU) | 28 |
| Canada                 | 1759 | ONCOLYTICS BIOTECH INC.   | 49  | Mercenier Annick                    | 25 |
| China                  | 1638 | NESTLE SA                 | 48  | Cui Yunlong                         | 25 |
| European Patent Office | 1555 | COMPAGNIE GERVAIS DANONE  | 45  | Coffey Matthew C.                   | 25 |

|                       |     |                                      |    |                       |    |
|-----------------------|-----|--------------------------------------|----|-----------------------|----|
| Brazil                | 575 | N.V.<br>NUTRICIA                     | 44 | Szalay Aladar<br>A.   | 24 |
| Japan                 | 504 | SmithKline<br>Beecham<br>Corporation | 43 | MOGNA,<br>Giovanni    | 24 |
| Russian<br>Federation | 307 | Nestec S.A.                          | 43 | AOKI K ROGER          | 21 |
| Republic of<br>Korea  | 118 | CALPIS CO.,<br>LTD.                  | 41 | Collins John<br>Kevin | 20 |
| Spain                 | 87  | ALLERGAN,<br>INC.                    | 41 | COFFEY<br>MATTHEW C   | 19 |

Таблица 10 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А61К39/00

| Страна                    |       | Главный патентообладатель                                  |          | Ведущий автор        |     |
|---------------------------|-------|------------------------------------------------------------|----------|----------------------|-----|
| United States             | 49163 | GENENTECH,<br>INC.                                         | 132<br>7 | Young David S.<br>F. | 112 |
| European<br>Patent Office | 30470 | NOVARTIS<br>AG                                             | 110<br>6 | Krieg Arthur M.      | 83  |
| Japan                     | 25524 | GENENTECH<br>INC                                           | 863      | SAHIN UGUR           | 79  |
| PCT                       | 21278 | Genentech,<br>Inc.                                         | 857      | Goddard<br>Audrey    | 75  |
| Canada                    | 18887 | GLAXOSMITH<br>KLINE<br>BIOLOGICAL<br>S S.A.                | 729      | Schenk Dale B.       | 70  |
| China                     | 9859  | SMITHKLINE<br>BEECHAM<br>CORP                              | 725      | ROSEN CRAIG<br>A     | 70  |
| Spain                     | 6468  | THE<br>REGENTS OF<br>THE<br>UNIVERSITY<br>OF<br>CALIFORNIA | 530      | NAKAMURA<br>YUSUKE   | 69  |
| Mexico                    | 3194  | The Regents<br>of the<br>University of                     | 463      | ASHKENAZI AVI<br>J   | 69  |

|                       |      |                     |     |                        |    |
|-----------------------|------|---------------------|-----|------------------------|----|
|                       |      | California          |     |                        |    |
| Brazil                | 3091 | WYETH               | 449 | Goldenberg<br>David M. | 65 |
| Republic of<br>Korea  | 2745 | INSTITUT<br>PASTEUR | 441 | 中村 祐輔                  | 63 |
| Argentina             | 1861 |                     |     |                        |    |
| Russian<br>Federation | 1371 |                     |     |                        |    |
| Singapore             | 642  |                     |     |                        |    |
| Viet Nam              | 325  |                     |     |                        |    |
| Uruguay               | 292  |                     |     |                        |    |
| Costa Rica            | 286  |                     |     |                        |    |
| Morocco               | 250  |                     |     |                        |    |
| Colombia              | 177  |                     |     |                        |    |
| Peru                  | 166  |                     |     |                        |    |
| Estonia               | 166  |                     |     |                        |    |
| Chile                 | 118  |                     |     |                        |    |

Таблица 11 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А61К45/00

| Страна                    |           | Главный патентообладатель     |     | Ведущий автор         |     |
|---------------------------|-----------|-------------------------------|-----|-----------------------|-----|
| Japan                     | 3238<br>0 | NOVARTIS<br>AG                | 928 | Kong<br>Qingzhong     | 144 |
| European<br>Patent Office | 2015<br>9 | SMITHKLINE<br>BEECHAM<br>CORP | 702 | Sun Juan              | 97  |
| United States             | 1938<br>1 | PFIZER PROD<br>INC            | 596 | Yu Ruey J.            | 73  |
| PCT                       | 8834      | ASTRAZENECA<br>AB             | 474 | HILLMAN<br>JENNIFER L | 58  |
| Canada                    | 5538      | TAKEDA<br>CHEM IND<br>LTD     | 424 | ZELDIS JEROME<br>B    | 57  |

|                       |      |                            |     |                        |    |
|-----------------------|------|----------------------------|-----|------------------------|----|
| China                 | 3936 | GENENTECH<br>INC           | 341 | Hillman Jennifer<br>L. | 53 |
| Brazil                | 3245 | PFIZER<br>PRODUCTS<br>INC. | 338 | TANG Y TOM             | 47 |
| Spain                 | 3067 | シェーリング<br>コーポレイシ<br>ョン     | 333 | YUE HENRY              | 46 |
| Mexico                | 1292 | ノバルティス<br>アクチエンゲ<br>ゼルシャフト | 319 | Zeldis Jerome<br>B.    | 44 |
| Argentina             | 410  | MERCK & CO<br>INC          | 309 | NAKANISHI<br>ATSUSHI   | 43 |
| Estonia               | 399  |                            |     |                        |    |
| Republic of<br>Korea  | 347  |                            |     |                        |    |
| Russian<br>Federation | 218  |                            |     |                        |    |
| Viet Nam              | 123  |                            |     |                        |    |
| Singapore             | 115  |                            |     |                        |    |

Таблица 12 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК C12N5/00

| Страна        |       | Главный патентообладатель           |      | Ведущий автор  |     |
|---------------|-------|-------------------------------------|------|----------------|-----|
| United States | 53560 | Genentech, Inc.                     | 1742 | Baker Kevin P. | 845 |
| Japan         | 33985 | Pioneer Hi-Bred International, Inc. | 1268 | Eby William H. | 230 |

|                        |       |                                             |     |                     |     |
|------------------------|-------|---------------------------------------------|-----|---------------------|-----|
| European Patent Office | 28552 | GENENTECH INC                               | 748 | Goddard Audrey      | 180 |
| Canada                 | 13886 | Monsanto Technology LLC                     | 703 | Ashkenazi Avi J.    | 160 |
| PCT                    | 13172 | SMITHKLINE BEECHAM CORP                     | 598 | ROSEN CRAIG A       | 149 |
| China                  | 8766  | The Regents of the University of California | 530 | Rosen Craig A.      | 117 |
| Spain                  | 4224  | GENENTECH , INC.                            | 515 | Hillman Jennifer L. | 117 |
| Republic of Korea      | 2232  | HUMAN GENOME SCIENCES INC                   | 483 | Eby, William H.     | 106 |
| Brazil                 | 2169  | Human Genome Sciences, Inc.                 | 447 | RUBEN STEVEN M      | 90  |
| Mexico                 | 1593  | THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA | 441 | JACOBS KENNETH      | 89  |
| Argentina              | 1300  |                                             |     |                     |     |
| Russian Federation     | 557   |                                             |     |                     |     |
| Singapore              | 397   |                                             |     |                     |     |
| Uruguay                | 148   |                                             |     |                     |     |
| Estonia                | 130   |                                             |     |                     |     |
| Viet Nam               | 119   |                                             |     |                     |     |

Таблица 13 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК C12N7/00

| Страна                 |      | Главный патентообладатель                                                                  |     | Ведущий автор        |    |
|------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------------------|----|
| United States          | 6451 | The United States of America as represented by the Department of Health and Human Services | 119 | Paoletti Enzo        | 36 |
| European Patent Office | 4171 | Institut Pasteur                                                                           | 88  | PAOLETTI ENZO        | 33 |
| Japan                  | 3540 | TRANSGENE SA                                                                               | 84  | Kawaoka Yoshihiro    | 30 |
| Canada                 | 2431 | AKZO NOBEL NV                                                                              | 83  | Cochran Mark D.      | 27 |
| PCT                    | 2207 | MERCK & CO INC                                                                             | 81  | PAOLETTI, ENZO       | 26 |
| China                  | 1816 | AKZO NOBEL N.V.                                                                            | 76  | COFFIN ROBERT STUART | 26 |
| Spain                  | 945  | MERCK & CO., INC.                                                                          | 75  | Palese Peter         | 25 |
| Brazil                 | 451  | INSTITUT PASTEUR                                                                           | 73  | Alizon Marc          | 23 |
| Republic of Korea      | 423  | CHIRON CORP                                                                                | 72  | COCHRAN MARK D       | 22 |
| Mexico                 | 349  | NOVARTIS AG                                                                                | 71  | Bu Zhigao            | 22 |
| Russian Federation     | 212  |                                                                                            |     |                      |    |
| Argentina              | 186  |                                                                                            |     |                      |    |
| Singapore              | 71   |                                                                                            |     |                      |    |

Таблица 14 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК C12N9/00

| Страна                 |       | Главный патентообладатель    |      | Ведущий автор       |      |
|------------------------|-------|------------------------------|------|---------------------|------|
| United States          | 38590 | Genentech, Inc.              | 1479 | Mao Yumin           | 1117 |
| European Patent Office | 22001 | NOVOZYME S A/S               | 883  | Baker Kevin P.      | 859  |
| Japan                  | 19268 | NOVOZYME S AS                | 705  | MAO, Yumin          | 417  |
| PCT                    | 18755 | Novozymes A/S                | 563  | Goddard Audrey      | 172  |
| Canada                 | 12089 | NOVO NORDISK A/S             | 537  | Ashkenazi Avi J.    | 118  |
| China                  | 9266  | GENENCOR INTERNATIONAL, INC. | 517  | Bandman Olga        | 107  |
| Spain                  | 4775  | SMITHKLIN E BEECHAM CORP     | 455  | Hillman Jennifer L. | 101  |
| Brazil                 | 2268  | Novo Nordisk A/S             | 405  | Svendsen Allan      | 98   |
| Republic of Korea      | 1558  | BASF PLANT SCIENCE GMBH      | 392  | Rosen Craig A.      | 85   |
| Mexico                 | 1479  | GENENCOR INT                 | 360  | Eaton Dan L.        | 77   |
| Argentina              | 896   |                              |      |                     |      |
| Russian Federation     | 386   |                              |      |                     |      |
| Singapore              | 218   |                              |      |                     |      |
| Viet Nam               | 110   |                              |      |                     |      |

Таблица 15 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК C12N11/00

| Страна                 |      | Главный патентообладатель                              |    | Ведущий автор         |    |
|------------------------|------|--------------------------------------------------------|----|-----------------------|----|
| United States          | 3826 | BAYER AG                                               | 51 | SUMINO TATSUO         | 18 |
| Japan                  | 2307 | KANSAI PAINT CO LTD                                    | 40 | Hubbell Jeffrey A.    | 18 |
| European Patent Office | 2061 | The Regents of the University of California            | 34 | Aebischer Patrick     | 16 |
| Canada                 | 1443 | NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL & TECHNOLOGY | 34 | ABE NAOKI             | 13 |
| China                  | 1297 | THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA            | 33 | Ma Xiaojun            | 11 |
| PCT                    | 1149 | NOVO NORDISK A/S                                       | 30 | Rohrbach Ronald P.    | 10 |
| Spain                  | 640  | Massachusetts Institute of Technology                  | 29 | Heilmann Steven M.    | 10 |
| Brazil                 | 243  | KAO CORP                                               | 29 | Edwardson Peter A. D. | 10 |
| Republic of Korea      | 242  | HOECHST AG                                             | 27 | Chibata Ichiro        | 9  |
| Mexico                 | 86   | GENENCOR INTERNATIONAL, INC.                           | 27 | AEBISCHER, PATRICK    | 9  |

|                    |    |
|--------------------|----|
| Russian Federation | 68 |
| Argentina          | 65 |

Таблица 16 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК C12N15/00

| Страна                 |       | Главный патентообладатель                   |      | Ведущий автор       |      |
|------------------------|-------|---------------------------------------------|------|---------------------|------|
| United States          | 79981 | Pioneer Hi-Bred International, Inc.         | 1298 | Mao Yumin           | 1156 |
| Japan                  | 73093 | GENENTECH INC                               | 1227 | Eby William H.      | 379  |
| European Patent Office | 61778 | PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL, INC.         | 1211 | Baker Kevin P.      | 219  |
| PCT                    | 39489 | Monsanto Technology LLC                     | 1190 | ROSEN CRAIG A       | 183  |
| Canada                 | 34250 | GENENTECH, INC.                             | 1187 | Bennett C. Frank    | 167  |
| China                  | 31635 | Genentech, Inc.                             | 1076 | NAKAMURA YUSUKE     | 166  |
| Spain                  | 10503 | THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA | 1060 | Hillman Jennifer L. | 162  |
| Republic of Korea      | 8921  | BASF PLANT SCIENCE GMBH                     | 1037 | ROSEN, CRAIG A.     | 152  |
| Brazil                 | 5439  | The Regents of the University of California | 945  | Yu Long             | 142  |
| Mexico                 | 5023  | NOVARTIS AG                                 | 919  | Khvorova Anastasia  | 139  |

|                    |      |  |
|--------------------|------|--|
| Argentina          | 3187 |  |
| Russian Federation | 1213 |  |
| Singapore          | 1022 |  |
| Viet Nam           | 394  |  |
| Uruguay            | 277  |  |
| Estonia            | 239  |  |
| Colombia           | 167  |  |
| EAPO               | 155  |  |
| Costa Rica         | 112  |  |

Таблица 17 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК C12N1/00

| Страна                 |       | Главный патентообладатель                   |     | Ведущий автор       |     |
|------------------------|-------|---------------------------------------------|-----|---------------------|-----|
| Japan                  | 32867 | SMITHKLINE BEECHAM CORP                     | 599 | ROSEN CRAIG A       | 159 |
| United States          | 32105 | GENENTECH INC                               | 564 | Hillman Jennifer L. | 125 |
| European Patent Office | 22088 | HUMAN GENOME SCIENCES INC                   | 462 | Bandman Olga        | 88  |
| China                  | 16151 | Genentech, Inc.                             | 432 | RUBEN STEVEN M      | 84  |
| Canada                 | 8387  | AJINOMOTO KK                                | 384 | Chen Jian           | 82  |
| PCT                    | 7048  | Ajinomoto Co., Inc.                         | 351 | Eaton Dan L.        | 78  |
| Spain                  | 4761  | Incyte Pharmaceutical s, Inc.               | 313 | HILLMAN JENNIFER L  | 67  |
| Republic of Korea      | 4124  | NOVOZYMES AS                                | 276 | Cheung Ling Yuk     | 65  |
| Brazil                 | 2491  | AJINOMOTO CO INC                            | 261 | ASHKENAZI AVI J     | 64  |
| Russian Federation     | 1204  | The Regents of the University of California | 260 | Nakao Yoshihiro     | 59  |

|           |      |  |
|-----------|------|--|
| Mexico    | 1187 |  |
| Argentina | 839  |  |
| Singapore | 216  |  |
| Viet Nam  | 172  |  |
| Estonia   | 129  |  |

Таблица 18 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК G01N33/53

| Страна                 |       | Главный патентообладатель                   |     | Ведущий автор     |     |
|------------------------|-------|---------------------------------------------|-----|-------------------|-----|
| United States          | 53986 | Genentech, Inc.                             | 834 | Baker Kevin P.    | 238 |
| Japan                  | 23231 | The Regents of the University of California | 703 | GOLZ, Stefan      | 220 |
| PCT                    | 23058 | THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA | 686 | ROSEN CRAIG A     | 108 |
| European Patent Office | 21714 | ABBOTT LABORATORIES                         | 593 | Ashkenazi Avi J.  | 105 |
| Canada                 | 19016 | GENENTECH, INC.                             | 483 | Young David S. F. | 101 |
| China                  | 10293 | Abbott Laboratories                         | 449 | Goddard Audrey    | 95  |
| Spain                  | 2606  | SMITHKLINE BEECHAM CORP                     | 430 | Nakamura Yusuke   | 87  |
| Republic of Korea      | 1551  | GENENTECH INC                               | 366 | Jackowski George  | 85  |

|                    |     |                         |     |                 |    |
|--------------------|-----|-------------------------|-----|-----------------|----|
| Russian Federation | 879 | ROCHE DIAGNOSTICS GMBH  | 347 | Eaton Dan L.    | 81 |
| Brazil             | 824 | F. HOFFMANN-LA ROCHE AG | 345 | ROSEN, CRAIG A. | 73 |
| Mexico             | 541 |                         |     |                 |    |
| Argentina          | 248 |                         |     |                 |    |
| Singapore          | 160 |                         |     |                 |    |

Таблица 19 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК A01H1/00

| Страна                 |       | Главный патентообладатель           |      | Ведущий автор        |     |
|------------------------|-------|-------------------------------------|------|----------------------|-----|
| United States          | 10739 | Pioneer Hi-Bred International, Inc. | 1548 | Eby William H.       | 413 |
| China                  | 3135  | Monsanto Technology LLC             | 1051 | Eby, William H.      | 112 |
| Japan                  | 1757  | Stine Seed Farm, Inc.               | 412  | Schultze Dennis L.   | 98  |
| European Patent Office | 1692  | PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL, INC. | 387  | Stelpflug Richard G. | 80  |
| Canada                 | 1268  | MONSANTO TECHNOLOGY LLC             | 251  | Carrigan Lori Lisa   | 77  |
| PCT                    | 1207  | Syngenta Participations AG          | 225  | Mason Justin T.      | 58  |
| Argentina              | 387   | SYNGENTA PARTICIPATIONS AG          | 165  | Popi Jon             | 57  |

|                    |     |                                   |     |                            |    |
|--------------------|-----|-----------------------------------|-----|----------------------------|----|
| Republic of Korea  | 352 | Mertec LLC                        | 119 | Carlone, Jr. Mario Rosario | 54 |
| Spain              | 348 | Seminis Vegetable Seeds, Inc.     | 115 | Lussenden Roger            | 52 |
| Brazil             | 313 | Pioneer Hi Bred International Inc | 109 | Grote Edwin Michael        | 51 |
| Mexico             | 244 |                                   |     |                            |    |
| Russian Federation | 115 |                                   |     |                            |    |

Таблица 20 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А01Н1/06

| Страна                 |     | Главный патентообладатель               |    | Ведущий автор    |    |
|------------------------|-----|-----------------------------------------|----|------------------|----|
| United States          | 573 | Mason Justin T.                         | 28 | Mason Justin T.  | 28 |
| China                  | 325 | Pioneer Hi-Bred International, Inc.     | 26 | Eby William H.   | 11 |
| PCT                    | 128 | PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL, INC.     | 24 | 张黎华              | 10 |
| European Patent Office | 123 | PIONEER HI BRED INT                     | 21 | Long Jason Aaron | 8  |
| Canada                 | 77  | MONSANTO TECHNOLOGY LLC                 | 14 | Hatzfeld Yves    | 7  |
| Republic of Korea      | 66  | BASF Plant Science GmbH                 | 13 | MASON Justin T.  | 6  |
| Spain                  | 41  | RIJK ZWAAN ZAADTEELT EN ZAADHANDEL B.V. | 11 | Cigan Andrew M.  | 6  |

|                       |    |                                      |    |                             |   |
|-----------------------|----|--------------------------------------|----|-----------------------------|---|
| Argentina             | 40 | Eby William H.                       | 11 | Lundquist<br>Ronald C.      | 5 |
| Japan                 | 35 | CONSEJO<br>SUPERIOR<br>INVESTIGACION | 10 | Kang<br>Xiangyang           | 5 |
| Mexico                | 24 | Beijing<br>Forestry<br>University    | 10 | Hawkes<br>Timothy<br>Robert | 5 |
| Brazil                | 15 |                                      |    |                             |   |
| Uruguay               | 12 |                                      |    |                             |   |
| Colombia              | 11 |                                      |    |                             |   |
| Russian<br>Federation | 8  |                                      |    |                             |   |

Таблица 21 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А61К35/76

| Страна                    |      | Главный патентообладатель       |     | Ведущий автор           |    |
|---------------------------|------|---------------------------------|-----|-------------------------|----|
| Japan                     | 3909 | SMITHKLINE<br>BEECHAM<br>CORP   | 117 | ROSEN CRAIG A           | 37 |
| European<br>Patent Office | 2570 | HUMAN<br>GENOME<br>SCIENCES INC | 86  | COFFEY<br>MATTHEW C     | 32 |
| United States             | 2082 | ONCOLYTICS<br>BIOTECH INC.      | 69  | Coffey Matthew<br>C.    | 25 |
| PCT                       | 669  | ONCOLYTICS<br>BIOTECH INC       | 62  | Szalay Aladar A.        | 23 |
| Canada                    | 533  | TRANSGENE<br>SA                 | 56  | COFFIN ROBERT<br>STUART | 23 |
| Spain                     | 337  | AVENTIS<br>PHARMA SA            | 47  | COFFEY,<br>MATTHEW C.   | 18 |

|                       |     |                              |    |                       |    |
|-----------------------|-----|------------------------------|----|-----------------------|----|
| Brazil                | 279 | CHIRON CORP                  | 45 | KINGSMAN ALAN<br>JOHN | 17 |
| China                 | 240 | RHONE<br>POULENC<br>RORER SA | 44 | GAO<br>GUANGPING      | 17 |
| Mexico                | 100 | UNIV<br>PENNSYLVANIA         | 42 | WALLIS NICOLA<br>GAIL | 16 |
| Republic of<br>Korea  | 76  | OXFORD<br>BIOMEDICA<br>LTD   | 41 | SCHLOM JEFFREY        | 14 |
| Argentina             | 71  |                              |    |                       |    |
| Russian<br>Federation | 30  |                              |    |                       |    |
| Estonia               | 27  |                              |    |                       |    |

Таблица 22 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А61К48/00

| Страна                    |           | Главный патентообладатель                               |     | Ведущий автор       |     |
|---------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|-----|---------------------|-----|
| United States             | 1953<br>3 | SMITHKLINE<br>BEECHAM<br>CORP                           | 700 | Bennett C.<br>Frank | 141 |
| Japan                     | 1547<br>5 | HUMAN<br>GENOME<br>SCIENCES INC                         | 430 | ROSEN CRAIG<br>A    | 140 |
| European<br>Patent Office | 1359<br>4 | HUMAN<br>GENOME<br>SCIENCES,<br>INC.                    | 429 | McSwiggen<br>James  | 123 |
| PCT                       | 9566      | THE REGENTS<br>OF THE<br>UNIVERSITY<br>OF<br>CALIFORNIA | 336 | Monia Brett P.      | 96  |
| Canada                    | 7433      | ISIS<br>PHARMACEUTI<br>CALS INC                         | 286 | ROSEN, Craig,<br>A. | 93  |

|                       |      |                                                   |     |                     |    |
|-----------------------|------|---------------------------------------------------|-----|---------------------|----|
| China                 | 4064 | Isis<br>Pharmaceutical<br>s Inc.                  | 279 | ROSEN, CRAIG<br>A.  | 83 |
| Spain                 | 1611 | The Regents of<br>the University<br>of California | 271 | 中村 祐輔               | 80 |
| Brazil                | 943  | SMITHKLINE<br>BEECHAM<br>CORPORATION              | 271 | RUBEN STEVEN<br>M   | 69 |
| Mexico                | 664  | Human<br>Genome<br>Sciences, Inc.                 | 258 | Krieg Arthur M.     | 69 |
| Republic of<br>Korea  | 624  | SmithKline<br>Beecham<br>Corporation              | 252 | Dobie Kenneth<br>W. | 69 |
| Argentina             | 255  |                                                   |     |                     |    |
| Singapore             | 129  |                                                   |     |                     |    |
| Russian<br>Federation | 99   |                                                   |     |                     |    |
| Estonia               | 96   |                                                   |     |                     |    |

Таблица 23 – Страны-лидеры, ведущие заявители и патентообладатели при патентовании в области биотехнологий по рубрике МПК А61К35/74

| Страна                    |      | Главный<br>патентообладатель           |     | Ведущий автор                                |    |
|---------------------------|------|----------------------------------------|-----|----------------------------------------------|----|
| Japan                     | 3174 | NESTEC S.A.                            | 223 | Farmer Sean                                  | 30 |
| United States             | 2876 | NESTEC SA                              | 133 | Левченко<br>Татьяна<br>Александровна<br>(RU) | 29 |
| European<br>Patent Office | 2370 | SOCIETE DES<br>PRODUITS<br>NESTLE S.A. | 83  | Mercenier<br>Annick                          | 25 |
| PCT                       | 1630 | NESTLE SA                              | 81  | MOGNA,<br>Giovanni                           | 25 |
| China                     | 1222 | PROBI AB                               | 72  | Cui Yunlong                                  | 25 |

|                       |      |                                                                                   |    |                                                                                     |    |
|-----------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Canada                | 1151 | BIOGAIA AB                                                                        | 71 | AOKI K ROGER                                                                        | 25 |
| Spain                 | 831  | N.V.<br>NUTRICIA                                                                  | 59 | MOGNA<br>GIOVANNI                                                                   | 23 |
| Republic of<br>Korea  | 359  | CALPIS CO.,<br>LTD.                                                               | 58 | TAKAGAKI<br>KINYA                                                                   | 22 |
| Brazil                | 352  | ALLERGAN<br>INC                                                                   | 58 | FARMER SEAN                                                                         | 20 |
| Russian<br>Federation | 328  | ALLERGAN,<br>INC.                                                                 | 57 | Collins John<br>Kevin                                                               | 20 |
| Argentina             | 217  |  |    |  |    |
| Mexico                | 208  |                                                                                   |    |                                                                                     |    |

**Релевантные патенты по базе данных PatentScope за 1994-2014 годы**

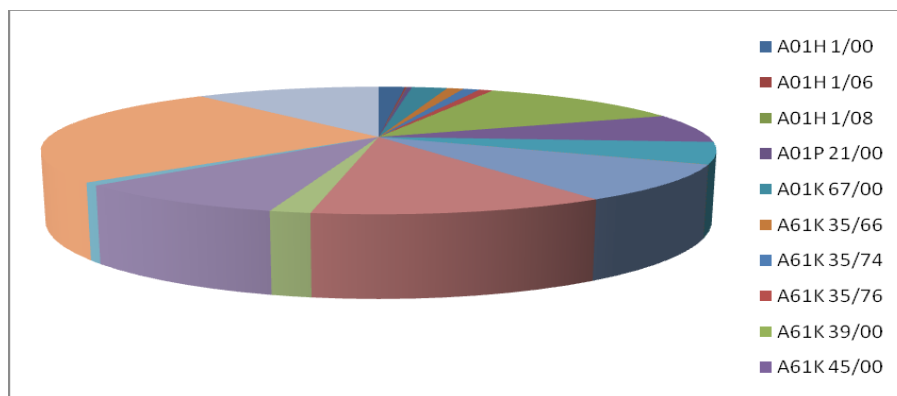


Рисунок 6 – Количество релевантных международных патентов по направлению «Биотехнологии» в разрезе рубрик МПК

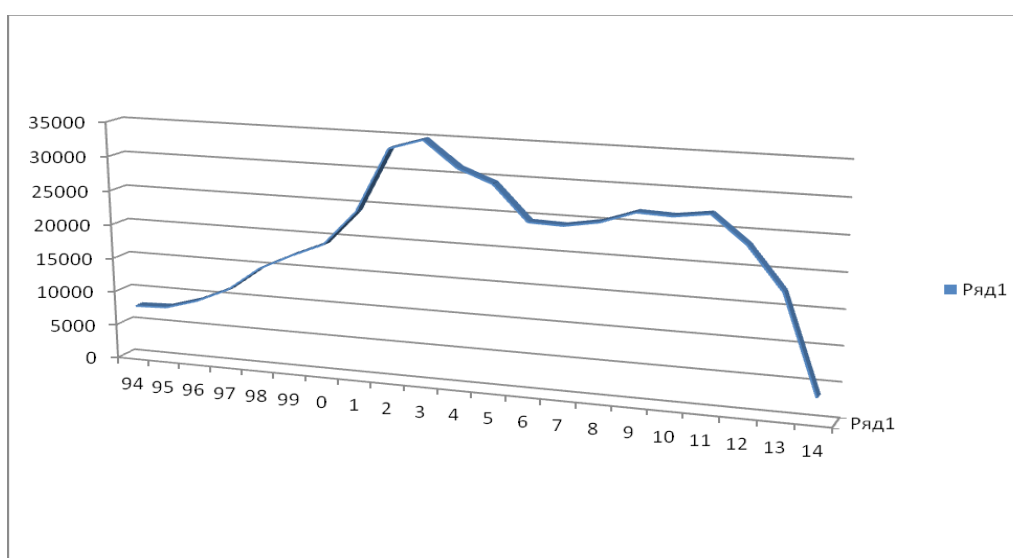


Рисунок 7 – Динамика патентной активности релевантных международных патентов по направлению «Биотехнологии» (в сумме по всем рубрикам МПК)

Таблица 24 – Релевантные международные патенты по направлению «Биотехнологии» за 1994-2014 годы

|      | A01H 1/00 | A01H 1/06 | A01H 1/08 | A01P 21/00 | A01K 67/00 | A61K 35/66 | A61K 35/74 | A61K 35/76 | A61K 39/00 | A61K 45/00 | A61K 48/00 | A61K 49/16 | C12N 1/00 | C12N 5/00 | C12N 7/00 | C12N 9/00 | C12N 11/00 | C12N 15/00 | G01N 33/53 |        |
|------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|--------|
| 1994 | 87        | 4         | 19        | 4          | 112        | 51         | 96         | 17         | 971        | 235        | 184        | 5          | 921       | 798       | 149       | 1008      | 153        | 1917       | 959        | 7690   |
| 1995 | 75        | 3         | 0         | 4          | 131        | 53         | 83         | 23         | 942        | 280        | 274        | 3          | 866       | 800       | 152       | 1054      | 127        | 2061       | 957        | 7888   |
| 1996 | 97        | 8         | 1         | 6          | 139        | 60         | 83         | 51         | 1037       | 395        | 452        | 1          | 927       | 943       | 194       | 1191      | 113        | 2489       | 1093       | 9280   |
| 1997 | 97        | 12        | 0         | 3          | 205        | 90         | 93         | 104        | 1252       | 553        | 714        | 5          | 1047      | 1171      | 245       | 1367      | 124        | 3041       | 1249       | 11372  |
| 1998 | 127       | 11        | 1         | 7          | 240        | 116        | 113        | 141        | 1612       | 733        | 1015       | 2          | 1386      | 1598      | 292       | 1723      | 145        | 4059       | 1527       | 14848  |
| 1999 | 193       | 18        | 1         | 6          | 274        | 132        | 120        | 158        | 1867       | 978        | 1265       | 1          | 1544      | 1906      | 294       | 1920      | 153        | 4645       | 1636       | 17111  |
| 2000 | 227       | 12        | 2         | 8          | 368        | 152        | 122        | 152        | 1936       | 1270       | 1343       | 5          | 1766      | 2207      | 327       | 2020      | 140        | 5428       | 1634       | 19119  |
| 2001 | 217       | 10        | 1         | 9          | 510        | 182        | 152        | 214        | 2338       | 1866       | 1702       | 7          | 2115      | 2743      | 413       | 2705      | 193        | 6548       | 2209       | 24134  |
| 2002 | 238       | 13        | 4         | 13         | 819        | 258        | 216        | 367        | 3207       | 2901       | 2353       | 6          | 2882      | 3925      | 526       | 3513      | 212        | 8288       | 3598       | 33339  |
| 2003 | 324       | 16        | 1         | 10         | 858        | 274        | 222        | 360        | 3258       | 3178       | 2386       | 10         | 2835      | 4540      | 547       | 3505      | 198        | 8109       | 4178       | 34809  |
| 2004 | 395       | 14        | 2         | 14         | 756        | 288        | 248        | 305        | 3265       | 3342       | 2068       | 11         | 2609      | 3485      | 463       | 2583      | 196        | 7497       | 3617       | 31158  |
| 2005 | 458       | 15        | 3         | 28         | 700        | 263        | 266        | 258        | 3443       | 2866       | 1892       | 8          | 2361      | 3221      | 436       | 2282      | 180        | 7249       | 3399       | 29328  |
| 2006 | 438       | 18        | 4         | 32         | 576        | 210        | 233        | 172        | 3094       | 1927       | 1500       | 6          | 1977      | 2803      | 329       | 1841      | 159        | 6278       | 2783       | 24380  |
| 2007 | 433       | 24        | 6         | 71         | 505        | 225        | 257        | 188        | 3275       | 1856       | 1352       | 3          | 2045      | 2881      | 353       | 1737      | 161        | 6122       | 2744       | 24238  |
| 2008 | 486       | 24        | 8         | 108        | 498        | 265        | 301        | 218        | 3635       | 1837       | 1149       | 3          | 2205      | 2828      | 380       | 1735      | 151        | 6547       | 2676       | 25054  |
| 2009 | 552       | 30        | 7         | 147        | 505        | 271        | 308        | 208        | 3858       | 1743       | 1079       | 11         | 2409      | 3391      | 404       | 1834      | 188        | 6831       | 2967       | 26743  |
| 2010 | 527       | 39        | 6         | 180        | 514        | 283        | 338        | 193        | 3878       | 1690       | 1041       | 13         | 2570      | 3330      | 429       | 1781      | 191        | 6716       | 2834       | 26553  |
| 2011 | 653       | 54        | 6         | 206        | 543        | 308        | 335        | 180        | 4015       | 1368       | 1003       | 13         | 2805      | 3484      | 460       | 1963      | 187        | 6974       | 2652       | 27209  |
| 2012 | 585       | 76        | 8         | 224        | 509        | 323        | 338        | 130        | 3497       | 1046       | 769        | 11         | 2592      | 3001      | 379       | 1599      | 172        | 5643       | 2471       | 23373  |
| 2013 | 507       | 47        | 13        | 136        | 350        | 339        | 250        | 107        | 2499       | 1528       | 577        | 6          | 1682      | 1925      | 234       | 1192      | 121        | 4053       | 1843       | 17409  |
| 2014 | 76        | 17        | 1         | 15         | 43         | 86         | 57         | 28         | 514        | 437        | 122        | 1          | 235       | 349       | 50        | 229       | 16         | 750        | 391        | 3417   |
|      | 6792      | 465       | 94        | 1231       | 9155       | 4229       | 4231       | 3574       | 53393      | 32029      | 24240      | 131        | 39779     | 51329     | 7056      | 38782     | 3280       | 111245     | 47417      | 438452 |

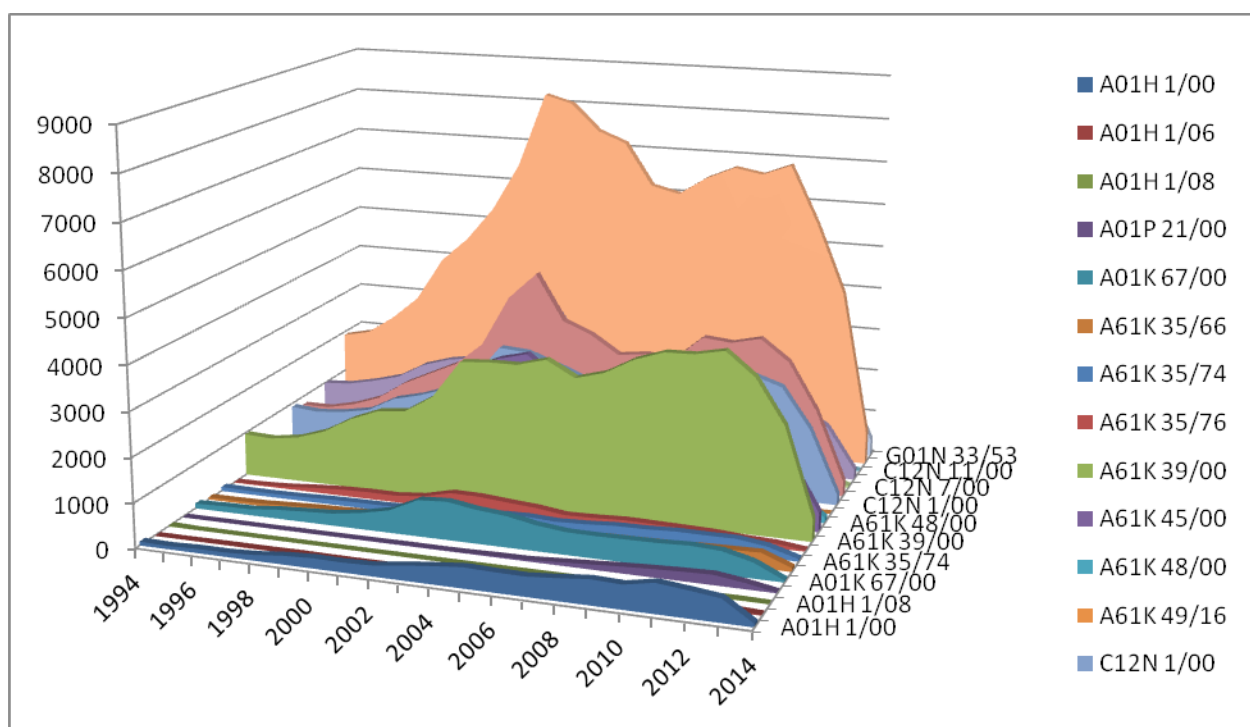


Рисунок 8 – Динамика патентной активности релевантных международных патентов по направлению «Биотехнологии» (в разрезе рубрик МПК)

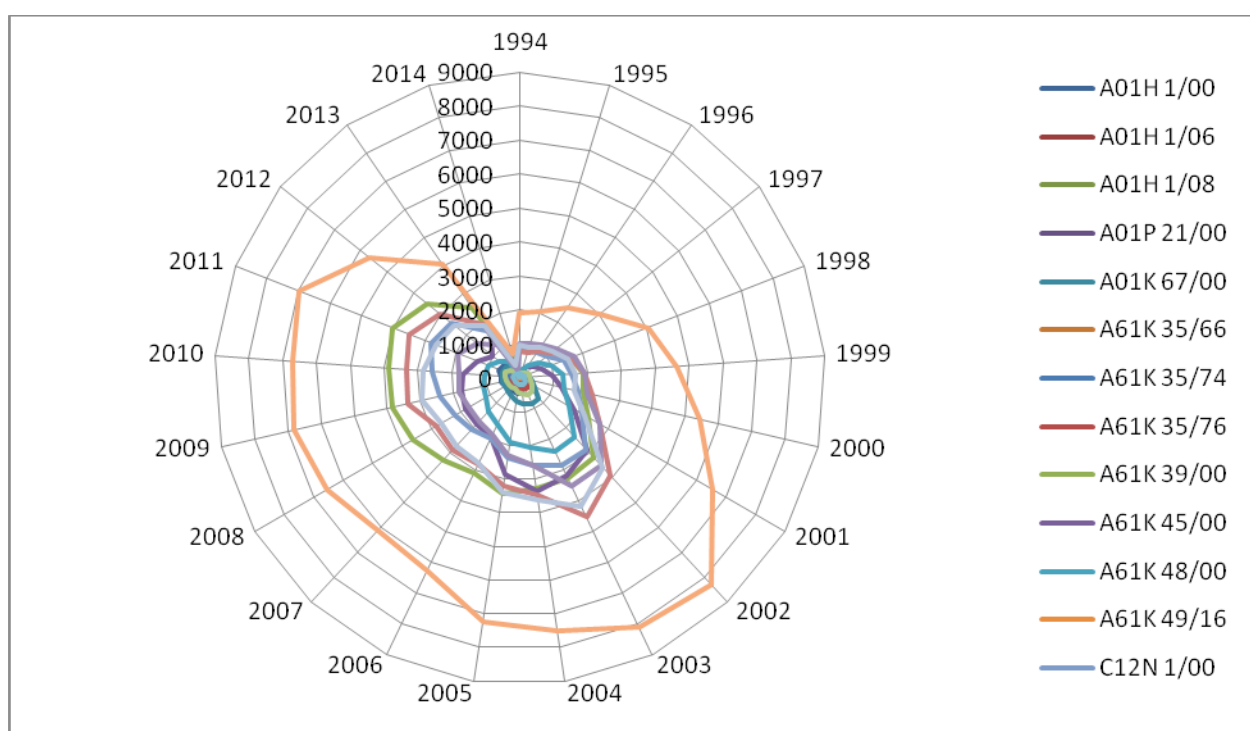


Рисунок 9 – «Роза ветров» динамики патентной активности релевантных международных патентов по направлению «Биотехнологии» (в разрезе рубрик МПК)

В процессе исследований был проведён отбор релевантных международных патентов согласно отобраным рубрикам МПК по базе данных PatentScore с целью определения мировых трендов патентования за 1994-2014 годы.

Таким образом, наибольшую патентную активность в мире наблюдается в рубриках МПК, что соответствует новейшим технологическим решениям:

|                   |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A01H 1/00</b>  | Способы модификации генотипов                                                                                                                                                   |
| <b>A01K 67/00</b> | Выращивание или разведение животных, не отнесенное к другим рубрикам; новые породы животных                                                                                     |
| <b>A61K 39/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                                                                                                                       |
| <b>A61K 45/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие активные ингредиенты, не отнесенные к группам 31/00 - 41/00                                                                                 |
| <b>C12N 1/00</b>  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                                                                                                              |
| <b>C12N 5/00</b>  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них                     |
| <b>C12N 7/00</b>  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их                                                                                                      |
| <b>C12N 9/00</b>  | Ферменты, например лигазы; проферменты; композиции их; лекарственные препараты, содержащие ферменты                                                                             |
| <b>C12N 15/00</b> | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |
| <b>G01N 33/53</b> | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                               |

На следующем рисунке представлено распределение биотехнологических исследований в рамках стран.

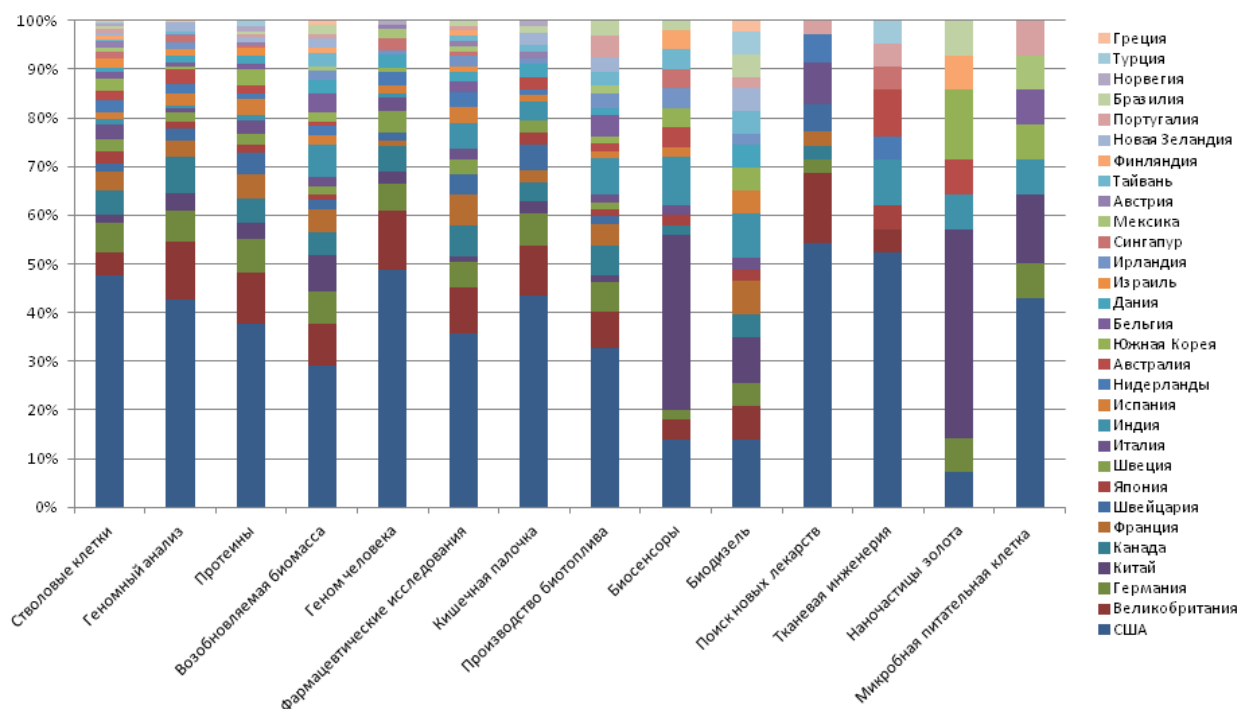


Рисунок 10 – Активность стран в биотехнологических исследованиях

Как можно увидеть из данных рисунка, США, Япония, Китай, Бразилия, Южная Корея, Великобритания и Германия являются странами, наиболее задействованные в исследованиях в области биотехнологии в мире.

Патенты относятся к неовещественной формой объекта рынка биотехнологий. На рисунке 11 отражена доля и рост международных патентов в биотехнологии по странам-лидерам в данной сфере экономики.

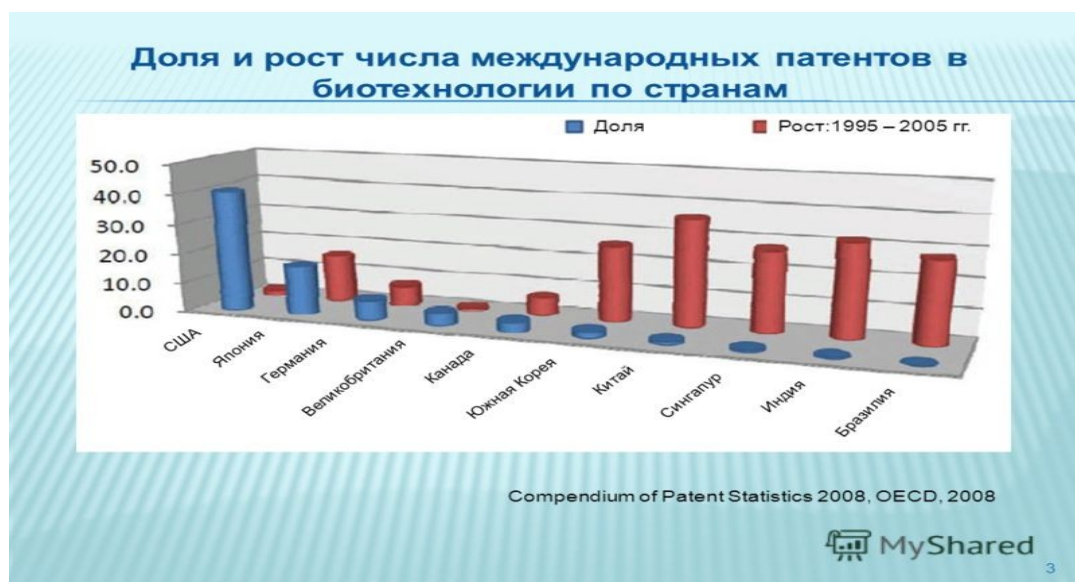


Рисунок 11 – Доля и рост числа международных патентов в сфере биотехнологий

Анализ количества патентов в различных отраслях биоиндустрии за период с 1982 по 2011 гг показывает, что наибольшие количества патентов приходятся на долю ферментов (78 940), трансгенных растений (4 658), трансгенных животных (3 061), цитокинов: интерферонов и интерлейкинов (1 677) и методов очистки окружающей среды (1 368).

Таблица 23 отражает 10 наиболее активных зарубежных регионов по подаче заявок в области биотехнологии. В количественном отношении (количество патентов на душу населения) некоторые из небольших государств-членов в регионе занимают лидирующие позиции: Бельгия, Нидерланды, Швеция и Дания (Опубликовано: *Statistiques en bref 10/2006, European Communities (KS-NS-06-010-FR-N)*).

Статистические данные по числу патентов показывают следующую картину: на долю США приходится 43.3 %, ЕС - 27.8 % и Япония - 14.1 %. За период 1995-2012 рост в количестве заявок на выдачу патента на изобретения в области биотехнологии, поданных в ЕРО, является самым сильным в Китае (+49 %), Новой Зеландии (+42 %), Индии (+30 %), Тайбэй (+26 %), Корее (+22 %) и Бразилии (+22 %), тогда как в ЕС количество заявок увеличилось на 7 %, в США на 1.5 %. Уровень межнационализации относительно патентов в области биотехнологии высок в нескольких европейских странах, включая Швейцарию и низок в США, Корее и Японии.

### 3.3 Анализ российских патентов

Для проведения анализа российских патентов по биотехнологии использовали информационный ресурс по изобретениям Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС)».

Поиск осуществлялся по рубрикам МПК имеющие отношение к биотехнологии. Релевантные группы МПК указаны в табл. 28.

| № | Группа МПК | Содержание                                                                                                                                                                                |
|---|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | A01H 1/00  | Способы модификации генотипов                                                                                                                                                             |
| 2 | A01H 1/06  | Способы изменения наследственных признаков, например путем обработки химикалиями или облучением (особые мутации, получаемые генной инженерией на клетках или тканях растений C 12N 15/00) |
| 3 | A01H 1/08  | Способы и устройства для изменения хромосомного числа                                                                                                                                     |
| 4 | A01P 21/00 | Регуляторы роста растений                                                                                                                                                                 |
| 5 | A01K 67/00 | Выращивание или разведение животных, не отнесенное к другим рубрикам; новые породы животных                                                                                               |
| 6 | A61K 35/66 | Лекарственные препараты, содержащие микроорганизмы                                                                                                                                        |

|    |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7  | A61K 35/74 | Лекарственные препараты, содержащие бактерии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 8  | A61K 35/76 | Лекарственные препараты, содержащие вирусы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 9  | A61K 39/00 | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела (материалы для иммунологического анализа G 01N 33/53)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 10 | A61K 45/00 | Лекарственные препараты, содержащие активные ингредиенты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 11 | A61K 48/00 | Лекарственные препараты, содержащие генетический материал, который включен в клетки живого организма для лечения генетических заболеваний; для генной терапии                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 12 | A61K 49/16 | Препараты для исследований на живом организме, содержащие антитела; иммуноглобулины; их фрагменты                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 13 | C12N 1/00  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции (лекарственные препараты, содержащие материал из микроорганизмов A 61K 35/66, из морских водорослей A 61K 36/02, из грибов A 61K 36/06; приготовление лекарственных составов, содержащих бактериальные антигены или антитела, например бактериальных вакцин A 61K 39/00); способы размножения, содержания или консервирования микроорганизмов или их композиций; способы приготовления или выделения композиций, содержащих микроорганизмы; питательные среды |
| 14 | C12N 5/00  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них (размножение растений из тканевых культур                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15 | C12N 7/00  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их (лекарственные препараты, содержащие вирусы A 61K 35/76; получение лекарственных составов, содержащих вирусные антигены или антитела, например вакцин из вирусов A 61K 39/00)                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 16 | C12N 9/00  | Ферменты, например лигазы (6.); проферменты; композиции их (средства для чистки зубов, содержащие ферменты A 61K 8/66, A 61Q 11/00; лекарственные препараты, содержащие ферменты A 61K 38/43; составы моющих средств, содержащих ферменты C 11D) ; способы получения, активирования, ингибирования, разделения или очистки ферментов                                                                                                                                                                             |
| 17 | C12N 11/00 | Иммобилизованные ферменты или ферменты на носителях; иммобилизованные микробные клетки или микробные клетки на носителях; их получение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 18 | C12N 15/00 | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|    |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |            | плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев (мутанты или микроорганизмы, полученные генной инженерией 1/00, 5/00, 7/00; новые виды растений А 01Н; разведение растений из тканевых культур А 01Н 4/00; новые виды животных А 01К 67/00; использование лекарственных препаратов, содержащих генетический материал, который включен в клетки живого организма, для лечения генетических заболеваний, для генной терапии А 61К 48/00; пептиды вообще С 07К |
| 19 | G01N 33/53 | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

Для определения количества релевантных патентов, документы группировали по годам опубликования и по соответствующим рубрикам МПК. При подсчете патентов, за период с 1994 по 2014 год было выявлено 2777 патентных документов относящихся к биотехнологии. Общие сведения по количеству патентов в разрезе рубрик МПК, по патентной базе ФИПС, представлены в сводной таблице 26 на основании которой были построены диаграммы патентной активности по каждой группе МПК и тренду патентования всех изобретений по биотехнологии по годам (рис. 12 и 13).

Таблица 25 – Количество российских патентов по биотехнологии в разрезе рубрик МПК с 1994 по 2014 гг.

| МПК           | Годы патентования |          |          |          |          |          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |      |      |      |          |          | Все<br>го |
|---------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|------|------|------|----------|----------|-----------|
|               | 199<br>4          | 199<br>5 | 199<br>6 | 199<br>7 | 199<br>8 | 199<br>9 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 200<br>9 | 2010 | 2011 | 2012 | 201<br>3 | 201<br>4 |           |
| A01H 1/<br>00 | 1                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        | 0    | 0    | 0    | 4    | 1    | 0    | 1    | 2    | 1    | 0        | 1    | 5    | 3    | 0        | 0        | 21        |
| A01H<br>1/06  | 0                 | 3        | 1        | 4        | 1        | 5        | 3    | 2    | 1    | 0    | 1    | 2    | 1    | 3    | 2    | 1        | 0    | 2    | 3    | 0        | 0        | 35        |
| A01H<br>1/08  | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0        | 0    | 0    | 0    | 0        | 0        | 2         |
| A01P<br>21/00 | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1        | 0    | 0    | 0    | 0        | 0        | 1         |
| A01K<br>67/00 | 1                 | 3        | 3        | 5        | 2        | 3        | 6    | 2    | 2    | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 1        | 1    | 5    | 2    | 0        | 0        | 38        |
| A61K<br>35/66 | 8                 | 6        | 5        | 6        | 9        | 5        | 4    | 7    | 6    | 10   | 4    | 3    | 2    | 0    | 1    | 0        | 2    | 0    | 0    | 0        | 0        | 78        |
| A61K<br>35/74 | 2                 | 11       | 18       | 28       | 31       | 38       | 37   | 34   | 50   | 43   | 40   | 15   | 18   | 13   | 20   | 11       | 35   | 16   | 18   | 0        | 0        | 478       |
| A61K<br>35/76 | 0                 | 0        | 2        | 2        | 8        | 5        | 2    | 2    | 2    | 4    | 6    | 2    | 1    | 3    | 0    | 1        | 9    | 2    | 2    | 0        | 0        | 53        |
| A61K<br>39/00 | 11                | 10       | 15       | 20       | 22       | 31       | 20   | 8    | 21   | 26   | 15   | 4    | 9    | 14   | 18   | 10       | 4    | 9    | 1    | 0        | 0        | 268       |
| A61K<br>45/00 | 0                 | 0        | 1        | 0        | 2        | 0        | 0    | 1    | 5    | 13   | 13   | 0    | 0    | 0    | 4    | 3        | 0    | 0    | 0    | 0        | 0        | 42        |
| A61K<br>48/00 | 0                 | 1        | 0        | 0        | 0        | 2        | 7    | 10   | 9    | 22   | 20   | 14   | 1    | 4    | 10   | 1        | 2    | 8    | 3    | 0        | 0        | 114       |
| A61K<br>49/16 | 0                 | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2        | 0    | 0    | 0    | 0        | 0        | 3         |
| C12N          | 12                | 16       | 11       | 9        | 15       | 11       | 6    | 3    | 6    | 2    | 10   | 7    | 4    | 4    | 8    | 11       | 26   | 5    | 3    | 0        | 0        | 169       |

|                       |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |     |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|-----|
| <b>1/00</b>           |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |     |
| <b>C12N<br/>5/00</b>  | 16 | 16 | 14 | 11 | 12 | 10 | 10 | 2  | 9  | 7  | 10 | 6  | 5  | 11 | 18 | 11 | 8  | 7  | 6  | 0 | 0 | 189 |
| <b>C12N<br/>7/00</b>  | 23 | 28 | 21 | 29 | 16 | 27 | 31 | 12 | 15 | 38 | 23 | 9  | 15 | 15 | 12 | 14 | 31 | 13 | 13 | 0 | 0 | 385 |
| <b>C12N<br/>9/00</b>  | 3  | 5  | 1  | 2  | 3  | 8  | 0  | 1  | 1  | 3  | 9  | 6  | 6  | 3  | 5  | 7  | 2  | 2  | 3  | 0 | 0 | 70  |
| <b>C12N<br/>11/00</b> | 2  | 1  | 1  | 1  | 3  | 4  | 7  | 0  | 0  | 3  | 2  | 0  | 2  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 31  |
| <b>C12N<br/>15/00</b> | 6  | 11 | 3  | 15 | 21 | 17 | 21 | 7  | 8  | 14 | 14 | 19 | 11 | 14 | 10 | 27 | 22 | 24 | 7  | 0 | 0 | 271 |
| <b>G01N<br/>33/53</b> | 36 | 22 | 37 | 46 | 48 | 63 | 32 | 52 | 26 | 46 | 36 | 5  | 11 | 11 | 14 | 5  | 10 | 13 | 16 | 0 | 0 | 529 |

**ИТОГО: 2777**

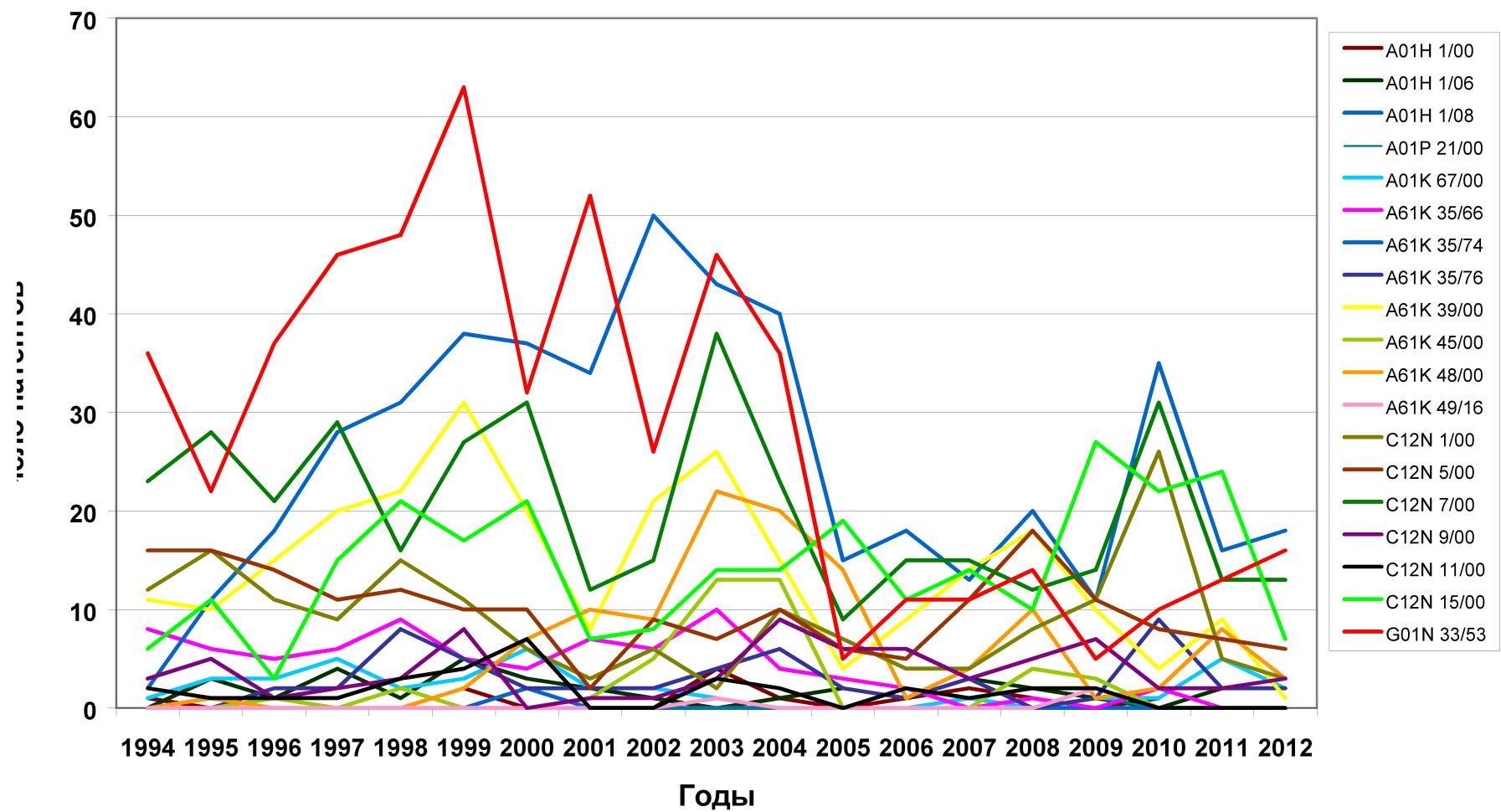


Рисунок 12 – Динамика патентной активности по каждой рубрике МПК в области биотехнологии с 1994 по 2013 г

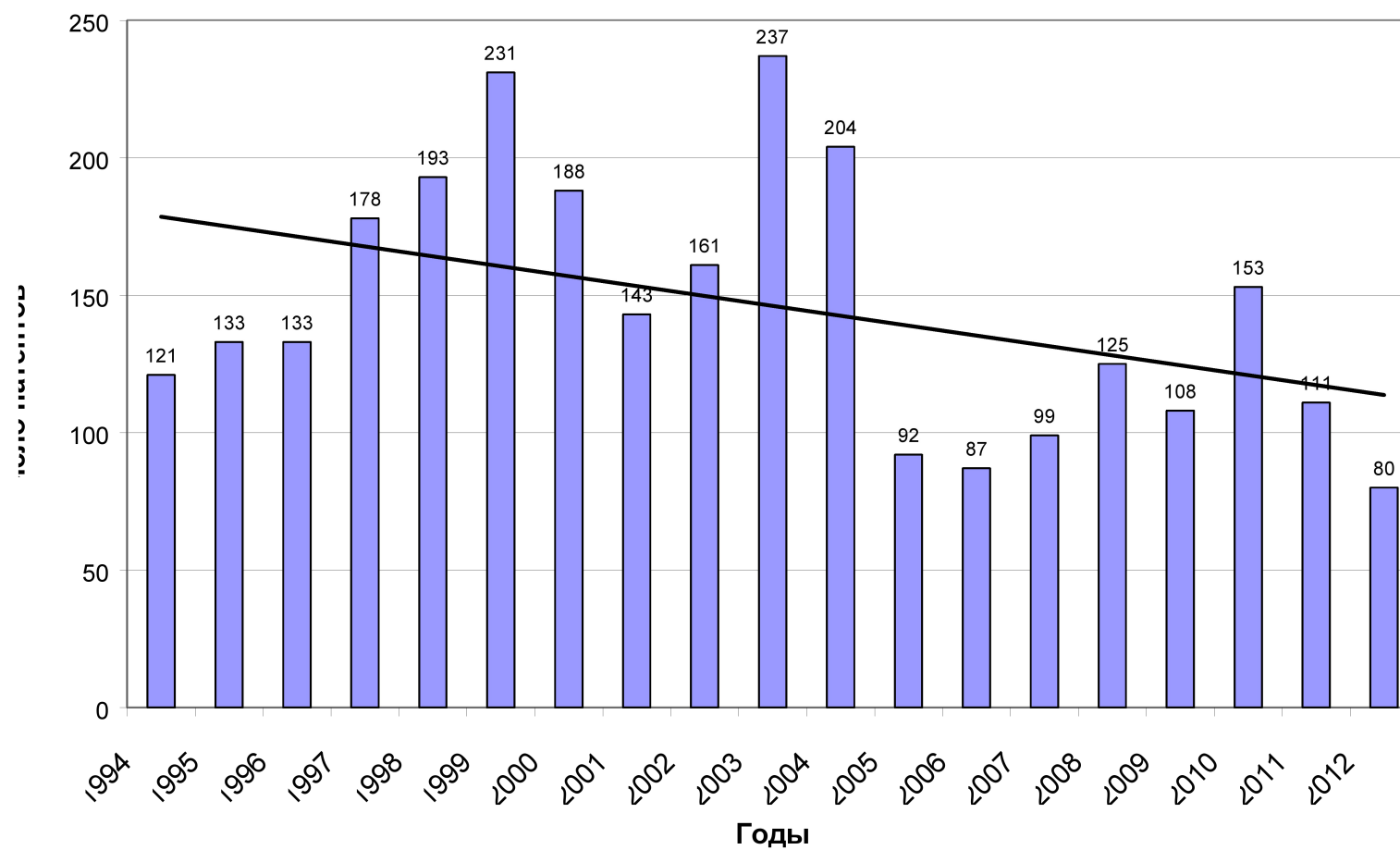


Рисунок 13 – Тренд патентования в биотехнологии за период 1994-2013

Как видно из рис. 13, начиная с 1994 года наблюдался значительный рост количества патентных документов. Пик патентной активности пришелся на 1999 и 2003 год, когда количество опубликованных патентных документов составляло 231 и 237 патентов в год. Однако уже с 2000 года патентная активность в России начала постепенно снижаться, показав самый низкий уровень (80 патентов) в 2012 году. Это можно объяснить последствиями финансово-экономических кризисов (1998 и 2008 г) и сокращением доли иностранных заявителей.

При анализе распределения патентных документов по группам МПК было выявлено 8 активных направлений биотехнологии. К ним относятся следующие группы МПК:

|                   |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A61K 48/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие генетический материал, который включен в клетки живого организма для лечения генетических заболеваний; для генной терапии                   |
| <b>C12N 1/00</b>  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                                                                                                              |
| <b>C12N 5/00</b>  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них                     |
| <b>A61K 39/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                                                                                                                       |
| <b>C12N 15/00</b> | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |
| <b>C12N 7/00</b>  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их                                                                                                      |
| <b>A61K 35/74</b> | Лекарственные препараты, содержащие бактерии                                                                                                                                    |
| <b>G01N 33/53</b> | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                               |

Как видно на рис. 14, наибольшее количество патентов содержит G01N 33/53 (529 патентов, 19%), за ним следуют A61K 35/74 (478 патентов, 17%), C12N 7/00 (385 патентов, 14%), C12N 15/00 (271 патентов, 10%) и т.д.

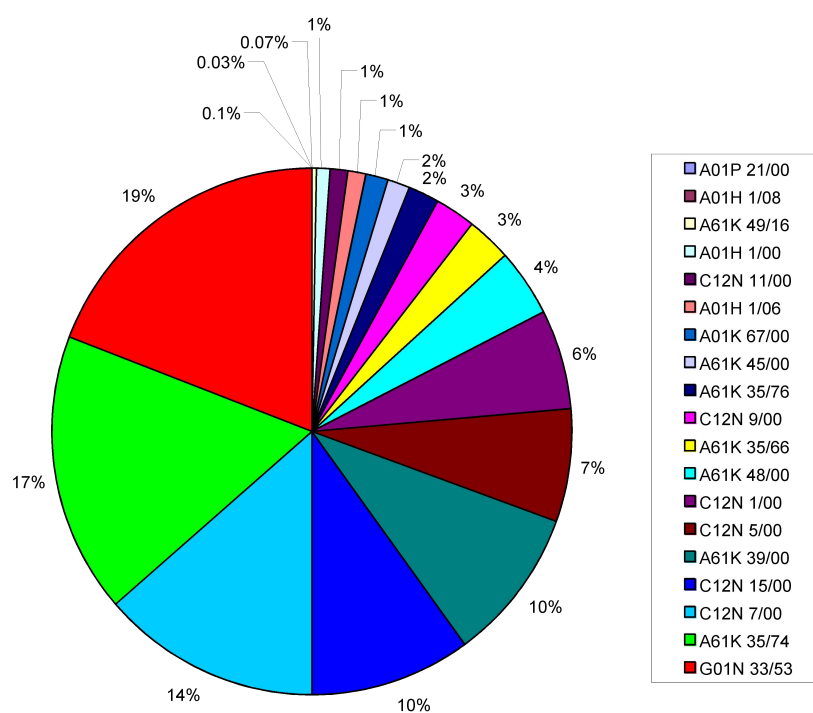
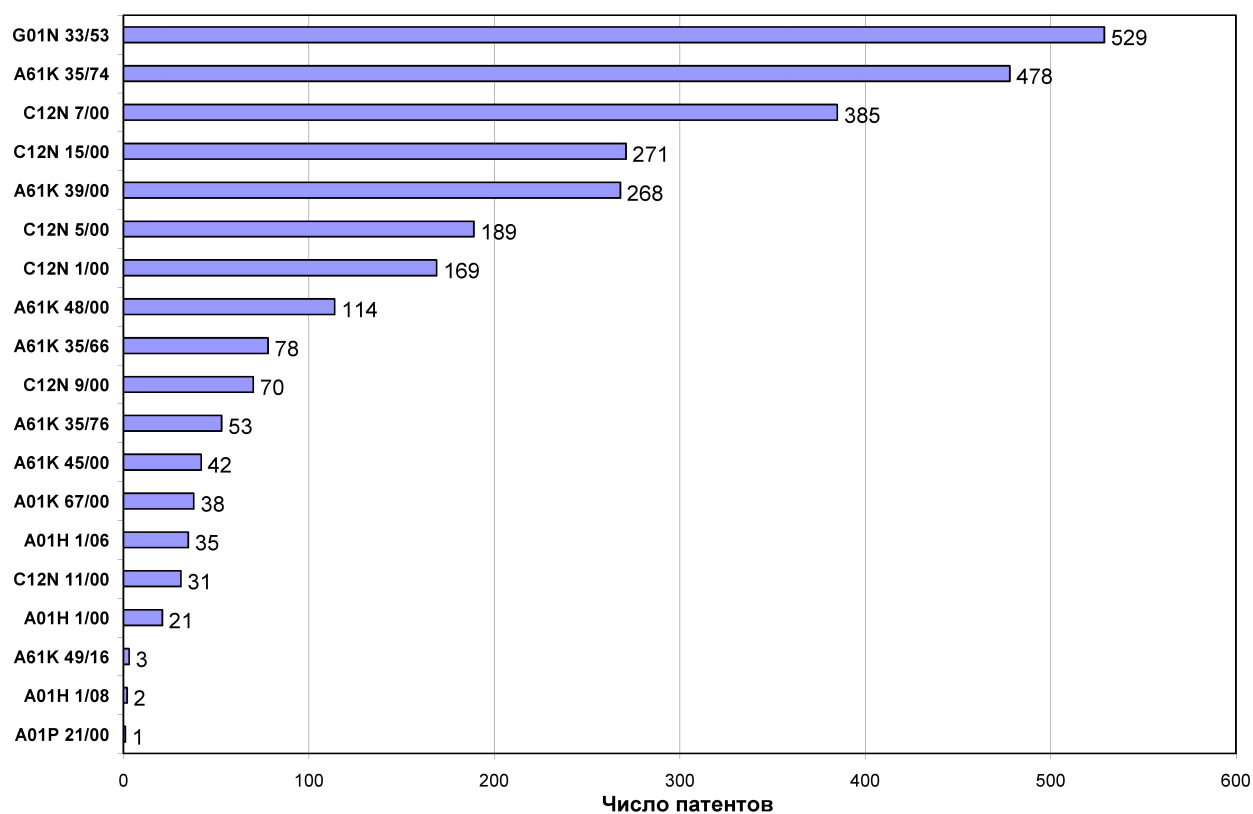


Рисунок 14 – Распределение патентных документов по группам МПК с 1994 по 2014 год

Патентная база ФИПС характеризуется значительным преобладанием патентных документов резидентов (78% за анализируемый период) из которых,

основную долю занимают НИИ (около 50%). Доля патентов нерезидентов составляет 22% (рис. 15).

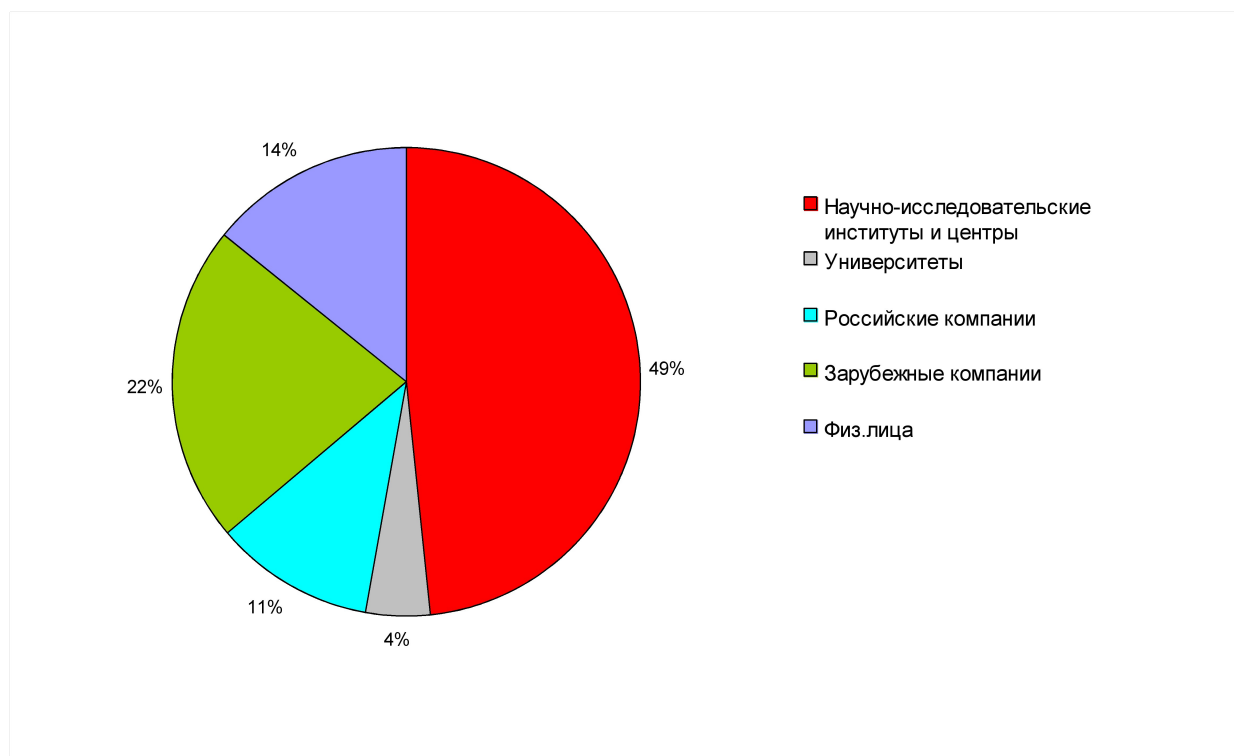


Рисунок 15 – Распределение патентных документов по биотехнологии среди патентообладателей

При определении лидеров патентообладателей в области биотехнологии среди резидентов и нерезидентов были составлены таблицы, включающие 10 лучших заявителей (табл. 27-31). Из табл. 27 видно, что среди НИИ и научных центров безусловным лидером является Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии "ВЕКТОР" (60 патентов), который специализируется на исследованиях возбудителей наиболее опасных инфекционных заболеваний, разработке и практическом внедрении средств диагностики, профилактики и лечения вирусных заболеваний

Среди российских ВУЗов, лидерами являются: Российский государственный медицинский университет (15 патентов), Горский государственный аграрный университет (11 патентов) и Кубанский государственный аграрный университет (6 патентов) (табл. 28).

Среди российских компаний безусловным лидером является Закрытое акционерное общество "Аджиномото-Генетика" (табл. 29). При анализе зарубежных организаций было выявлено, что лидером патентообладателем является американская организация Рисерч Дивелопмент Фаундейшн которая имеет 23 патента в области биотехнологии (табл.30).

В ходе анализа было обнаружено, что доля патентов физических лиц составляет 14% от общего количества или 361 патентов за весь исследуемый период. Лидерами среди физических лиц являются Мешандин Алексей

Гаврилович и Потиевский Эмиль Григорьевич имеющие по 15 и 14 изобретений в области биотехнологий (табл. 26).

Таблица 26 – Лидеры патентообладатели среди НИИ и научных центров

| <b>№</b> | <b>Патентообладатель</b>                                                                                                        | <b>Число патентов</b> |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1        | Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии "ВЕКТОР"                                                              | 60                    |
| 2        | Всероссийский научно-исследовательский институт защиты животных                                                                 | 56                    |
| 3        | Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского                               | 35                    |
| 4        | Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии                                        | 34                    |
| 5        | Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины РАМН                                                               | 29                    |
| 6        | Всероссийский государственный научно-исследовательский институт контроля, стандартизации и сертификации ветеринарных препаратов | 26                    |
| 7        | Ставропольский научно-исследовательский противочумный институт                                                                  | 24                    |
| 8        | Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца                                                   | 22                    |
| 9        | Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи РАМН                                           | 19                    |
| 10       | Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им.Пастера                                  | 17                    |

Таблица 27 – Лидеры патентообладатели среди ВУЗов

| <b>№</b> | <b>Патентообладатель</b>                           | <b>Число патентов</b> |
|----------|----------------------------------------------------|-----------------------|
| 1        | Российский государственный медицинский университет | 15                    |
| 2        | Горский государственный аграрный университет       | 11                    |

|    |                                                                          |   |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---|
| 3  | Кубанский государственный аграрный университет                           | 6 |
| 4  | Российский университет дружбы народов                                    | 5 |
| 5  | Новосибирский национальный исследовательский государственный университет | 4 |
| 6  | Сибирский государственный медицинский университет                        | 4 |
| 7  | Сибирский государственный технологический университет                    | 3 |
| 8  | Казанский государственный медицинский университет                        | 3 |
| 9  | Ставропольский государственный аграрный университет                      | 3 |
| 10 | Красноярский государственный аграрный университет                        | 2 |

Таблица 28 – Лидеры патентообладатели среди российских компаний

| <b>№</b> | <b>Патентообладатель</b>                                                               | <b>Число патентов</b> |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1        | Закрытое акционерное общество "Научно-исследовательский институт "Аджиномото-Генетика" | 18                    |
| 2        | Научно-производственное объединение "Иммунопрепарат"                                   | 16                    |
| 3        | Пермское научно-производственное объединение "Биомед"                                  | 12                    |
| 4        | Закрытое акционерное общество "Вектор-Биальгам"                                        | 10                    |
| 5        | Закрытое акционерное общество "Партнер"                                                | 6                     |
| 6        | Акционерное общество "Биотехнология"                                                   | 4                     |
| 7        | Общество с ограниченной ответственностью "Технофарма"                                  | 4                     |
| 8        | Научно-производственная фирма "Биотехцентр"                                            | 3                     |
| 9        | Общество с ограниченной ответственностью "Биофарм-тест"                                | 3                     |
| 10       | Товарищество с ограниченной ответственностью "ХИМЭК"                                   | 3                     |

Таблица 29 – Лидеры патентообладатели среди зарубежных компаний

| <b>№</b> | <b>Патентообладатель</b>                  | <b>Число патентов</b> |
|----------|-------------------------------------------|-----------------------|
| 1        | Рисерч Дивелопмент Фаундейшн (US)         | 23                    |
| 2        | Чирон Корпорейшн (US)                     | 7                     |
| 3        | Мерк энд Ко., Инк. (US)                   | 7                     |
| 4        | ДЗЕ ДЖЕНЕРАЛ ХОСПИТАЛ КОРПОРЕЙШН (US)     | 6                     |
| 5        | ПФАЙЗЕР ИНК. (US)                         | 6                     |
| 6        | СОСЬЕТЕ ДЕ ПРОДЮИ НЕСТЛЕ С.А. (CH)        | 5                     |
| 6        | Новартис А.Г. (CH)                        | 5                     |
| 7        | Санкио Компани Лимитед (JP)               | 4                     |
| 8        | ЙЕДА РИСЕРЧ энд ДИВЕЛОПМЕНТ КО. ЛТД. (IL) | 4                     |
| 9        | АЙДЕК ФАРМАСЬЮТИКАЛЗ КОРПОРЕЙШН (US)      | 3                     |
| 10       | ДЮФАР ИНТЕРНЭШНЛ РИСЕРЧ Б.В. (NL)         | 3                     |

Таблица 30 – Лидеры патентообладатели среди физических лиц

| <b>№</b> | <b>Патентообладатель</b>                                                                                    | <b>Число патентов</b> |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1        | Мешандин Алексей Гаврилович                                                                                 | 15                    |
| 2        | Потиевский Эмиль Григорьевич                                                                                | 14                    |
| 3        | Гусева Светлана Анатольевна                                                                                 | 5                     |
| 4        | Панин Александр Николаевич,<br>Малик Нина Ивановна,<br>Малик Евгений Васильевич,<br>Вершинина Ирина Юрьевна | 5                     |
| 5        | Ермишина Инна Георгиевна,<br>Бреславский Владимир Павлович                                                  | 4                     |
| 6        | Горшков Михаил Иванович,<br>Гулин Анатолий                                                                  | 3                     |
| 7        | Лихванцева Вера Геннадьевна                                                                                 | 3                     |
| 8        | Гофман В.Р.,<br>Сапроненков П.М.,<br>Черныш А.В.                                                            | 3                     |

|    |                                                                                   |   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---|
| 9  | Белая Ольга Федоровна,<br>Белая Юлия Александровна,<br>Кудрявцева Людмила Юрьевна | 3 |
| 10 | Никитин Петр Иванович                                                             | 3 |

### 3.4 Анализ казахстанских патентов

Для проведения анализа казахстанских патентов по биотехнологии использовали государственный реестр охранных документов в информационно-поисковой системе Национального института интеллектуальной собственности МЮ РК (НИИС). Поиск осуществлялся по дате бюллетеня с указанием интервала с 1994 по 2013 год. При этом учитывались все патенты, относящиеся к биотехнологии, несмотря на сроки их действия. Релевантные патенты группировали по годам опубликования и по соответствующим рубрикам МПК, которые были определены в результате анализа (таблица 32).

При подсчете патентов, за период с 1994 по 2013 год было выявлено 1108 патентных документов по биотехнологии. Общие сведения по количеству патентов в разрезе рубрик МПК, по казахстанской патентной базе, представлены в таблице 31.

Таблица 31 – Релевантные группы МПК в области биотехнологии

| Группа МПК       | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A61D 19/00       | Инструменты или способы для размножения или оплодотворения                                                                                                                                                                                                                                  |
| C02F 3/00        | Биологическая обработка воды, промышленных или бытовых сточных вод                                                                                                                                                                                                                          |
| C12N 11/00       | Иммобилизованные ферменты или ферменты на носителях; иммобилизованные микробные клетки или микробные клетки на носителях; их получение                                                                                                                                                      |
| A01H 1/00 - 5/00 | Способы модификации генотипов<br>Цветковые, т.е. покрытосеменные растения                                                                                                                                                                                                                   |
| A01N 63/00       | Биоциды, репелленты или аттрактанты, или регуляторы роста растений, содержащие микроорганизмы, вирусы, плесневые грибы, животные, например нематоды, или вещества изготавливаемые или полученные из микроорганизмов, вирусов, плесневелых грибов или животных, например энзимы или ферменты |
| C12N 5/00        | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них                                                                                                                                 |

|            |                                                                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C12N 15/00 | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |
| A61K 35/00 | Лекарственные препараты, содержащие вещества или продукты реакции неизвестного строения                                                                                         |
| G01N 33/53 | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                               |
| C12N 7/00  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их                                                                                                      |
| A61K 39/00 | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                                                                                                                       |
| C12N 1/00  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                                                                                                              |

Таблица 32 – Количество патентов по биотехнологии в разрезе рубрик МПК с 1994 по 2013 гг.

| МПК                             | Годы патентования |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Всего |
|---------------------------------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|                                 | 1994              | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |       |
| <b>A01H<br/>1/00 -<br/>5/00</b> | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 3    | 1    | 4    | 3    | 4    | 3    | 20    |
| <b>A01N<br/>63/00</b>           | 5                 | 3    | 4    | 1    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2    | 0    | 1    | 0    | 2    | 0    | 0    | 10   | 5    | 5    | 40    |
| <b>A61K<br/>35/00</b>           | 1                 | 1    | 0    | 2    | 3    | 1    | 7    | 2    | 1    | 1    | 1    | 5    | 4    | 1    | 5    | 2    | 6    | 9    | 4    | 2    | 58    |
| <b>A61K<br/>39/00</b>           | 1                 | 0    | 1    | 17   | 12   | 2    | 8    | 19   | 7    | 23   | 21   | 26   | 39   | 12   | 20   | 15   | 28   | 44   | 29   | 18   | 342   |
| <b>A61D<br/>19/00</b>           | 0                 | 0    | 1    | 1    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 5     |
| <b>C02F<br/>3/00</b>            | 0                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 2    | 0    | 1    | 2    | 3    | 0    | 0    | 9     |
| <b>C12N<br/>1/00</b>            | 6                 | 11   | 4    | 17   | 8    | 4    | 14   | 19   | 27   | 14   | 15   | 34   | 25   | 15   | 21   | 5    | 18   | 45   | 29   | 30   | 361   |
| <b>C12N<br/>5/00</b>            | 0                 | 0    | 1    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 3    | 1    | 1    | 4    | 2    | 4    | 1    | 2    | 10   | 5    | 2    | 2    | 40    |
| <b>C12N<br/>7/00</b>            | 0                 | 0    | 0    | 0    | 3    | 2    | 5    | 0    | 0    | 0    | 0    | 11   | 4    | 12   | 14   | 5    | 26   | 12   | 11   | 5    | 110   |
| <b>C12N<br/>11/00</b>           | 0                 | 0    | 2    | 1    | 0    | 2    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 7     |
| <b>C12N<br/>15/00</b>           | 0                 | 5    | 0    | 1    | 3    | 0    | 4    | 0    | 6    | 0    | 0    | 3    | 2    | 3    | 2    | 0    | 3    | 6    | 6    | 2    | 46    |
| <b>G01N<br/>33/53</b>           | 3                 | 0    | 3    | 0    | 3    | 0    | 3    | 4    | 0    | 0    | 3    | 3    | 0    | 7    | 4    | 2    | 4    | 18   | 9    | 4    | 70    |

**ИТОГО: 1108**

На основании данных таблицы 37 была составлена диаграмма долевого распределения патентных документов по группам МПК (рис. 16). Как видно из диаграммы, ключевыми областями патентной активности в Казахстане за исследуемый период являлись следующие группы МПК:

| <b>Группа МПК</b> | <b>Описание</b>                                                                   | <b>Доля от общего количества, %</b> |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| G01N 33/53        | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого | 6                                   |
| C12N 7/00         | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или их очистка        | 10                                  |
| A61K 39/00        | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                         | 32                                  |
| C12N 1/00         | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                | 34                                  |

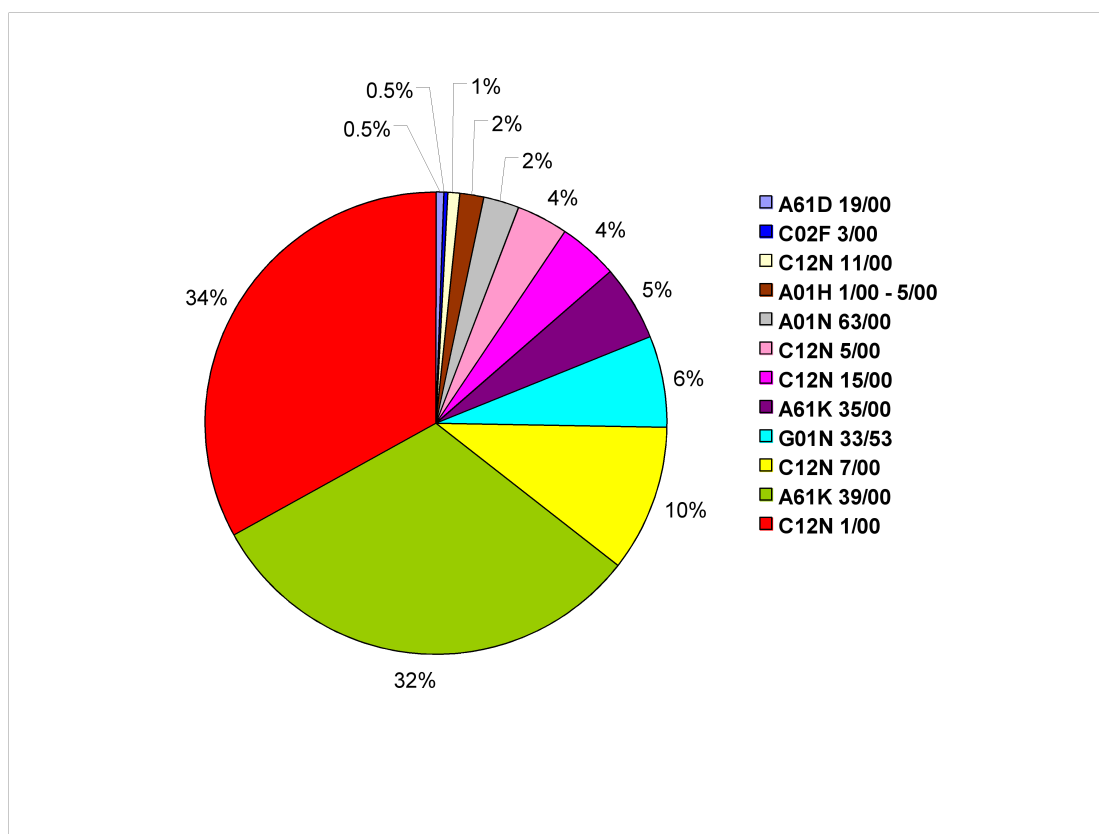


Рисунок 16 – Долевое распределение патентных документов по группам МПК с 1994 по 2013 г.

Эти данные говорят о том, что в Казахстане наиболее большое развитие получили микробиологическая биотехнология, иммунобиотехнология и вирусология. Остальные направления биотехнологии развиты слабо и составляют незначительную долю от общего количества патентов.

При анализе динамики патентной активности по каждой группе МПК в области биотехнологии наблюдается четкая волнообразность патентования в сторону увеличения. Особенно это выражено в следующих ключевых группах МПК: C12N 1/00, A61K 39/00, C12N 7/00 и G01N 33/53 (рис. 17). Волнообразность патентной активности, объясняется главным образом, сроками реализации научно-технических программ по биотехнологии и объемом финансирования науки. В Казахстане научно-технические программы выполняются в течение 3 лет и, как правило, с началом реализации научных работ патентная активность находится на относительно низком уровне, и ее максимальный подъем приходится на 2-й и/или 3-й год.

Другим основным фактором влияющий на патентную активность является объем финансирования научных исследований и разработок. По данным Агентства РК по статистике в Казахстане в последние годы затраты на исследования и разработки стабильно возрастали в сопоставимых ценах. В абсолютном выражении за 2000 - 2011 гг. это увеличение составило 3,3 раза (табл. 34). Однако, несмотря на наблюдаемый рост расходов на науку, Казахстан по-прежнему уступает развитым странам по этому показателю более чем в 10

раз (Национальный доклад о науке, МОН РК, 2012). Тем не менее, при анализе патентной активности с 1994 по 2013 наблюдался стабильный рост патентования в области биотехнологии (рис. 18). Пик патентования пришелся на 2005 и 2011 год. В эти годы количество патентных документов составило 86 и 155. Однако начиная с 2007 по 2009 год, в Казахстане наблюдается значительный спад патентной активности, что можно объяснить последствиями финансового кризиса. При анализе патентных документов было также обнаружено, что основную долю патентообладателей в области биотехнологии за период 1994-2013 гг. составляют казахстанские НИИ и научные центры, университеты и ТОО.

Среди НИИ и научных центров лидерами-патентообладателями являются (табл. 35):

- Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт (242 патента)
- Национальный центр биотехнологии (100 патентов)
- Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности (58 патентов)
- Институт микробиологии и вирусологии (57 патентов)

Среди ВУЗов, только 9 казахстанских университета имеют патенты по биотехнологии, как показано в табл. 36. Безусловными лидерами являются:

Казахский государственный агротехнический университет имени С. Сейфуллина (42 патента); Казахский государственный национальный университет им. Аль-Фараби (22 патента) и Казахский национальный аграрный университет (16 патентов).

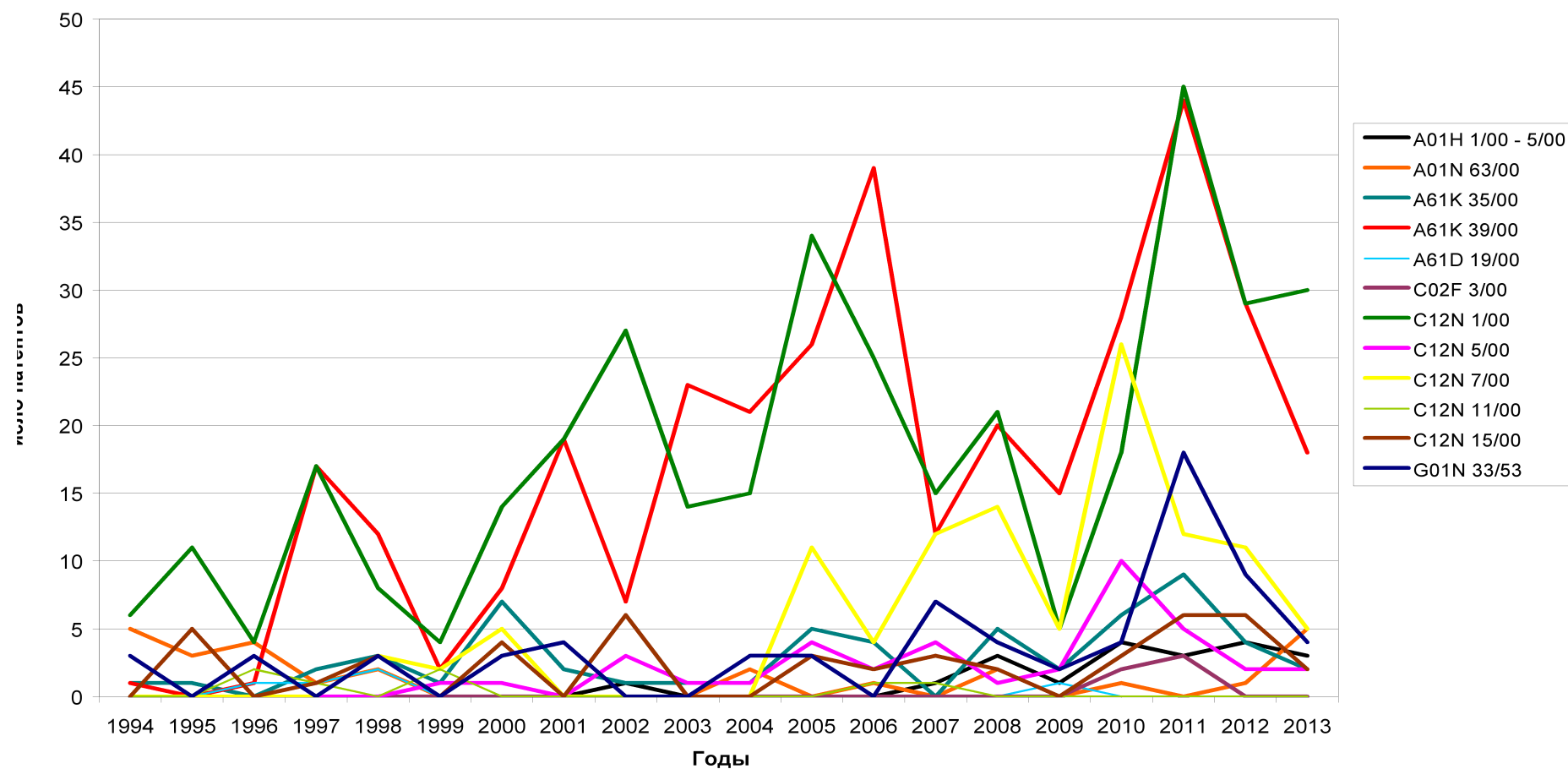


Рисунок 17 – Динамика патентной активности по каждой рубрике МПК в области биотехнологии с 1994 по 2013 гг.

Таблица 33 – Удельный вес и темпы роста внутренних затрат на исследования и разработки по источникам финансирования за 2000-2011 гг.

| Источник<br>финансирования                                                 | Объем затрат  |       |            |       | Темпы<br>роста<br>(в размах) |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|------------|-------|------------------------------|
|                                                                            | 2000 г.       |       | 2011г.     |       |                              |
|                                                                            | млн.<br>тенге | в %   | млн. тенге | в %   |                              |
| Внутренние затраты<br>на исследования и<br>разработки (в<br>текущих ценах) | 4706,9        | 100,0 | 43351,6    | 100,0 | 3,3                          |
| Из них:<br>Бюджетные средства                                              | 1948,1        | 41,4  | 22918,1    | 52,9  | 4,2                          |
| Собственные<br>средства организаций                                        | 857,3         | 18,2  | 20075,5    | 46,3  | 8,4                          |
| Иностранные<br>инвестиции                                                  | 106,3         | 2,3   | 118,9      | 0,3   | -                            |

Таблица составлена на основе данных Агентства РК по статистике

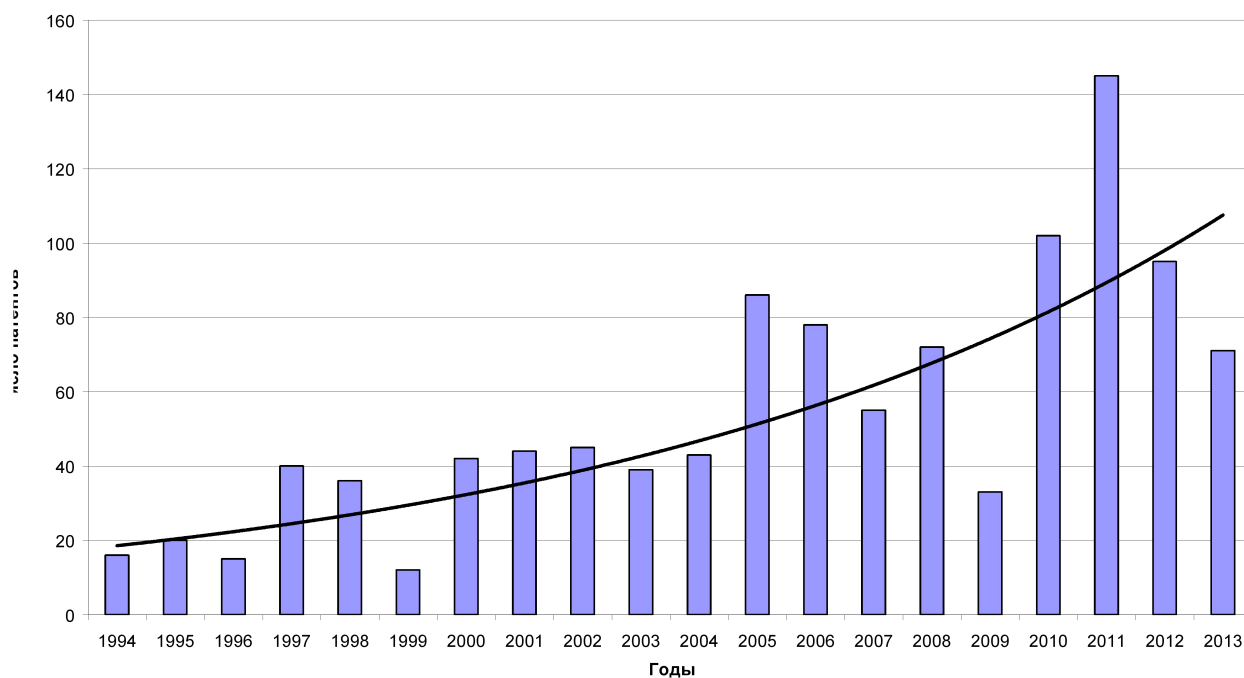


Рисунок 18 – Тренд патентования в биотехнологии за период 1994-2013

Среди ТОО и частных биотехнологических организаций компетенциями в биотехнологии обладают только 15 (табл.39). Лидерами-патентообладателями являются следующие организации:

- Товарищество с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие "Антиген" (34 патента)
- Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений" (15 патентов)
- Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции" (11 патентов)
- Товарищество с ограниченной ответственностью "ВИТА-СТ" (10 патентов)

На основании этих данных был проведен сводный анализ, который выявил 10 лучших организаций – заявителей патентов в области биотехнологий в Казахстане, которые представлены в табл.38:

- Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт
- Национальный центр биотехнологии
- Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности
- Институт микробиологии и вирусологии
- Казахский государственный агротехнический университет имени С. Сейфуллина
- ТОО Научно-производственное предприятие "Антиген"
- Казахский государственный национальный университет им. Аль-Фараби
- Казахский национальный аграрный университет
- Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений
- Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции

Таблица 34 – Патентная активность в области биотехнологий среди НИИ и научных центров

| № | Наименование организации                                 | 1994-1999 | 2000-2004 | 2005-2009 | 2010-2013 | ВСЕГО |
|---|----------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт | 10        | 67        | 88        | 77        | 242   |
| 2 | Национальный центр биотехнологии                         | 3         | 39        | 15        | 43        | 100   |
| 3 | Научно-исследовательский институт проблем биологической  | 0         | 0         | 3         | 55        | 58    |

|    |                                                                                                               |    |    |    |   |    |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|---|----|
|    | безопасности                                                                                                  |    |    |    |   |    |
| 4  | Институт микробиологии<br>и вирусологии                                                                       | 15 | 13 | 23 | 6 | 57 |
| 5  | Научный центр<br>региональных проблем<br>питания Национальной<br>академии наук<br>Республики Казахстан        | 3  | 6  | 0  | 0 | 9  |
| 6  | Казахский научный<br>центр карантинных и<br>зоонозных инфекций им.<br>Масгута Айкимбаева                      | 0  | 0  | 8  | 0 | 8  |
| 7  | Институт молекулярной<br>биологии и биохимии им.<br>М.А. Айтхожина                                            | 0  | 2  | 3  | 1 | 6  |
| 8  | Национальный центр по<br>комплексной переработке<br>минерального сырья<br>Республики Казахстан                | 0  | 0  | 5  | 0 | 5  |
| 9  | Институт<br>экспериментальной<br>биологии Национальной<br>академии наук<br>Республики Казахстан               | 4  | 0  | 0  | 0 | 4  |
| 10 | Всероссийский научно-<br>исследовательский<br>институт генетики и<br>селекции промышленных<br>микроорганизмов | 4  | 0  | 0  | 0 | 4  |
| 11 | Дженетикс Институт,<br>Инк.<br>США                                                                            | 2  | 0  | 0  | 0 | 2  |
| 12 | Институт биологии и<br>биотехнологии растений                                                                 | 0  | 0  | 1  | 1 | 2  |
| 13 | Казахский научно-<br>исследовательский<br>технологический<br>институт овцеводства                             | 1  | 0  | 0  | 0 | 1  |
| 14 | Научно-<br>исследовательский<br>кожно-венерологический                                                        | 1  | 0  | 0  | 0 | 1  |

|    |                                                                                              |   |   |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
|    | институт Министерства здравоохранения                                                        |   |   |   |   |   |
| 15 | Казахский научно-исследовательский институт защиты растений                                  | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 16 | Алматинский зооветеринарный институт                                                         | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | Институт химических наук им. А. Б. Бектурова Национальной академии наук Республики Казахстан | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18 | Институт почвоведения Министерства науки - Академии наук Республики Казахстан                | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 19 | Институт металлургии и обогащения Академии наук Республики Казахстан                         | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 20 | Научный центр гигиены и эпидемиологии Комитета здравоохранения Республики Казахстан          | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 21 | Казахский противочумный научно-исследовательский институт                                    | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 22 | Казахский научно-исследовательский институт онкологии и радиологии                           | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 23 | Научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова                                                    | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 24 | Республиканский научный центр неотложной медицинской помощи                                  | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

Таблица 35 – Патентная активность среди казахстанских университетов в области биотехнологий

| № | Наименование организации                                                        | 1994-1999 | 2000-2004 | 2005-2009 | 2010-2013 | ВСЕГО |
|---|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| 1 | Казахский государственный агротехнический университет имени С. Сейфуллина       | 0         | 1         | 5         | 36        | 42    |
| 2 | Казахский государственный национальный университет им. Аль-Фараби               | 5         | 3         | 9         | 5         | 22    |
| 3 | Казахский национальный аграрный университет                                     | 3         | 2         | 1         | 10        | 16    |
| 4 | Южно-Казахстанский Государственный университет имени М. Ауезова                 | 0         | 2         | 2         | 2         | 6     |
| 5 | Государственный университет "Семей"                                             | 5         | 0         | 0         | 0         | 5     |
| 6 | Костанайский государственный университет им. А. Байтурсынова                    | 0         | 0         | 3         | 2         | 5     |
| 7 | Инновационный Евразийский Университет                                           | 0         | 0         | 4         | 0         | 4     |
| 8 | Алматинский технологический университет                                         | 0         | 0         | 1         | 1         | 2     |
| 9 | Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д.Серикбаева | 0         | 0         | 0         | 1         | 1     |

Таблица 36 – Патентная активность в области биотехнологий среди казахстанских ТОО

|   | <b>Наименование<br/>организации</b>                                                                                                                         | <b>1994-1999</b> | <b>2000-<br/>2004</b> | <b>2005-<br/>2009</b> | <b>2010-<br/>2013</b> | <b>ВСЕГО</b> |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|
| 1 | Товарищество с<br>ограниченной<br>ответственностью Научно-<br>производственное<br>предприятие "Антиген"                                                     | 0                | 3                     | 31                    | 0                     | 34           |
| 2 | Товарищество с<br>ограниченной<br>ответственностью<br>"Казахский научно-<br>исследовательский<br>институт защиты и<br>карантина<br>растений"                | 0                | 0                     | 0                     | 15                    | 15           |
| 3 | Товарищество с<br>ограниченной<br>ответственностью<br>"Казахский научно-<br>исследовательский<br>институт переработки<br>сельскохозяйственной<br>продукции" | 0                | 0                     | 0                     | 11                    | 11           |
| 4 | Товарищество с<br>ограниченной<br>ответственностью "ВИТА-<br>СТ"                                                                                            | 0                | 0                     | 10                    | 0                     | 10           |
| 5 | Товарищество с<br>ограниченной<br>ответственностью<br>"БИОКОМ"                                                                                              | 0                | 6                     | 0                     | 0                     | 6            |
| 6 | Товарищество с<br>ограниченной<br>ответственностью<br>«Научно-аналитический<br>центр «Биомедпрепарат»                                                       | 0                | 0                     | 0                     | 4                     | 4            |
| 7 | Товарищество с<br>ограниченной<br>ответственностью<br>"Казахский научно-                                                                                    | 0                | 0                     | 0                     | 4                     | 4            |

|    |                                                                                                                          |   |   |   |   |   |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
|    | исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности                                                     |   |   |   |   |   |
| 8  | Товарищество с ограниченной ответственностью Научно-производственная фирма "Биовак"                                      | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| 9  | Товарищество с ограниченной ответственностью фирма "Эйкос"                                                               | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 |
| 10 | Товарищество с ограниченной ответственностью "Научно-производственный центр "БиоВет"                                     | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| 11 | «Товарищество с ограниченной ответственностью «СТЭМКОРД»                                                                 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 12 | Товарищество с ограниченной ответственностью "Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии"                | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 13 | Товарищество с ограниченной ответственностью "Казахский научно-исследовательский институт плодоводства и виноградарства" | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 14 | Товарищество с ограниченной ответственностью "Бицентр"                                                                   | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Таблица 37 – Рейтинг лучших организаций – заявителей патентов в области биотехнологий в Казахстане

| №  | Наименование организации                                                               | 1994-2013 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1  | Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт                               | 242       |
| 2  | Национальный центр биотехнологии                                                       | 100       |
| 3  | Научно-исследовательский институт проблем биологической безопасности                   | 58        |
| 4  | Институт микробиологии и вирусологии                                                   | 57        |
| 5  | Казахский государственный агротехнический университет имени С. Сейфуллина              | 42        |
| 6  | Научно-производственное предприятие "Антиген"                                          | 34        |
| 7  | Казахский государственный национальный университет им. Аль-Фараби                      | 22        |
| 8  | Казахский национальный аграрный университет                                            | 16        |
| 9  | Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений                | 15        |
| 10 | Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции | 11        |

Таким образом, можно сделать вывод, что в Казахстане объемы разработок и производства биотехнологической продукции не получили должного развития. В стране практически отсутствуют биотехнологические производства фармацевтических субстанций, компонентов для пищевой промышленности, сырьевых продуктов для химической промышленности, биотоплива. Слабо внедряются современные биотехнологии в сельское хозяйство, горнодобывающую промышленность, энергетику. Промышленное производство биотехнологической продукции представлено в Казахстане в виде производства отдельных видов тест систем, вакцин, молочных биопродуктов, кормовых добавок, средств защиты растений и спирта. К настоящему времени фактически не налажено производство генно-инженерных препаратов, при этом существуют прошедшие или проходящие этап доклинических и клинических исследований оригинальные отечественные разработки (рекомбинантный эритропоэтин).

Вместе с тем, в Казахстане имеются ряд перспективных разработок в

области биотехнологии.

Биомедицина.

- Рекомбинантный эритропоэтин человека в таблетированной форме, применяемый внутрь, в настоящее время проводится II-я фаза клинических исследований.

- Молекулярно-генетические тесты для определения устойчивых к лекарственным препаратам возбудителя туберкулеза.

- Генетические тесты для диагностики и прогноза развития рака молочной железы, колоректального рака, рака желудка.

- Диагностические тесты для определения индивидуальных доз лекарственных средств, снижающих риск тромбообразования.

- ПЦР тесты для количественного определения вирусов гепатита В и С, полиомавируса, цитомегаловируса, вируса Эпштейн-Барра;

- Клеточный противоожоговый препарат «Фиброспрей» для лечения ожогов.

Сельскохозяйственная биотехнология.

- Новые высокоурожайные сорта яровой мягкой пшеницы Северянка, Алем, Степная-15/1, Шығыс, Золотистая, Ақ-Орда и Казахстан-20, устойчивые к засухе и болезням.

- Новые сорта риса «Баканасский» и «Мадина», районированные в Алматинской и Кызылординской областях.

- Новый высокоурожайный сорт картофеля «Астаналық», устойчивый к фузариозу.

- Инсектицидные биопрепараты «Биотурин» и «Битокситурин» для борьбы с насекомыми-вредителями сельскохозяйственных и лесных культур.

- Вакцины против 25 инфекционных заболеваний животных.

- 30 диагностических тест-систем для ветеринарии.

- Закваска Лак-Сил» для силосования кормов.

Пищевая биотехнология.

- Молочнокислая закваска для йогурта на основе консорциума культур *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus lgaricus* №

- Сметанная закваска на основе культуры *Lactococcus cremoris*.

Экологическая биотехнология.

- Биопрепараты Экобак, Бакойл и Терраклин, прошедшие производственные испытания на территории нефтяных месторождений при очистке нефтезагрязненных почв.

- Биогеотехнологии.

- Консорциум микроорганизмов для кучного выщелачивания золота из упорных руд, устойчивые к повышенному содержанию токсичных веществ (медь, мышьяк), технология позволяет проводить круглогодичное кучное выщелачивание в условиях резко континентального климата, увеличивает извлечение золота на 40-50%, по сравнению с традиционными технологиями,

сокращает расход серной кислоты на 20-30%;

– Консорциум микроорганизмов для подземного скважинного выщелачивания урана, технология позволяет отказаться от использования дорогостоящих химических окислителей и интенсифицировать добычу урана на 30-40%, по сравнению со стандартной технологией слабокислотного выщелачивания.

#### **4 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Основные внешние мировые тренды, которые окажут влияние на положение и развитие Казахстана в будущем, представлены Президентом нашей страны Н.А. Назарбаевым в Послании «Казахстан-2050» [107]. Они сформулированы в качестве вызовов и являются следующими:

##### **Первый вызов – ускорение исторического времени.**

Мир интенсивно трансформируется, и скорость происходящих изменений поражает. За последние 60 лет численность населения Земли утроилась и к 2050 году достигнет 9 миллиардов человек. За тот же период мировой ВВП вырос в 11 раз.

Ускорение всемирно исторического процесса всегда открывает перед государствами новые безграничные возможности.

За 20 с небольшим лет в Казахстане проведена модернизация всех сфер жизни общества в очень высоком темпе [108]. Однако у нас до сих пор есть социальные группы, которые не интегрировались в общий модернизационный процесс. Этому есть объективные причины. В обществе все еще имеет место некоторый дисбаланс, влияющий на моральное состояние и общественные ожидания людей.

Мы должны устранить этот дисбаланс и предоставить всем слоям общества возможность интегрироваться в модернизационный процесс, найти свое достойное место в обществе, сполна воспользоваться возможностями, предоставляемыми новым политическим курсом.

##### **Второй вызов – глобальный демографический дисбаланс.**

С каждым днем обостряется глобальный демографический дисбаланс. Общемировой тренд – старение человечества. Через 40 лет число людей в возрасте старше шестидесяти будет превышать число тех, кому меньше 15. Низкая рождаемость и старение человечества во многих странах неизбежно провоцируют проблемы на рынке труда, в частности, нехватку трудовых ресурсов.

##### **Третий вызов – угроза глобальной продовольственной безопасности.**

Высокие темпы роста мирового народонаселения резко обостряют продовольственную проблему.

Уже сегодня в мире десятки миллионов людей голодают, около миллиарда человек на постоянной основе испытывают нехватку в пище. Без революционных изменений в производстве продуктов питания эти страшные цифры будут только расти.

Для нас в этом вызове кроются огромные возможности. Мы уже входим в число крупнейших экспортеров зерновых культур. Мы обладаем огромными экологически чистыми территориями и можем производить экологически чистые продукты питания.

Нам вполне по силам совершить качественный рывок в сельскохозяйственном производстве. Для этого нам потребуется государственное мышление нового типа.

#### **Четвертый вызов – острый дефицит воды.**

Мировые водные ресурсы также находятся под большим давлением. За последние 60 лет на планете потребление питьевой воды возросло в 8 раз. К середине столетия многие страны будут вынуждены импортировать воду.

Вода – крайне ограниченный ресурс и борьба за обладание источниками уже становится важнейшим фактором геополитики, являясь одной из причин напряженности и конфликтов на планете.

Проблема водообеспечения остро стоит и в нашей стране. Нам не хватает качественной питьевой воды. Целый ряд регионов испытывает в ней острую потребность.

#### **Пятый вызов – глобальная энергетическая безопасность.**

Все развитые страны увеличивают инвестиции в альтернативные и "зеленые" энергетические технологии [109].

Уже к 2050 году их применение позволит генерировать до 50% всей потребляемой энергии. Очевидно, что постепенно подходит к своему концу эпоха углеводородной экономики [110]. Наступает новая эра, в которой человеческая жизнедеятельность будет основываться не только и не столько на нефти и газе, сколько на возобновляемых источниках энергии.

Казахстан является одним из ключевых элементов глобальной энергетической безопасности. Наша страна, обладающая крупными запасами нефти и газа мирового уровня, ни на шаг не будет отступать от своей политики надежного стратегического партнерства и взаимовыгодного международного сотрудничества в энергетической сфере.

#### **Шестой вызов – истощаемость природных ресурсов.**

В условиях ограниченности, истощаемости природных ресурсов Земли беспрецедентный в истории человечества рост потребления будет подогревать разнонаправленные как негативные, так и позитивные процессы.

Наша страна обладает здесь рядом преимуществ. Всевышний дал нам много природных богатств. Другим странам и народам будут нужны наши ресурсы.

Нам принципиально важно переосмыслить наше отношение к своим природным богатствам. Мы должны научиться правильно ими управлять, накапливая доходы от их продажи в казне, и самое главное – максимально эффективно трансформировать природные богатства нашей страны в устойчивый экономический рост.

#### **Седьмой вызов – Третья индустриальная революция.**

Человечество находится на пороге Третьей индустриальной революции, которая меняет само понятие производства. Технологические открытия кардинально меняют структуру и потребности мировых рынков. Мы живем уже в совершенно иной технологической реальности, нежели ранее.

Цифровые и нанотехнологии, робототехника, регенеративная медицина и многие другие достижения науки станут обыденной реальностью, трансформировав не только окружающую среду, но и самого человека. Мы должны быть активными участниками этих процессов.

#### **Восьмой вызов – нарастающая социальная нестабильность.**

В настоящее время одна из самых больших мировых проблем – усиливающаяся социальная нестабильность. Ее основная причина – социальное неравенство.

Сегодня в мире около двухсот миллионов людей не могут найти работу. Даже в Европейском союзе безработица находится на самом высоком уровне за последние десятилетия и провоцирует многочисленные массовые беспорядки.

На этом фоне, надо признать, ситуация в Казахстане выглядит довольно благополучно. Сегодня мы имеем самый низкий уровень безработицы за всю новейшую историю. Это, безусловно, большое достижение. Тем не менее мы не можем почивать на лаврах.

Глобальный экономический кризис, переходящий в кризис социально-политический, неизбежно будет оказывать давление на Казахстан, будет проверять нас на прочность.

Поэтому на повестку дня выдвигается вопрос социальной безопасности и социальной стабильности. Важная для нас задача – укрепить социальную стабильность в нашем обществе.

#### **Девятый вызов – кризис ценностей нашей цивилизации.**

Мир переживает острый мировоззренческий и ценностный кризис. Все чаще раздаются голоса, возвещающие о противоборстве цивилизаций, конце истории, провале мультикультурализма.

Нам принципиально важно не втягиваться в этот мировоззренческий дискурс, оберегая наши проверенные годами ценности. На собственном опыте мы знаем, как то, что называли нашей ахиллесовой пятой – многоэтничность и поликонфессиональность, мы обратили в свое преимущество.

Мы должны научиться жить в сосуществовании культур и религий. Мы должны быть привержены диалогу культур и цивилизаций.

Только в диалоге с другими нациями наша страна сможет достичь успеха и влияния в будущем. В XXI веке Казахстан должен укрепить свои позиции регионального лидера и стать мостом для диалога и взаимодействия Востока и Запада.

#### **Десятый вызов – угроза новой мировой дестабилизации.**

Все мы видим, что происходит сейчас в мире. Это не новая волна кризиса, а продолжение кризиса 2007 – 2009 годов, из которого мировая экономика еще не вышла [111].

Глобальная экономическая система может дать серьезный сбой уже в 2013 – 2014 годах, вызвать, в частности, обвал мировых цен на сырье. Для нас подобный сценарий является крайне нежелательным.

Возможная рецессия в ЕС и/или США может привести к снижению потребностей развитых стран в сырьевых ресурсах.

Потенциальный дефолт хотя бы одного государства еврозоны может спровоцировать «эффект домино» и поставить под вопрос сохранность наших международных резервов и стабильность наших экспортных поставок [112].

Сокращение валютных резервов усиливает давление валютных курсов и инфляции, что опять же может негативно повлиять на социально-экономическую ситуацию.

В этой связи мы должны выработать продуманный, согласованный и скоординированный курс всех ветвей власти, государства и общества с тем, чтобы быть во всеоружии при любом сценарии развития международной ситуации.

В ракурсе представленных глобальных мировых трендов развитие биотехнологий в Казахстане прогнозируемо и опирается на политическую волю руководителей государства.

В настоящее время в нашей стране объем разработки и производства биотехнологической продукции не получил должного развития. По многим биопродуктам страна находится в зависимости от импорта. Как и в России в Казахстане наблюдается существенная диспропорция развития отрасли биотехнологии. В более массовом порядке промышленное производство биотехнологической продукции представлено в Казахстане в виде производства отдельных видов лекарственных препаратов, спирта и молочных биопродуктов.

В советский период Казахстану отводилась роль производственной основы промышленной биотехнологии. Создавались специализированные учреждения и возводились закрытые города стратегического значения, входившие в военно-промышленный комплекс. Так, к началу 90-х годов мы подошли с багажом в виде развитой инфраструктурой, высококвалифицированных кадров и современной производственной базы [113]. Пятнадцати лет было достаточно, для того чтобы уровень биотехнологических исследований снизился, а технологии безнадежно устарели. За границу выехала большая часть ученых и специалистов, а уникальные и дорогостоящие производства окончательно остановились.

В настоящее время развитие биотехнологии в Казахстане характеризуется морально устаревшей научно-промышленной базой советского образца, малочисленностью количества групп специалистов, занимающихся в данной сфере. Малочисленность групп специалистов, занимающихся проблемами биотехнологии приводит к отсутствию конкуренции в этой сфере, что обуславливает низкий уровень научных исследований. В свою очередь, низкий уровень исследований не создает стимулов для финансирования научных исследований.

Спектр производимой биотехнологической продукции Казахстана узок, и подавляющее большинство этой продукции ориентировано на внутренний рынок, так как на открытом рынке оно неконкурентоспособно.

Тем не менее, в рамках бюджетных программ в Казахстане проводятся исследования, соответствующие приоритетным направлениям развития биотехнологии, а именно: Биотехнологическая продукция для сельского

хозяйства, для здравоохранения, Биотехнологическая продукция для перерабатывающей промышленности.

В 1993 году для развития исследований в области биотехнологии был создан Национальный центр биотехнологии РК (НЦБ) [114]. Он осуществлял координацию фундаментальных и прикладных исследований в данной области, вел работу по созданию и внедрению новых технологий и материальных ресурсов для биотехнологического производства. В 2001 году Правительством РК была принята республиканская программа "Научно-техническое обеспечение и организация производства биотехнологической продукции в Республике Казахстан на 2001-2005 годы" [115], и НЦБ был реорганизован в Республиканское государственное предприятие.

В настоящее время казахстанские ученые добились определённых успехов в сфере биотехнологий. Биологическая инженерия растений активно развивается в Казахстане.

В Казахстане не решены проблемы эффективного лечения, профилактики и снижения заболеваемости населения туберкулезом, сахарным диабетом, сердечно-сосудистыми и онкологическими заболеваниями, а потому целесообразна разработка системного подхода в стратегии и тактике лечения, в диагностике этих заболеваний с учетом современных достижений биотехнологии.

Одной из проблем отечественного сельского хозяйства являются вопросы семеноводства, сортосмены и сортообновления основных культур. Так, обеспеченность семенами районированных сортов составляет 79,2%, что ставит под угрозу получение стабильных урожаев. В связи с этим, актуальным для растениеводства является ускоренное создание новых сортов сельскохозяйственных культур, устойчивых к стрессовым факторам и болезням, разработанных на основе использования методов клеточной и генетической инженерии. Анализ мирового опыта показывает, что создание трансгенных растений, устойчивых к болезням и неблагоприятным факторам окружающей среды является весьма перспективным, это важно также с точки зрения обеспечения контроля ввоза и распространения трансгенных растений.

Республика относится к числу засушливых регионов, где в последнее время заметно усилились процессы опустынивания территорий и эрозии, снизилось плодородие почв, уменьшилось содержание гумуса, свыше 70% почв Казахстана проявляют низкое и очень низкое его содержание. Особенно остро стоит проблема защиты растений от различных вредителей и болезней. В этой связи, актуальны исследования наших ученых по разработке технологии получения биологического препарата нитрагина на основе азотфиксирующих клубеньковых бактерий, биопестицидов на основе спорозоносных бактерий-кристаллофоров, отечественного инсектицидного препарата против насекомых, биостимуляторов и средств защиты растений на основе бактерий.

В целях подготовки к вступлению в ВТО и обеспечения эпизоотического благополучия нашей страны, необходимо решить стратегически важный вопрос разработки и организации производства диагностических тест-систем и вакцин

для профилактики заболеваний животных на основе современных достижений молекулярной генетики и иммунологии. Актуальность и приоритетность этих проблем диктуются осложнением эпизоотической ситуации по птичьему гриппу и назреванием в мире пандемической угрозы по гриппу, а также опасностью вспышки и широкого распространения таких особо опасных заболеваний как чума крупного рогатого скота, оспа овец, ящур и бешенство животных.

Учитывая сложную экологическую ситуацию в республике, дальнейшая разработка и внедрение биологических методов восстановления загрязненных территорий на основе использования углеводородоокисляющих микроорганизмов, очень важны и перспективны. В этом направлении имеется научный задел в виде перспективных биологических препаратов для восстановления нефтезагрязненных территорий.

Биотехнологические методы и приемы в пищевой и перерабатывающей промышленности, направленные на сохранение и улучшение вкусовых и питательных качеств продукции, на основе применения микроорганизмов, биологических компонентов и добавок, обеспечивающих надежную и длительную сохранность продуктов также являются актуальными и вполне реальными для разработки учеными НЦБ.

Разработка прорывных биотехнологий в нашей республике является реальной задачей.

Основная проблема – отсутствие оригинальных отечественных биотехнологических лекарственных препаратов при наличии перспективных экспериментальных разработок. К настоящему времени фактически не налажено производство генно-инженерных препаратов, при этом существуют прошедшие или проходящие этап доклинических и клинических исследований оригинальные отечественные или совместные разработки.

Для дальнейшего развития растениеводческой отрасли необходимо создание и внедрение в производство высококачественных конкурентоспособных сортов сельскохозяйственных растений, в связи с чем требуется перевод селекции на качественный уровень.

Сохранение и выведение высокопродуктивных пород животных является ключевой проблемой в повышении рентабельности и эффективности животноводства, поэтому возникает необходимость использования методов генной инженерии для создания новых типов и пород животных.

Ежегодно в мире в окружающую среду попадает около 50 млн. тонн нефти. Наиболее перспективными методами очистки воды и почв от широкого круга загрязняющих веществ, в том числе и нефтяных углеводородов, являются приемы биоремедиации, основанные на использовании биохимического потенциала биологических объектов, прежде всего, микроорганизмов и растений.

Одним из приоритетных направлений биотехнологии является разработка заквасок, ферментных препаратов, биологически активных добавок и пробиотиков для нужд пищевой и перерабатывающей промышленности.

Главным социальным трендом Казахстана является Общество Всеобщего Труда.

Именно реальный производительный труд мы и должны поставить в основу нашей политики социальной модернизации.

В этом плане развитие исследований в области биотехнологий (медицинской, пищевой, сельскохозяйственной) позволит снизить социальные проблемы нехватки продовольствия, старения населения, лечения болезней.

Однако, социальная модернизация в Казахстане происходит на фоне интеграционных процессов в рамках ЕЭП.

В этом плане возникают угрозы, связанные с отставанием развития биотехнологической науки Казахстана от мировой и российской. Требуется проведение конкурентоспособных исследований, способных стать востребованными на мировом рынке.

Главный внутривнутриполитический тренд Казахстана на настоящий момент связан с озвученным в декабре президентом страны посланием народу «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства».

Представленный в Послании «Стратегия «Казахстан-2050» как один из глобальных вызовов **«Третья индустриальная революция»** открывает для развития биотехнологий в стране значительные возможности [116]. «... Цифровые и нанотехнологии, робототехника, регенеративная медицина и многие другие достижения науки станут обыденной реальностью, трансформировав не только окружающую среду, но и самого человека. Мы должны быть активными участниками этих процессов».

Для интенсивного развития биотехнологии в Казахстане, наряду с импортом и внедрением передовых зарубежных достижений (опыт Японии), необходима разработка собственных принципиально новых и высокоинтеллектуальных технологий с учетом:

- готовности государства к идеологической, административной и финансовой поддержке инновационных преобразований;
- сохранившегося научно-технического потенциала республики;
- высокого процента образованности населения, реформируемой системы образования в республике, а также подготовки специалистов в ведущих ВУЗах мира через программу "Болашак" [117];
- выгодного геополитического положения республики;
- многонациональной культуры, межэтнического согласия и стабильности, которая позволяет, например, осуществлять взаимодействие и обмен технологиями через этническую связь с историческими родинами;
- высокой инвестиционной привлекательности, которая позволяет выбирать инвесторов, готовых открыть свои технологии для сотрудничества и сопровождения местными специалистами и учеными.

Государство должно иметь активную позицию в вопросе становления и развития отечественной биотехнологии, потому что "рыночные силы" здесь не

работают. Рынок сам по себе не сможет заставить инвесторов уйти из наиболее прибыльных на сегодня сырьевых секторов и переместить свободные капиталы в сектора с очень высокими рисками и гораздо более длительными сроками окупаемости.

Тенденции экономического развития Казахстана до 2030 года будут продолжать тренды, заложенные на предыдущем двадцатилетнем отрезке. В частности, будет происходить дальнейшее повышение роли в экономике добывающих отраслей и снижение обрабатывающих, наряду с увеличением вклада в ВВП, отраслей сферы услуг.

Очевидно, что при существенных натуральных и стоимостных факторах роста в добывающих отраслях остальные виды деятельности уступали свои позиции в формировании казахстанского ВВП.

Как следствие, структура экономики Казахстана до настоящего времени, несмотря на ряд принятых и реализуемых государственных программ, остается ориентированной на добывающие отрасли, что предопределяет ее высокую зависимость от конъюнктуры мировых рынков. Соответственно, одной из основных особенностей как промышленности Казахстана, так и национальной экономики в целом остается высокая уязвимость перед внешними факторами и неустойчивость развития. Так, даже в постреформенный и относительно стабильный период 2000-х годов темпы промышленного роста демонстрировали очень высокую волатильность, закономерно усиливающуюся в периоды мировых кризисов [118].

Кроме того, можно отметить, что и в структуре обрабатывающей промышленности в последние двадцать лет снижалась доля наиболее высокотехнологичных отраслей, производящих готовую продукцию высоких переделов (машиностроение, химическая, легкая промышленность) в пользу отраслей с меньшей добавленной стоимостью, таких, как металлургия.

В целом тенденции развития казахстанской экономики до 2030 года представляются достаточно благоприятными.

Наращивание экономического потенциала и рост ВВП будут обеспечиваться увеличением нефтегазодобычи, а также развитием сферы услуг и подкрепляться государственными расходами в рамках программ развития и модернизации экономики, что позволит пропорционально повышать уровень жизни населения и добиваться прогресса в социальных индикаторах. В то же время во второй половине рассматриваемого периода, после 2020 года, в экономике страны проявятся негативные явления, способные затормозить позитивную динамику развития и создать серьезные проблемы для макроэкономической стабильности. Основными вызовами для экономики Казахстана в период с 2020 по 2030 год, на наш взгляд, станут:

- стабилизация мировых цен на товарные активы, которая исчерпает возможности дальнейшего роста;
- выход на максимальные объемы добычи нефти и газа, после чего дальнейший рост на основе экстенсивных факторов станет невозможен;

- негативные показатели платежного баланса, в первую очередь по линии счета операций с капиталом и финансами, из-за увеличивающегося вывода доходов при сокращении притока иностранных инвестиций, что создаст проблемы в сфере валютной стабильности и ряд других угроз;

- проблемы в сфере пенсионного обеспечения, вызванные неадекватной уровню инфляции доходностью пенсионных активов и необходимостью государственной компенсации разницы между данными показателями, вследствие чего, начиная с 2020 года, будет наблюдаться быстрое увеличение нагрузки на государственный бюджет.

В то же время, если экономическая политика страны в течение ближайшего десятилетия будет предусматривать упреждающее решение обозначенных проблем, то их острота может быть снята, а развитие Казахстана до 2030 года сохранит динамичность и устойчивость последних лет.

Учитывая такую макро- и микроэкономическую ситуацию, развитие биотехнологий в Казахстане, с одной стороны, будет сдерживаться недостаточной мотивированностью с экономической точки зрения, но, с другой стороны, развивая политическую волю руководства страны, имеет шансы к значительному развитию, в первую очередь, посредством трансферта разработок и технологий, с параллельным развитием собственной исследовательской и научно-производственной базы.

На сегодняшний день экологическая политика Республики не представляет собой целостной системы, отражающей долгосрочное планирование сохранения и улучшения состояния окружающей среды. Сложившаяся ситуация демонстрирует, что риски, связанные с угрозами экологического и техногенного характера, остаются высокими, в то время как внимание властей направлено на социально-экономический сектор. «Пробелы» в законодательной, правовой, научной сфере предопределяют низкий уровень внимания и должного интереса к вопросам охраны окружающей среды.

Зачастую в вопросах экологического содержания приоритетом является экономический интерес и целесообразность. Ссылка на недостаток финансовых средств в государственном бюджете позволяет отодвигать экологические проблемы на второй план и рассматривать природные ресурсы в качестве инструмента для экономического развития. В целом, такой подход удобен и бизнесменам, так как он позволяет значительно снизить экологические требования к предпринимательской деятельности или вовсе пренебрегать ими. В особенности это касается крупных промышленных предприятий, чья деятельность подлежит экологической экспертизе.

Законодательная основа охраны окружающей среды зачастую теряет связь с реализацией целей экологической политики на практике, и многие вопросы остаются открытыми. Так, можно выделить основные блоки проблем экологического характера и их решений.

#### **Проблема качества воздуха:**

- огромные выбросы химических соединений в атмосферу (стационарные источники загрязнения);

- низкая эффективность очистных установок на предприятиях или их полное отсутствие;
- использование устаревших технологий производства;
- накопление отходов производства и потребления (в том числе особо опасных и токсичных);
- постоянное увеличение автомобильного транспорта, несущего основной ущерб состоянию атмосферного воздуха.

#### **Проблема качества воды:**

- загрязнение (сбрасывание в водоемы неочищенных сточных вод) и истощение водных ресурсов;
- нерациональное использование водных ресурсов;
- низкий уровень водохозяйственного планирования, приводящего к чрезмерной нагрузке на экологическую систему;
- износ систем водоснабжения и канализации, нарушающих санитарно-экологические нормативы.

#### **Проблема твердых бытовых отходов (ТБО):**

- постоянное увеличение промышленных отходов, выделяющих огромное количество вредных газов при их смешении;
- деградация пастбищных угодий, приводящая к сокращению видового биологического многообразия;
- неразвитость технологий переработки ТБО;
- отсутствие стратегии, планирования по переработке ТБО на крупных предприятиях;
- отсутствие налоговых льгот для предприятий по переработке ТБО.

#### **Проблемы нормативно-правового, инфраструктурного характера:**

- отсутствие систематичности в законодательной и нормативной базе по вопросам охраны окружающей среды;
- отсутствие четкого концептуального подхода к проблемам окружающей среды и отсутствие механизмов, позволяющих радикально влиять на решение экологических проблем;
- не разработана процедура учета общественного мнения, его участия в процессе принятия государственных решений экологического характера;
- отсутствие действенного государственного контроля над использованием и охраной природных ресурсов;
- низкий уровень взаимодействия гражданского общества с профильными структурами по вопросам экологии;
- низкий уровень экологического образования и воспитания населения.

В этих условиях оценка состояния окружающей среды занимает важное положение в решении проблемы предотвращения и ликвидации техногенного воздействия в местах производства, испытаний, хранения и эксплуатации космических средств, военной техники и военных объектов, а также в местах размещения промышленных организаций, дислокации воинских частей и соединений, осуществляющих ракетно-космическую деятельность.

Достижения биотехнологии не только довольно широко применяются в целях охраны окружающей среды, но и все, что связано с биотехнологией, в первую очередь направлено на охрану здоровья человека и благополучие окружающей среды.

В Казахстане очень уязвимая природная среда. Территорию республики в основном составляют степи, полупустыни и пустыни. Существуют уникальные внутриконтинентальные моря и озера, такие, как Каспий, Арал, Балхаш, Зайсан, Алаколь.

В результате антропогенных нагрузок практически на всей территории Казахстана нарушена естественная способность природной среды в обеспечении будущего экономического и социального развития страны.

Экстенсивное развитие сельскохозяйственного производства оставило след в виде деградации земель и оскудения ландшафтов, более 60 % территории страны подвержено жесточайшему опустыниванию, что приводит к уменьшению плодородия почв и, как следствие, к сокращению продуктивности животноводства и растениеводства. Ежегодно в поверхностные водоемы республики сбрасывается более 200 млн. куб. метров загрязненных сточных вод. Выявлено более 3 тыс. очагов загрязнения подземных вод, площади которых составляют от нескольких до сотен квадратных километров.

Если мировой рынок технологий для охраны окружающей среды в настоящее время оценивается в 235 миллиардов долларов США, то по некоторым оценкам от 25 до 40 % приходится на долю биотехнологий [119].

Одними из актуальнейших экологических проблем, ставших перед человечеством, являются проблемы санации почв, очистка территорий военных полигонов и уничтожение химического оружия.

Последние десятилетия характеризуются поступлением в окружающую среду огромного количества разнообразных по строению синтетических органических соединений (ксенобиотиков), часто токсичных для живых организмов [120].

Только биотехнологические методы имеют ряд преимуществ по сравнению с физико-химическими: экологическая безопасность переработки, безвредность для окружающей среды конечных продуктов утилизации, высокая адаптивность и специфичность в отношении разнообразных загрязнителей, приемлемые трудоемкость и стоимость работ, сохранение естественного состояния и плодородия рекультивируемых почв.

В связи с этими внутренними трендами развитие биотехнологий в Казахстане можно прогнозировать как потенциально существенное.

Взаимоотношение представленных выше трендов между собой можно представить как экономические — политические — социальные — технологические — экологические. Все эти тренды имеют взаимное влияние друг на друга.

Современное состояние биотехнологии в Казахстане оценивается экспертами неоднозначно. С одной стороны, положение в биотехнологии

подвергается жесткой критике, с другой, отмечается потенциал страны, достаточный для прорыва в целом ряде областей биотехнологии.

По мнению критиков, биотехнологическая отрасль в Казахстане («белая биотехнология») разрознена, отсутствует межведомственная координация и государственная промышленная политика в этой сфере.

По всем направлениям биотехнологической промышленности Казахстан значительно отстает от уровня и темпов развитых стран.

При этом в Казахстане практически отсутствует производство ряда ключевых продуктов.

Импортозависимость Казахстана по важнейшим видам биотехнологической продукции исключительно велика: по инсулину – почти 100%, по антибиотикам – свыше 90% и др.

Вместе с тем, согласно расчетам, в мире к 2025 году ожидается перевод 25% всей химической промышленности на биотехнологические процессы.

Эксперты утверждают, что Казахстан пропустил волну биотехнологической революции («зеленую», связанную с агробиотехнологией). Даже по самому оптимистическому сценарию, к 2015 г. Казахстан будет производить лишь менее 0,1% мирового объема биотехнологической продукции.

К причинам такого положения относят отсутствие четкой государственной стратегии, в том числе недостаточное финансирование научно-практических разработок в области биотехнологии, а также отсутствие систематизированной перманентной подготовки кадров с учетом прогноза целевой профессиональной занятости специалистов в разных направлениях современной биотехнологии.

Согласно оптимистическому взгляду, биотехнология относится к кругу областей, где Казахстан по ряду фундаментальных направлений может занять лидирующие позиции, например, в области некоторых медицинских молекулярно-биологических исследований, агробиотехнологиях. В Казахстане освоено производство ряда генно-инженерных препаратов и ДНК-диагностикомов.

В настоящее время в сфере казахстанских биотехнологий путь от разработки нового продукта до начала его промышленного производства занимает около 10 лет. При оптимальной организации этого процесса, в том числе при условии достаточного финансирования, данный срок можно сократить до 2-х—3-х лет.

Биотехнология предопределяет изменение парадигмы ведения больных в сторону персонализации лечения и усиления профилактики на основе знания генетической предрасположенности человека к болезням и точной диагностики, целенаправленного скрининга и использования новейших лечебных средств. Поддержкой этим радикальным изменениям служит фармакогеномика. Исследования стволовых клеток и ксенотрансплантации открывают перспективы замещения тканей и органов при лечении дегенеративных заболеваний и поражений при параличе, болезнях Альцгеймера и Паркинсона, травмах спинного мозга и ожогов [121].

Развитие «красной» биотехнологии изменит лицо медицины. У Казахстана потенциал для развития красной биотехнологии существенен.

Согласно прогнозу Института альтернативного будущего (США), к 2030 году человечество сможет воспользоваться следующими достижениями «красной» биотехнологии:

- в целях открытия новых биологических феноменов, понимания заболеваний и разработки новых лекарств. будут созданы и станут применяться сложные системы, органоиды, – искусственно выращенные части тела или органы человека или клеточные группы. Конструирование органоидов из ткани пациентов решит проблему индивидуализированной медицины, позволит выявить биомедицинские различия между разными группами больных. В создании и функционировании органоидов могут быть использованы наноструктуры. По оценкам, первые прикладные разработки появятся в следующие 10-15 лет;

- через 5 лет возможна разработка «карт» генетической информации пациентов, однако их эффективное использование и анализ реальны лишь спустя 15-25 лет;

- будут разработаны имплантируемые устройства для доставки лекарств, созданы прототипы биологических систем, вживляемых в человека в целях распознавания болезни, синтеза вещества для ее излечения и доставки к пораженному участку организма.

Потенциал для развития этого направления биотехнологий, в первую очередь, путём трансферта исследований с последующим переводом разработок в нашу страну, имеется.

Внедрение подобных систем потребует изменения бизнес-моделей и регулирования в биомедицинской сфере. В аспекте разработки бизнес-модели перспективным на первых этапах представляется появление специальных приборов для диабетиков (оценка уровня сахара в крови, определение инсулина) и онкобольных, для подавления воспалений и хронических заболеваний, а также в лечении дорогостоящими лекарствами в малых дозах.

Будет обеспечено появление индивидуализированной медицины – с освоением диагностической визуализации объектов и процессов в организме (новое поколение аппаратов магнитно-резонансного сканирования), с разработкой биомаркеров, решающих проблему предотвращения заболеваний.

Перспективной областью развития биотехнологии является «клеточная» биотехнология, использующая стволовые клетки и иные клеточные продукты в заместительной клеточной терапии (регенеративной медицине). За рубежом большое применение в клинике получил клеточный эквивалент кожи, применяемый для лечения ожогов, травм, трофических язв и др. Нарастает использование, в большинстве случаев в экспериментальном порядке, аутологичных стволовых клеток мезенхимного происхождения из костного мозга и стромальных клеток жировой ткани для восстановления поврежденных функций сердечной и скелетной мышц, мозга, печени, поджелудочной железы,

стимуляции роста кровеносных сосудов. Оборот финансов в коммерческой сфере оставляет сотни миллионов долларов.

Наиболее перспективным в будущем представляется получение трансплантационного материала на основе эмбриональных стволовых клеток человека и, так называемых, «индуцибельных плюрипотентных» клеток (клеток, обладающих эмбриональными свойствами, полученных путем репрограммирования дифференцированных соматических клеток). В этой области финансирование за счет различных источников (бюджетных и частных) достигает миллиарда долларов, вместе с тем устойчивая коммерциализация в настоящее время отсутствует.

Казахстанские перспективы в области «красной» биотехнологии.

В сфере биотехнологии для медицины развитие генной инженерии в нулевых годах обеспечило хороший задел Казахстана в создании генно-инженерных штаммов микроорганизмов с целью получения штаммов-продуцентов с заданными свойствами, в разработке генно-инженерных методов реконструирования генетического материала вирусов, получения продуцентов биологически-активных веществ, в том числе и с использованием компьютерного моделирования.

Диагностические системы на основе биосенсоров и биочипов пока ещё мало используются в практических целях. Главной чертой таких технологий является высокая

специфичность взаимодействия тестерных молекул с диагностируемым соединением, что позволяет анализировать практически неочищенные многокомпонентные смеси. Биочипы позволяют вести параллельный многопараметрический анализ. Нарботки в этой области у Казахстана также есть.

Новейшие биотехнологии, основанные на применении стволовых клеток. К настоящему времени в стране уже разработана методика «выращивания» эпидермального трансплантата для лечения обширных ожогов и других травм кожного покрова на основе стволовых клеток кожи пациента, успешно ведутся работы по «выращиванию» сосудов.

В Казахстане уровень работ с использованием аутологичных стволовых клеток приближается к мировому, в области же эмбриональных стволовых клеток он значительно ниже.

Потребности в трансплантационном материале для лечения различных тяжелых заболеваний и, в более отдаленном будущем, переход от трансплантации донорских органов к трансплантации тканей, созданных на основе клеточных технологий, могут охватывать запросы миллионов пациентов и исчисляться многомиллиардными оборотами средств.

Сценарий развития отечественной «клеточной биотехнологии» представляется следующим:

Рынок сравнительно простых клеточных продуктов на основе аутологичных стволовых клеток получит значительное развитие в самое ближайшее время [122].

У Казахстана, по мнению экспертов, есть возможность обеспечить себе лидирующее положение по-крайней мере в некоторых направлениях этой области.

Несомненно, будет расти число банков пуповинной крови и других клеток человека, направленных на персонализацию клеточной терапии.

Прорыв можно ожидать при разработке методов создания многокомпозиционных трехмерных структур (тканевых аналогов) из биосовместимого материала и различных типов клеток.

Одно из перспективных направлений в онкологии – разработка подходов для конструирования на основе мини-антительных фрагментов соединений для клинического использования, например, получение бифункциональных производных на основе противоопухолевых мини-антител против ракового маркера.

Актуальным направлением является получение и производство ферментов медицинского назначения, в т.ч. препаратов для лечения сердечнососудистых и онкологических заболеваний, пищеварительных ферментов, ферментных препаратов для агропромышленного комплекса.

Одним из перспективных для Казахстана направлений «красной» биотехнологии является разработка новых технологий производства лекарственных препаратов из природного сырья, ферментов, биохимических реагентов, питательных сред, сывороток.

Отечественные разработки по культивированию *in vitro* клеток и тканей растений позволяют получать препараты с различным фармакологическим спектром действия (антимикробные, антимутагенные, адаптогенные, радиопротекторные).

Производство медицинских и ветеринарных иммунобиологических препаратов представляет стратегический интерес для развития биотехнологии. Научно-технический потенциал отрасли представлен более 10 предприятиями и НИИ различных форм собственности и ведомственной принадлежности, производящих около 50 наименований иммунопрепаратов: вакцины, анатоксины, иммуноглобулины, лечебные сыворотки, бактериофаги, интерфероны, препараты нормофлоры, аллергены. Производственные мощности предприятий рассчитаны на обеспечение заявочной потребности по основной номенклатуре данных средств [123]. Однако эти предприятия в большинстве своём не соответствуют требованиям GMP, не налажена система доклинических испытаний препаратов в соответствии с требованиями GLP.

Развиваются, хотя и не столь быстрыми темпами, технологии получения моноклональных и рекомбинантных антител.

В число ведущих секторов биотехнологии для медицины к настоящему времени входит производство генно-инженерных лекарств.

Для промышленного производства этих препаратов не нужно больших производственных площадей, однако, требуется высокая технологическая культура. Диагностические средства *in vitro* отечественного производства представлены иммунологическими и ДНК-диагностикумами [124].

Отечественные системы ДНК-диагностики не уступают зарубежным по качеству, но в 5-10 раз дешевле. В дальнейшем прогнозируется изменение структуры сектора генно-инженерных лекарств за счёт увеличения доли рынка ДНК-диагностики над рынком средств иммунодиагностики [125].

Производство субстанций антибиотиков до 90-х годов базировалось на штаммах отечественной селекции, и потребность в субстанциях обеспечивалась полностью. Под влиянием макроэкономических факторов производство отечественных субстанций антибиотиков на основе микробного синтеза стало нерентабельным, что привело к прекращению производства. Сегодня ни один из отечественных заводов не производит товарных субстанций антибиотиков. Сотни установленных на этих заводах ферментеров и других аппаратов, используемых при биосинтезе, выделении и очистке антибиотиков, уже ни морально, ни технически не пригодны для проведения современных технологических процессов.

Имеется потенциал к восстановлению производства субстанций антибиотиков на казахстанских площадках.

В области сельского хозяйства и производства продовольствия БТ Казахстана обладает потенциалом, позволяющим повысить качество продовольствия и оказать благотворное действие на окружающую среду благодаря использованию усовершенствованных сельскохозяйственных культур.

По мнению американских экспертов, будущее – за тремя направлениями развития «зеленой» биотехнологии, в том числе:

- внедрение совокупности признаков в коммерчески важные сорта растений;
- разработка сортов растений с новыми свойствами (признаками);
- распространение генной инженерии на новые сорта растений и внедрение их в новые отрасли промышленности (наиболее яркий пример – так называемое «биотопливо» из генетически модифицированных быстрорастущих деревьев и масличных культур).

В этой связи возникают вопросы о возможных препятствиях реализации данной стратегии и о мерах по их преодолению.

Условием развития «зеленой» биотехнологии является прогресс в геномике совокупности технологий анализа и манипулирования генетическим материалом. По мнению экспертов, по темпам развития геномика растений значительно отстает пока от геномики человека и животных.

Не определена до сих пор полная последовательность генома пшеницы, кукурузы, хлопка, картофеля, ржи, сорго, сои – фактической основы жизнеобеспечения мирового населения.

Это вызвано несколькими причинами организационного, научного и социального характера. Даже в США на геномику растений не хватает фондов. Другим препятствием является сложное строение генома растений. Молекулярные биологи считают, что до выяснения полной последовательности генома у многих растений предстоит еще долгий путь. Прогнозируют, что

имеющий сейчас место социополитический конфликт (например, устойчивая оппозиция со стороны «Зеленых» в Европе в отношении рисков и отдаленных последствий использования ГМ растений, продуктов питания или кормов на их основе), очевидно, будет разрешен в ближайшие годы, т.к. он носит в значительной мере политический и экономический характер.

В Казахстане производится около 50 наименований иммунобиологических препаратов, применяемых в животноводстве и ветеринарии: вакцины против вирусных и бактериальных заболеваний, иммунодиагностикумы.

С позиций защиты окружающей среды биопрепараты не нарушают экологическую безопасность в отличие от химических средств защиты растений.

Сегодня бесспорным представляется тот факт, что «белая» биотехнология останется ключевой составляющей промышленных процессов, основанных на возобновляемых ресурсах, по производству биоматериалов, химических веществ и энергии. Ее качественным отличием от биотехнологии начального периода развития является тандем самой передовой науки и технологий, обеспечивающий оптимизацию производственных процессов с целью получения чистой продукции и одновременного сохранения глобальной окружающей среды. Развитие «белой биотехнологии» сегодня направлено, прежде всего, на интенсификацию промышленных процессов и утилизации отходов.

В настоящее время трудно себе представить, например, работу нефтедобывающей отрасли без использования биопродуктов; особенно важна их роль во время экологических катастроф (разливы нефти). В последнее десятилетие в США и странах Западной Европы наблюдался настоящий биотехнологический бум. Десятки компаний были созданы за это время. В развивающуюся отрасль инвестируются миллиардные субсидии. Прибыли некоторых биотехнологических компаний составляют до 1-1,5 тыс. % годовых. В настоящее время рыночная стоимость акций ряда биотехнологических компаний превысила 1 млрд долл. США.

Согласно расчетам, в мире к 2015 г. ожидается перевод 25% всей химической промышленности на биотехнологические процессы.

Более долгосрочные прогнозы также подтверждают тенденции роста биотехнологической отрасли – биоиндустрии для создания рентабельных и качественных продуктов: от малых молекул до биополимеров и биопластиков.

В настоящее время можно назвать несколько перспективных направлений в биотехнологии Казахстана, уже реализуемых или близких к реализации:

- применение микроорганизмов для повышения выхода нефти и выщелачивания цветных и редкоземельных металлов;
- конструирование бактериальных штаммов, способных заменить дорогостоящие неорганические катализаторы и изменить условия биосинтеза для получения принципиально новых соединений;
- направленный биосинтез новых биологически активных препаратов – аминокислот, ферментов пищевого и технического назначения, в том числе

рекомбинантных, витаминов, антибиотиков, различных пищевых добавок и других продуктов;

- создание биокатализаторов и модифицированных микроорганизмов для интенсификации промышленных процессов,
- разработка биосистем для решения экологических и энергетических проблем.

В Казахстане имеются необходимые условия для развития собственного производства:

наличие перспективных разработок, развивающийся производственный потенциал, интенсивно растущий спрос на внутреннем рынке.

В настоящее время наиболее актуальным для Казахстана является решение одной из сложнейших стратегических задач промышленной политики в биотехнологии – повышение конкурентоспособности продукции. По мере ее решения будут формироваться и соответствующие условия выхода на желаемые целевые ориентиры: динамичное развитие конечного спроса на биотехнологическую продукцию при снижении импортозависимости внутреннего рынка и рационализации структуры экспорта и импорта; снижение затратности экономики производства.

Повышение конкурентоспособности тесно связано с активизацией инновационных процессов – внедрением инновационных технологий в производство, в том числе ресурсосберегающих, и расширением выпуска инновационной продукции, обладающей лучшими потребительскими свойствами и способной успешно конкурировать на внутреннем и внешнем рынке с зарубежными аналогами.

В первую очередь это касается таких групп препаратов, как иммуномодуляторы и иммунокорректоры, вакцины и сыворотки, биополимеры, пробиотики, биологические удобрения и препараты для очистки и биоремедиации загрязнённых почв и воды, для утилизации отходов нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего комплекса.

В области импортозамещения перспективы связаны с развитием отечественного производства биодженериков – воспроизводства оригинальных препаратов, срок патентной защиты которых истёк.

Изменяется ситуация на рынке биотехнологической продукции для пищевой промышленности. Этот сектор экономики развивается вполне успешно, переходя на передовые технологии, и все более нуждается в современной биотехнологической продукции (заквасках для йогуртов и других кисломолочных продуктов, чистых ферментных препаратов для подготовки суслу в пивоваренной промышленности и др.).

Казахстанские производители могут обеспечить потребности рынка лишь частично, в результате наблюдается активная экспансия на него зарубежных биотехнологических гигантов, таких как фирмы «Нова-Нордиск», «Эрманн», «Данон».

Фактором, отрицательно сказывающимся на позициях отечественных производителей на казахстанском биотехнологическом рынке, является

патентная экспансия иностранных компаний. Количество биотехнологических патентов, выдаваемых казахстанским заявителям, лишь незначительно превышает аналогичный показатель для иностранных заявителей. Патентная экспансия предшествует, как правило, экспансии продуктов и технологий и служит целям завоевания рынка или сдерживания российских разработок в наиболее конкурентных областях.

Кроме того, она служит индикатором интереса иностранных компаний к быстрорастущему казахстанскому рынку.

К числу основных барьеров развития современных биотехнологических производств в Казахстане следует отнести:

- отсутствие механизма трансфера технологий от лабораторного стола к малым фирмам;
- относительную неразвитость инновационной инфраструктуры и механизмов коммерциализации технологий, механизмов реализации эффективных программ развития производственных кластеров на региональном и местном уровне;
- неразвитость системы сбора статистической и маркетинговой информации об отечественном рынке биотехнологий, препятствующую росту спроса на продукцию казахстанских предприятий и сдерживающую процесс привлечения прямых инвестиций;
- неразвитость отраслевых бизнес-ассоциаций, препятствующую эффективной самоорганизации отрасли;
- недостаточность рыночных знаний и навыков у большинства предприятий, выпускающих биотехнологическую продукцию, при низкой эффективности существующих государственных программ и институтов поддержки экспорта;
- ограничения, связанные с недостатками государственной системы профильного профессионального образования по количеству и качеству подготовленных кадров;
- ограничения, связанные с низкой эффективностью механизмов госзакупок в сфере фармацевтики;
- ограничения, связанные с нерешенными проблемами нормативно-правового регулирования.

Необходимость преодоления существующих ограничений в значительной степени определяет приоритеты государственной политики развития рынка биотехнологий в век биоэкономики, основанной на знаниях, в который, по мнению Президента, наша страна уже вступила.

Сегодня Казахстан еще располагает всеми возможностями, чтобы не только включиться в глобальную биотехнологическую гонку, но и стремительно продвинуться по основным направлениям прорыва. Однако для реализации этих возможностей необходимо срочно предпринять ряд шагов. Развитие биотехнологии должно быть признано приоритетом государственной политики со всеми вытекающими отсюда последствиями: адекватными формами

организационной, финансовой и информационной поддержки как на государственном, так и на региональном уровнях, законодательным обеспечением, стимулированием бизнеса и частно-государственного партнерства. Фактически, речь идет о национальном мегапроекте, в который должны быть интегрированы все ключевые структуры государства и общества.

Биотехнология как интегральная отрасль может стать базой для еще более успешного выполнения приоритетных национальных проектов.

Развитие сельского хозяйства в современных условиях невозможно без агrobiотехнологии. Такая же востребованность - у отечественных лекарственных препаратов, не уступающих зарубежным аналогам. Это – прерогатива медицинской биотехнологии. Биоремедиация (очистка вод, грунтов и атмосферы с использованием потенциала биологических объектов), утилизация отходов и т.д. – еще недавно далекие от общества проблемы, решаемые теперь в контексте экологического равновесия, - это признаки нарождающихся новых стандартов жизни человека, улучшения условий его существования.

В случае успешной реализации своего биотехнологического потенциала Казахстан через 10-15 лет сможет рассчитывать на:

- Резкое ослабление зависимости от импорта жизненно важных медицинских препаратов
- Обеспечение населения качественными продуктами питания отечественного производства
- Прорыв в решении экологических проблем.
- Развитие альтернативных источников энергии и сырья на основе возобновляемых биоресурсов
- Существенное продвижение всей экономики по инновационному пути развития, создание новых рабочих мест и подъем экономически депрессивных регионов.

В целом, значение развития биотехнологий адекватно оценивается казахстанским руководством. Об этом свидетельствует рост государственного участия в данном секторе, регулярное проведение конференций и форумов, посвященных данной тематике.

Перспективы развития биотехнологии в нашей стране предопределены наличием значительного казахстанского научного потенциала, и возможностями агропромышленного комплекса.

В процессе аналитических патентных исследований установлено, что наиболее активно патентование, а, следовательно, и выполнение научных исследований в мире идёт по следующим направлениям:

|           |                               |
|-----------|-------------------------------|
| A01H 1/00 | Способы модификации генотипов |
|           |                               |

|                   |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A01K 67/00</b> | Выращивание или разведение животных, не отнесенное к другим рубрикам; новые породы животных                                                                                     |
| <b>A61K 39/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                                                                                                                       |
| <b>A61K 45/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие активные ингредиенты, не отнесенные к группам 31/00 - 41/00                                                                                 |
| <b>C12N 1/00</b>  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                                                                                                              |
| <b>C12N 5/00</b>  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них                     |
| <b>C12N 7/00</b>  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их                                                                                                      |
| <b>C12N 9/00</b>  | Ферменты, например лигазы; проферменты; композиции их; лекарственные препараты, содержащие ферменты                                                                             |
| <b>C12N 15/00</b> | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |
| <b>G01N 33/53</b> | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                               |

При этом основными странами – лидерами в области патентования являются США, Япония, Южная Корея, Китай, Канада, Бразилия и некоторые другие страны.

Как видно из приведённых данных, технологические направления, активно патентуемые – прикладная генетическая инженерия, методы диагностики инфекционных заболеваний, клеточная инженерия, лечение заболеваний при помощи антител.

В России несколько сужена активность патентования, которая сводится к следующим направлениям:

|                   |                                                                                                                                                               |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A61K 48/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие генетический материал, который включен в клетки живого организма для лечения генетических заболеваний; для генной терапии |
| <b>C12N 1/00</b>  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                                                                                            |
| <b>C12N 5/00</b>  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них   |

|                   |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A61K 39/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                                                                                                                       |
| <b>C12N 15/00</b> | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |
| <b>C12N 7/00</b>  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их                                                                                                      |
| <b>A61K 35/74</b> | Лекарственные препараты, содержащие бактерии                                                                                                                                    |
| <b>G01N 33/53</b> | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого                                                                                               |

Отличие от мировых трендов заключается в развитии таких направлений исследований и патентования, как в области получения лекарственных препаратов, содержащих генетический материал, который включен в клетки живого организма для лечения генетических заболеваний; для генной терапии и лекарственных препаратов, содержащих бактерии.

Казахстанские данные показывают, что компетенции казахстанских учёных направлены на следующие направления:

|                   |                                                                                         |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A61K 35/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие вещества или продукты реакции неизвестного строения |
| <b>A61K 39/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие антигены или антитела                               |
| <b>C12N 1/00</b>  | Микроорганизмы, например простейшие; их композиции                                      |
| <b>C12N 7/00</b>  | Вирусы, например бактериофаги; их композиции; приготовление или очистка их              |
| <b>G01N 33/53</b> | Иммунологический анализ; анализ биоспецифического связывания; материалы для этого       |

То есть современные биотехнологические исследования с применением методов клеточной и генетической инженерии патентуются в Казахстане на недостаточно высоком уровне, в основном исследования направлены на применение рутинных методов биотехнологии.

Следует отметить, что в Казахстане активно патентуются лекарственные препараты из растительного сырья, что выгодно отличает казахстанскую науку от российской и мировой.

Учитывая, что патенты в области биотехнологии, исходя из мирового опыта, практически на 100% коммерциализуемы, необходимо создание условий для активизации научных исследований в области биотехнологий в Казахстане

по следующим направлениям, однако не прекращая исследования согласно уже наработанным казахстанским компетенциям:

|                   |                                                                                                                                                                                 |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A01H 1/00</b>  | Способы модификации генотипов                                                                                                                                                   |
| <b>A01K 67/00</b> | Выращивание или разведение животных, не отнесенное к другим рубрикам; новые породы животных                                                                                     |
| <b>A61K 45/00</b> | Лекарственные препараты, содержащие активные ингредиенты, не отнесенные к группам 31/00 - 41/00                                                                                 |
| <b>C12N 5/00</b>  | Недифференцированные клетки человека, животных или растений, например, клеточные линии; ткани; культивирование или сохранение их; питательные среды для них                     |
| <b>C12N 9/00</b>  | Ферменты, например лигазы; проферменты; композиции их; лекарственные препараты, содержащие ферменты                                                                             |
| <b>C12N 15/00</b> | Получение мутаций или генная инженерия; ДНК или РНК, связанные с генной инженерией, векторы, например плазмиды или их выделение, получение или очистка; использование их хозяев |

Выполнение этих рекомендаций позволит достичь развития основных трендов биотехнологической науки Казахстана, определённых нормативными документами, а именно агrobiотехнологий, биомедицины и промышленной биотехнологии.

С этой целью необходимо уделять внимание в части увеличения финансирования по следующим направлениям и тематикам НИОКР с привлечением ведущих компаний и учёных, указанных выше, из США, Китая, Японии, Южной Кореи, Бразилии, Канады, России и других стран:

| <b>АГРОБИОТЕХНОЛОГИИ</b>                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка методов редактирования геномов хозяйственно ценных животных для придания им признаков повышенной продуктивности, устойчивости к заболеваниям и неблагоприятным факторам внешней среды. |
| Разработка методов редактирования геномов хозяйственно ценных растений для придания им признаков повышенной продуктивности, устойчивости к заболеваниям и неблагоприятным факторам внешней среды. |

|                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка и совершенствование методов клеточной селекции растений                                                             |
| Создание штаммов микроорганизмов для борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур.                                        |
| Скрининг и селекция штаммов микроорганизмов и вирусов для использования в составе живых вакцин.                                |
| Создание генетически модифицированных микроорганизмов для использования в конструировании вакцинных препаратов.                |
| Разработка технологий получения реагентов для иммунодиагностических тест-систем                                                |
| Разработка систем для молекулярно-генетической диагностики.                                                                    |
| <b>Биомедицинские технологии</b>                                                                                               |
| Разработка методов получения индуцированных плюрипотентных стволовых клеток.                                                   |
| Разработка методов получения дифференцированных клеток заданной специфичности для клеточной терапии и тестирования лекарств.   |
| Разработка методов получения клеточных препаратов для лечения заболеваний жизненно важных органов и систем организма человека. |
| Разработка технологий создания васкуляризированных ткане-инженерных конструкций для регенеративной медицины.                   |
| Разработка технологий создания биосовместимых перевязочных и ранозаживляющих нанокпозиционных материалов.                      |
| Разработка технологий получения рекомбинантных белков с лечебными свойствами в прокариотических и эукариотических клетках.     |
| Технологии создания иммуностимулирующих препаратов для повышения эффективности вакцин.                                         |
| Биотехнологии создания новых антибиотиков против лекарственно-устойчивых штаммов микроорганизмов.                              |
| Оценка роли генетических и средовых факторов в формировании мультифакториальной патологии.                                     |
| <b>Промышленные биотехнологии</b>                                                                                              |
| Выделение, скрининг и высокоплотное типирование микроорганизмов для отбора штаммов продуцентов биопрепаратов.                  |
| Разработка технологий конструирования штаммов/сортов – продуцентов биопрепаратов.                                              |

|                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка технологий производства биопрепаратов в генетически модифицированных организмах.                                                                                                     |
| Разработка технологий получения биопрепаратов на основе продуцентов биологических активных веществ для нефтяной и химической промышленности, сельского хозяйства и охраны окружающей среды.     |
| Выделение и скрининг перспективных штаммов продуцентов ферментов.                                                                                                                               |
| Разработка технологий получения новых рекомбинантных ферментов с заданными свойствами.                                                                                                          |
| Создание и селекция новых пробиотических эукариотических и прокариотических микроорганизмов                                                                                                     |
| Разработка новых консорциумов микроорганизмов с целью создания заквасок для пищевой, перерабатывающей промышленности и сельского хозяйства с учётом этнокультурных и региональных особенностей. |
| Выделение и скрининг перспективных штаммов продуцентов белка, аминокислот и пищевых/кормовых добавок.                                                                                           |
| Разработка и совершенствование биотехнологических методов для создания функционально активных биодобавок из нативных и интродуцированных видов растений                                         |
| Получение перспективных штаммов микроорганизмов для биоремедиации почвы и восстановления их плодородия.                                                                                         |
| Выделение перспективных штаммов микроорганизмов, дрожжей и грибов для очистки промышленных стоков и утилизации бытовых отходов.                                                                 |
| Разработка технологии биоремедиации грунтовых, поверхностных природных вод и донных осадков от нефти и нефтепродуктов.                                                                          |
| Разработка биотехнологий очистки техногенно загрязнённых почв и сточных вод на основе использования методов фиторемедиации.                                                                     |
| Разработка биопрепаратов и технологий для биоремедиации почв, грунтов и нефтешламов от нефти и нефтепродуктов.                                                                                  |
| Разработка технологий биологической утилизации и комплексной переработки бытовых и промышленных отходов.                                                                                        |
| Разработка и совершенствование методов клонального микроразмножения промышленно-ценных видов травянистых и лесных видов растений для создания резерватов.                                       |
| Разработка технологий применения метаногенных бактерий и их ассоциаций в производстве биогаза для различных регионов Казахстана.                                                                |

Разработка биотехнологий получения водорода.

Совершенствование технологий переработки целлюлозосодержащих отходов в биотопливо.

Разработка технологий получения биогаза путем переработки непищевой биомассы с использованием ферментов.

## ВЫВОДЫ

Исходя из проведенного анализа трендов и компетенций, а также вызовов и возможностей для Казахстана, можно сделать следующие предложения по возможным стратегиям развития в нашей стране биотехнологий:

### **Стратегические технологические направления:**

Использование возобновляемых источников биомассы для целей рационального и устойчивого промышленного производства и энергообеспечения при снижении вредного воздействия на окружающую среду:

- биотехнологии переработки возобновляемого сырья;
- биоэнергетика и биотопливо;
- возобновляемая биомасса как сырьевая база химической промышленности и тяжелого органического синтеза;
- геномные и постгеномные технологии, методы биоинженерии, клеточные технологии для создания новых продуктов (биореагентов, биоматериалов, биотоплив) и биопроцессов;
- биокаталитические и биосинтетические технологии;
- биотехнологии производства новых видов пищевых продуктов, и продовольственного сырья, функциональных пищевых продуктов, диетических (лечебных и профилактических) продуктов, мониторинга качества и безопасности пищи;
- биотехнологии, повышающие эффективность добычи полезных ископаемых (увеличение нефтеотдачи, биовскрытие трудных пород, и пр.);
- биотехнологии переработки и утилизации отходов промышленности и сельского хозяйства, охраны окружающей среды;
- агrobiотехнологии.

Для активного развития биотехнологий в Казахстане, предлагается создание **технологической платформы**, целью которой станет создание в Казахстане современной биоиндустрии, обеспечивающей вклад в ВВП, сопоставимый с ведущими экономиками мира (до 3 %).

Цели и задачи предлагаемой технологической платформы:

Разработка концепции развития отечественной биоиндустрии и биоресурсной базы и ее взаимодействия с другими отраслями экономики.

Создание новых и развитие традиционных для казахстанской экономики рынков сбыта.

Разработка, обсуждение и принятие документов, определяющих основные научно-технические приоритеты развития в области компетенции ТП:

- прогноз развития биоиндустрии и биоресурсов;
- стратегическая программа исследований;
- дорожная карта, план реализации СПИ;

Реализация принципов ГЧП, учет точек зрения, интеграция мнений и мобилизация ресурсов всех заинтересованных сторон: государства, промышленности, научного сообщества, контролирующих органов, пользователей и потребителей.

Помощь в проведении экспертизы государственных и отраслевых решений в области компетенций ТП.

Интеграция биотехнологических знаний и приложений в различных секторах экономики.

Взаимодействие с аналогичными зарубежными структурами в ЕС и мире, региональными и национальными структурами.

Создание коммуникативных инструментов и информационное сопровождение по областям компетенций ТП.

Совершенствование образования и развитие кадрового потенциала в области биотехнологий в Казахстане.

Основным результатом создания и функционирования ТП должны стать достижение конкурентоспособности продукции казахстанского биотехнологического сектора на мировом рынке, разработка и создание новых технологий, продуктов и услуг.

#### **Новые продукты и технологии**

В рамках ТП для целей рационального и устойчивого промышленного производства и энергообеспечения при снижении вредного воздействия на окружающую среду должно быть организовано производство на основе возобновляемого сырья:

Биореагентов (ферменты, продукты тонкого и основного органического синтеза, сырье для производства лекарственных субстанций, кормовые добавки, белок, аминокислоты, средства защиты растений и животных и пр.).

Биоматериалов (биопластики, мономеры для химии полимеров, и пр.).

Биотоплива (биоэтанол, биодизель, биобутанол).

Продуктов здорового питания и пищевых ингредиентов.

Будут разработаны новые биотехнологические процессы, характеризующиеся энергоэффективностью, низким уровнем отрицательного воздействия на окружающую среду.

#### **Социально-экономические результаты деятельности ТП:**

Увеличение занятости населения в сельской местности.

Решение проблем дотационных регионов.

Решение экологических проблем в т.ч. мегаполисов, агропромышленного комплекса.

Диверсификация экспорта.

Вклад в обеспечение продовольственной и лекарственной безопасности.

Продукты и технологии, разрабатываемые в рамках ТП, влияют на большое число товарных групп, принципиально относящихся к пяти крупным отраслям промышленности.

Аграрный сектор (биологические препараты для стимуляции роста и защиты растений, компоненты кормов, ферменты, аминокислоты, ветеринарные препараты и др.)

Решение задач по обеспечению продовольственной безопасности, глубокой и комплексной переработки сельскохозяйственного сырья невозможно без широкого внедрения в отрасли биотехнологий и биотехнологической продукции. Данный сектор может стать одним из движущих сил широко внедрения биотехнологий в экономику страны в целом.

Сектор «Пищевая промышленность» (пищевые ингредиенты, закваски, продукты функционального и лечебного питания и др.)

Достаточно высокая емкость рынка, обеспеченный платежеспособный спрос, устойчивые темпы роста делают данный сектор одним из приоритетных для внедрения биотехнологий и биотехнологической продукции.

Промышленная химия (широкий класс продуктов биологического синтеза, способных функционально замещать химические продукты, в том числе биопластики или биополимеры)

Промышленная биотехнология играет все большую роль в химической промышленности.

Предполагается, что к 2030 г. до 30-35 % продукции химической отрасли будет получаться либо полностью биотехнологическим путем, либо с использованием элементов биотехнологий.

Развивающаяся казахстанская химическая промышленность является одним из приоритетных сегментов для предлагаемой ТП и имеет все шансы стать одной из стартовых площадок широкого использования биотехнологий в нашей стране.

Добыча и переработка полезных ископаемых, охрана окружающей среды (биопрепараты для добычи и транспортировки нефти и нефтепродуктов, биогеотехнологии и технологии биогидрометаллургии, биодеструкторы поллютантов, биосенсоры для контроля загрязнений и мониторинга окружающей среды)

В Казахстане существуют и внедрены промышленные биотехнологии очистки почв от разливов углеводородов и т.п. Рынок подобных биопрепаратов и биотехнологий будет расти, что связано как с высокой конкурентоспособностью биотехнологий для данных приложений, так и с постоянным ужесточением требований по охране окружающей среды.

Отдельно следует отметить огромное значение, которое имеют биопрепараты для переработки и утилизации отходов, как агропромышленного сектора (отходы животноводства, отдельных отраслей пищевой промышленности) так и для переработки различных видов промышленных, лесных и бытовых отходов.

Валовый потенциальный резерв энергии биомассы (совокупно по всем секторам) в Казахстане оценивается в 100 млн. тонн у.т. с более чем 4-5 кратным ростом до 1 млрд. тонн у.т. к 2020 году.

Принятие предложений по реализации данной технологической платформы обеспечит переход Казахстана от сырьевой экономике к экономике высокого уровня передела.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для инновационного развития современной экономики ключевыми являются три направления развития технологий: информационные технологии, нанотехнологии и биотехнологии.

Сфера биотехнологий, при всей ее перспективности и огромных потенциальных размерах новых рынков, пока не получила достаточного импульса для развития в Казахстане.

Важность биотехнологий для развития казахстанской экономики трудно переоценить.

Модернизация технологической базы современного промышленного производства невозможна без массового внедрения биотехнологий и биотехнологических продуктов. Более того, для целого ряда отраслей (агропищевой сектор, лесной сектор, ряд подотраслей химической и нефтехимической промышленности, фармацевтической отрасли и биомедицинского сектора здравоохранения) модернизация и будет означать переход на биотехнологические методы и продукты.

Методы биотехнологии позволяют полностью переработать отходы агропромышленного комплекса, и в ряде стран само понятие «отходы» для этого сектора уже перестает существовать.

За прошедшие 20 лет в мире созданы принципиально новые биотехнологии и продукты, а производство ранее известных существенно оптимизировано. Казахстан почти не участвует в этом процессе. В итоге более 90 процентов биотехнологической продукции, которая потребляется в Казахстане, является импортом, а объемы потребления биотехнологической продукции в нашей стране остаются несопоставимо низкими по сравнению как с развитыми, так и с развивающимися странами.

Выпуск биотехнологической продукции осуществляется малыми партиями, для этой цели используется лабораторное оборудование, которое фактически не предназначено для этих целей.

Институты и университеты продолжают исследования, но результаты этих исследований не коммерциализируются, поскольку малые предприятия не инвестируют средства в развитие новых продуктов на рынке, а конкурировать с ведущими мировыми компаниями на условиях «равных возможностей» они не в состоянии. Кроме того, в Казахстане полностью отсутствует система «масштабирования» научных биотехнологических разработок для целей промышленного производства и другие элементы биоэкономики, необходимые для преобразования научных знаний в коммерческие продукты. Таким образом, результаты научных исследований ложатся на полку или превращаются в продукт, объем производства которого ограничен возможностями научной лаборатории.

В тех сегментах, где потребление продуктов промышленной биотехнологии относительно развито, доминируют международные компании:

импортируется 100% кормовых аминокислот для сельского хозяйства (лизин), до 80% кормовых ферментных препаратов, 100% ферментов для бытовой химии, более 50% кормовых и ветеринарных антибиотиков, 100% молочной кислоты, от 50 до 100 % биологических пищевых ингредиентов. На казахстанском рынке уже 20 лет представлена продукция ведущих биотехнологических компаний мира, но ни одна из этих компаний не организовала свое производство в Казахстане.

В Казахстане отдельные аспекты фундаментальной и промышленной биотехнологии разрабатываются в рамках ряда программ, финансируемых государством. В то же время, реализуемых мер явно недостаточно. Современное состояние биоиндустрии в мире таково, что многие технологии и продукты носят экспериментальный характер, применение биопрепаратов сложнее, чем применение традиционных химических продуктов, а их стоимость выше. Эти факты воспринимаются как недостаток и повод для отказа от активного развития биотехнологий в Казахстане. Необходимо признать, что «промежуточный» статус многих технологических решений и биотехнологических продуктов является для Казахстана шансом войти в международную систему производства новых знаний и технологий.

Задерживаясь в развитии и внедрении биотехнологий по целому ряду отраслей и рынков, казахстанская промышленность рискует оказаться за чертой современного технологического уклада, который складывается в мире последние 15-20 лет. В среднесрочной перспективе это может привести к системной деградации целого ряда промышленных отраслей, поскольку ни развитие на мировых рынках, ни конкурентоспособное воспроизводство производственной базы не будет возможно без использования биотехнологий.

Важно отметить, что масштабы и темпы необходимых перемен определяются не готовностью казахстанской экономики, а скоростью, с которой эти перемены происходят в мире. Таким образом, необходимо принимать решения по широкому кругу вопросов в очень короткие сроки.

Развитие биоэкономики в Казахстане невозможно без активного участия крупных промышленных корпораций: как отечественных, так и международных. Казахские компании пока практически не инвестируют в создание активов в сфере биотехнологий, не внедряют биотехнологии на действующих производствах, поскольку такое внедрение, как правило, требует получения новых компетенций, перехода на новые технологии управления. Международные компании, продукция которых представлена в Казахстане, заинтересованы в росте продаж, но не проявляют интерес к организации производства и переносу в нашу страну части исследований и разработок.

Исходя из проведенного анализа состояния биотехнологии в мире и Казахстане, можно заключить, что развитие биотехнологической отрасли, выведение научных исследований и промышленного производства в этой сфере на глобальный уровень конкурентоспособности невозможны без реализации целенаправленной государственной политики. Речь идет не только о финансовой поддержке, но и о снятии имеющихся регулятивных барьеров

(таможенные барьеры, техническое регулирование и т.д.), создании стимулов для формирования отрасли, построении необходимой технологической инфраструктуры, создании спроса на продукцию (законодательное ужесточение ряда требований по экологии и т.д.), координации усилий государства, научных организаций и участников рынка.

Основные внешние мировые тренды, которые окажут влияние на положение и развитие Казахстана в будущем, представлены Президентом нашей страны Н.А. Назарбаевым в Послании «Казахстан-2050». Они сформулированы в качестве вызовов и являются следующими:

Первый вызов – ускорение исторического времени.

Второй вызов – глобальный демографический дисбаланс.

Третий вызов – угроза глобальной продовольственной безопасности.

Четвертый вызов – острый дефицит воды.

Пятый вызов – глобальная энергетическая безопасность.

Шестой вызов – истощаемость природных ресурсов.

Седьмой вызов – Третья индустриальная революция.

Восьмой вызов – нарастающая социальная нестабильность.

Девятый вызов – кризис ценностей нашей цивилизации.

Десятый вызов – угроза новой мировой дестабилизации.

В ракурсе представленных глобальных мировых трендов развитие биотехнологий в Казахстане прогнозируемо и опирается на политическую волю руководителей государства.

В настоящее время развитие биотехнологии в Казахстане характеризуется морально устаревшей научно-промышленной базой советского образца, малочисленностью количества групп специалистов, занимающихся в данной сфере. Малочисленность групп специалистов, занимающихся проблемами биотехнологии приводит к отсутствию конкуренции в этой сфере, что обуславливает низкий уровень научных исследований. В свою очередь, низкий уровень исследований не создает стимулов для финансирования научных исследований.

Спектр производимой биотехнологической продукции Казахстана узок, и подавляющее большинство этой продукции ориентировано на внутренний рынок, так как на открытом рынке оно неконкурентоспособно.

Тем не менее, в рамках бюджетных программ в Казахстане проводятся исследования, соответствующие приоритетным направлениям развития биотехнологии, а именно: Биотехнологическая продукция для сельского хозяйства, для здравоохранения, Биотехнологическая продукция для перерабатывающей промышленности.

Разработка прорывных биотехнологий в нашей республике является реальной задачей.

Основная проблема – отсутствие оригинальных отечественных биотехнологических лекарственных препаратов при наличии перспективных экспериментальных разработок. К настоящему времени фактически не налажено производство генно-инженерных препаратов, при этом существуют

прошедшие или проходящие этап доклинических и клинических исследований оригинальные отечественные или совместные разработки.

Для дальнейшего развития растениеводческой отрасли необходимо создание и внедрение в производство высококачественных конкурентоспособных сортов сельскохозяйственных растений, в связи с чем требуется перевод селекции на качественный уровень.

Сохранение и выведение высокопродуктивных пород животных является ключевой проблемой в повышении рентабельности и эффективности животноводства, поэтому возникает необходимость использования методов генной инженерии для создания новых типов и пород животных.

Ежегодно в мире в окружающую среду попадает около 50 млн. тонн нефти. Наиболее перспективными методами очистки воды и почв от широкого круга загрязняющих веществ, в том числе и нефтяных углеводородов, являются приемы биоремедиации, основанные на использовании биохимического потенциала биологических объектов, прежде всего, микроорганизмов и растений.

Одним из приоритетных направлений биотехнологии является разработка заквасок, ферментных препаратов, биологически активных добавок и пробиотиков для нужд пищевой и перерабатывающей промышленности.

Главным социальным трендом Казахстана является Общество Всеобщего Труда.

В этом плане развитие исследований в области биотехнологий (медицинской, пищевой, сельскохозяйственной) позволит снизить социальные проблемы нехватки продовольствия, старения населения, лечения болезней.

Государство должно иметь активную позицию в вопросе становления и развития отечественной биотехнологии, потому что "рыночные силы" здесь не работают. Рынок сам по себе не сможет заставить инвесторов уйти из наиболее прибыльных на сегодня сырьевых секторов и переместить свободные капиталы в сектора с очень высокими рисками и гораздо более длительными сроками окупаемости.

Учитывая макро- и микроэкономическую ситуацию, развитие биотехнологий в Казахстане, с одной стороны, будет сдерживаться недостаточной мотивированностью с экономической точки зрения, но, с другой стороны, развивая политическую волю руководства страны, имеет шансы к значительному развитию, в первую очередь, посредством трансферта разработок и технологий, с параллельным развитием собственной исследовательской и научно-производственной базы.

Достижения биотехнологии не только довольно широко применяются в целях охраны окружающей среды, но и все, что связано с биотехнологией, в первую очередь направлено на охрану здоровья человека и благополучие окружающей среды.

Только биотехнологические методы имеют ряд преимуществ по сравнению с физико-химическими: экологическая безопасность переработки, безвредность для окружающей среды конечных продуктов утилизации, высокая адаптивность

и специфичность в отношении разнообразных загрязнителей, приемлемые трудоемкость и стоимость работ, сохранение естественного состояния и плодородия рекультивируемых почв.

В связи с этими внутренними трендами развитие биотехнологий в Казахстане можно прогнозировать как потенциально существенное.

Взаимоотношение представленных выше трендов между собой можно представить как экономические – политические – социальные – технологические – экологические. Все эти тренды имеют взаимное влияние друг на друга.

Современное состояние биотехнологии в Казахстане оценивается экспертами неоднозначно. С одной стороны, положение в биотехнологии подвергается жесткой критике, с другой, отмечается потенциал страны, достаточный для прорыва в целом ряде областей биотехнологии.

По мнению критиков, биотехнологическая отрасль в Казахстане («белая биотехнология») разрознена, отсутствует межведомственная координация и государственная промышленная политика в этой сфере.

По всем направлениям биотехнологической промышленности Казахстан значительно отстает от уровня и темпов развитых стран.

При этом в Казахстане практически отсутствует производство ряда ключевых продуктов.

Эксперты утверждают, что Казахстан пропустил волну биотехнологической революции («зеленую», связанную с агробиотехнологией). Даже по самому оптимистическому сценарию, к 2015 г. Казахстан будет производить лишь менее 0,1% мирового объема биотехнологической продукции.

Согласно оптимистическому взгляду, биотехнология относится к кругу областей, где Казахстан по ряду фундаментальных направлений может занять лидирующие позиции, например, в области некоторых медицинских молекулярно-биологических исследований, агробиотехнологиях. В Казахстане освоено производство ряда генно-инженерных препаратов и ДНК-диагностикумов.

В настоящее время можно назвать несколько перспективных направлений в биотехнологии Казахстана, уже реализуемых или близких к реализации:

- применение микроорганизмов для повышения выхода нефти и выщелачивания цветных и редкоземельных металлов;
- конструирование бактериальных штаммов, способных заменить дорогостоящие неорганические катализаторы и изменить условия биосинтеза для получения принципиально новых соединений;
- направленный биосинтез новых биологически активных препаратов – аминокислот, ферментов пищевого и технического назначения, в том числе рекомбинантных, витаминов, антибиотиков, различных пищевых добавок и других продуктов;

- создание биокатализаторов и модифицированных микроорганизмов для интенсификации промышленных процессов,
- разработка биосистем для решения экологических и энергетических проблем.

В Казахстане имеются необходимые условия для развития собственного производства:

наличие перспективных разработок, развивающийся производственный потенциал, интенсивно растущий спрос на внутреннем рынке.

В настоящее время наиболее актуальным для Казахстана является решение одной из сложнейших стратегических задач промышленной политики в биотехнологии – повышение конкурентоспособности продукции. По мере ее решения будут формироваться и соответствующие условия выхода на желаемые целевые ориентиры: динамичное развитие конечного спроса на биотехнологическую продукцию при снижении импортозависимости внутреннего рынка и рационализации структуры экспорта и импорта; снижение затратности экономики производства.

В области импортозамещения перспективы связаны с развитием отечественного производства биодженериков – воспроизводства оригинальных препаратов, срок патентной защиты которых истёк.

Изменяется ситуация на рынке биотехнологической продукции для пищевой промышленности. Этот сектор экономики развивается вполне успешно, переходя на передовые технологии, и все более нуждается в современной биотехнологической продукции (заквасках для йогуртов и других кисломолочных продуктов, чистых ферментных препаратов для подготовки суслу в пивоваренной промышленности и др.).

К числу основных барьеров развития современных биотехнологических производств в Казахстане следует отнести:

- отсутствие механизма трансфера технологий от лабораторного стола к малым фирмам;
- относительную неразвитость инновационной инфраструктуры и механизмов коммерциализации технологий, механизмов реализации эффективных программ развития производственных кластеров на региональном и местном уровне;
- неразвитость системы сбора статистической и маркетинговой информации об отечественном рынке биотехнологий, препятствующую росту спроса на продукцию казахстанских предприятий и сдерживающую процесс привлечения прямых инвестиций;
- неразвитость отраслевых бизнес-ассоциаций, препятствующую эффективной самоорганизации отрасли;
- недостаточность рыночных знаний и навыков у большинства предприятий, выпускающих биотехнологическую продукцию, при низкой эффективности существующих государственных программ и институтов поддержки экспорта;

- ограничения, связанные с недостатками государственной системы профильного профессионального образования по количеству и качеству подготовленных кадров;
- ограничения, связанные с низкой эффективностью механизмов госзакупок в сфере фармацевтики;
- ограничения, связанные с нерешенными проблемами нормативно-правового регулирования.

Необходимость преодоления существующих ограничений в значительной степени определяет приоритеты государственной политики развития рынка биотехнологий в век биоэкономики, основанной на знаниях, в который, по мнению Президента, наша страна уже вступила.

Сегодня Казахстан еще располагает всеми возможностями, чтобы не только включиться в глобальную биотехнологическую гонку, но и стремительно продвинуться по основным направлениям прорыва. Однако для реализации этих возможностей необходимо срочно предпринять ряд шагов.

Биотехнология как интегральная отрасль может стать базой для еще более успешного выполнения приоритетных национальных проектов.

Развитие сельского хозяйства в современных условиях немыслимо без агrobiотехнологии. Такая же востребованность - у отечественных лекарственных препаратов, не уступающих зарубежным аналогам. Это – прерогатива медицинской биотехнологии. Биоремедиация (очистка вод, грунтов и атмосферы с использованием потенциала биологических объектов), утилизация отходов и т.д. – еще недавно далекие от общества проблемы, решаемые теперь в контексте экологического равновесия, - это признаки нарождающихся новых стандартов жизни человека, улучшения условий его существования.

В случае успешной реализации своего биотехнологического потенциала Казахстан через 10-15 лет сможет рассчитывать на:

- Резкое ослабление зависимости от импорта жизненно важных медицинских препаратов
- Обеспечение населения качественными продуктами питания отечественного производства
- Прорыв в решении экологических проблем.
- Развитие альтернативных источников энергии и сырья на основе возобновляемых биоресурсов
- Существенное продвижение всей экономики по инновационному пути развития, создание новых рабочих мест и подъем экономически депрессивных регионов.

В целом, значение развития биотехнологий адекватно оценивается казахстанским руководством. Об этом свидетельствует рост государственного участия в данном секторе, регулярное проведение конференций и форумов, посвященных данной тематике.

Перспективы развития биотехнологии в нашей стране предопределены наличием значительного казахстанского научного потенциала, и возможностями агропромышленного комплекса.

Исходя из проведённого анализа трендов и компетенций, а также вызовов и возможностей для Казахстана, можно сделать следующие предложения по возможным стратегиям развития в нашей стране биотехнологий:

**Стратегические технологические направления:**

- Использование возобновляемых источников биомассы для целей рационального и устойчивого промышленного производства и энергообеспечения при снижении вредного воздействия на окружающую среду:
- биотехнологии переработки возобновляемого сырья;
- биоэнергетика и биотопливо;
- возобновляемая биомасса как сырьевая база химической промышленности и тяжелого органического синтеза;
- геномные и постгеномные технологии, методы биоинженерии, клеточные технологии для создания новых продуктов (биореагентов, биоматериалов, биотоплив) и биопроцессов;
- биокаталитические и биосинтетические технологии;
- биотехнологии производства новых видов пищевых продуктов, и продовольственного сырья, функциональных пищевых продуктов, диетических (лечебных и профилактических) продуктов, мониторинга качества и безопасности пищи;
- биотехнологии, повышающие эффективность добычи полезных ископаемых (увеличение нефтеотдачи, биовскрытие трудных пород, и пр.);
- биотехнологии переработки и утилизации отходов промышленности и сельского хозяйства, охраны окружающей среды;
- агробиотехнологии.

Для активного развития биотехнологий в Казахстане, предлагается создание **технологической платформы**, целью которой станет создание в Казахстане современной биоиндустрии, обеспечивающей вклад в ВВП, сопоставимый с ведущими экономиками мира (до 3 %).

Цель, поставленная в магистерской диссертации, достигнута.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Н.А. Назарбаев. - СТРАТЕГИЯ «Казахстан-2050». Новый политический курс состоявшегося государства. - Послание Народу Казахстана. – декабрь 2012 г.
- 2 Статистический сборник Агентства РК по статистике «Наука и инновационная деятельность 2006-2010».
- 3 OECD, Main Science and Technology Indicators, 2010.
- 4 Н.А. Назарбаев. - Социальная модернизация Казахстана: Двадцать шагов к Обществу Всеобщего Труда. Глобальный тренд социальной модернизации.- июль 2012 г.
- 5 Государственная Программа форсированного индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2010-2014 годы, утвержденная Указом Президента Республики Казахстан от 19 марта 2010 года №958.
- 6 Алшанов Р.А. Главные тренды глобальной экономики: драматические вызовы и поиски неординарных решений. – Алматы, 2012.
- 7 Наука за рубежом. Рубрика «Биотехнологии и генетика. Сельское хозяйство, пищевая и химическая промышленность». – М.: Институт проблем развития науки РАН.- № 1, 2011. – С.29.
- 8 OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010
- 9 American Competitiveness Initiative, Domestic Policy Council Office of Science and Technology Policy, 2006, February.
- 10 Стратегия развития биотехнологической отрасли промышленности в Российской Федерации до 2020 г. – М., 2009. – С. 85.
- 11 The Internatinal Patent System. Yearly Review.WIPO, 2010
- 12 OECD Patent Statistics Manual, 2009
- 13 В.М. Сергеев и Е.С. Алексеенкова Становление государства и модели инновационного развития//Полития, №4, 2008 г.
- 14 2010 Global R&D Funding Forecast//Battelle, December, 2009
- 15 Программа «Развитие регионов», утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от « 26» июля 2011 года №862.
- 16 <http://www.oecd.org> - Официальный сайт международной Организации экономического развития и сотрудничества.
- 17 <http://www.nauka.kz> - Национальный научный портал РК, Мутанов Г. Ориентиры инновационного развития
- 18 Программа развития инноваций и содействию технологической модернизации в Республике Казахстан на 2010-2014 годы, утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 30 ноября 2010 года №1308.
- 19 Межотраслевой план научно-технологического развития страны до 2020 года, утвержденный постановлением Правительства Республики Казахстан от 30 ноября 2010 года №1291.

- 20 Проект Межгосударственной программы инновационного сотрудничества государств-участников СНГ на период до 2020 года
- 21 Программа «Производительность 2020» утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 14.03.2011 №254
- 22 ЗРК «О государственной поддержке инновационной деятельности» от от 23.03.2006 N 135
- 23 ЗРК «О науке» от 18.02.2011 № 407-IV
- 24 Стратегия инновационного развития РФ на период до 2020 года «Инновационная Россия – 2020»//Министерство экономического развития, Москва, 2010.
- 25 Седьмая рамочная программа Европейского союза на 2007-2013 годы
- 26 «ICT 2020». Federal Ministry of Education and Research. Bonn, Berlin, 2007.
- 27 Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года (утв. Правительством РФ от 24 апреля 2012 г. № 1853п-П8)
- 28 Проект реализации технологической платформы «Биоиндустрия и биоресурсы» (Биотех 2030). – М.:Ростехнологии. - 2010. С.166;
- 29 Постановление Правительства Республики Казахстан от 3 мая 2006 г. №363 «Концепция развития Национального центра биотехнологии Республики Казахстан на 2006-2008 годы».
- 30 World Bank, S&T Database, 2011
- 31 2011 Global R&D Funding Forecast// Battelle, December, 2010
- 32 Patel P. Pavitt K. The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems. //STI Review. 1994, # 14, OECD, Paris
- 33 Цветков В.А., Моргунов Е.В. Развитие технологий как важнейший фактор конкурентоспособности национальной экономики/Проблемы развития рыночной экономики под ред. В.А. Цветкова. Выпуск 2. - М.: ИПР РАН, 2007.
- 34 Официальный сайт Министерства индустрии и новых технологий РК - <http://www.mint.gov.kz>.
- 35 Официальный сайт Министерства образования и науки РК - <http://www.edu.gov.kz>
- 36 Национальная программа «Развитие биотехнологии в Российской Федерации на 2006 – 2015 гг.»;
- 37 Региональная Стратегия «Чувашия – биорегион» до 2020 года. Чебоксары. – 2008;
- 38 OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2009
- 39 OECD Patent Statistics Manual, June 2005.
- 40 Базовый доклад к обзору ОЭСР национальной инновационной системы РФ.- Москва, 2009 г.
- 41 Вишневский В., Дементьев В. Инновации, институты и эволюция// Вопросы экономики, №9, 2010 г.
- 42 Science, Technology and Innovation in Europe//Eurostat, 2011 Edition.
- 43 World Bank, Knowledge for Development Database, 2011

- 44 Гаева Д. Сценарии формирования инновационной модели экономики//Человек и труд, №2, 2007 г.
- 45 <http://www.worldbank.org> - Официальный сайт Всемирного банка.
- 46 <http://www.viu-online.ru/science/publ/bulleten92002/> - Гуриева Л.К. Национальная инновационная система России: модели и инфраструктура
- 47 Голиченко О. Модернизация и реформирование инновационной стратегии России: проблемы и решения//Вопросы экономики №8, 2010 г.
- 48 Голиченко О. Проблемы формирования национальной инновационной системы/Инновационный путь развития для Новой России под ред. В.П.Горегляда, М.:Наука, 2005 г.
- 49 <http://abercade.ru/research/reports/4347.html>, Рынок ферментов России в 2007-2009 годах. Альтернативные технологии производства ферментов. Маркетинговый отчет исследовательской компании «Abercade».
- 50 Додонов В.Ю. Основные тенденции развития мировой экономики и Казахстана до 2030 года. — Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2011. — 56 с.
- 51 Докучаева Г. Рынок ферментов: в ожидании перемен / Исследовательская компания «Abercade» ©. - mail@abercade.ru.
- 52 Зверев А.В.Теория формирования национальных инновационных систем. Монография. - М.: «Статистика России», 2009 г.
- 53 Зверев А.В. Иностранный опыт инновационного развития. Монография. - М.: «Финансы и кредит», 2008 г.
- 54 Иванова Н.И. Национальные инновационные системы. - М.:Наука, 2002 г.
- 55 Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями/ под ред. Б.З.Мильнера. М.: Инфра-М, 2010 г.
- 56 <http://www.stat.kz>.
- 57 <http://www.ecology.md/section.php>, Эффективные микроорганизмы.
- 58 Мукашева Тогжан Джангельдиевна Стратегия отбора углеводородокисляющих микроорганизмов и их биотехнологический потенциал: Дис...д.б.н./ Каз. нац. ун-т им. аль-Фараби- 2008
- 59 Кушугулова Алмагуль Рахимберлиевна. Микробиологические и молекулярные основы применения пробиотических бактерий рода *Lactobacillus*: Дис. ...д.м.н. / Респ. коллекция микроорганизмов НЦБ РК (РКМ). - Защищена 2010.10.08. 202 с.
- 60 Есенгалиев Гибат Гусмангалиевич. Живая вакцина из штамма *Salmonella dublin* 12 против сальмонеллеза крупного рогатого скота: Дис. ...к.вет.н. / Зап.-Каз. аграр.-техн. ун-т им. Жангир хана (ЗКАТУ). - Защищена 2010.06.30. -106 с.
- 61 Абимкульдина Сауле Токтасыновна Биотехнологические подходы к конструированию продуктов функционального назначения: Дис...д.б.н./ Инновац. евраз. ун-т-2010
- 62 Табынов Кайсар Казыбаевич. Разработка технологии изготовления инактивированной вакцины против гриппа птиц: Дис. ...к.вет.н. / НИИ пробл. биол. безопасн. НЦБ РК. - Защищена 2010.09.23. - 146 с..

- 63 Бекетауов Орынбек Биотехнология трансплантации и криоконсервации эмбрионов в смушковом овцеводстве: Дис....д. с.-х.н./ Юг.-Зап. науч.-произв. центр сел. хоз-ва.-2007
- 64 Турдиев Тимур Туйгунович. Совершенствование биотехнологических методов криосохранения гермоплазмы ягодных культур: Дис. ...к.б.н. / Ин-т биол. и биотехнол. растений. - Защищена 2010.12.23.- 111 с.
- 65 Кухар Елена Владимировна Биотехнологические основы
- 66 совершенствования диагностических препаратов при дерматомикозах: Дис...д.б.н./ Каз. агротехн. ун-т им. С. Сейфуллина-2010
- 67 Мусаева Асия Кыблашевна. Научные основы совершенствования средств диагностики и специфической профилактики ротавирусной инфекции крупного рогатого скота: Дис. ...д.б.н. / Каз. н.-и. вет. ин-т (КазНИВИ). - Защищена 2010.09.21. 260 с.
- 68 Асауова Женисгул Сейткалиевна. Разработка иммуноферментной тест-системы для диагностики вируса болезни Ауески: Дис. ...к.вет.н. / Каз. агротехн. ун-т им. С. Сейфуллина (КазАТУ). - Защищена 2010.05.26. 98 с.
- 69 Ахаева Айжан Абдисадиговна. Получение МКА к *Mycobacterium tuberculosis* и их использование в совершенствовании диагностики туберкулеза у людей: Дис. ...к.б.н. / Нац. центр биотехнол. РК (НЦБ РК). - Защищена 2010.07.01. 100 с.
- 70 Унышева Гульхан Бекбергеновна. Индикация опухолеассоциированного антигена плазматических мембран опухолевых клеток рака молочной железы на основе моноклональных антител: Дис. ...к.б.н. / Нац. центр биотехнол. РК (НЦБ РК). - Защищена 2010.09.02. 106 с
- 71 Сулейменова Мольдир Турсынбековна. Цветной антиген для экспресс-диагностики туберкулеза крупного рогатого скота: Дис. ...к.б.н. / Ун-т "Мирас" . - Защищена 2010.09.22.107 с.
- 72 Сарсенова Гулжаухар Талгатовна. Диагностика туберкулеза животных реакцией иммунофлуоресценции с использованием моноклональных антител: Дис. ...к.вет.н. / Каз. н.-и. вет. ин-т - Защищена 2010.09.22. -142 с.
- 73 Чужебаева Гульжаган Джамбуловна. Диагностика пастереллеза крупного рогатого скота на основе полимеразной цепной реакции (ПЦР): Дис. ...к.вет.н. / Костан. н.-и. вет. ст.. - Защищена 2010.09.23.- 110 с.
- 74 Бакиева Флюра Альбертовна. Разработка метода одновременной диагностики и профилактики бруцеллеза у овец: Дис. ...к.вет.н. / Каз. нац. аграр. ун-т. - Защищена 2010.11.27. - 112 с.
- 75 Аканова Жанара Жульдасовна. Получение и использование моноклональных антител в диагностике гриппа птиц: Дис. ...к.вет.н. / Каз. агротех. ун-т им. С. Сейфуллина. - Защищена 2010.12.14. -104 с.
- 76 Савицкая Ирина Станиславовна Методологические принципы разработки комплексной биологически активной добавки с антимутагенными и пробиотическими свойствами: Дис...д.б.н./ Каз. нац. ун-т им. аль-Фараби-2010.

77 Бактериальные закваски с использованием молочнокислых бактерий/ Буцик В. А., Рскелдиев Б. А., Узаков Я. М., Гаврилова Н. Н., Ратникова И. А.// Мясная индустрия.-2008.-№8. - С. 64-66

78 Сухая закваска для кисломолочного продукта/ Дудикова Г. Н., Сагындыков У. З.// Роль молодых ученых в развитии каракулеводства: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию Б. Актуова, г. Шымкент, 10 апр. 2009 г. - С. 100-101.

79 Обязательные компоненты микрофлоры кисломолочных продуктов/ Есиркеп Г. Е.// Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина.-2009.-№1.- С. 201-206

80 Нефтедеструктивная активность углеводородокисляющих микроорганизмов/ Курманбаева А. Б., Апендина Г. С., Туякбаева А. У. , Масалимов Ж. К., Молдагулова Н. Б., Ермаганбет Б. Т., Раманкулов Е. М. // Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №1. <http://www.biocenter.kz/>

81 Выделение активных культур фосфатмобилизующих микроорганизмов из ризосферы/ Пуронен С. В., Жусупова А. М, Тен О. А. // Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №3./ <http://www.biocenter.kz/>

82 Генетическая идентификация молочнокислых бактерий на основе анализа нуклеотидной последовательности гена 16s rRNA/ Дудикова Г. Н., Яушева Т. В., Кудрякова А. В., Жолдыбаева Е. В.// Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №3 /<http://www.biocenter.kz/>

83 Нефтеокисляющая способность психротрофных микроорганизмов для биоремедиации почвы/ Хасенова Э. Ж.// Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4. <http://www.biocenter.kz/>

84 Перспективы применения углеводородокисляющих микроорганизмов/ Апендина Г. С.// Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4/ <http://www.biocenter.kz/>

85 Создание коллекции микроорганизмов деструкторов нефти/ Шарипова Г. Ж.// Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4 <http://www.biocenter.kz/>

86 Технология получения биопестицида, предназначенного для подавления численности саранчовых вредителей / Чарыкова И. В., Кравченко Н. Л., Балпанов Д. С., Тен О. А. // Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4. <http://www.biocenter.kz/>

87 Разработка бивалентной инактивированной эмульгированной вакцины против гриппа птиц субтипов H5 и H7/ Кожамкулов Е. М., Табынов К. К., Кыдырбаев Ж. К., Молдагулова Н. Б., Рыскельдинова Ш. Ж. // Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №1. <http://www.biocenter.kz/>

88 Технология повышения устойчивости картофеля к стрессовым факторам внешней среды/ Лесова Ж. Т., Жумагельдинов Б. К., Мусалдинов Т. Б., Жардемали Ж. К.// Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская -2007.-№6. - С. 43-48.

89 Электронно-микроскопическое изучение клеток эмбрионных каллусов пшеницы/ Бишимбаева Н. К., Рахимова Е. В., Амирова А. К.,

Рахимбаев И. Р.// Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. -2007.-№1.- С. 41-47.

90 Глубинное культивирование каллусных клеток пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в стандартных и стрессовых условиях/ Беккужина С. С., Калашникова Е. А., Джардемалиев Ж. К., Лесова Ж. Т., Егизбаева Т. К.// Вестн. науки КазАТУ.-2008.-№4. - С. 127-130.

91 Получение безвирусных мини-клубней картофеля в теплице и аэропонной установке / Какимжанова А. А., Али А. М., Магзумова Г. К., Налибаев Х. Е., Каримова В. К., Созинова Л. Ф., Раманкулов Е. М., Саданов А. К.// Вестн. науки КазАТУ.-2008.-№3- С. 135-140.

92 Селекция пшеницы на устойчивость к грибному патогену *Septoria Nodorum* Berk. в культуре изолированных пыльников/ Беккужина С.С., Калашникова Е.А.// Доклады РАСХН.-2009.-№4.-С.6-7.

93 Перспективы селекции *in vitro* яровой мягкой пшеницы на устойчивость к абиотическим стрессам/ Шек Г. О., Оразалиева Ж., Штефан Г. И., Бабкенов А. Т., Шелаева Т. В., Хапилина О., Новаковская А., Райзер О. Б., Ергалиева А. Ж., Есимсеитова А. К., Ахмадеева Ж. Т., Какимжанова А. А. // Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №1. <http://www.biocenter.kz/>

94 Возрастные аспекты каракульских овец в трансплантации эмбрионов/ Бекетауов О. К.// Исследования, результаты.- 2009.- №4.- С. 13-15.

95 Синхронизация полового цикла и индукция суперовуляции у самок архаров/ Бакиров Н. Ж., Батырханов М. С.// Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.-2009.-№5.- С. 59-61.

96 Микрклональное размножение перспективных сортов винограда, созданных в Казахстане/ Рябушкина Н., Жунусова Ж. С., Ерболова Л. С., Берестнева Л. В., Галиакпаров Н. // Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №1. <http://www.biocenter.kz/>

97 Использование биотехнологических методов для создания ценных форм картофеля, устойчивых к фитофторозу/ Сарсекова А. Н., Каримова В. К., Магзумова Г. К., Какимжанова А. А.// Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4. – <http://www.biocenter.kz/>

98 Использование замороженно-оттаянной спермы баранов со сроком хранения 1 год/ Сатиева К. Р.// Приоритетное направление по производству и переработке сельскохозяйственной продукции: Матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию акад. К. У. Медеубекова, г. Алматы, 22 мая 2009 г.- С. 235-238.

99 Биотехнология воспроизводства овец смушковых пород/ Алибаев Н. Н.// АгроИнформ.-2009.-№1.- С. 5-7

100 Генетическое разнообразие озимого ячменя/ Алимгазинова Б. Ш.// Исследования, результаты. Серия земледелие, агрохимия,

101 Анализ состояния генетического разнообразия сельскохозяйственных культур: результаты, развитие менеджмента/ Алимгазинова Б. Ш.// Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.-2010.-№3. - С. 2-4.

- 102 Изучение серодиагностического потенциала антигенов *Mycobacterium tuberculosis* для иммунодиагностики туберкулеза/ Абельденов С. К.// Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4 ./ <http://www.biocenter.kz/>
- 103 Рекомбинантный ящурный антиген для дифференциации вакцинированных и инфицированных животных/ Балтабекова А. Ж// Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4. – С.
- 104 Идентификация сортов картофеля на основе ssg-маркеров/ Есимсеитова А. К., Какимжанова А. А. // Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №4. – ./ <http://www.biocenter.kz/>
- 105 Жамбакин К. Ж., Шамекова М. Х., Пилук Я. Э., Волков Д. В., Затыбеков А. К., Хавкин Э. Е./ Биотехнология. Теория и практика- 2012 - №3. / <http://www.biocenter.kz/>
- 106 Обзор Rand Corporation «The Global Technology Revolution 2020»
- 107 Обзор ООН «Обзор инновационного развития Казахстана». – Женева. – 2012. – 211 с.
- 108 Отчет о тенденциях развития инноваций в мире и в Республике Казахстан. – Астана: АО «НИФ». – 2011.
- 109 Отчет по проекту «Определение потенциала рынка биотехнологической продукции (за исключением трансгенной) в сфере сельского хозяйства и производства пищевых продуктов». - ТОО «BARS Consulting Group». – 2007.
- 110 <http://humanextinction.ru/Futurology-Turchin-Batin.pdf>
- 111 Полтерович В. Гипотеза об инновационной паузе и стратегия модернизации//Вопросы экономики, №6, 2009 г.
- 112 <http://www.economy.gov.ru> – сайт Министерства экономического развития РФ.
- 113 <http://www.future-designing.org/statyi/stsenariimirovogotekhnologicheskogorazvitiya.html>
- 114 Полтерович В. Стратегии модернизации, институты и коалиции//Вопросы экономики, № 4, 2008 г.
- 115 Раманкулов Е.М. Биотехнология. Тенденции в мире и Казахстане. - Источник: Vestnik\_14\_2008.
- 116 Рыбинец А.Г. Мировой рынок биотехнологий: тенденции и проблемы становления, развития и регулирования на современном этапе. Перспективы участия России: Дис. ... канд. экон. наук : 08.00.14 : Москва, 2004. – С. 180.
- 117 Суслина С.С. Значение научно-технических ресурсов в современном экономическом развитии Южной Кореи//Мировое и национальное хозяйство, №2 (17), 2011 г.
- 118 У Ди Китай: движение к государству инновационного типа// Человек и труд, №7, 2009 г.
- 119 Financial Times от 2 июля 2008 г.
- 120 Lehrner J. The Government as Venture Capitalist: the Long-Run Effect of SBIR Programm//The Journal of Business, 1999, #72(3).

121 Martin Schaaper Measuring China's Innovation System. National Specificities and International Comparisons//OECD STI Working Paper, 2009/01.

122 Официальный сайт Министерства экономического развития и торговли РК – <http://www.minplan.kz>.

123 Официальный сайт Агентства РК по статистике - <http://www.stat.kz>.

124 [http://yanko.lib.ru/books/politologiya/fukuyama-nashe\\_postchel\\_budujee-a.htm#\\_Toc185414747](http://yanko.lib.ru/books/politologiya/fukuyama-nashe_postchel_budujee-a.htm#_Toc185414747)