



**Научно-техническое некоммерческое партнерство  
«Технологическая платформа БиоТех2030»**

**СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ  
Технологической платформы БиоТех2030**

**УТВЕРЖДЕНО**  
**Решением Правления**  
**НТ НП «ТП БиоТех2030»**  
**(Протокол б/н от «06» декабря 2016 г.)**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Председатель Правления**

## Оглавление

<b>1. Текущие тенденции развития рынков и технологий в сфере деятельности платформы.....</b>	<b>6</b>
1.1 Промышленные биотехнологии.....	7
1.2 Биоэнергетика .....	16
1.3 Сельскохозяйственные биотехнологии.....	18
1.4 Природоохранные (экологические) биотехнологии .....	34
1.5 Пищевая промышленность .....	36
1.6 Биотехнологии для лесного сектора .....	60
1.7 Акваресурсная биотехнология .....	62
1.8 Биоготехнология.....	81
1.9 Биологические коллекции .....	84
1.10 Процессы и оборудование в биотехнологиях.....	85
<b>2. Прогноз развития рынков и технологий в сфере деятельности платформы.....</b>	<b>90</b>
2.1 Промышленные биотехнологии.....	91
2.2 Биоэнергетика .....	101
2.3 Сельскохозяйственные биотехнологии.....	104
2.4 Природоохранные (экологические) биотехнологии .....	114
2.5 Пищевая промышленность .....	116
2.6 Процессы и оборудование в биотехнологиях.....	121
2.7 Биотехнологии для лесного сектора .....	124
2.8 Акваресурсные биотехнологии.....	125
<b>3. Направления исследований и разработок, наиболее перспективные для развития в рамках Платформы .....</b>	<b>128</b>
3.1 Промышленные биотехнологии.....	128
3.2 Сельскохозяйственные биотехнологии.....	129
3.3 Природоохранные (экологические) биотехнологии .....	130
3.4 Биокolleкции и биоресурсные центры.....	131
3.5 Пищевые биотехнологии .....	131
3.6 Лесные биотехнологии.....	133
3.7 Акваресурсные биотехнологии.....	135
3.8 Развитие инфраструктуры .....	135
3.8.1 Развитие инфраструктуры в области микробных генетических ресурсов .	135
3.8.2 Создание центров для масштабирования и внедрения биотехнологий (ЦКП, УНУ, Инжиниринговые центры и компании, демонстрационные пилотные производства), использующие различные типы возобновляемого сырья и отходов....	138
<b>4. Тематический план работ и проектов платформы в сфере исследований и разработок.....</b>	<b>141</b>
4.1 Промышленные биотехнологии.....	147
4.2 Биоэнергетика .....	148
4.3 Лесные биотехнологии.....	152

4.4	Акваресурсная биотехнология .....	153
4.5	Пищевые биотехнологии .....	154
4.6	Сельскохозяйственные биотехнологии.....	158
4.7	Природоохранная (экологическая) биотехнология.....	166
4.8	Биогеотехнология.....	168
4.9	Биотехнологии (другие направления) .....	169
<b>5.</b>	<b>Мероприятия по коммерциализации технологий и совершенствованию механизмов управления правами на результаты интеллектуальной деятельности.....</b>	<b>174</b>
<b>6.</b>	<b>Меры в области подготовки и развития научных и инженерно-технических кадров, в том числе образования в сфере биотехнологий.....</b>	<b>186</b>

## Введение

XXI век по праву считается временем наук о жизни, когда биотехнологии начинают играть все возрастающую роль в защите окружающей среды, создании новых материалов, повышении продуктивности сельского хозяйства, улучшении качества жизни в целом. Мир стремительно идет к новому экономическому укладу, основанному на использовании возобновляемого сырья, к построению биоэкономики.

Драйвером технологического развития в области биоэкономики выступает биорефайнеринг (biorefinery, создание биофабрик). Развитие технологий биофабрик позволяет плавно переходить от химической индустрии, основанной на ископаемом углеводородном сырье к зеленой индустрии полуфабрикатов и тонкой химической технологии на основе возобновляемого сырья (биомассы). Исходным сырьём могут являться любые типы возобновляемого сырья, включая пищевые сельскохозяйственные культуры, непищевую биомассу, отходы сельского хозяйства и даже углекислый газ выбросов промышленных предприятий. В ходе биопереработки исходное сырьё перерабатывается с использованием комплекса технологий, включающего в себя как традиционные биологические подходы, так и новейшие разработки, основанные на достижениях молекулярной и синтетической биологии, метаболической инженерии, биоинформатики, нанотехнологий и на методах высокопроизводительного анализа, так называемых «omics» (геномика, транскриптомика, протеомика и т.п.). В результате может быть получен широкий спектр целевых продуктов с высокой добавленной стоимостью. Долгосрочной целью развития биопереработки является замена продуктов, полученных из ископаемого сырья (нефтехимия), продуктами из возобновляемого сырья.

Согласно оценкам ОЭСР к 2030 году биотехнологии будут использоваться при получении 35 % продукции химической промышленности, 50 % сельскохозяйственного производства, 80 % лекарственных препаратов. В целом продукция биотехнологий будет составлять до 2.7 % от ВВП развитых стран, а для развивающихся экономик, к которым относится и Россия, этот процент будет еще выше.

Российская Федерация, обладая уникальными природными ресурсами, поистине безграничными запасами возобновляемого растительного сырья, огромными запасами пресной воды, плодородными пахотными землями, квалифицированными кадрами и признанными научными школами не может и не имеет права остаться в стороне от этого общемирового процесса.

Технологическая платформа «Биоиндустрия и биоресурсы», являясь формой частно-государственного партнерства, призвана объединить и гармонизировать интересы государства, научного и бизнес сообществ в деле построения биоэкономики в Российской Федерации. Мы ставим перед собой амбициозные, но достижимые цели – содействие обеспечению за счет биотехнологий до 1 % ВВП России к 2020 г. и выходу на показатель ~3 % к 2030 г.

Технологическая платформа «Биоиндустрия и биоресурсы» оказывает влияние на развитие самых разнообразных отраслей экономики – химической промышленности, сельского хозяйства, лесного и пищевого секторов. В ее рядах объединились ведущие университеты и научные центры страны, работающие в области наук о жизни, крупные промышленные предприятия и научно-производственные объединения, профессиональные союзы и ассоциации, малые биотехнологические предприятия. Являясь формой частно-государственного партнерства, ТП «БиоТех2030» призвана стать инструментом осуществления научно-технической и инновационной политики на приоритетном направлении технологической модернизации российской экономики.

## 1. Текущие тенденции развития рынков и технологий в сфере деятельности платформы

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

По оценкам экспертов, мировой рынок биотехнологической продукции в 2025 году достигнет уровня в 2 трлн долларов США, темпы роста по отдельным сегментам рынка при этом варьируются в пределах от 5 % до 30 % ежегодно. Доля России на рынке биотехнологической продукции составляет на сегодняшний день менее 0,1 %, а по ряду сегментов (биоразлагаемые материалы, биотопливо) практически равна нулю.

Важность биотехнологий для развития российской экономики трудно переоценить. Задача обеспечения устойчивого развития социальной сферы и национальной экономики на длительную перспективу, возможность потери традиционных рынков сбыта и девальвации основных экспортных продуктов на мировых рынках вследствие замещения их продуктами, получаемыми на основе возобновляемого сырья, настоятельно диктует необходимость развития биотехнологического комплекса страны.

Важно отметить, что без массового внедрения биотехнологий и биотехнологических продуктов в принципе невозможно осуществить модернизацию технологической базы современного промышленного производства. 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.

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

Продукция биотехнологий используется в самых различных областях:

- промышленность (химикаты, биопластики, биокатализаторы и промышленные ферменты);
- сельское хозяйство (кормовой белок, витамины, ферменты и другие кормовые добавки, средства защиты растений, пробиотики, новые сорта культурных растений и породы животных);
- производство продуктов питания (пищевые добавки, закваски, пищевые ферменты);

- лесное хозяйство (быстрорастущие растения, средства защиты растений, продукты лесопереработки);
- защита окружающей среды (продукты, способствующие утилизации отходов, средства биоремедиации) и др.

### 1.1 Промышленные биотехнологии

К данному разделу биотехнологии относится крупнотоннажное, в основном микробиологическое, производство биопродуктов, используемых в самых различных отраслях промышленности, сельского хозяйства, горнодобывающей, пищевой, природоохранной и других отраслях.

Стремительное развитие химических биотехнологий, то есть процессов получения из возобновляемого сырья известных или новых химических продуктов в соответствии с принципами, свойственными живой природе, стало одним из ключевых трендов мировой химической индустрии в конце XX и начале XXI века.

В целях развития отрасли была разработана и утверждена Постановлением Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 328 Программа «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (подпрограмма 18 «Промышленные биотехнологии»). Целью программы является создание и развитие в России современной отрасли промышленных биотехнологий, конкурентоспособной на внутреннем и внешних рынках.

К биопрепаратам промышленного назначения относятся такие крупнотоннажные базовые химикаты, как органические кислоты и их производные, спирты, алкены, гликоли, полигидроксиалкоаноаты, биокатализаторы и промышленные ферменты, препараты, повышающие нефтеотдачу пластов, реагенты для производства целлюлозно-бумажной продукции и др. Ряд химических продуктов является исходным сырьем для производства биополимеров, как биоразлагаемых, так и стабильных.

Мировой объем производства химических веществ из возобновляемых источников сырья превысил в 2014 году 63 млрд долларов США. Эксперты прогнозируют, что к 2025 году объем производства химических веществ из возобновляемых источников сырья займет 15 – 20 % от мирового производства. В России производства химических веществ из возобновляемых источников сырья, основанные на современных передовых технологиях, в настоящее время не существуют, их необходимо создавать и развивать в кратчайшие сроки.

К направлению промышленной биотехнологии относится также получение основного сырья промышленной биотехнологии – различных сахаров – из

возобновляемого сырья. Особенно перспективными являются такие целлюлозосодержащие продукты, как отходы деревообработки и сельскохозяйственные отходы.

Группы инновационных продуктов и услуг	Характеристика
Химикаты, включая мономеры для биodeградируемых полимеров: – органические кислоты, спирты, диолы; – углеводороды.	Ускорение каталитических процессов, замедление нежелательных процессов Повышение усвояемости кормов и пищи
Ферменты: – промышленные ферменты и биокатализаторы	Ускорение каталитических процессов, замедление нежелательных процессов
Полисахариды, лигносульфонаты и другие средства для увеличения нефтедобычи	Экологизация растениеводства, в том числе путём обеспечения питания и защиты растений посредством природных биообъектов
Сырье для косметической промышленности	Замена дорогих природных источников парфюмерного сырья или соединений, полученных химическим синтезом

Наиболее перспективными рынками и продуктовыми группами в данном сегменте биотехнологий являются:

*Химикаты, включая мономеры для биodeградируемых полимеров*

Одна из основных задач промышленной биотехнологии – получение базовых химикатов и биополимеров для химической индустрии.

Потенциал замещения традиционных полимеров биополимерами в будущем составляет около 205 млн. тонн или 90 % от текущего объема их общемирового потребления.

Одной из перспективных групп мономеров, получаемых с помощью ферментации возобновляемого сырья, являются органические кислоты – молочная, янтарная, фумаровая, итаконовая органические кислоты. Мировой рынок оценивается в десятки миллиардов долларов США, в то время как российский рынок получаемых биосинтезом органических кислот составляет 56 млн долларов США, и работает в основном для пищевой промышленности.

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. Однако, в РФ нет конкурентоспособного промышленного производства органических кислот. Одним из актуальных направлений использования органических кислот является получение биodeградируемых полимеров.

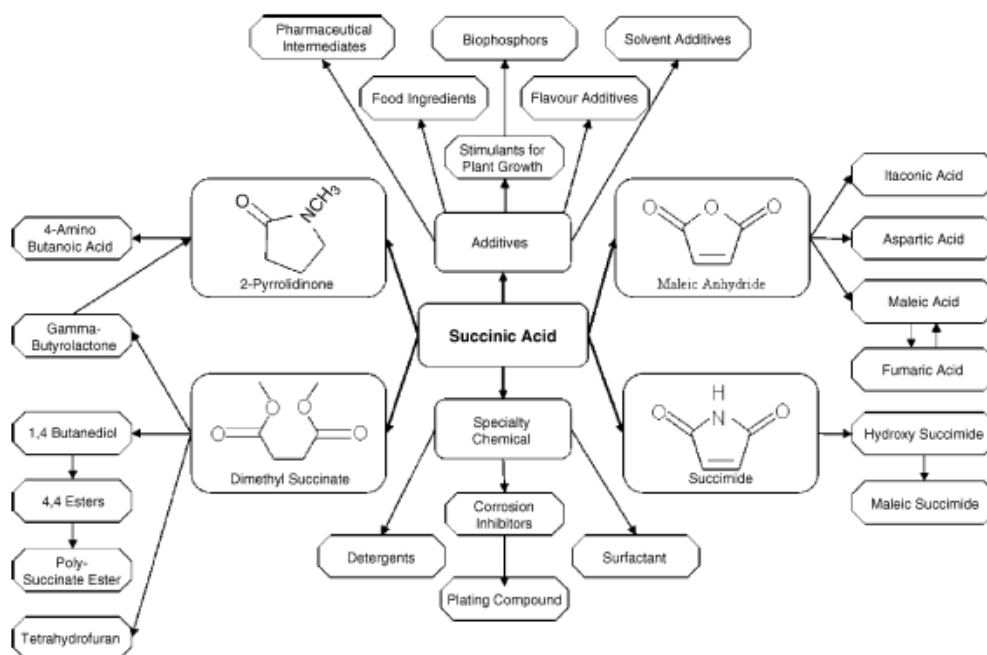


Перспективными и наиболее распространенными мономерами для производства биополимеров являются органические кислоты: молочная кислота и янтарная кислота. Производство молочной кислоты в мире составляет около 350 млн тонн, а по прогнозу к 2020 году достигнет 2 млрд тонн. Производство янтарной кислоты в мире тоже расширяется высокими темпами и к 2020 г. также может превысить 2 млн. тонн.

Вместе с тем, наибольшим рыночным потенциалом обладают кислоты – мономеры биополимеров: молочная и янтарная.

Биоянтарная кислота набирает все большее внимание в качестве альтернативы замены нефтехимического сырья для получения различных химикатов. В промышленности янтарную кислоту получают главным образом гидрированием малеинового ангидрида. Также, янтарная кислота окислением может быть превращена в фумаровую, ее также применяют при получении пластмасс, смол, лекарственных препаратов, для синтетических целей, а также в аналитической химии.

Рисунок 1.1 Получение различных производных янтарной кислоты



Помимо производства полимеров, планируется широкое использование янтарной кислоты в производстве растворителей, 1,4-бутандиола (сверхпрочные пластики), в качестве замены малеинового ангидрида (стоимость которого на рынке около 50 руб./кг), для получения тетрагидрофуранов,  $\gamma$ -бутиролактона, адипиновой к-ты (предшественник нейлона), N-метилпирролидона, линейных и алифатических эфиров.

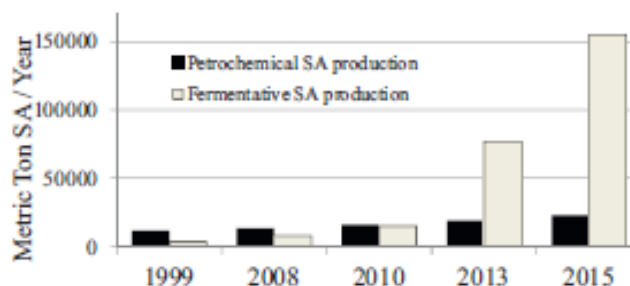
Калиевая соль янтарной кислоты практически идеально подходит для использования в качестве антиобледенителя, прежде всего на аэродромах. Потребности

только в аэродромных антиобледенителях в РФ достигают ста тысяч тонн. По своей себестоимости биотехнологическое производство калиевой соли янтарной кислоты сопоставимо с производством используемых антиобледенителей на основе минеральных солей, но обладает рядом преимуществ: не накапливается в природе и не вызывает загрязнения почв и водоемов, практически не оказывает вредных коррозионных воздействий на бетонные покрытия и материалы, используемые в авиации. Коррозионное воздействие на сталь в 4 раза ниже, чем у лучших антиобледенителей на основе минеральных солей и, потенциально, она идеально подходит так же для использования в качестве антиобледенителя для автомобильных дорог.

На Западе уже идет полным ходом открытие заводов по производству биоянтарной кислоты. Первый завод мощностью 2000 т/год и стоимостью €21 млн. в Pomacle, Франция, построила фирма Bioamber, созданная как совместное предприятие DNP Green Technology (США) и французской группы ARD (Agro-industrie Recherches et Developpements).

На сегодняшний день наибольшие объемы янтарной кислоты производится биотехнологическим способом (более 150000 тонн против 35000 тонн).

Рисунок 1.2 Эволюция мирового производства янтарной кислоты, в метрической тонны в год.



Успех коммерческого производства янтарной кислоты микробиологическим синтезом обусловлен эффективностью используемых штаммов, совершенством способов очистки и стоимостью сырья. В качестве сырья в Европе используется кукурузный крахмал, в США – кукурузный крахмал и сахарное сорго (фирма MugiAnt), а в Юго-Восточной Азии – крахмал из ка사вы. В РФ сырьем для производства янтарной кислоты может выступать осахаренный крахмал пшеницы.

#### *Полимолекулярная кислота (PLA, полилактид)*

Сегодня полилактид – один из наиболее перспективных синтетических полимеров на базе возобновляемого растительного сырья. Полимолекулярная кислота известна с 1845 года, но широкие перспективы ее использования открылись не так давно. Полилактид относится к полиэфирам гидроксикарбоновых кислот. Его получают различными способами: прямой поликонденсацией молочной кислоты или полимеризацией лактида, полученного из олигомера молочной кислоты. В обоих случаях исходное сырье для

получения PLA – крахмал или меласса, а также некоторые другие растительные продукты, подвергающиеся ферментации под воздействием амилолитических или целлюлолитических ферментов, а затем проводят молочнокислое сбраживание получаемых гидролизатов, целевым продуктом которого является молочная кислота.

Прямую поликонденсацию молочной кислоты осуществляют при температуре от 120 до 220 °С и пониженном давлении в присутствии катализатора. В результате получают PLA с относительно низкой молекулярной массой. Метод получения полимолочной кислоты из лактида включает олигомеризацию молочной кислоты, последующую лактидизацию олигомера и полимеризацию полученного лактида с раскрытием цикла. Олигомеризацию молочной кислоты также проводят в условиях повышенных температур под вакуумом, используя различные катализаторы. В результате полимеризации лактида можно получить полимеры с практически одинаковой высокой молекулярной массой.

Из полилактида получают различные пленки и волокна, листы для термоформовки, упаковку для пищевых продуктов, хирургические нити, имплантаты и т.д. Важнейшая особенность полилактида – его способность к безопасной деградации под воздействием среды. Продукты распада PLA являются естественными метаболитами и могут безопасно перерабатываться в организме. На основе полилактида производят «депо» для доставки лекарственных средств, что позволяет значительно снизить дозировки вводимых препаратов. Полилактидные волокна весьма устойчивы к разного рода внешним воздействиям, в результате пластификации полилактид приобретает эластичность и может соперничать по своим свойствам с полиэтиленом, пластифицированным поливинилхлоридом и полипропиленом. Полилактид – гидрофобный полимер со слабой аффинностью к клеткам, но при получении на его базе сополимеров с природными высокомолекулярными соединениями (гепарин, декстран, хитозан) можно получить материалы, способные контактировать с кровью без риска тромбообразования. Основной поставщик полилактида – Nature Works LLC (США).

### *Ферменты*

Ферментные препараты применяются в процессе производства пищевых продуктов, моющих средств, в спиртовом, кожевенном производстве, а также в сельском хозяйстве в качестве кормовых добавок.

По состоянию на 2013 год мировой рынок промышленных ферментов составлял \$600 млрд, объем российского рынка промышленных ферментных препаратов оценивался в 197 млн. долларов.

В России промышленная база получения ферментов практически отсутствует, и общий объем их производства не превышает 3 тыс. тонн. Большая же часть продукции (порядка 10 тыс. тонн) импортируется.

Основную часть промышленных ферментов, составляют гидролазы (реакции гидролиза), так как именно они являются основными в промышленной биотехнологии. Из общего количества потребляемых ферментов 99 % приходится на выпуск 16-ти препаратов.

К амилолитическим ферментам относятся L-амилаза, β-амилаза, глюкоамилаза. Их действие проявляется при гидролизе крахмала и гликогена. Крахмал при гидролизе сначала расщепляется на более простые полисахариды – декстрины, а затем – до глюкозы. Эти ферменты применяются в спиртовой промышленности и хлебопечении.

Протеолитические ферменты относятся к гидролазам, образуя группу пептидгидролаз. Их действие заключается в ускорении гидролиза пептидных связей в белках и пептидах. Важная их особенность – выборочный, селективный характер действия на пептидные связи в белковой молекуле. Например, пепсин действует только на связь с ароматическими аминокислотами, трипсин – только на связь между аргинином и лизином. Из них рН 1,5-3,7 имеют кислые протеазы; рН 6,5-7,5 – протеазы; рН > 8,0 – щелочные протеазы.

Применение протеаз достаточно широкое: мясная промышленность использует с целью умягчения мяса, кожевенная промышленность – при обезволивании (удаление волосяного покрова) и размягчении шкур; кинопроизводство – для растворения желатинового слоя на пленках при их регенерации; парфюмерия – при создании добавок в зубную пасту, кремы, лосьоны, промышленность синтетических моющих средств – при применении моющих добавок для удаления загрязнений белковой природы; медицина – при лечении воспалительных процессов, ожогов, тромбозов.

Пектолитические ферменты объединены в одну группу по внешнему проявлению своего действия – уменьшению молекулярной массы и снижению вязкости пектиновых веществ (пектин – пектиновые кислоты и протопектин) представителей полисахаридов. Они содержатся во фруктах, корнеплодах, стеблях (лен). Пектиновые вещества имеют молекулярную массу от 20000 до 200000. Все пектиназы делятся на два вида – гидролазы и трансэлиминазы. Применение в текстильной промышленности – вымачивание льна перед его переработкой, в виноделии – осветление вин, уничтожение мутности, в консервировании – при приготовлении фруктовых соков.

Целлюлолитические ферменты очень специфичны, их действие проявляется лишь в деполимеризации молекул целлюлозы, обычно они действуют в виде комплекса, который

в целом доводит гидролиз целлюлозы до глюкозы. Использование их очень перспективно в гидролизной промышленности – это получение глюкозы из целлюлозы; в медицинской – выделение лекарственных веществ (стероидов) из растений; в пищевой – улучшение качества растительных масел; в сельском хозяйстве – как добавки в комбикорма для жвачных животных. В мире производится около 530 тонн протеаз, 350 тонн глюкоамилазы, 350 тонн L-амилазы, 70 тонн глюкоизомеразы.

Специфика российского рынка заключается в том, что практически отсутствуют компании, производящие товарные ферменты. Основной объем отечественного производства приходится на ферментные продукты для спиртовой промышленности. Их получением занимаются все спиртовые производства, которые самостоятельно выпускают и используют ферменты для собственных нужд.

До недавнего времени единственным крупным производителем товарных ферментных препаратов в России являлось ООО «ПО «Сиббиофарм». Компания специализируется на производстве ферментов для кормо- и спиртопроизводства, а также для кожевенной и текстильной промышленности. Предприятие ежегодно увеличивает объем выпуска, и в настоящее время производит порядка 1 тыс. тонн ферментов в год. Увеличению производства способствует как растущий внутренний спрос, так и значительный экспортный потенциал.

Среди других предприятий, ориентированных на выпуск главным образом пищевых ферментов, следует отметить ОАО «Московский завод сычужного фермента» и ЗАО «Завод эндокринных ферментов» (ферменты для ветеринарии, мясной и молочной промышленности).

#### *Средства для увеличения нефтедобычи*

Нефть в настоящее время является основным энергетическим и химическим сырьем. Однако по некоторым прогнозам мировые запасы нефти могут быть исчерпаны уже в течение ближайших 50 лет. Вместе с тем существующая технология позволяет извлекать только половину нефти, содержащейся в месторождениях. Это обусловлено прочной связью нефти с вмещающими ее породами.

Имеющиеся биотехнологические методы повышают нефтеотдачу пластов на 10 – 15 % (500-800 тысяч тонн со скважины), что равносильно открытию новых месторождений. С помощью биотехнологии можно извлечь суммарные мировые объемы 377 миллиардов баррелей нефти, которую нельзя добыть, используя традиционные технологии.

Основные биотехнологические средства для добычи нефти – полисахариды и лигносульфонаты. Используются в нефтеперерабатывающей и нефтедобывающей

промышленности при бурении нефтяных и газовых скважин в качестве реагента для регулирования основных параметров буровых растворов. Также они являются компонентом гелеобразующих систем, представляющих собой маловязкие растворы с рН 2.5-3.0. Образование геля приводит к перераспределению фильтрационных потоков и лучшему их регулированию, выравниванию профиля приемистости нагнетательных скважин, ограничению водопритока в процессах, что в свою очередь повышает нефтеотдачу. Использование в данных системах лигносульфонатов и полисахаридов возможно за счет адсорбирующих свойств поверхностно-активных добавок. Технические лигносульфонаты используются также для укрепления различного вида сооружений: буровых шахт, скважин и т.д.

Один из способов предполагает использование комплекса углеводородокисляющих и метанобразующих бактерий для увеличения нефтеотдачи пластов основано на активации геохимической деятельности этих микробов в нефтяной залежи, куда они попадают вместе с закачиваемыми через скважины поверхностными водами. Активация названных микробиологических процессов достигается путем аэрации закачиваемых вод и добавления в них минеральных солей азота и фосфора. Недостаток этих химических элементов чаще всего лимитирует активность микрофлоры в природных условиях. Нагнетание в нефтяную залежь обогащенной кислородом и минеральными солями воды приводит к образованию аэробной зоны в нефтеносном пласте вокруг нагнетательной скважины. Начинаются интенсивные процессы разрушения нефти аэробными углеводородокисляющими микробами, что сопровождается накоплением углекислого газа, водорода и низкомолекулярных органических кислот, которые поступают в анаэробную зону нефтяной залежи. Здесь они превращаются в метан метанобразующими бактериями. Разрушение нефти и образование газов приводят к разжижению нефти и повышению газового давления в нефтеносном пласте, что и должно сопровождаться увеличением добычи нефти из добывающих скважин.

В целом в мире довольно успешно применяются биотехнологии для добычи нефти и газа. В России применение носит пока опытный характер.

#### *Сырье для косметической промышленности*

В парфюмерии и косметологии главным биотехнологическим трендом является замена дорогих природных источников парфюмерного сырья или соединений, полученных сложным и также дорогим химическим синтезом, биотехнологическими продуктами.

Одной из первых работ в области производства душистых веществ стало создание продуцента ванилина из дрожжей *Schizosaccharomyces pombe*. Компании Allylix, Amytis, Isobionics, Evolva анонсировали создание микробных продуцентов ряда душистых соединений, некоторые из которых уже выходят на мировой рынок

<i>Соединение</i>	<i>Природный источник</i>
Ванилин	Орхидеи рода <i>Vanilla</i> ,
Валенсен	Эфирные масла апельсина
Нуткатон	Эфирные масла грейпфрута
Шафран	Цветки крокуса <i>C</i>
<i>Дальнейшие мишени:</i>	
Линалоол	Цитрусовые, розовое дерево
Пачуол	<i>Pogostemon patchouly</i>

Помимо душистых веществ для косметологии перспективным представляется получение биотехнологическим способом биологически активных соединений, способствующих регенерации клеток кожи и обладающих «омолаживающим» эффектом.

Одним из таких биотехнологических продуктов, успешно зарекомендовавшим себя на рынке косметологии является ботулинический токсин А (мировой рынок в 2015 г. более \$4 млрд.). Также следует отметить гиалуроновую кислоту (на 2015 г. мировой рынок оценивался на \$3 млрд., российский рынок по экспертной оценке составляет около 2,5 млрд. руб.) и коллаген (мировой рынок \$2,5 млрд. долл., российский рынок 2,2 млрд. руб. на 2014 г.). Однако большая часть рынка гиалуроновой кислоты и коллагена приходится на отрасль медицины.

Препараты на основе ботулинического токсина, коллагена и гиалуроновой кислоты занимают ведущее место на рынке инъекционной косметологии в России. Изначально этот сегмент был представлен только зарубежными брендами. Препараты ботулинического токсина, пришедшие на рынок первыми, импортировались из США, филлеры и биоревитализанты на основе гиалуроновой кислоты – из Европы (Италии, Франции, Швеции, Испании). Сегодня каждый из этих продуктов имеет свой российский аналог. Однако если рассматривать полный цикл производства, не всю эту продукцию в равной степени можно отнести к отечественной.

Отечественным препаратом на основе ботулинического токсина типа А является Релатокс, появившийся на рынке в 2014 году. Он разработан российскими учеными, производится в России компанией НПО «Микроген». Как показали исследования

Дальневосточного Государственного Медицинского университета: по эффективности и безопасности Релатокс не уступает своим зарубежным аналогам. Единственный минус – для стабилизации используется животный желатин, а не человеческий транспортный белок альбумин, что, по мнению ряда специалистов, делает его применение аллергиками более рискованным.

Отечественный препарат на основе нативного нереконструированного бычьего коллагена – Коллост. Весь цикл его производства находится в России. На косметологический рынок приходится 60 % продаж препарата, а стоимость на Коллост сопоставима с ценой на зарубежные препараты.

Производство гиалурановой кислоты на основе неживотного происхождения в России пока нет. Российские косметические компании, производящие препараты на основе гиалурановой кислоты используют импортное сырье. Цена в зависимости от поставщика и чистоты препарата составляет от 150 до 1200 руб./гр.

## **1.2 Биоэнергетика**

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

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.

В 2013 году объем мирового производства биоэтанола для транспорта составил 87,2 млрд. литров, что в 3 раза выше, чем в 2004 году (28,5 млрд. литров). Производство биодизеля в 2013 году составило 26,3 млрд. литров, увеличившись более чем в 10 раз по сравнению с 2004 годом (2,4 млрд. литров). США и Бразилия – ведущие страны в данном сегменте. Суммарно на эти две страны приходится 84 % мирового производства биоэтанола и 25 % производства биодизеля. Страны ЕС лидирует в сегменте биодизеля с долей в 49 %.

В мире жидкое биотопливо обеспечило 2,3 % спроса на транспортное топливо в 2013 году. В некоторых странах этот показатель значительно выше. В США биоэтанол



составляет 10 % от всего объема потребления транспортного топлива, в то время как в Бразилии – 25 %.

Производство твердого биотоплива из отходов ЛПК на данный момент является наиболее конкурентоспособным сегментом биоэнергетики в России. В нашей стране сосредоточено до 25 % всех мировых запасов древесины, оцениваемых в 82 млрд. м<sup>3</sup> или 41 млрд. тонн. Общий объем древесной биомассы, подлежащей использованию в энергетических целях, составляет 140 млн. тонн в год. Производственный потенциал России по выпуску древесных пеллет составляет несколько миллионов тонн в год. В 2012 году производство пеллет в РФ выросло на 50 % и достигло 1,5 млн. тонн, из которых, однако, на экспорт идет 96 %. Основная проблема – развитие внутреннего рынка использования пеллет для муниципальных и индивидуальных котельных. Обладая столь значительным ресурсным потенциалом, Россия в перспективе может стать крупнейшим поставщиком пеллет на мировом рынке.

Первые производства пеллет в России появились еще 10 лет назад. В основном, это были малые и средние предприятия, для которых пеллеты были второстепенным продуктом. В условиях повышающихся тарифов на энергию предприятия ЛПК стали покрывать часть своих энергетических затрат путем утилизации собственных отходов лесопереработки, построив для этой цели цеха по производству пеллет и оборудовав котельные.

Основное производство сконцентрировалось в крупных лесопромышленных холдингах, ориентированных преимущественно на экспорт. Сейчас более 200 компаний производят пеллеты. Крупнейшие предприятия сосредоточены в Ленинградской и Архангельской областях, а также в Красноярском крае. В 2011 году в Ленинградской области начал работу один из самых больших заводов по производству пеллет в мире (ОАО «Выборгская лесопромышленная корпорация») с ежегодной потенциальной мощностью 1 млн. тонн.

Относительно невысокие барьеры входа на рынок привлекают все большее количество инвесторов, как из среды малого и среднего бизнеса, так и крупных иностранных компаний. Вначале 2014 г. шведская компания RusForest запустила производство древесных топливных гранул на площадке ОАО «Архангельский лесопильно-деревообрабатывающий комбинат № 3». Общий объем инвестиций в проект составил 12 млн. евро. Предприятие уже вышло на ежегодную плановую мощность 100 тыс. тонн пеллет. Еще один проект стоимостью 9 млрд. рублей планирует реализовать германская компания German Pellets в Нижегородской области. Мощность нового завода

составит 500 тыс. тонн древесных топливных гранул и будет уступать только мощности ООО «ВЛК» в Ленинградской области.

Общие мощности всех построенных заводов в России по производству гранул сегодня – около 3 млн. тонн в год, а объем производства – порядка 1 млн. тонн гранул из древесины и лузги подсолнечника. В Российской Федерации (Омская область) создано первое действующее предприятие по производству биокомпонентов для моторного топлива. Перед отраслью в целом стоит задача поэтапного создания новых правовых и технологических подходов в биоэнергетике.

Потенциальные объемы производства биотоплив из биомассы, в том числе из лесных возобновляемых ресурсов, включая всю биомассу древесины, отходы деревообработки и лесозаготовок, черный щелок, кору в России в ближайшие десятилетия могут быть сопоставимы с объемам ежегодной добычи нефти, угля или природного газа (годовой энергобаланс России – более 1600 млн тонн условного топлива, РЭА).

### **1.3 Сельскохозяйственные биотехнологии**

Сельское хозяйство является стратегически важным сектором экономики России, не только в вопросе обеспечения продовольственной безопасности страны, но и с позиции общего вклада в развитие экономики. На сельское хозяйство приходится 3 % российского ВВП и 7 % занятости. Между тем, в развитых странах в секторе занято не более 1-4 % населения: в США – 2 %, Франции – 3 %, Германии – 2 %, Великобритании – 1 %.

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, создание новых сортов полезных растений и животных с использованием современных генетических и биотехнологических методов, ветеринарных биопрепаратов, компонентов кормовых смесей для сельскохозяйственных животных.

Текущие тенденции развития рынков напрямую связаны с реализацией законодательных инициатив последнего времени.

Наряду с действующим указом Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» (обозначает программные приоритеты с акцентами на «повышение плодородия почв», «экологизацию производства» и «использование методов биотехнологии») и введением против России в 2014 и 2015 годах санкций, что обострило вопросы импортозависимости

по ряду направлений агропромышленного сектора экономики (это кормовые добавки, в том числе ферменты, повышающие усвояемость кормов; элитный семенной фонд сельскохозяйственных растений, рассчитанный на ведение экономически эффективного земледелия; а также частичная обеспеченность высокопродуктивными породами племенного животноводства и птицеводства), разработаны и введены новые программы о направлениях развития АПК.

Указом Президента РФ от 22 июля 2016 года «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» утвержден комплекс мер, направленных на создание и внедрение до 2026 года конкурентоспособных отечественных технологий, основанных на новейших достижениях науки. Среди приоритетных направлений выделены: а) производство оригинальных и элитных семян сельскохозяйственных растений, племенной продукции (материала) по направлениям отечественного растениеводства и племенного животноводства, имеющих в настоящее время высокую степень зависимости от семян или племенной продукции (материала) иностранного производства; б) производство высококачественных кормов, кормовых добавок для животных и лекарственных средств для ветеринарного применения; в) диагностика патогенов сельскохозяйственных растений; г) производство пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения для применения в сельском хозяйстве; д) производство, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия; е) контроль качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и экспертизу генетического материала.

В 2016 году Агентство стратегических инициатив подготовило план мероприятий Дорожную карту «ФудНет», по которой основными направлениями для развития сельскохозяйственных технологий является: точное земледелие (применение удобрений, семян и средств защиты растений соответствии с неоднородностью полей и потребностями посевов, сбор и систематизация с/х данных, автоматизация с/х производства); органическое земледелие (продукты, произведенные без использования синтетических удобрений, пестицидов, кормовых добавок и с учетом локальных особенностей экосистем); методы современной селекции. Реализация проектов в рамках приоритетных рыночных сегментов «ФудНэт» позволит России: лидировать на глобальных рынках по приоритетным сегментам (занять до 10 % мирового рынка по отдельным сегментам).

Форсайт по развитию АПК до 2030, подготовленный ВШЭ ставит краткосрочную задачу развития отрасли в России до 2020 года – полностью обеспечить рынок

отечественным продовольствием, а в дальнейшем реализовать более амбициозные цели – выйти на экспортные рынки и стать крупнейшим мировым поставщиком продовольствия. В разработанном прогнозе эксперты предложили два сценария научно-технического развития АПК в России до 2030 года для достижения поставленных задач:

В рамках первого сценария основной задачей государства будет обеспечение продовольственной и биобезопасности при сохранении социальной стабильности. То есть продукция, которая будет производиться на территории России должна быть конкурентоспособной как минимум на внутреннем рынке. Развитие должны получить проекты по развитию глубокой переработки. На первом плане останется активная поддержка импортозамещения во всех отраслях АПК: авторы проекта предлагают расширить географию поставок экспортной сельскохозяйственной продукции из-за усиления геополитической напряженности на мировых площадках. При этом предпочтение стоит отдавать продукции переработки зерна. Ввод дополнительных посевных площадей и пастбищ в таком случае должен идти строго в соответствии с экономической необходимостью. Все национальные стандарты необходимо привести в соответствие с международными сертификатами. Эксперты предлагают продолжать ограничивать импорт и стимулировать развитие собственного производства.

Основные характеристики сценария:

- сохранение элементов неравенства в доступе к земельным ресурсам для отечественных и иностранных пользователей;
- развитие логистического бизнеса и оптово-распределительных центров;
- локализация зарубежных технологий;
- интенсивная господдержка, в том числе субсидирование закупки семенного и племенного материала, горюче-смазочных материалов, лизинга техники, софинансирование инвестиционных проектов;
- стимулирование иностранных инвестиций в модернизацию АПК.

Второй сценарий предполагает ориентацию на интеграции в мировые цепочки и наращивание экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью. Для реализации данного сценария потребуются масштабные инвестиции в передовые технологии. Эксперты также намерены привести все внутренние стандарты в соответствие с международными документами. Планируется делать упор на экспортную экспансию и освоение новых рынков. При этом роль иностранного капитала предположительно будет постоянно расти, особенно в наукоемких направлениях, где ранее преобладала роль государственного участия. Из технологий предлагается сосредоточиться на роботизации, внедрении высокопродуктивных пород животных и сортов растений и биотехнологий.

Основные характеристики сценария:

- совершенствование рыночных механизмов землепользования;
- создание новых крупных холдингов с широкой географией присутствия, в том числе с прямым иностранным участием, которые поглощают небольшие малоэффективные сельскохозяйственные производственные кооперативы;
- создание мощных научно-образовательных комплексов – центров подготовки кадров и проведения научных исследований мирового уровня для АПК;
- расширение полномочий Минсельхоза России, приоритетность научно-технической политики, создание профильных структур поддержки экспорта продукции АПК;
- технологии глубокой и комплексной переработки сельхозсырья и пищевых отходов – приоритетная сфера господдержки, в том числе через венчурные фонды;
- выход ряда научных центров АПК России на самоокупаемость, в том числе за счет коммерческих заказов на международном рынке.

В то же время в 2015 году в целях реализации основного мероприятия «Реализация перспективных инновационных проектов в агропромышленном комплексе» (начало реализации – 2015 г.) по линии Министерства сельского хозяйства на развитие биотехнологий предусматривалось 475,0 млн. руб. В качестве основных индикаторов были определены:

- обеспечение роста применения биологических средств защиты растений и микробиологических удобрений в растениеводстве в 2015 г. на 27,1 %;
- доведение удельного веса отходов сельскохозяйственного производства, переработанных методом биотехнологий, в 2015 г. до 10 %.

В связи с тем, что средства, предусмотренные на данное основное мероприятие, были переведены Минсельхозом России на основное мероприятие «Реализация перспективных инновационных проектов в агропромышленном комплексе», а затем полностью секвестированы, запланированные мероприятия не были реализованы в полном объеме.

«Министерство образования и науки России» также оказывает поддержку проектам, направленным на развитие сельского хозяйства, но выделенных программ под направление пока еще нет.

В 2015 г. Фондом «Сколково» создан Агропромышленный кластер, в рамках которого оказывается поддержка отраслевых биотехнологических проектов. Поддержанные проекты по направлению подробнее рассмотрены в разделе 4 стратегической программы исследований.

Вместе с тем в рамках развития биотехнологий в сельском хозяйстве в 2015 году разработаны и согласованы с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти проекты федеральных законов «О производстве и обороте органической продукции» и «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «О производстве и обороте органической продукции».

Сельскохозяйственные биотехнологии можно разделить на два основных направления для животноводства и растениеводства.

***Основными направлениями применения биотехнологических продуктов для животноводства являются:***

1. Компоненты для кормов:

- Кормовой микробиологический белок
- Витамины и провитамины: Б2, Б7 или Н (Биотин), Б12, каротиноиды
- Аминокислоты, получаемые микробиологическим синтезом (лизин, треонин), а также препараты, стимулирующие их выработку самим животным.
- Ферменты и ферментные смеси (мультиэнзимные комплексы)
- Пробиотические комплексы
- Пребиотики, только получаемые биотехнологическими методами
- Биодеструкторы и ингибиторы синтеза токсинов в кормах.
- Кормовые антибиотики.
- Силосные консерванты (закваски)
- Прочие компоненты

2. Новые породы животных, полученные с использованием биотехнологических методов.

3. Ветеринарные препараты, средства диагностики, методы определения и исследования патогенов и прочее, получаемые биотехнологическими методами или использующие такие методы.

4. Переработка отходов животноводства биотехнологическими способами.

#### *Российский рынок кормов*

Российский рынок кормов характеризуется достаточно интенсивным ростом. При этом, по мнению Feedland Group, основным драйвером развития является сектор индустриального производства свинины и мяса птицы. По оценке экспертов, в 2015 году на него пришлось порядка 24 млн. тонн комбикорма. Производство премиксов в 2015 году выросло на 14 %, при этом доля импортных смесей в общероссийском потреблении сократилась до 15 %.

Подавляющее большинство российских производителей пользуется продукцией отечественных премиксных предприятий, предлагающих качественные смеси в соответствии с мировыми кормовыми стандартами. Тщательный отбор поставщиков и анализ эффективности используемых кормовых добавок позволяет достигать желаемых экономических результатов и сохранять конкурентоспособность. Производители нацелены на экономический эффект не за счет снижения затрат и использования дешевых, но неэффективных (а зачастую и опасных) кормовых добавок, а за счет повышения эффективности производства.

В структуре рынка основная доля приходится на аминокислоты лизин и треонин. При сохранении существующих показателей прироста, потребность на рынке аминокислот в 2015 г. оценивается 100-120 тыс. тонн и 265-300 млн. долл. США.

Российский рынок кормовых добавок полностью зависим от импортных поставок витаминов, среди которых основное место занимают рибофлавин, аскорбиновая кислота, фолиевая кислота и др.

В конечной стоимости продукции отечественного свиноводства импортная составляющая около 20 %. Это корма, кормовые добавки, ветпрепараты и оборудование.

*Ветеринарные препараты, средства диагностики, методы определения и исследования патогенов и прочее, получаемые биотехнологическими методами или использующие такие методы*

Основу рынка ветеринарных препаратов в России составляет импортные биологические препараты, а в структуре потребления отечественных препаратов преобладают продукты с низкой доходностью (например, вакцины), имеющие, тем не менее, определенный экспортный потенциал.

Правильная диагностика заболеваний является ключевым элементом борьбы с эпифитотиями и эпизоотиями, а безопасность продуктов питания является необходимым элементом профилактики заболеваний человека. Рынок диагностики ветеринарии составил в 2013 г. свыше 3 млрд. долларов США, и показывает ежегодное увеличение порядка 10 % в течение последних 5 лет.

Во всём мире, кроме развитых стран, наблюдается уменьшение числа подготовленных специалистов в области традиционных методов диагностики возбудителей болезней и паразитов растений и животных, в связи с этим, современные диагностические автоматизированные системы, основанные на молекулярно-биологических методах, приобретают особое значение.

За последнее десятилетие российский рынок пробиотиков прошел несколько стадий формирования и развития, достигнув на сегодняшний момент стадии насыщения.

Большинство потребляемых пробиотиков российского производства. По состоянию на 2015 год объем рынка кормовых пробиотиков в Российской Федерации оценивался приблизительно в 1 млрд. рублей.

*Новые породы животных, полученные с использованием биотехнологических методов*

В настоящее время в результате успехов фундаментальных наук возникла возможность развития принципиально новых эффективных методов влияния на организм животных и на их наследственность. Использование биотехнологии позволяет решать большое количество задач, направленных на улучшение генотипа сельскохозяйственных животных.

Стартовавший в 2005 г. в США проект по внедрению геномной оценки в практику молочного скотоводства положил начало геномной эре в селекции. Исполнителями проекта являлись Департамент сельского хозяйства США (USDA), государственные университеты и частная корпорация Illumina (Сан-Диего, США). Были секвенированы геномы молочных и мясных пород европейской и американской селекции, африканские породы *taurus* и *Bos indicus*. По результатам отобрано около 54 тыс. однонуклеотидных полиморфизмов (SNP), с помощью которых можно определять ценность племенного материала методами генетической экспертизы.

Генетическая экспертиза племенного материала (племенной продукции) проводится в целях: подтверждения истинности происхождения (принадлежности) племенной продукции (или соответствия происхождения племенного материала данным первичного зоотехнического и племенного учета); выявления генетических аномалий; контроля генетической безопасности (безвредности); оценки генетического потенциала животных.

В Российской Федерации следует отметить всероссийский масштаб востребованности технологии ДНК-паспортизации КРС и свиней, внедрение которых осуществляется более чем в 30 субъектах РФ.

Развитие направления молекулярной селекции на территориях нашей страны 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.

Встройка интерферона в организм животных является важнейшим фактором формирования неспецифической резистентности организма; в результате его действия



создаются препятствия развитию другой инфекции (интерференция вирусов) или заболеваний и увеличивается резистентность организма. В связи с этим представляется возможность по заранее намеченному плану реконструировать геном скота, придать ему заранее заданные свойства.

Можно быть уверенным, что в ближайшей перспективе будут созданы новые формы крупного рогатого скота, обладающего рядом уникальных свойств, полученных методами генной инженерии (закономерности конструирования *in vitro* рекомбинантных молекул ДНК и их поведения в реципиентной клетке). Уже накоплен большой опыт культивирования соматических клеток животных *in vitro*, разработаны способы длительного хранения клеток при низких температурах.

Большую важность представляет разработка методов извлечения из яичников коров-доноров яйцеклеток, культивирования, оплодотворения созревших ооцитов *in vitro* и последующего их раннего развития, а затем трансплантация (пересадка) коровам реципиентам. При этом генно-инженерные манипуляции (приемы работы, требующие большой точности) проводятся на фазе зиготы.

При традиционных методах разведения и воспроизводства скота в среднем от каждой коровы получают 4-6 телят (2-3 бычка и 2-3 телки). Таким образом, возможности размножения маток с ценным генотипом в скотоводстве весьма ограничены.

Трансплантация, ранних эмбрионов основана на ускорении процессов размножения потомков ценных коров доноров. За год получают от донора 10-20 эмбрионов, которые можно заморозить, а затем осуществлять пересадку коровам-реципиентам. Техника пересадки уже отработана и дает возможность увеличить темпы селекции крупного рогатого скота в 10-20 раз и более. Приживляемость пересаженных зародышей при этом – около 50-60 %.

В мире ежегодно пересаживаются сотни тысяч эмбрионов. Сегодня трансплантация эмбрионов (ТЭ) широко применяется в мире для размножения животных мясных пород. Например, в США на долю пересадок «мясных» эмбрионов приходится 58 %, в России осуществляется порядка 2000 тыс. пересадок в год. Лидерами развития данного направления являются крупнейшие мировые производители племенного материала сельскохозяйственных животных и птицы: Эй Би Эс (ABS, США), Дан Бред (Dan Bred, Дания), Топигс (Topigs) и Хипор (Hypor, Голландия) и другие.

#### *Переработка отходов животноводства биотехнологическими способами*

Следует отметить, что в Российской Федерации наметилась тенденция отставания развития направления переработки отходов животноводства от мирового уровня данных биотехнологий. Отдельные научно-исследовательские работы, производимые в

институтах РАН и Россельхозакадемии, позволили разработать технологии, являющиеся конкурентоспособными на мировом уровне. Однако дальнейшее развитие таких технологий с целью их коммерциализации сдерживается отсутствием единой программы развития сельскохозяйственных биотехнологий в Российской Федерации.

Методы биотехнологии позволяют полностью переработать отходы агропромышленного комплекса, и в ряде стран само понятие «отходы» для сектора уже не существует. По данным Росстата, в сельском хозяйстве переработке и обезвреживанию подвергается 85 % отходов. Однако, по другим данным, реальный показатель составляет порядка 30 %, при этом существующие нормативы хранения отходов, в частности отходов животноводства, по большей части не соблюдаются.

Практически на любой животноводческой ферме сталкиваются с проблемой накопления большого количества навоза, продукта жизнедеятельности животных. Навоз – это ценное органическое удобрение, в котором содержится большое количество питательных для почвы и растений веществ. Однако, использование органических удобрений в некоторых странах регулируется законодательными нормами. Более того, переработка навоза часто является необходимостью. Например, в чистом виде свиной навоз малоэффективен в качестве удобрения, а в ряде случаев использование экскрементов животных в чистом виде не желательно и может нанести вред возделываемым растениям, окружающей среде, качеству грунтовых вод; к тому же сам процесс внесения такого удобрения очень трудоемок. Во избежание негативных последствий производится переработка навоза в удобрение приемлемое для дальнейшего использования, тем более что в настоящее время технологами используются новые возможности и современные технологии.

На сегодняшний день применяются несколько технологий переработки свиного навоза: компостирование и вермикомпостирование; биотермическое обеззараживание; ускоренная ферментация; гранулирование навоза и получение гранулированных органоминеральных удобрений; разделение на жидкую и твердую фракции.

Фермы, на которых содержится большое количество крупного рогатого скота, с проблемой переработки навоза встречаются наиболее часто. Продукт жизнедеятельности животных может быть нескольких видов: твердый, жидкий, полужидкий и подстилочный. В любом случае переработка навоза КРС с использованием различных технологий, от компостирования до анаэробной переработки и гранулирования, очевидно необходима.

Особое внимание необходимо уделить переработке птичьего помета, использование которого в чистом виде в качестве удобрения не рекомендуется. При этом

количество отходов на птицефабриках достаточно большое: за год одна курица-несушка поставляет до 300 яиц (до 18 кг), а помета – до 73 кг.

Агропромышленный комплекс является одним из крупнейших производителей отходов. Рынок биотехнологической переработки только начинает развиваться. В некоторых регионах отходы животноводства активно используются для получения биогаза.

***Основными биотехнологическими продуктами для растениеводства являются:***

1. Новые сорта растений, генетическая паспортизация и прочее, с использованием биотехнологических методов.
2. Биологические удобрения и регуляторы (стимуляторы) роста
3. Биологические средства защиты растений (биопестициды), средства диагностики, методы определения заболеваний и прочее.
4. Переработка отходов биотехнологическими способами.

*Новые сорта растений, генетическая паспортизация и прочее, с использованием биотехнологических методов*

Ученые тысячелетиями занимались селекцией, однако получение новых растений путем скрещивания может занимать до нескольких десятков лет, и не всегда приносит ожидаемые результаты. Ситуацию значительно изменила генная инженерия, благодаря которой стало возможным создание генетически модифицированных организмов за счет переноса фрагмента ДНК из одного организма в другой и изменения тем самым определенных свойств. Генно-модифицированные сельскохозяйственные культуры активно выращиваются во всем мире. Например, мировые посевы кукурузы, рапса, хлопчатника и сои на 99 % составляют трансгенные растения (News Daily). Лидерами в области использования генно-модифицированных сельскохозяйственных культур являются: Бразилия (23 %), США (40 %), Аргентина (14 %), Канада (6 %), Индия (6 %). Лидирующие компании – Monsanto, DuPont Pioneer и Syngenta.

Настоящий прорыв в технологии произошел относительно недавно: сразу несколько американских и европейских научных коллективов опубликовали в 2012 году работы о применении CRISPR-систем для редактирования геномов.

Особенность метода генного редактирования CRISPR/Cas9 состоит в том, что с помощью естественных механизмов иммунной системы организм самостоятельно вырезает у себя выявленный неправильный участок ДНК. Подобные изменения в геноме организма могут происходить (и происходят) в результате естественной эволюции. По результату генного редактирования невозможно определить, сделан он в результате

человеческого вмешательства или естественной мутации. Недавно шведским генетикам удалось убедить регулирующие органы, что в соответствии с требованиями Евросоюза растения не признаются генетически модифицированными организмами, если они не содержат «чужеродной ДНК». Таким образом, генетические эксперименты CRISPR/Cas9 и выращивание генетически изменённых растений методом CRISPR/Cas9 теперь не запрещено во всех странах ЕС.

22 сентября 2016 года стало известно, что Monsanto (лидер на рынке агрохимии) приобрела не исключительную лицензию на технологию CRISPR/Cas9 у Института Броуда. Компания уже поставляет более 20 % всей продукции на этом рынке и производит большую часть ГМО-семян, а также растений, полученных с помощью геномной селекции. За годы исследований геномов культурных растений компания накопила огромную базу данных «полезности» отдельных генов и их комбинаций для улучшения свойств растений. Лицензия на использование CRISPR/Cas9 позволит уже в ближайший год «собрать плоды» с новой технологии – Monsanto получила право выводить на рынок новые, качественно измененные сорта. Так, технология позволит компании, например, создавать сорта для нетипичных климатических зон, под конкретные географические условия. Это может решить проблему с недостатком продовольствия в мире и свести на нет прогнозы голода, связанного с постоянным увеличением населения планеты и системным уменьшением посевных площадей.

Слияние Monsanto с немецким гигантом Bayer образует мощный консорциум, который сможет контролировать более 30 % мирового рынка продовольствия.

Сейчас рынок семян уже фактически поделен между американскими и европейскими компаниями. Недавно к ним присоединился Китай: в феврале 2016 года китайская госкорпорация ChemChina купила швейцарскую компанию Syngenta за \$43 млрд, и теперь контролирует чуть больше 28 % рынка. Следующим лидером считается американская компания DuPont – 17,5 % рынка. Таким образом, три компании в ближайшее время будут контролировать 75 % всего мирового агропромышленного комплекса.

Россия пока не занимает на этом поле хоть сколько бы то ни было значимого места. Из 400 зарегистрированных в мире ГМО-сортов только 22 разрешено ввозить на территорию страны и использовать в пищу, а выращивание и разведение генномодифицированных растений полностью запрещено поправками, внесенными летом 2016 года в закон «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности». Исключение предусмотрено только для проведения научных работ.

Какое-то время эти запретительные меры позволят сдерживать поток иностранного продовольствия, но уже сейчас технологии развиты таким образом, что отличить продукт, полученный традиционным методом селекции, от продукта, выращенного при помощи технологии CRISPR/Cas9, невозможно. А это значит, что российское сельское хозяйство находится в проигрышном положении, только поддержка современных агробiotехнологий и принятие ГМО как одного из путей развития агропромышленного комплекса позволит нашей стране конкурировать на мировом продовольственном рынке.

В России остро стоит вопрос оценки безопасности ГМО: требуется проведение полного спектра исследований, выполнение каждого из которых обязательно. В соответствии с действующей в России системой оценки безопасности ГМО растительного происхождения только 21 линия ГМО прошли полный цикл медико-биологических исследований за период с 1999 по 2013 гг. и были разрешены для использования в питании населения страны.

Но несмотря на столь жесткие меры контроля, на данный момент существует угроза потери контроля за ГМО растительного происхождения, так как появилось так называемое, ГМО 2-го поколения, полученное по технологии CRISPR/Cas9, которое не содержит регуляторные последовательности (промотор 35S и терминатор NOS), на выявлении которых основана действующая стратегия контроля за генно-модифицированными сельскохозяйственными культурами, применяемая в Российской Федерации. Для обнаружения ГМО 2-го поколения необходимо составить базу данных, содержащую информацию о последовательности нуклеотидов, характерной для конкретного трансформационного события и выявить стандартные образцы конкретной линии ГМ растений.

#### *Биологические удобрения и регуляторы (стимуляторы) роста*

Биологические стимуляторы роста растений активно применяются во многих отраслях сельского хозяйства, давая постоянно возрастающий экономический эффект. Эти стимуляторы основаны на продуктах микробного синтеза. Чаще всего биостимуляторы применяются в следующих случаях: стимулирование прорастания семян и клубней; ускорение процессов корнеобразования; управление процессом цветения; повышение урожайности; борьба с вирусной инфекцией и т. д.

Недавно Zion Research опубликовала новый отчет «Регуляторы роста растений. Тенденции и прогноз, 2014 – 2020» Согласно отчету, глобальный рынок регуляторов роста растений был оценен примерно в 3,5 млрд долларов США в 2014 году и, как ожидается, составит около 6,4 млрд долларов США к 2020 году, рост рынка в среднем составляет 8,2 % в период между 2015 и 2020 гг.

В 2014 году на европейский рынок приходилось 30 % мирового рынка биологических стимуляторов роста. Это связано с ростом органического сельского хозяйства в этом регионе. Азиатский рынок также показывает значительный рост, что связано с увеличением производства хлопка в Китае и Индии. Северная Америка, как ожидается, покажет значительный рост благодаря высокому спросу на лекарства из растительного сырья.

Ключевые игроки на мировом рынке регуляторов роста растений: Syngenta AG, BASF, Bayer CropScience, Tata Chemicals Limited, DuPont, NuFarm Limited, Redox Industries Limited, Sichuan Guoguang Agrochemical Co. Limited, Crop Care Limited и Valent BioSciences Corporation.

Российский рынок биопестицидов в 2013 г. оценивался в 250 млн.руб., ежегодный рост оценивается в 6,5 %.

*Биологические средства защиты растений (биопестициды), средства диагностики, методы определения заболеваний и прочее*

Биологический метод борьбы с вредителями и болезнями растений (биопестициды) заключается в использовании паразитических и хищных насекомых, грибных, бактериальных, вирусных микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Среди большого разнообразия БСЗР выделяют 4 категории: 1) микробиологические препараты на основе микроорганизмов (бактерий, грибов, вирусов) и продуктов их жизнедеятельности. Более 50 % в этой группе составляют препараты на основе *Bacillus thuringiensis*; 2) препараты из растений, экстрактов растений и прочих природных субстратов. Пестицидное действие которых обусловлено наличием в них специфических биологически активных веществ; 3) феромоны – препараты на основе природных соединений, не оказывающих токсического действия на вредные организмы, а влияющих только на их поведение. Обычно используются в виде приманок и ловушек вредных насекомых; 4) естественные хищники, антагонисты и конкуренты вредных организмов.

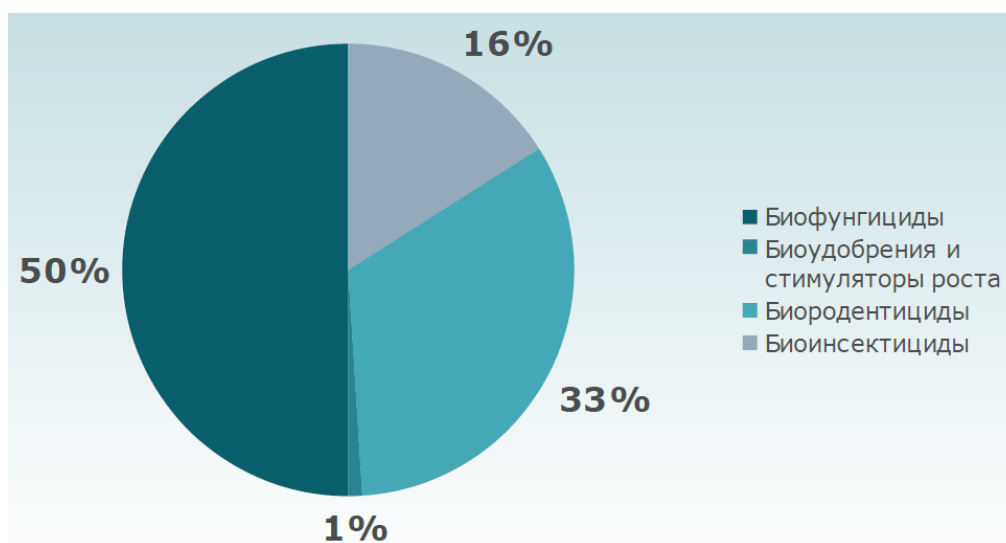
Действующими агентами биопрепаратов являются компоненты природных биоценозов, поэтому применение БСЗР безопасно для окружающей среды и человека. Так, по данным Techart Research, объем мирового рынка биологических средств защиты растений по итогам 2013 года составил 2,5 млрд долл. Среднегодовые темпы роста рынка (CAGR) за последние 5 лет оцениваются в 7 %.

По оценкам экспертов отрасли, российский рынок биологических средств защиты растений в 2015 году по-прежнему составлял **не более 3 %** рынка химических пестицидов. К причинам такого низкого процента потребления биоСЗР можно отнести:

- низкий уровень культуры земледелия в целом и осведомленности о современных тенденциях аграрной практики;
- низкий уровень рентабельности сельскохозяйственного производства, когда перед растениеводами в первую очередь стоит задача минимизации издержек, а не совершенствование системы защиты растений за счет перехода на более безопасные препараты.
- Высокие темпы прироста рынка были зафиксированы в 2011 (+32 %) и 2014 (+25 %) гг. В 2015 году объем российского рынка биологических средств защиты растений составил **3,87 тыс. тонн**, что на 10,98 % больше аналогичного показателя 2014 года.
- В 2015 году в структуре российского рынка биоСЗР преобладали препараты фунгицидного действия, на долю которых приходилось около 50 % общего объема рынка в натуральном выражении. Следом располагались биоудобрения и стимуляторы роста – 26 %, наименьшую долю занимали биородентициды – 8 %.
- Для структуры рынка биоСЗР характерны периодические колебания с некоторым увеличением доли биоинсектицидных препаратов, которые в большей степени связаны с увеличением масштабов обработки лесных массивов.

Структура российского рынка биоСЗР в разрезе типов продукции в 2015 году представлена на следующем рисунке.

Рисунок 1.3. Структура российского рынка биоСЗР в разрезе типов продукции в 2015 году, в % от общего объема рынка в натуральном выражении (источник: «Текарт» на основании экспертного опроса; данных открытых источников информации)



По мнению участников рынка, преобладание биофунгицидов в структуре российского рынка биоСЗР определено следующими факторами:

- ценовая конкурентоспособность препаратов;

- удовлетворительные показатели эффективности по сравнению с химическими средствами;
- спектр активности включает ряд проблемных инфекций, например, корневые гнили и альтернариоз, в борьбе с которыми распространенные химические средства не позволяют добиться желаемого результата;
- более широкий спектр действия в сравнении с другими биологическими средствами защиты растений;
- отдельные препараты позволяют получить комбинированный эффект.

По оценкам экспертов, в настоящее время спрос на БСЗР в РФ удовлетворен только на 40-45 % в среднем по всем сегментам потребления. Емкость рынка БСЗР в 2013 году составила около 5 500 тонн.

Российский рынок биоСЗР характеризуется следующей особенностью – рынок биопестицидов, рецептуры которых основаны на вирусах, бактериях и грибах, практически полностью формируется за счет внутреннего производства, в то время как в рынок биопестицидов на основе биоагентов (энтомоакарифаги), напротив, полностью формируется за счет импортных поставок.

В 2015 году на российском рынке биологических средств защиты растений было представлено 20 компаний<sup>1</sup>. По количеству расположенных предприятий лидером среди регионов является Москва: ЗАО «Агробιοтехнология», ООО «Биоформатек», НПО «Биотехсоюз», ООО «Фармбиомедсервис», ООО «Биохимические технологии», ООО «Эдна». Также 3 предприятия находятся в Новосибирской области (ООО «НПФ «Исследовательский центр», ООО «ПО «Сиббиофарм» и ООО «Фитапром»). Региональная структура размещения российских производителей биоСЗР представлена на рисунке 1.4.

Методы биотехнологии позволяют полностью переработать отходы агропромышленного комплекса, и в ряде стран само понятие «отходы» для этого сектора уже исчезло. Агропромышленный комплекс является одним из крупнейших производителей отходов.

В Российской Федерации на данный момент утилизируется или перерабатывается не более 30 % отходов АПК, а рынок биотехнологической переработки только начинает развиваться.

---

<sup>1</sup> Без учета филиалов ФГУ «Россельхозцентр» и станций защиты растений.



Рисунок 1.4. Региональная структура размещения российских производителей биоСЗР.  
(источник: *Research.Techart* на основании экспертного опроса; данных открытых источников информации).



#### *Переработка отходов биотехнологическими способами*

В последнее время наметился положительный тренд на увеличение использования биотехнологий для переработки отходов агропрома. Это обусловлено как появлением более доступных технологий, так и постепенной интенсификацией сельского хозяйства в условиях растущей конкуренции. Такие отходы растительного происхождения, как шроты и жмыхи, получаемые при отжиге семян масличных культур (подсолнечник, соя, тыква, лени и другие) практически полностью утилизируются на кормовые цели и используются в качестве биодобавок. Отходы подсолнечника благодаря высокому содержанию белка и витаминов считаются одними из самых ценных и относительно дешевых кормов животных. Так, применение отходов подсолнечника при откорме свиней позволяет эффективно повысить продуктивность животных и заодно сократить расход питательных веществ.

В 2014 году производство подсолнечного жмыха и шрота в РФ составило 3215 тыс. тонн. В 2015 году этот показатель вырос на 5 % по сравнению с 2014 и составил, по оценкам USDA, 3 380 тыс. тонн. За 10 лет, по отношению к 2005 году, объемы выросли на 62,4 % или на 1 299,0 тыс. тонн. Россия находится на 2-м месте в мире по объему производства подсолнечного жмыха. Тенденция в росте производства жмыха не отражается на росте экспортных цен на российский подсолнечный жмых (средняя стат. стоимость экспорта) в феврале 2016 года составили 162,7 USD/т, что на 21,6 % ниже уровня цен годичной давности. За два года цены снизились на 28,4 %.

#### 1.4 Природоохранные (экологические) биотехнологии

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.

В России экологии уделяется гораздо меньше внимания по сравнению с развитыми странами Европы и США. Между тем, устойчивое развитие экономики невозможно обеспечить без развитой инфраструктуры утилизации отходов и устранения последствий техногенных загрязнений. В последнее время в мире получило развитие направление природоохранных технологий, причем приоритетное значение получило использование биотехнологий. Данный сектор представлен двумя основными сегментами:

- биотехнологическая переработка отходов
- биоремедиация почв, вод и воздуха

Рынок России характеризуется крайне незначительной степенью использования биологических методов очистки загрязненных территорий от нефти и нефтепродуктов, несмотря на наличие развитой нефтедобывающей отрасли, а также значительной потенциальной емкости рынка для продуктов данного вида. По экспертным оценкам, ежегодные потери нефти в России достигают 1,5 – 2,0 % от суммарного объема ее добычи в стране, а потери нефтепродуктов оцениваются в 0,1 – 0,5 % от суммарного объема их производства. Ежегодно в России происходит более 40 тыс. аварий, связанных с разливами нефти и нефтепродуктов, а суммарная площадь территории страны, загрязненной нефтепродуктами, составляет более 800 тыс. га. При этом объем продаж биодеструкторов в России в 2010 году не превысил 30 млн. рублей (1 млн. долларов США), более 80 % продукции импортируется.

В настоящее время в России 100 % реагентов для производства целлюлозы импортируется. Рынок небольшой (менее 10 млн. долларов США в год), но активно растущий – увеличился в несколько раз за последние 3 года. Темпы роста сохранятся в ближайшие 5 – 7 лет, что обусловлено, во-первых, ужесточением экологических требований к целлюлозно-бумажным комбинатам (ЦБК) и, во-вторых, существенным ростом объемов производства целлюлозы (за счет модернизации и строительства новых ЦБК).

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.

Агропромышленный комплекс является одним из крупнейших производителей отходов. По данным статистики, в России в 2010 году сектор сельского и лесного хозяйства выдал почти 68 млн. тонн отходов, из которых использовано или обезврежено 18,8 млн. тонн (28 % от объема).

Аналогичный 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. тонн, из них было переработано порядка 74,5 млн. тонн (64 % от объема).

По сравнению с агропромышленным комплексом ситуация в пищевой перерабатывающей промышленности характеризуется осторожным оптимизмом. По данным Росстата в России в 2009 году из 25,1 млн. тонн отходов было переработано или нейтрализовано 11,4 млн. тонн (45 % от общего объема).

В молочной промышленности одним из побочных продуктов производства является молочная сыворотка. По данным Росстата в 2009 году получено 1,97 млн. тонн сыворотки, до 2008 года включительно объем выработки сыворотки превышал 2 млн. тонн. При этом за период с 2002 по 2008 гг. объем выработки молочной сыворотки в РФ увеличился практически на четверть. Из этого объема на переработку в молочную промышленность направляется порядка 40 %. Большая часть сыворотки подлежит утилизации как отход производства, что сопряжено со значительными экологическими рисками. При этом высокое содержание белка и усвояемых углеводов обуславливает широкие перспективы применения молочной сыворотки как в качестве основного сырья для получения продуктов пищевого назначения, так и в качестве субстрата для биотехнологического производства химических соединений и фармацевтических препаратов. В Европейском союзе объем доступной жидкой сыворотки составляет более 75 млн. тонн, 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 %.

Среди отходов растительного происхождения значительным потенциалом для использования на пищевые цели обладают шроты и жмыхи, получаемые при отжиме семян масличных растений (подсолнечник, соя, тыква, лен и др.). В настоящее время в РФ

они практически полностью утилизируются на кормовые цели. В то же время они являются ценным сырьем для получения белковых изолятов и текстуратов, пищевых волокон и других пищевых ингредиентов функционального и технологического назначения, которые на отечественном рынке представлены практически исключительно продуктами зарубежного производства.

Предупреждение вредного воздействия радиоактивных отходов (РАО) на человека является одной из актуальных задач XXI века. В период с 1963 по 1994 гг. в глубокозалегающие пласты-коллекторы в России удалено более 46 млн. м<sup>3</sup> отходов с активностью ~109 Ки, что привело к образованию глубинных хранилищ. В состав отходов входят техногенные радионуклиды, а также токсичные макрокомпоненты: нитраты, ацетаты и сульфаты щелочных металлов, железо, никель, хром и др. Существующие наземные и глубинные хранилища токсичных и радиоактивных отходов являются потенциально опасными объектами и прямыми источниками загрязнения окружающей среды и, прежде всего, водных запасов. Биоремедиация экосистем от металлов и радионуклидов существенно отличается от очистки от токсичных органических соединений. С помощью микроорганизмов органические субстраты полностью разрушаются до неорганических компонентов, CO<sub>2</sub> и воды. Поскольку токсичные металлы и радионуклиды не могут быть разрушены, биоремедиация заключается в концентрировании металлов и снижении их биологической доступности. Первым этапом обычно является иммобилизация металлов путем комплексообразования или снижения растворимости. При восстановлении U(VI) до U(IV) его растворимость снижается, что способствует иммобилизации радионуклида. Роль микроорганизмов в концентрировании и миграции радионуклидов в поверхностных и глубинных хранилищах жидких радиоактивных отходов мало изучена, что и определяет перспективность проведения научных исследований и разработки природоохранных биотехнологий биоремедиации загрязненных радионуклидами подземных экосистем.

## **1.5 Пищевая промышленность**

Продовольственное обеспечение населения страны имеет первостепенное значение и является важнейшей государственной задачей. Гарантированная физическая и экономическая доступность безопасных продуктов питания для каждого жителя в количестве, необходимом для активной и здоровой жизни, – важнейший фактор социальной стабильности, необходимое условие повышения качества жизни российских граждан.

В настоящее время в Российской Федерации применение высоких современных технологий, в частности, биотехнологии, в области создания продовольственной базы страны, является одним из государственных приоритетов. Базовым документом, обеспечивающим государственные гарантии в отношении продуктов питания, является «Доктрина продовольственной безопасности РФ», утвержденная приказом Президента Российской Федерации от 30.01.10 № 120. Одной из основных задач, определяемых Доктриной, является достижение и поддержание доступности безопасных пищевых продуктов в объемах и ассортименте, которые соответствуют установленным рациональным нормам потребления, необходимым для активного и здорового образа жизни. Для формирования здорового типа питания населения документ предполагает развитие фундаментальных и прикладных научных исследований по медико-биологической оценке безопасности новых пищевых источников и ингредиентов, внедрения инновационных технологий, технологии органического производства, а также наращивания производства новых обогащенных, специализированных и функциональных пищевых продуктов.

В настоящее время действуют и вступили в действие несколько важнейших документов, определяющих государственные интересы в сфере развития пищевой промышленности и пищевой биотехнологии в частности:

- Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации»;
- Постановление Правительства РФ от 14 июля 2012 г. N 717 «О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 годы»;
- Распоряжение Правительства РФ от 25 октября 2010 г. N 1873-р «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года»;
- Распоряжение Правительства РФ от 3 декабря 2012 г. N 2237-р «Об утверждении Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы»;
- Комплексная программа развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года, утверждена Правительством Российской Федерации N 1853п-П8 от 24.04.2012 г.
- Постановление Правительства Российской Федерации N 839 от 23.09.2013 г. «О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов,

предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы»;

- Указ Президента РФ от 30.01.2010 N 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации»
- Распоряжение от 2 февраля 2015 года № 151-р «Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года»
- Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 10.11.2015 N 149 («органические продукты») Решение от 28 мая 2010 г. N 299 О применении санитарных мер в Евразийском Экономическом Союзе 1.1. Пункт 18 Раздела 1.4 «Общие требования к маркировке пищевых продуктов» в части «Органические продукты»
- Федеральный закон от 3 июля 2016 г. N 358-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования государственного регулирования в области генно-инженерной деятельности»
- ГОСТ Р 56508-2015. «Национальный стандарт Российской Федерации. Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.06.2015 N 844-ст
- ПЛАН мероприятий («дорожная карта») «Развитие рынка ФудНэт»

Основными целями развития пищевых биотехнологий в Российской Федерации являются ликвидация отставания от развитых стран и выход России на лидирующие позиции в данной области.

Согласно Комплексной программе развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года, современная пищевая биотехнология представляет собой индустрию пищевых ингредиентов – вспомогательных технологических добавок, вводимых в пищевые продукты в процессе их изготовления для повышения их полезных свойств. Подавляющее большинство пищевых ингредиентов в настоящее время импортируется, в связи с чем организация их производства в России является актуальной, социально востребованной задачей.

Развитие промышленной пищевой биотехнологии в целом направлено на производство пищевых продуктов с про-, пре- и синбиотическим действием, целевых продуктов с заданными свойствами, функциональных и специализированных пищевых продуктов, биологически активных веществ, в том числе витаминов, минеральных веществ, аминокислот и др., биологически активных добавок к пище, стартерных культур и высококонцентрированных заквасок, пищевого белка (белковые продукты из

малоценных отходов, побочные продукты переработки растительного и животного сырья, белковые продукты с улучшенными свойствами), различных пищевых ингредиентов, в том числе, ферментных препаратов, и функциональных смесей.

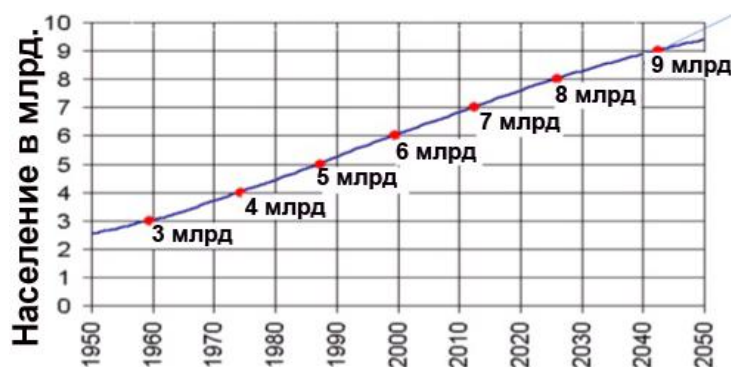
Отдельно стоит выделить рынок пищевого оборудования и рынок систем по определению безопасности пищевых продуктов.

Следует отметить разбалансировку научных заделов в области биотехнологий с запросами предприятий реального сектора экономики. Для устранения несоответствий и верного выбора приоритетных научных направлений далее проведен анализ рынков.

#### *Пищевой белок*

Рост мировой численности населения (9 млрд. к 2050 г.) ведет к распространению скрытого голода (несбалансированное питание, недостаток необходимых витаминов и минералов). Особенно остро сегодня в мире существует дефицит пищевого белка и недостаток его в ближайшие десятилетия, вероятно сохранится. На каждого жителя Земли приходится около 60 г белка в сутки, при норме 70. Снижение употребления белка с пищей соответствует современным мировым тенденциям снижения степени обеспеченности населения Земли белком. Общий дефицит белка на планете оценивается в 10-25 млн т в год. Из 6 млрд человек, живущих на Земле, приблизительно половина страдает от недостатка белка.

Рисунок 1.5 Динамика роста численности населения в мире с 1950 по 2050 гг.



По данным Института питания РАМН, начиная с 1992 г. в России потребление животных белковых продуктов снизилось на 25-35 % и соответственно увеличилось потребление углеводсодержащей пищи (картофеля, хлебопродуктов, макаронных изделий). Среднедушевое потребление белка уменьшилось на 17 – 22 %: с 47,5 до 38,8 г/сут белка животного происхождения (49 % против 55 % рекомендуемых); в семьях с низким доходом потребление общего белка в сутки не превышает 29 – 40 г. Таким образом, ежегодный дефицит пищевого белка в России превышает 1 млн тонн.

Увеличение количества пищевого белка за счет животноводства является менее перспективным путем, по сравнению с растениеводством. На получение 1 кг животного белка, содержащегося в молоке, мясе и яйцах, требуется израсходовать 5-8 кг кормового белка. При этом коэффициенты трансформации растительных белков в белки высокопродуктивных животных и птиц очень низкие (25 – 39 %).

Традиционным путем увеличения ресурсов пищевого белка является повышение производительности растениеводства и животноводства на основе технологий возделывания зернобобовых, масличных и злаковых культур, употребляемых как непосредственно в пищу, так и на корм скоту. Наибольшее количество белка, и особенно лизина, обеспечивают посевы зернобобовых культур: сои, нута, чечевицы, гороха, люпина.

Говоря о протеине следует отметить наличие многообразия в технологиях производства и получения пищевого и кормового белка в зависимости от региона происхождения. Так, сегодня имеется разделение на протеин по происхождению:

- яичный;
- сывороточный (концентрат сывороточного протеина, изолят, гидролизат сывороточного белка, казеин);
- растительные белки (конопляный протеин, соевый протеин, псевдозлаковые культуры как например амарант);
- мясной белок;
- рыбный белок;
- белок насекомых;
- биомасса микроводорослей.

Несмотря на то, что *животные белковые ингредиенты* пока еще занимают 69 % общего рынка белковых ингредиентов, рынок растительных белковых ингредиентов является более быстро растущим сегментом с прогнозируемой скоростью роста около 8 % в год в ближайшие 5 лет. По мнению аналитиков Global Industry Analysts, растительные белки все больше замещают животные белки во многих продуктах питания просто потому, что они дешевле. Будет расти потребление соевых белков в таких новых областях, как производство нутрицевтиков, готовых к употреблению продуктов питания, продуктов для спортивного питания, для фитнеса, в пищевых добавках.

Сегодня в структуре производства белков имеется некоторый дисбаланс. При экспорте более 25 млн тонн зерна Россия экспортирует в пересчете около 250 тыс. тонн белка растительного производства. Но одновременно Россия импортирует мясо и молоко. В 2014 году было импортировано около 221 тысячи тонн животного белка, а в 2016 году импорт упадет до 0,5 млн тонн мяса всех видов, что соответствует 85 тысячам тонн



животного белка. То есть происходит уменьшение зависимости от импорта по белку мяса в два с половиной раза.

#### *Растительные белки*

За счет практического применения достижений генетики за последние годы выведены новые сорта зерновых культур с повышенным количеством белка и лизина. Так, выведены сорта высоколизиновой кукурузы «Опейк-2», ячменя «Хайпроли», сорго, пшеницы с повышенным количеством белка. Путем скрещивания, например, ячменя «Хай-проли» с высокобелковыми мутантами, получены сорта с содержанием лизина 4,5-4,8 % и белка 13,5-15,5 %. Создан гибрид ржи и пшеницы (тритикале) с 3,7 лизина и средним содержанием белка 13,4 %.

Несмотря на многообразие известных источников растительного белка на мировом рынке, практически безальтернативным продуктом остается соя и белковые препараты на ее основе, широко применяемые для получения различных пищевых продуктов. Вместе с тем следует заметить, что производство сои в условиях России в силу ее природно-климатических требований не всегда оправдано с хозяйственно-экономической точки зрения. Кроме того, некоторые химические компоненты сои являются ингибиторами ряда пищеварительных ферментов, таких как пепсин и химотрипсин. Углеводная фракция сои богата олигосахаридами, вызывающими кишечный метеоризм. Поэтому актуален вопрос о разработке отечественных белковых препаратов – аналогов соевых, лишенных этих недостатков.

На современном рынке пищевых ингредиентов соевые белки представлены изолятами, концентратами, текстурированными соевыми продуктами и различными видами соевой муки. Производство изолятов и концентратов белков пищевого назначения требует максимальных инвестиций и сегодня практически полностью сосредоточено у трех фирм-производителей: ADM (США), Solae (США) и Solbar Industries Ltd. (Израиль). Эти фирмы являются мультинациональными корпорациями и имеют заводы по производству соевых белков в США, Бразилии, Европе и Азии. Кроме того, значительное влияние на мировой и отечественный рынок соевых белков оказывает производство соевых белков в Китае. В 2009 году в Китае уже насчитывалось по разным оценкам 40 – 50 заводов по производству соевых белков, из которых стабильно работали около 20 заводов.

Ежегодно появляются новые марки соевых белков с улучшенными функционально-технологическими свойствами, и расширяется ассортимент продуктов питания, в которых используются соевые белки.

В последние годы особое внимание уделяется разработке и внедрению экологически безопасных технологий переработки сои. Много работ проводится в области процессов водной экстракции масла и белка с отсутствием органических растворителей, а также в области механических способов извлечения масла с последующим выделением белков. В этих процессах активно используют энзимные технологии, ультрафильтрацию, ультразвук и т.д. Активно развивается производство функциональных белковых смесей. С учетом интереса потребителей к натуральным органическим продуктам, появились новые марки соевых белков и соевых продуктов питания, полученных по специальным «безреактивным» технологиям. Например, в США компания Green Planet Farms запустила в декабре 2008 года завод по производству «органического» соевого изолята Soygeia по уникальной «безреактивной» технологии водной экстракции соевой муки при низком давлении (G20 – green water process). А летом 2010 года израильская компания Solbar Industries Ltd. расширила свое присутствие на североамериканском рынке за счет приобретения этого нового завода.

С созданием новых технологий производства соевых продуктов, отвечающих вкусовым привычкам западного потребителя, и с разработкой высокоэффективного оборудования для их получения производство традиционных соевых продуктов на основе целых семян сои («soyfoods») вышло на новый виток технологического развития и позиционирования продукции на рынке. Крупнейшие мультинациональные корпорации – производители продуктов питания, такие как Danone, Unilever, Alpro и Coca-Cola, стали включать соевые продукты в сферу своих бизнес-интересов. Исследования французских ученых показывают, что европейский рынок соевых продуктов питания в последние 10 лет растет со скоростью 15 % в год. В молочной промышленности конкурирующие соевые аналоги уже занимают от 1 до 3 % рынка. Компания Alpro, входящая в корпорацию Dean Foods Company, является лидером в производстве напитков и продуктов из сои в Европе с торговыми марками Alpro(R)-соя и Provamel(R). Западный потребитель начал обращать все большее внимание на полезные свойства сои. Соевое молоко и соевые продукты сегодня можно легко найти на полках многих супермаркетов.

В настоящее время можно выделить следующие основные тенденции развития мирового рынка соевых белков:

- создание новых марок соевых белков с новыми функциональными характеристиками для развивающихся сегментов пищевого рынка (напитки, пищевые плитки для спортивного питания, велнесс, аналоги молочных продуктов и т.п.), а также с заданными функционально-технологическими свойствами для определенных рецептур продуктов массового спроса;

- разработка новых видов кормовых белков для определенных видов сельскохозяйственных животных, птицы и аквакультуры, расширение использования соевых белковых концентратов на кормовые цели;
- усиление продвижения соевых белков с учетом положительного воздействия на здоровье человека;
- развитие экологически благоприятных «безреактивных» технологий переработки с получением экологически безопасных соевых пищевых ингредиентов и продуктов питания;
- рост внимания к использованию соевых белков на технические цели;
- доминирование китайских фирм на рынке изолятов соевых белков и активное освоение китайскими производителями технологий и рынка концентратов;
- отказ от использования генномодифицированной сои при переработке на пищевые белки;
- усиление конкуренции с другими видами белков животного и растительного происхождения.

Предварительное исследование состояния вопроса по производству и применению белков растительного происхождения в России позволяет выделить как перспективную зернобобовую культуру – **люпин**, массовая доля белков в котором составляет 30-32 %, отличающихся высоким качеством и перевариваемостью<sup>2</sup>. В отличие от сои люпин практически не содержит ингибиторов протеаз. Привлекательность данной культуры для России связана еще и с тем, что ее можно возделывать без ограничений по почвенным и климатическим условиям.

В качестве альтернативы соевым белкам для России следует рассматривать *белки рапса* в составе вторичных продуктов его переработки на предприятиях масложировой промышленности.

#### *Псевдозлаковые культуры (амарант)*

Выращивание амаранта традиционно широко распространено в Южной Америке, Азии (Индия, Китай), Африке. В Северной Америке и Европе эта сельскохозяйственная культура представлена гораздо меньше из-за доминирования традиционных зерновых культур на рынке, среди европейских стран по выращиванию амаранта лидируют Австрия и Польша, в США в основном выращивают эту культуру на Среднем Западе (например, в Северной Дакоте). Мировыми лидерами по выращиванию амаранта являются Китай (192 млн. тонн в год) и Россия.

<sup>2</sup> Ж.И. Богатырева, Л.В. Антипова, 2009

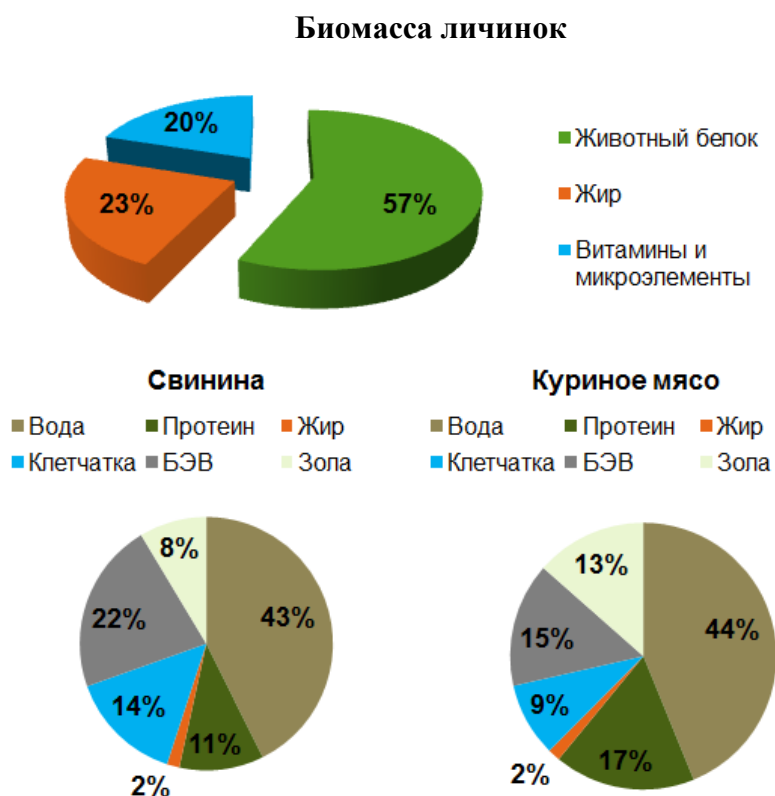
Амарант используется как сырье для животных кормов, а также для производства продуктов питания и масла. Одной из первых компаний, начавших работу с амарантом, с целью получения из него масла методом холодного прессования является немецкая компания AEN Engineering GmbH & Co KG. По производству амарантового масла лидируют «Русская Олива» (Россия), Proderma Biotech Pvt. Ltd. (Индия), Amaranth Bio Company (США), AMR Amaranth a.s (Чехия).

#### *Биомасса насекомых*

В настоящее время рынок продуктов из биомассы насекомых активно растёт не только в традиционных для этого видах продуктов азиатском и африканском регионах, но и в Северной Америке и Европе. При этом, если в странах Азии и Африки преобладает сбор насекомых в естественной среде обитания, то именно в США, Канаде, многих странах ЕС создаётся инфраструктура для промышленного выращивания насекомых. К лидерам рынка относятся США, страны ЕС (Испания, Нидерланды, Франция), Китай.

К ключевым компаниям на рынке продуктов из биомассы насекомых относятся Entomotech (Испания), Meertens (Нидерланды), Agriprotein (Великобритания-ЮАР), Big Cricket Farms (США). В частности, испанская фирма Entomotech разрабатывает пилотный проект получения альтернативного белкового кормового продукта и жира из насекомых. Нидерландская компания Meertens разработала технологию получения до 800 кг биомассы личинок в сутки и технологический механизм ее переработки.

Рисунок 1.6 Сравнение составов биомассы личинок насекомых с составом животных источников белка



В ЮАР британская компания AgriProtein в 2014-2015 гг. построила крупный завод F1, производящий ежедневно 7 тонн кормовой муки, 3 тонны жира и 7 тонн удобрений. В настоящее время компания собирается строить второй завод. Big Cricket Farms – компания, осуществляющая переработку сверчков, она работает с биомассой насекомых в рамках бостонского стартапа Six Foods.

#### *Микроводоросли*

Странами-лидерами на рынках производства продуктов из биомассы микроводорослей, насекомых традиционно являются США и страны ЕС вследствие благоприятного инвестиционного климата, продуманной процедуры привлечения инвестиций, а также развитости технологий. Так в США действует Программа «Развивающиеся рынки», координируемая в том числе Министерством сельского хозяйства США, обеспечивающая поддержку американским сельским хозяйственным производителям для экспорта их продукции (как традиционной, так и инновационной) на иностранные рынки, а также программа Borlaug Fellowship Program – направленная на поддержку научных исследований и внедрение инноваций включая биотехнологии и ГМО. Для направления, связанного с выращиванием амаранта и производством продуктов из него, странами-лидерами являются Китай и РФ за счёт наличия возможности выделить земельные ресурсы под выращивание амаранта (в отличие от большинства стран ЕС и США, где доминирует традиционное монокультурное растениеводство), а также развитой системы переработки сырья из амаранта.

В настоящее время в мире наблюдается рост интереса к биотехнологиям микроводорослей, за рубежом успешно функционируют коммерческие предприятия по производству биомассы фотосинтезирующих микроорганизмов и биопродуктов из нее, регулярно появляются малые инновационные предприятия в этой сфере. Лидирующими странами в данной области являются США, страны ЕС и Израиль. Только в США капитализация компаний биотехнологической отрасли превысила 1 трлн. долларов в 2014 году, 94 компаний из США и Европы вышли в этом же году на IPO, объём привлеченного капитала этими компаниями достиг рекордного показателя 55 млрд. долл., а венчурных инвестиций – 8 млрд. долл.

Примерами успешной реализации проектов в области производства биомассы из микроводорослей являются Cyanotech (Гавайи, США), RoquetteKlötzeGmbH&Co KG (Клётце, Германия), AstaREAL AB (Густавсберг, Швеция), Algatech (Кетура, Израиль).

К основным конкурентным преимуществам компаний-лидеров можно отнести:

- Наличие собственных инновационных разработок. Например, израильская компания Algatech разработала уникальный способ массового производства микроводорослей для последующего получения астаксантина в горячей пустыне Негев в Израиле.

- Высокая доля компаний-лидеров на рынке наиболее привлекательных сегментов – рынок астаксантина, спирулины, биопластиков.

#### *Рынок ферментных препаратов*

Использование ферментов позволяет значительно ускорять технологические процессы, увеличивать выход готовой продукции, повышать ее качество, экономить ценное сырье и др.

Для получения ферментных препаратов пищевого назначения используют органы и ткани сельскохозяйственных животных, культурные растения (ананас, соя, папайя, инжир) и специальные штаммы микроорганизмов. В настоящее время наибольшее применение нашли ферменты микробного происхождения.

В технологии пищевых продуктов применяются ферментные препараты с амилолитической, протеолитической, липолитической, пектолитической, оксидазной активностью. Они используются в пивоварении, виноделии, производстве спирта, фруктовых и овощных соков, хлебопечении, производстве дрожжей, сыра, творога, мясо- и рыбопродуктов, переработке крахмала, производстве белковых гидролизатов и инвертного сиропа.

В 2014 г. произошло значительное увеличение выпуска ферментов в связи с бурным ростом производства биоэтанола. Создание промышленных способов получения недорогих амилолитических ферментных препаратов произвело революционный прорыв в технологии, который повлиял на мировую экономику.

Одна из ведущих фирм по производству ферментных препаратов, датская компания Novozymes, считается непревзойденным лидером в области производства ферментов для получения этанола. Одним из конкурентов Novozymes является Dupont и Genencor.

Сегодня ферменты широко применяют мясная, кондитерская, хлебобулочная, масложировая, не говоря уже о молокоперерабатывающей промышленности. С этой целью широко используют инновации, которые построены на таких направлениях в области исследования получения новых ферментов и разработки современных технологий, как:

- модификация свойств индустриальных ферментов с целью повышения их активности и удешевления целевых продуктов;

- скрининг новых микроорганизмов – продуцентов ферментов;
- получение новых рекомбинантных ферментов с заданными свойствами;
- разработка пищевых нанотехнологий с использованием ферментов.

Новые технологии позволяют расширить сферу применения ферментных препаратов. На сегодняшний день можно насчитать около 15 отраслей пищевой промышленности, где с успехом используют ферменты, причем в каждой отрасли отдельная группа ферментов обеспечивает достижение конкретных целей, позволяющих либо улучшить качество продукта, либо увеличить выход данной продукции или удешевить процесс, а значит, снизить себестоимость продукции. Так, например, в хлебопечении применение ферментов способствует снижению расхода муки, улучшению качества теста, замедляет черствение, а также позволяет расширить производство охлажденного и замороженного теста, выпечка из которого пользуется большой популярностью в Европе и признанием у нас, в России.

В масложировой промышленности использование ферментных препаратов увеличивает выход продукции и экстракцию масла, в крахмалопаточной промышленности благодаря применению ферментов происходит увеличение выхода продукции, модификация крахмала, т.е. получение крахмала с четко заданными свойствами. Переработка зерна, пивоварение, производство молочной продукции, в частности сыров, производство вина, соков и сокосодержащих напитков, спирта, кофе, белковых продуктов, сахара, ароматизаторов, растительных экстрактов и пектина также не обходятся без применения ферментных препаратов. Широко используются ферменты и при производстве мясных изделий. Их применяют для реструктурирования мяса.

На сегодняшний день рынок ферментов достаточно стабилен. Главными игроками на нем остаются такие компании, как Novozymes, Danisco, Genzyme, Roche, Allergen, DSM и BASF. Компания Novozymes контролирует 46 % рынка ферментных препаратов, из которых, по данным исследовательского агентства Freedonia Group, более 26 % приходится на ферменты для пищевой промышленности. Остальная часть (36 %) поделена между Danisco, Genzyme, Roche, Allergen, DSM и BASF.

Рынок пищевых ферментов отмечает исключительно положительную динамику. Для сравнения: весь рынок ферментных препаратов ежегодно «подрастает» в среднем на 10 %, ежегодный рост европейского рынка, обеспеченный инновационными разработками, ожидается на уровне 3,5 %. Мировой рынок ферментов растет вместе с мировым спросом на эту продукцию.

На российском рынке присутствует продукция практически всех мировых лидеров ферментного рынка.

Компания Novozymes имеет в России представительство, и также продает свою продукцию через дистрибьюторов, например фирму «Пищепромпродукт», поставляющую ферментные препараты Novozymes для хлебопекарных и кондитерских предприятий.

Продукцию нидерландской фирмы DSM Food Specialties – молокосвёртывающие ферменты «Фромаза» и «Максирен» – на российский рынок поставляет компания «Антагро».

Крупные фирмы предлагают на рынок, как правило, широкий спектр ферментов. Фирмы, специализирующиеся на определенных отраслях пищевой промышленности, выпускают ферменты специального назначения.

Крупная датская фирма Chr.Hansen, работающая на рынке молочной продукции, уже более 130 лет производит и реализует универсальный сычужный фермент для производства сыра. Компания по праву считается лидером на рынке сыров, поставляя натуральные молокосвёртывающие ферменты производителям сыра во всем мире.

Наряду с корифеями ферментного рынка заметные обороты набирает, например, немецкая фирма AB Enzymes, в которую волилась фирма Gamma Chemie. Продукция Gamma Chemie использовалась в дистилляции, пивоварении, производстве соков и вина. Среди российских дистрибьюторов AB Enzymes подмосковная компания «Гермес-Р» и ростовское ООО «Флори», поставляющие ферменты для всех пищевых отраслей.

Финская компания Six Ltd., специализирующаяся на производстве смесей специй и пищевых добавок, предлагает на российском рынке ферментные препараты на основе транскляминазы для производства мясных изделий.

Препараты голландской компании CSK food enrichment продает московская «Компания Павлов»: натуральный молокосвёртывающий фермент Kalase и микробиологический заменитель сычужного фермента Milase.

Английская компания Biocatalysts предлагает новый фермент для выпечки, сделанный, что немаловажно, без использования генетической модификации. По словам управляющий отдела маркетинга компании Biocatalysts Каролин Вест, предлагая на рынок не генетически измененную продукцию, компания позволяет производителю сделать выбор, что применять – ГМ-ферменты или природные энзимы.

Наряду с европейскими лидерами по производству ферментов все чаще на рынке появляются фирмы из Индии, Южной Кореи, Тайваня, Китая, чьи производства, по мнению аналитиков, влияют на повышение спроса. Так, компания «ХимПартнеры» – российское подразделение индийско-китайско-российской группы ProPartners, специализирующейся на международной торговле сырьевыми материалами, поставляет



ферменты индийского производства для многих отраслей пищевой промышленности (пивоварения, хлебобулочной, соковой, чайной и др.).

Российский рынок пищевых ферментов имеет свои особенности. Так, в Европе уровень использования ферментных препаратов в пищевых отраслях, кроме производства пива и спирта, существенно выше. В России значительно больше продажи ферментов для пивоварения.

Во многих европейских странах доминирующим на рынке пищевых ферментов является хлебопечение – половину продаваемых препаратов составляют ферменты для производства хлеба. В России совсем другая ситуация – применение ферментов в хлебопечении еще недостаточно сильно развито.

В России наибольшее количество ферментных препаратов поступает в пивоваренную отрасль, у нас этот показатель выше, чем в Европе. Потребление пива в стране увеличивается, требования к сырью возрастают, а качество местного сырья, как правило, не соответствует технологическим требованиям. Стоимость качественного импортного солода и ячменя высокая, в России качественного ячменя производят немного, поэтому для работы с недорогим сырьем используют ферментные препараты. Применение ферментов в качестве улучшителей обходится дешевле, чем покупка дорогого импортного сырья.

*Рынок функциональных продуктов питания, включая витамины и функциональные смеси*

Помимо получения технологических пищевых добавок, биотехнологии используются на практике для получения функциональных пищевых ингредиентов (пребиотиков, олигосахаридов, пептидные композиции и др.) и создания на их основе специализированных пищевых продуктов, в том числе функциональных, лечебно-профилактических продуктов и продуктов для детского и спортивного питания. Анализ рынка пищевых товаров показывает возрастание удельного веса и, как следствие, объема производства пищевых продуктов, созданных с применением функциональных пищевых ингредиентов с различным биологическим действием. Интерес потребителей к функциональным продуктам питания, рациональному питанию и здоровому образу жизни обуславливает стабильный рост рынка функциональных ингредиентов и продуктов питания.

Необходимо отметить, что мировой рынок специализированных и функциональных пищевых продуктов интенсивно развивается, ежегодно увеличиваясь на 15-20 %. Об их популярности в европейских странах, США, Японии свидетельствует статистика качественных изменений продовольственного рынка. Во Франции объем производства

пробиотических продуктов и изделий, содержащих биологически активные ингредиенты, за последнее десятилетие вырос в 350 раз. В настоящее время мировой рынок продаж пищевых продуктов с заданным составом и свойствами превышает 50 млрд.долларов США, а потенциал сектора в целом на данный момент составляет 5 % от всего объема.

Мировой рынок продуктов питания и напитков, направленных на улучшение здоровья и общее хорошее самочувствие (health and wellness), в том числе функциональных, продолжает увеличиваться. По данным Euromonitor, 2014 год стал годом возрожденного роста рынка продуктов категории health and wellness. Это свидетельствует о том, что даже в период экономической нестабильности потребитель не забывает о своем здоровье.

По данным Leatherhead, в 2013 году мировой рынок функциональных пищевых продуктов оценивался в 43,27 млрд долл., за четыре года с 2009-го по 2013 год в стоимостном выражении рынок увеличился на 26,7 %. Несмотря на это, темпы роста рынка остаются значительно ниже уровня, наблюдавшегося в первые годы тысячелетия. Рынок пострадал во время глобального экономического спада, и из-за переключения потребителей на более дешевые продукты его рост затормозился.

В период 2013–2014 годов рост продаж на мировом рынке продуктов health and wellness оценивается аналитиками Euromonitor на уровне 6,5 %, объем продаж достиг 774 млрд долл. По прогнозам Euromonitor, основными драйверами роста данного сегмента в ближайшем будущем станут развивающиеся рынки, в период с 2015 по 2019 год эти регионы смогут генерировать 86 % новых продаж. Крупнейший рынок продуктов health and wellness – США, в пятерку лидеров входят также Китай, Япония, Бразилия и Великобритания.

В исследовании компании Leatherhead Food Research, посвященном мировому рынку функциональных продуктов, приведены другие значения основных показателей его развития, что связано с более четким определением рассматриваемых продуктов. Согласно определению, к функциональным относятся только продукты и напитки, которые имеют конкретные функциональные свойства, полезные для здоровья, и не относятся другие продукты, например, такие, как энергетические напитки.

По мнению экспертов New Nutrition Business, мировой рынок продуктов для здоровья сейчас находится на переломном этапе развития, и в 2015 году продажи некоторых крупных брендов в этом сегменте снизились. Категории продуктов, состав которых соответствует современным тенденциям питания – это продукты со сбалансированным составом питательных веществ, имеющие пониженное содержание соли, сахара и жира. При этом эксперты прогнозируют возможное создание

инновационных прорывных технологий в этих направлениях. В этой сфере ожидаются значительные инвестиции ведущих игроков рынка.

**«Пробиотические продукты»** – крупнейший сегмент молочного рынка. Спрос на пробиотические молочные изделия, по прогнозу, достигнет 32,2 млрд долл. (24,1 млрд евро) в 2018 году. Помимо молочных, на рынке все больше выпускается продуктов с пробиотиками в других категориях, например, достаточно успешно продается мороженое, сыр, масло, конфеты и хлебобулочные изделия, обогащенные пробиотиками. Европа и Азиатско-Тихоокеанский регион являются доминирующими регионами на рынке пробиотических продуктов. Североамериканские потребители также оценили эти продукты, и этот рынок будет расти в США хорошими темпами.

**«Продукты с пребиотиками».** Мировой рынок пребиотиков (неперевариваемых пищевых ингредиентов, которые способствуют росту полезных микроорганизмов в кишечнике) растет очень активно, многие компании – ведущие игроки рынка пользуются такой положительной динамикой и успешно работая, получают хорошую прибыль. Global Industry Analysts прогнозирует, что мировые продажи продуктов, содержащих пребиотики, к 2018 году вырастут до 5 млрд долл.

**«Красота изнутри».** Популярность продуктов категории «красота изнутри» увеличивается во всем мире, потребители все чаще дополняют использование наружных косметических средств приемом внутрь продуктов, способствующих поддержанию красоты или улучшению внешнего вида. По прогнозу Euromonitor International, глобальные продажи продуктов категории «красота изнутри» достигнут 5 млрд долл. в 2015 году. В настоящее время быстрее всего сегменты таких продуктов нутрикосметики растут на рынках Японии и Китая, объем которых оценивается в более чем 3 млн долл. Европейский рынок таких продуктов увеличивается с меньшей интенсивностью.

К компаниям-игрокам рынка относятся компании, производящие персональное спортивное питание, а также индивидуальные потребительские товары (средства личной гигиены, продукты питания и напитки). В области персонального спортивного питания можно отметить, например, компанию MiTonics, продукты которой могут быть персонализированы по нескольким параметрам конкретного потребителя: цель тренировок (набор мышечной массы, растяжка или снижение веса), вес конкретного потребителя, процент жира в теле.

В область индивидуальных потребительских товаров начинают выходить гиганты индустрии. Например, компания Nestle проводит исследования в областях, связанных с персонализированным питанием в рамках внутреннего Nestle Institute of Health Sciences. В прошлом году была запущена программа Nestle Iron Man, направленная на разработку

инструмента, позволяющего производить питание, адаптированное под потребности организма конкретного потребителя.

Новые игроки позиционируют себя на нишевых рынках: например, Blue Print и Juice to You – на рынке персонализированных соков, которые доставляются на следующий день или распространяются через Whole Foods<sup>3</sup>. Проект Blue Print, детокс-соков на основе органически чистого сырья, полученных методом прямого или холодного отжима, родился в США. На схожем принципе и тем же функционалом основан проект Juice to You, развивающийся на рынке Великобритании.

На данный момент персонализация, которая учитывает большое количество факторов, характеризующих состояние индивидуума (общее состояние организма, вкусовые потребности, генетические предрасположенности к определенным заболеваниям, усваиваемость определенных веществ, целей потребителя и пр.) – осуществляется в рамках премиальных сервисов, участием большого количества медицинских специалистов, анализов ДНК, комплексных анализов организма и строгим учетом потребляемой пищи. Это либо частные диетологические клиники, в которые люди обращаются, уже имея проблемы со здоровьем (вес, диабет и пр.), либо врачи-диетологи, которые составляют программы питания для достижения определенных спортивных результатов или похудения.

Российский рынок функциональных продуктов питания развит довольно слабо, а также рынок ингредиентов для обогащения продуктов. Несмотря на ряд мероприятий, проведенных в этом направлении, например, подготовку «Концепции государственной политики в области здорового питания населения России», представители власти не оказывают ощутимой поддержки данной отрасли пищевой промышленности, тогда как в развитых странах именно государственное регулирование дало толчок ее развитию. Эксперты прогнозируют к 2017 году начало выпуска в России продуктов с доказанной пробиотической эффективностью, а к 2020 году – их массовое производство. Включение в состав продуктов питания поликомпонентных пробиотических консорциумов – бактериальных препаратов из микробных культур – может стать основой для профилактики различных заболеваний. Сейчас ведутся активные разработки максимально эффективных препаратов, которые можно будет добавлять в продукты.

Географическая структура производства продуктов питания с заданным составом и свойствами не сильно диверсифицирована, поскольку специализированное производство представлено относительно небольшим числом компаний на рынке, в числе которых

---

<sup>3</sup> Американская компания Whole Foods Market, одна из крупнейших в мире компаний в сфере розничной торговли натуральными пищевыми продуктами.

такие компании, как «Нестле Россия», ГК «Danone-Юнимилк» и другие. Основной федеральный округ, где производятся специализированные и функциональные пищевые продукты на территории Российской Федерации, – Центральный ФО. В нем находятся производственные мощности восьми наиболее крупных по годовому обороту компаний – производителей функциональных пищевых продуктов. Среди них «Вимм-Билль-Данн», «Пармалат» (производство детских смесей), «Золотые луга», «Велле» (напитки на основе злаков), «Быстров» и «Здоровяк» (сегмент каш).

#### *Рынок пищевых ингредиентов*

Мировой рынок пищевых ингредиентов был оценен в 369,51 млрд долларов США в 2015 году. Ожидается, что он достигнет 472,10 млрд долларов США к 2021 году, что будет составлять в среднем 4,2 % роста с 2016 г. до 2021 г. Рынок обусловлен такими факторами, как увеличение спроса на легкие закуски и спреды, готовые блюда, а также смеси для грудных детей, что связано с изменением потребительских предпочтений<sup>4</sup>.

Эти пищевые ингредиенты играют роль технологических добавок, обуславливающих потребительские свойства пищевой продукции (текстура, органолептические показатели, стабильность в процессе хранения). Следует отметить, что по результатам многочисленных исследований именно органолептические показатели и цена в наибольшей степени определяют предпочтение пищевых продуктов потребителем. Биотехнологии находят широкое применение для получения таких технологических пищевых ингредиентов, как органические кислоты и их соли, усилители вкуса и аромата, загустители и желеобразователи (модифицированные крахмалы, пектины и др.).

На отечественном рынке пищевых добавок значительно преобладает доля импортного производства. Доля импорта для данного сегмента составляет 96 % от общего объема. Основной страной-импортером является Китай с долей равной 15,2 %. Среди компаний-производителей лидирует французская компания Roquette Freres. Доля её импорта на российский рынок составляет 13 % при общем годовом обороте в 2,5 миллиарда евро.

В целом рынок активно развивается и является перспективным. В среднем ежегодные темпы роста преодолевают 10 % барьер и лежат в диапазоне от 11 до 15 %. Согласно мнению зарубежных специалистов, темпы роста российского рынка пищевых добавок будут держаться в заданном диапазоне, поскольку в ближайшие годы стоит

---

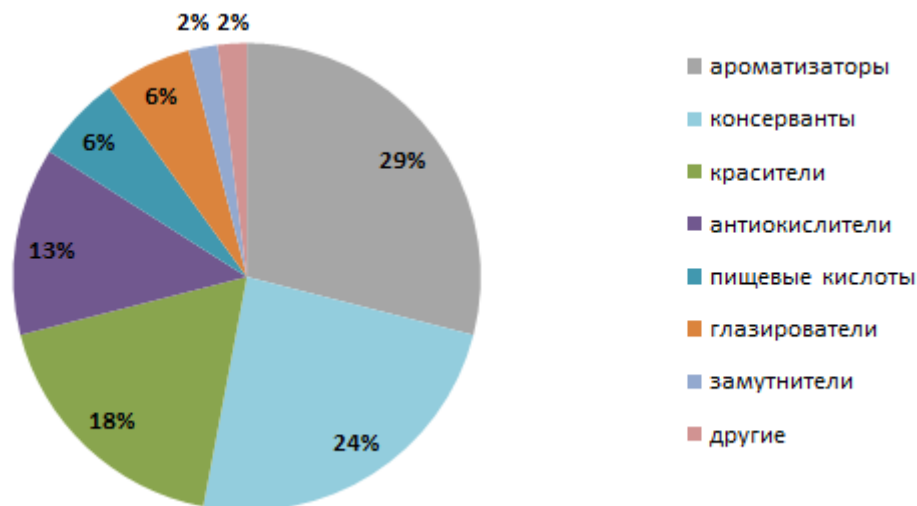
<sup>4</sup> The report "Bulk Food Ingredients Market Primary Processed by Type, Secondary Processed by Type, by Application (Food (Bakery, Confectionery, Snacks & Spreads, Ready Meals), & Beverages (Alcoholic & Non-Alcoholic)), and by Region - Global Trends and Forecast to 2021"

ожидать появления на отечественном рынке новых игроков. Привлекательность отечественного рынка для импортеров сохранится на прежнем высоком уровне. Согласно мнению президента Союза Производителей Пищевых Ингредиентов А.П. Нечаева, в течение ближайших пяти лет ожидается активизация отечественных производителей и увеличения доли на рынке от 45 до 50 %.

Но часть аналитиков считает, что сегодня на отечественном рынке пищевых добавок и ингредиентов существует множество препятствий, и в данном случае динамика российского рынка пищевых добавок коррелирует с общемировыми тенденциями. Так, всё больше потребителей отдают предпочтение натуральным добавкам и низкокалорийной продукции. На отечественном рынке пищевых добавок насчитывается около 400 различных фирм.

Статистический анализ структуры рынка по типам пищевых ингредиентов показал, что большее количество поставщиков в Россию находится в сегментах ароматизаторов – 29 % и консервантов – 24 %. Не менее развитыми областями являются поставки красителей – 18 % и антиокислителей – 13 %. На предпоследнем месте расположились пищевые кислоты и глазирователи по 6 %. Замыкают список замутнители с 2 %.

Рисунок 1.7 Статистика типов пищевых ингредиентов, экспортируемых в Россию



### *ГМ-продукты*

Биотехнологии в сельском хозяйстве выходят за рамки первоначального предназначения и сейчас направлены на то, чтобы приносить пользу здоровью человека. Ярким примером является соя – более 10 новых сортов, оказывающих положительное влияние на здоровье человека, готовятся к запуску в массовое производство. В число полезных свойств входят: альтернатива транс-жирам, пониженное содержание ненасыщенных жиров и более высокое содержание омега-3 жирных кислот.

Принимая во внимание необходимость интенсивного развития новых подходов и технологий обеспечения безопасности пищи, критерии и методы оценки безопасности пищевой продукции, полученной от ГМ-животных и птицы, должны быть разработаны в опережающем режиме, до начала массового производства такой продукции. В дальнейшем предложенные подходы будут использованы для формирования национальных и международных систем оценки безопасности ГМ-продукции животного происхождения.

В настоящее время интенсивно развивается принципиально новая отрасль животноводства, основанная на применении геномных технологий. В частности, во Всероссийском научно-исследовательском институте животноводства Россельхозакадемии созданы ГМ-животные, содержащие в своем геноме искусственно интегрированные конструкции: кролики с геном лактоферрина человека, кролики с геном гранулоцит-колониестимулирующего фактора человека под контролем промотора гена  $\beta$ -лактоглобулина крупного рогатого скота и репортёрный ген зелёного белка под контролем цитомегаловирусного промотора ( $\beta$ Lg-GCSF-cmv-EGFP). В странах-лидерах в области биотехнологии – США, Канаде, Великобритании, наблюдаются сходные тенденции научных исследований.

Для исключения возможности бесконтрольного проникновения на продовольственный рынок Российской Федерации ГМ-продукции животного происхождения, не прошедшей государственную регистрацию, необходимо сформировать стратегию выявления такой продукции, подлежащую выполнению в рамках рутинного контроля. Формирование стратегии выявления ГМ-продукции животного происхождения, включающей разработку алгоритмов исследований пищевых продуктов, а также разработку методов идентификации и количественного определения рекомбинантной ДНК животного происхождения является исключительно важным условием обеспечения биологической безопасности страны.

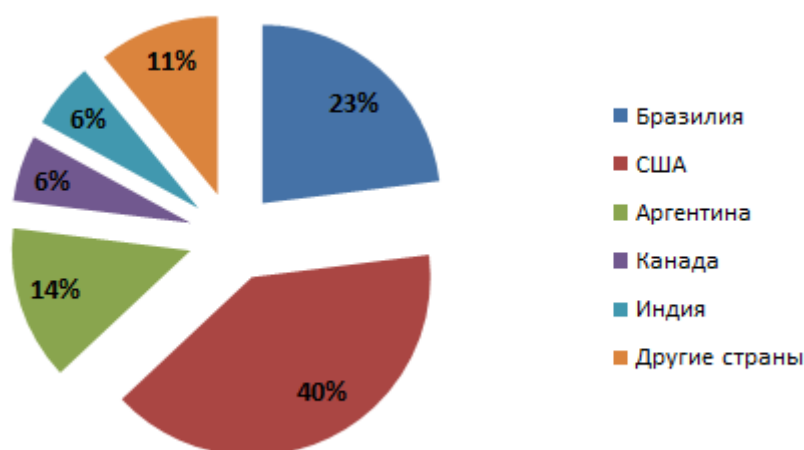
Научные достижения в области молекулярной биологии и генетической инженерии позволили создать новые методы селекционной работы, основанной на направленной модификации генома растений. В сущности, генетическая инженерия продолжает направление традиционной селекции по улучшению генотипа хозяйственно-ценных культур, действуя при этом более тонкими и точными методами, значительно сокращая процесс получения растения с заданными признаками.

Согласно информации News Daily, мировые посевы кукурузы, рапса, хлопчатника и сои на 99 % составляют трансгенные растения.

Статистика, составленная в конце 2013 года, показывает, что 12 % всемирного объема посевных площадей были заняты генетически модифицированными культурами. Уже восемнадцать лет этот показатель стабильно возрастает, невзирая на продолжающиеся дискуссии о пользе и возможном вреде продуктов, получаемых из ГМО.

Сегодня на пять стран мира приходится до 90 % всех генно-модифицированных сельскохозяйственных культур: Бразилия (23 %), США (40 %), Аргентина (14 %), Канада (6 %), Индия (6 %). В ряде стран вводят все больше ограничений на импорт ГМО – прежде всего, в государствах Евросоюза и Китае. На рынке США сегодня наблюдается самый большой и стабильный в мире прирост продуктов, полученных с помощью ГМО. Трансгенными сельхозкультурами в США занято 70,2 млн га посевных площадей.

Рисунок 1.8 Распределение выращивания генно-модифицированных сельскохозяйственных культур с мире



Около 75 % мирового рынка семян генетически модифицированных культур сосредоточено в руках десяти компаний. Среди них лидируют два американских производителя (Monsanto и DuPont Pioneer) и один швейцарский (Syngenta). В 2011 году совокупная выручка от продажи семян ГМО составила 34,5 млрд долларов.

Абсолютной страной-лидером генных технологий в селекции сельскохозяйственных культур и животноводстве является США – американские компании занимают почти 50 % мирового рынка. Другими странами с существенным присутствием на рынке являются: Швейцария (10 %), Германия (5 %), Франция (5 %) и Япония (5 %).

Страны-лидеры проводят масштабные инвестиции в НИОКР и инновационные технологии в целом и в биотехнологии в частности. Статистика показывает, что 30 % мировых инвестиций в НИОКР приходится на США, на Японию – 10 %, на Германию – 6 %; в 2015 году США одобрили инвестиции в размере 2,4 млрд. долл. в USDA на развитие инициатив в сфере передовой генетики, что составило 2 % от годового бюджета. В США



также самый высокий уровень государственных инвестиций в исследовательские работы в сфере геномики в мире – около 40 % от мирового фондирования. Кроме того, в странах-лидерах следует отметить существенную законодательную поддержку правительства в развитии технологий генной инженерии и продвижении ГМО-продукции на рынок. Ответственными за регулирование ГМО в США являются три федеральных органа: Управление по контролю за качеством пищевых продуктов и лекарственных средств (ФДА), Министерство сельского хозяйства и Агентство по охране окружающей среды. Обязательство удостовериться в безопасности пищевой продукции лежит на компании-производителе, а не на независимых научных лабораториях. Американское федеральное законодательство не регулирует отдельно вопрос ГМО и не требует маркировки продуктов, содержащих ГМО. Законодательство о маркировке ГМО (Genetically Engineered Food Right-to-Know Act) несколько раз предлагалось на рассмотрение Конгрессу, но не продвинулось дальше стадии слушаний в комитетах. Согласно официальному документу ФДА относительно Политики в отношении пищевых продуктов из новых видов растений, маркировка или изменение названия продукта необязательно, если ГМ-продукт не отличается по своим характеристикам от традиционного продукта. Изменения в названии или маркировка могут быть уместными, если ГМ-продукт настолько отличается от традиционного, что использование названия традиционного продукта не описывает адекватно новый продукт, или если необходимо предупредить покупателей об особых свойствах нового продукта, например, о присутствии аллергенов.

Компаниями-лидерами сегмента генных технологий в области растениеводства являются: Monsanto (26 % мирового рынка), DuPont Pioneer (18 %), Syngenta (9 %) и Groupe Limagrain (5 %). Что касается животноводства, то концентрация рынка здесь также высокая, особенно если смотреть на рынок в разрезе его основных сегментов – птицеводства, свиноводства и крупного рогатого скота (КРС). Так, Hendrix Genetics B.V.(Нидерланды) и EW-Gruppe (Германия) практически полностью обеспечивают мир генетическим материалом куриных яиц: 80 % коричневых и 32 % белых яиц и 17 % коричневых и 68 % белых яиц соответственно. Эти же компании совместно с Groupe Grimaud (Франция) и Tyson (США) контролируют более 75 % мирового рынка генетики бройлеров. С 2008 года Groupe Grimaud (Франция) также занимает 30-40 % мирового рынка генетики свиней, где другие 30-40 % приходятся на долю публичной компании Genus (Великобритания), которая также покрывает 1/3 рынка генетических материалов для крупного рогатого скота в США.

Российская система оценки безопасности ГМО в настоящее время является одной из самых строгих в мире. В отличие от подходов, принятых в Европейском Союзе и США,

где при подтверждении композиционной эквивалентности ГМО его традиционному аналогу набор исследований может быть сокращен, в России оценка безопасности ГМО включает проведение полного спектра исследований, выполнение каждого из которых обязательно. Начиная с момента формирования, российская система оценки безопасности ГМО включала обязательное проведение хронического токсикологического эксперимента длительностью не менее 180 дней. Такой подход был принят Европейским Союзом, начиная с 2004 года, причем в ЕС длительность исследований составляет лишь 90 дней. Начиная с 2011 г. оценка безопасности новых линий ГМО в рамках процедуры их государственной регистрации в России включает также проведение исследований репродуктивной токсичности в экспериментах на поколениях животных.

Кроме того, из-за определенного отставания в области внедрения в практику новейшей биотехнологии, Россия имеет возможность использовать данные пострегистрационного мониторинга, проведенного в странах, уже использующих ГМО в питании населения. В соответствии с действующей в России системой оценки безопасности ГМО растительного происхождения, 21 линия ГМО прошли полный цикл медико-биологических исследований за период с 1999 по 2013 гг. и разрешены для использования в питании населения Российской Федерации.

Решение о государственной регистрации того или иного ГМО в Российской Федерации основано на совокупности результатов комплексной медико-биологической оценки безопасности; результатов оценки безопасности, послуживших основанием для регистрации в других странах; результатов пострегистрационного мониторинга в странах, уже использующих данный ГМО в питании населения; возможности организации эффективного контроля за обращением ГМО в России.

В работе по оценке безопасности ГМО принимали участие ведущие научно-исследовательские учреждения РАМН (ФГБУ «НИИ питания» РАМН, ФГБУ «НИИВС им. И.И. Мечникова» РАМН, ФГБУ «НИИ фармакологии им. В.В. Закусова» РАМН, ФГБУ «ИБМХ» РАМН), Роспотребнадзора (ФГУН ФНЦ гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, ФГУН ЦНИИ эпидемиологии, ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии Роспотребнадзора), Минздрава России (ГОУ ВПО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, ФГБУ «НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи»), РАН (Центр «Биоинженерия»), РАСХН (Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки РАСХН), Минобрнауки России (ФГБОУ ВПО «МГУПП»).

В условиях общемировой тенденции увеличения использования ГМО растительного происхождения, система контроля за оборотом ГМО является гарантией обеспечения необходимого уровня безопасности страны. Система контроля за оборотом

ГМО на продовольственном рынке Российской Федерации разработана на основании фундаментальных исследований, проведенных РАН, РАМН, РАСХН и внедрена в практику Роспотребнадзора, агропромышленного комплекса страны, таможенной службы и других заинтересованных ведомств. Методическая база включает самые современные методы, основанные на проведении полимеразной цепной реакции (ПЦР), методе гибридизации на биологическом микрочипе, ПЦР в режиме реального времени, иммунофлуоресцентном анализе. Только в 2003-2012 гг. учреждениями системы Роспотребнадзора было проведено более 250 000 исследований пищевых продуктов с целью выявления ГМО.

В настоящее время существует определенная угроза потери контроля за ГМО растительного происхождения, также назрела необходимость создания системы контроля за ГМО животного и микробиологического происхождения:

1) появляющиеся на мировом продовольственном рынке ГМО 2-го поколения не содержат регуляторные последовательности (промотор 35S и терминатор NOS), на выявлении которых основана стратегия контроля за ГМО, применяемая в Российской Федерации;

2) в настоящее время уже более 30 % ГМО растительного происхождения (среди которых соя, кукуруза, рапс, пшеница, рис, томаты, сладкий перец, баклажаны, дыня, тыква, подсолнечник и др.), присутствующие на мировом продовольственном рынке, не содержат регуляторных последовательностей, и, следовательно, потенциально могут присутствовать на российском продовольственном рынке и оставаться не идентифицированными в рамках рутинного контроля за оборотом ГМО;

3) для обнаружения и идентификации таких ГМО необходима, во-первых, информация о последовательности нуклеотидов, характерной для конкретного трансформационного события (такая информация не всегда находится в открытом доступе в сети Интернет), во-вторых, наличие стандартного образца конкретной линии ГМ растения (стандартные образцы состава и свойств производят только «The Institute for Reference Materials and Measurements» (IRMM), Европейский Союз, и «The American Oil Chemists' Society» (AOCS), США, и для многих линий ГМО стандартные образцы не созданы).

4) существующие в Российской Федерации тест-системы для выявления ГМО в пищевых продуктах (производства «Синтол» и «Интерлабсервис»), которые Роспотребнадзор использует для осуществления контроля за ГМО, охватывают только линии, содержащие промотор 35S и терминатор NOS (скрининг), или линии, прошедшие

государственную регистрацию (идентификация трансформационного события)<sup>5</sup>. Так же Роспотребнадзор для качественного и количественного определения генетически модифицированных организмов (ГМО) растительного происхождения в пищевых продуктах и продовольственном сырье применяет тест-системы и оборудование производства ЗАО «НПФ ДНК-Технология», включая разработанные методы выявления регуляторных последовательностей (промотора 35S вируса мозаики цветной капусты и терминатора NOS *Agrobacterium tumefaciens*), последовательностей ДНК, характерных для сои и кукурузы, а также определения соотношения промотора 35S и ДНК сои, соотношения промотора 35S и ДНК кукурузы<sup>6</sup>.

5) Необходимо обратить внимание на Постановление Правительства РФ от 23 сентября 2013 г. N 839 «О государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы» вступает в силу с 1 июля 2017 г., за исключением пунктов 3, 6 и 7 (С изменениями и дополнениями от: 16 июня 2014 г.)

6) Приказом Министерства здравоохранения РФ от 5 июля 2016 г. № 476н «Об утверждении Порядка ведения сводного государственного реестра генно-инженерно-модифицированных организмов, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы, и Порядка внесения информации в сводный государственный реестр генно-инженерно-модифицированных организмов, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы».

## 1.6 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.

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

<sup>5</sup> <http://www.syntol.ru/bitrix/docs/MP%2002.008-06.pdf>

<sup>6</sup> <http://dna-technology.ru/files/images/d/0dbf339fbe9e71eacd83f93b1eac3d35.pdf>

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*.

В России в силу общего отставания от мирового уровня инновационных технологий эти биотехнологические методы находятся на стадии научных разработок и первых прецедентов внедрения в практику. Они применяются, например, при проведении селекционной работы, обновлении данных по лесосеменному районированию. Методом клонального микроразмножения производится посадочный материал некоторых особо ценных форм древесных растений, например, карельской березы, триплоидных форм осины. Созданы генетически модифицированные формы древесных растений с новыми признаками для плантационного лесовыращивания, например, с полной устойчивостью к гербицидам. В отечественном секторе наукоемких технологий по переработке лесных ресурсов (древесины в первую очередь) ситуация схожая. Так, целлюлозно-бумажная промышленность мира в 2010 году произвела около 400 млн. тонн бумаги и картона, в то время как Россия, имея самые большие запасы древесины, занимая 8 место в мире по объемам целлюлозы и 14 место по объемам выработки бумаги и картона, произвела всего 7,57 млн. тонн. Целлюлозно-бумажная промышленность России в настоящее время не принимает участия в развитии производства инновационных биопродуктов на основе комплексной глубокой переработки всей биомассы древесины, называемой биорефайнингом. Древесные и технологические отходы, включая щепу и кору, щелока, шламы, осадки, скоп и другие, используются, в основном, в качестве биотоплива для получения пара и электроэнергии. Проводимые работы по производству биоэтанола и биодизеля из отходов целлюлозно-бумажного производства, а также работы по созданию и выведению на рынок новых биопродуктов из-за отсутствия достаточных финансовых

ресурсов и интереса со стороны бизнеса недоведены до опытно-экспериментальных производств.

Следует отметить, что в СССР на всех 21 сульфит-целлюлозных заводах образующийся сульфитный щелок подвергался биохимической переработке. Объемы производства составляли ежегодно: кормового белка более 150 тыс. тонн, этилового спирта (биоэтанола) более 10 млн. д.к.л., ванилина 27 тонн, порядка 600 тыс. тонн лигносульфонатов, используемых в качестве литейных крепителей, эмульгаторов, диспергаторов, связующего и пластифицирующего реагента в нефтяной промышленности, в строительстве, литейном производстве и др. Биохимическая переработка позволяет из гексозно-пентозных сахаров и органической части сульфитных щелоков получать органические кислоты – пропионовая, молочная, фумаровая, органические растворители – бутанол, фурфурол и др.) При переработке побочных продуктов сульфат-целлюлозного производств получают метанол, скипидар, смоляные и жирные кислоты, легкое таловое масло, пек и др. Эти продукты используются для глубокой переработки при получении камфары, синтетических масел, связующих для лакокрасочной промышленности и др. Разработанные научными организациями технологии получения ситостерина, используемого для синтеза гормональных препаратов, кверцетина, дигидрокверцетина, арабиногалактана и других ценных продуктов, не доведены до промышленных апробаций.

Лидерами в разработке и использовании новых биотехнологий являются Финляндия, Швеция и США. По мнению ведущих мировых компаний, уже во втором десятилетии нынешнего века возможна замена до 30 % традиционной продукции целлюлозно-бумажной промышленности на инновационную.

Будут внедрены технологии производства жидких и твердых биотоплив, сырья для фармацевтической промышленности, угольных волокон и углепластиков из осажденного лигнина, композитных материалов, полимеров. Учитывая низкий уровень инновационной активности в России и недостаточность имеющегося научного задела, приоритетом является генерация знаний и стимулирование инновационной деятельности по внедрению в практику уже созданных технологий в сфере защиты леса и создания лесных плантаций, а также модернизация действующих предприятий по производству биопродукции, с использованием уже освоенных в мире биотехнологий.

### **1.7 Акваресурсная биотехнология**

Морская биотехнология – это изучение и применение молекулярных биотехнологических методов по отношению к морским (водным) организмам. Данное направление включает в себя использование полученных организмов и их частей в целях сохранения морских биологических ресурсов, контроля распространения вредных

организмов, создания топлив, новых видов лекарств и ингредиентов для пищевой промышленности.

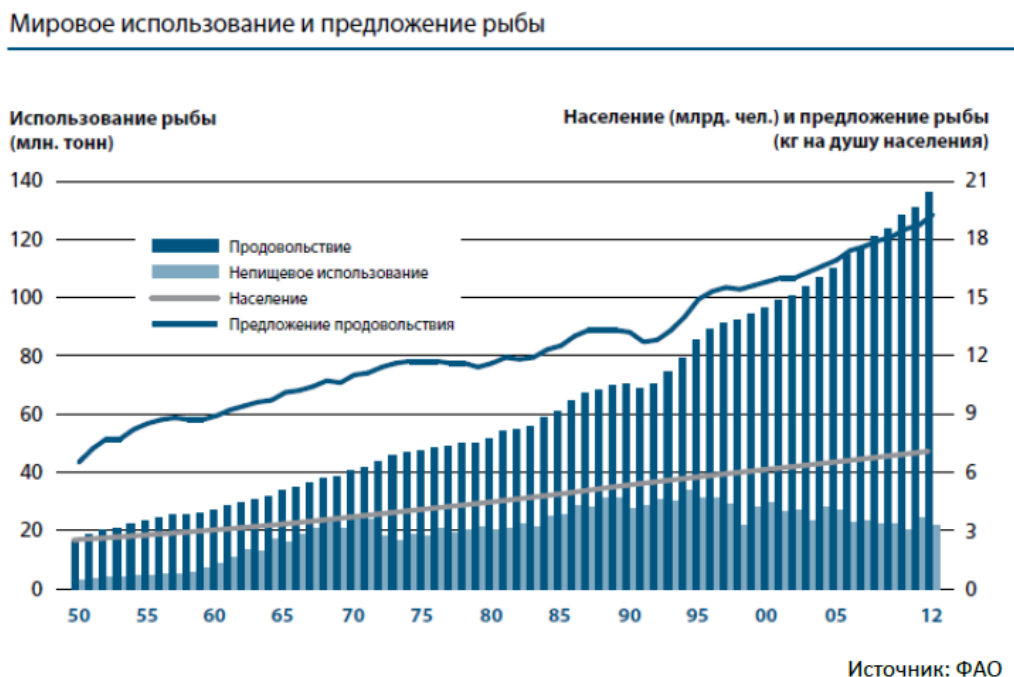
Аквакультура – деятельность, связанная с разведением и (или) содержанием водных организмов (рыба морская и речная; моллюски, ракообразные, водоросли и т.д.). Аквакультура – наиболее динамически развивающаяся отрасль производства, технологии производства аквакультурной продукции хорошо отработаны и позволяют получать с относительно небольших по площади производств большое количество продукции. Что очень важно в условиях, когда уловы океанической рыбы и других морепродуктов сокращаются, а рыбные запасы внутренних водоемов находятся в критическом состоянии и поддерживаются в основном за счет искусственного воспроизводства.

На рыбу приходится около 17 % глобального потребления животного белка населением. Вместе с тем, в некоторых странах эта доля может превышать 50 %. В прибрежных странах Западной Африки, где рыба в течение многих веков является центральным элементом местной экономики, доля животного белка, получаемого с рыбой, очень высока: например, она составляет 44 % в Сенегале, 49 % в Гамбии и 51 % в Гане и 70 % в Сьерра-Леоне. Сходная картина наблюдается в некоторых азиатских странах, а также ряде малых островных государств, где доля рыбы в качестве источника белка также существенна: 54 % в Индонезии, 56 % в Бангладеш, 57 % в Шри Ланка, 65 % в Камбодже и 71 % на Мальдивских островах.

Единственным надежным источником увеличения объемов пищевой рыбопродукции является аквакультура. Бурное развитие направлений, связанных с искусственным выращиванием водных биоресурсов началось в 70-80-х годах XX столетия. С того времени общие объемы ежегодно получаемой рыбопродукции возросли почти в 10 раз. Такой бурный рост обусловлен разработкой технологий промышленного культивирования ценных промысловых объектов, обеспечивавших весьма приемлемые экономические показатели. Достаточно напомнить, что себестоимость искусственного производства одной тонны рыбопродукции в пересчете на единицу белка меньше себестоимости мяса крупного рогатого скота в 2,6 раза, свиней – в 2,4 раза, а птицы – в 1,5 раза. При этом стоимость выловленной рыбы выше стоимости мяса.

Мировое производство аквакультуры продолжает расти, хотя и замедляющимися темпами. Согласно данным FAO, по итогам 2014 года в мире было произведено около 166,5 млн тонн рыбы, что на 2,3 % больше, чем в 2013 году. Из них выловлено 93,7 млн тонн и выращено 72,8 млн тонн рыбы.

Рисунок 1.9 Мировое использование и предложение рыбы



В России на федеральном уровне действует ряд документов, определяющих приоритетные направления государственной политики в сфере стратегического развития рыбохозяйственного комплекса страны. На подъем, модернизацию и обновление рыбохозяйственной отрасли по решению Правительства РФ в рамках принятой государственной программы «Развитие рыбохозяйственного комплекса» до 2020 года запланировано выделить 83,2 млрд. рублей (при этом дополнительные потребности в ресурсном обеспечении составляют 44,2 млрд. рублей). По итогам реализации программы за период 2011 – 2020 годы объем производства продукции аквакультуры должен увеличиться с 140 до 410 тыс. тонн, степень переработки водных биоресурсов за счет внедрения безотходных технологий с 30 до 80 %, среднедушевое потребление россиянами рыбы и рыбопродуктов с 21,2 до 28 кг.

Программа предлагает комплекс взаимосвязанных мероприятий в рамках обозначенных задач:

- Оказание информационной помощи субъектам аквакультуры путем расширения доступа субъектов аквакультуры к консультационным услугам, информационным и аналитическим материалам;
- Субсидирование процентной ставки по привлеченным краткосрочным и долгосрочным кредитам для целей аквакультуры;
- Стимулирование развития отечественных научных исследований и разработок в области аквакультуры;



- Разработка пилотных проектов создания технико-внедренческих парков в рыбохозяйственном комплексе и рыбоперерабатывающих кластеров в рамках государственно-частного партнерства;
- Стимулирование реализации инвестиционных проектов по модернизации существующих и строительству новых объектов рыбоперерабатывающей инфраструктуры.

С 1 января 2014 года правовые основы регулирования в области аквакультуры определяет Федеральный закон РФ «Об Аквакультуре» от 02.07.2013 № 148-ФЗ, и многие положения закона стали принципиально новыми для этой отрасли, активизирующими ее прогрессивное развитие. Так, согласно закону, осуществление товарной аквакультуры впервые признано видом предпринимательской деятельности, относящейся к сельскохозяйственному производству. Впервые частные рыбозаводные заводы, наряду с государственными, могут претендовать на выполнение государственного заказа на искусственное воспроизводство водных биоресурсов с оплатой этой работы. Впервые закон закрепляет право частной собственности на выращенную продукцию за предпринимателями, занимающимися разведением объектов аквакультуры в искусственных водоемах, или садках естественных водоемов. Впервые для пастбищной аквакультуры, когда малек выращивается и в определенное время выпускается в «свободную воду» в естественный водоем, рыбозаводные заводы имеют право на добычу рыбы, вернувшейся обратно в свои нерестовые водоемы.

ФЗ «Об аквакультуре» выделяют несколько первостепенных задач: создание современных комбикормов на основе отечественного сырья, разработка механизмов предупреждения заболеваний объектов аквакультуры и минимизации их последствий, создание новых сортов рыб, которые дают прибавку рыбозаводным хозяйствам на 40-60 % и повышение продуктивности объектов аквакультуры, в частности, осетровых, карповых, лососевых, сиговых видов рыб, работа над механизмами длительного сохранения генофонда редких исчезающих видов водных биоресурсов.

Среди новых государственных шагов, которые должны поспособствовать подъему отрасли, можно назвать принятие в январе 2015 года отраслевой программы «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) Российской Федерации на 2015-2020 годы». Целевые показатели программы: объем производства товарной рыбы в 2015 году должен составить 195,52 тыс. тонн (рост к уровню 2013 года – 25,8 %), в 2016 году – 225,4 (рост к уровню 2013 года – 45,1 %), а к 2020 году предполагается довести показатели производства товарной рыбы до 330,2 тыс. тонн (рост к уровню 2013 года в 2,1 раза).

Объем производства рыбопосадочного материала составит соответственно: 2015 год – 29,41; 2016 год – 31,29; 2020 год – 38,68 тыс. тонн.

Для обеспечения прироста рыбоводной продукции предусматривается повысить конкурентоспособность продукции аквакультуры за счет введения новых перспективных одомашненных видов и пород рыб; провести комплекс мероприятий в рыбоводных хозяйствах по предупреждению и ликвидации карантинных и особо опасных болезней рыб; провести рыбохозяйственную мелиорацию и ввести в эксплуатацию до сих пор не используемые пруды. Объем федерального субсидирования программы: по 110 млн рублей в 2015-2017 годах и по 150 млн в 2018-2020 годах. Итого – 780 млн рублей.

В настоящее время государство отказалось от протекционистской политики внедрения результатов научных исследований в производство. Все научно-технические достижения теперь внедряются в производство непосредственно научно-исследовательскими организациями, при этом эффективность этой работы довольно низкая. Научными исследованиями в области аквакультуры Российской Федерации занимаются двенадцать научно-исследовательских институтов Министерства сельского хозяйства и Российской академии сельскохозяйственных наук, а также шесть факультетов вузов.

В таблице 1.1 приведен перечень научно-исследовательских институтов, свыше 70 процентов исследований которых посвящено аквакультуре:

Таблица 1.1 Перечень научно-исследовательских институтов, свыше 70 процентов исследований которых посвящено аквакультуре

<b>Название научно-исследовательского института</b>	<b>Ведомство</b>
Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства	Федеральное агентство по рыболовству (Росрыболовство), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства	Федеральное агентство по рыболовству (Росрыболовство), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства	Федеральное агентство по сельскому хозяйству, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства	Федеральное агентство по сельскому хозяйству, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства	Федеральное агентство по сельскому хозяйству, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Восточно-Сибирский научно-производственный центр рыбного хозяйства	Федеральное агентство по сельскому хозяйству, Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства	Российская академия сельскохозяйственных наук

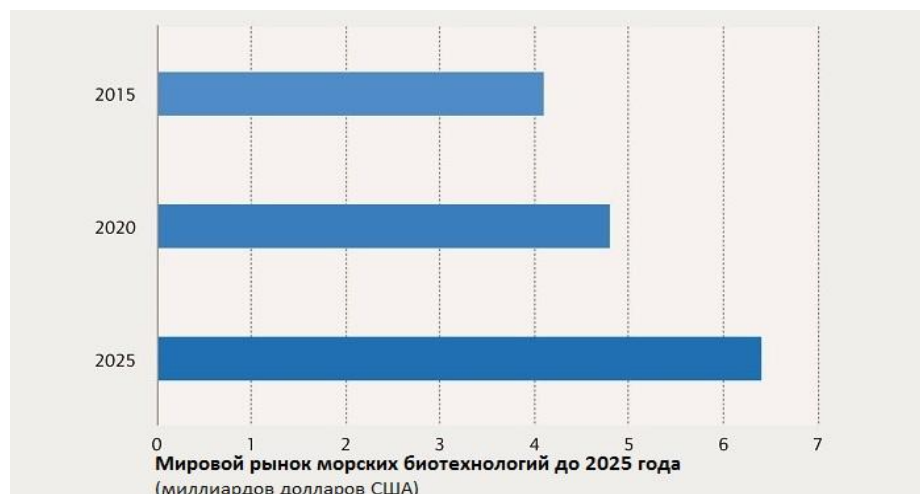
Сдерживающим фактором развития аквакультуры в России является слабое участие отечественной науки в ее развитии. В то время как в Евросоюзе с 2007 года на исследования в аквакультуре истрачено свыше 80 млн евро, что обеспечило рост отрасли на 75 %.

В целях структурирования работы ученых замминистра сельского хозяйства – руководитель федерального агентства по рыболовству Илья Шестаков подписал приказ о создании Совета директоров рыбохозяйственных научно-исследовательских институтов, который станет постоянным совещательным органом по вопросам организации отраслевой научно-исследовательской деятельности. В совет директоров вошли главы 13 отраслевых институтов.

***Основными направлениями применения биотехнологических продуктов по направлению аквакультуры являются:***

1. Новые способы выращивания биомассы гидробионтов (креветки, рыба морская и речная, водоросли, ракообразные и моллюски и т.д.)
2. Новые породы рыб, полученные с использованием биотехнологических методов.
3. Корма и компоненты для кормов.
4. Технологии глубокой переработки биомассы биотехнологическими способами.

Мировой океан, покрывая порядка 70 % поверхности нашей планеты, является богатейшим источником биологического разнообразия. Эксперты отмечают стабильно растущий интерес к морским биотехнологиям и весьма серьезные перспективы роста. Мировой рынок морских биотехнологий по данным экспертов компании Smithers Rapra будет расти ускоренными темпами и к 2025 году составит внушительные 6,4 млрд. долларов США. Последние разработки в области мировой науки и технологий, позволили создать передовые средства изучения подводного мира, а также технологические решения в области эффективного использования биоресурсов. Это привело к появлению на рынке новых продуктов, уже востребованных потребителями.



Прогресс морских биотехнологий уже привел к их успешному применению в таких областях как здравоохранение, фармакология, рыболовство, экология, пищевая промышленность, индустрия красоты, сельское хозяйство и химия.

Одним из примеров успешного использования морских биотехнологий, является применение микро- и макро-водорослей для получения полисахаридов. Тем не менее, при всех очевидных достоинствах морских биоресурсов, они по-прежнему остаются мало востребованными. На сегодняшний день рынок морских биотехнологий все еще находится в зачаточном состоянии, его оценивают в \$4,1 млрд. По прогнозам, к 2020 году объем рынка морских биотехнологий составит уже \$4,8, а к 2025 – 6,4 миллиарда долларов США.

Россия обладает значительным потенциалом для конкуренции на мировом рынке морских биотехнологий. Рыбохозяйственный фонд внутренних пресноводных водоемов России включает 22,5 млн. га озер, 4,3 млн. га водохранилищ, 0,96 млн. га сельскохозяйственных водоемов комплексного назначения, 142,9 тыс. га прудов и 523 тыс. км. рек.

Общий фонд прудовых площадей, находящихся на балансе рыбохозяйственных предприятий и организаций по состоянию на 01.01.2010, составлял 150 тыс. га, однако для выращивания рыбы используется не более 135 тыс. га прудов, необходимо восстановление более 15 тыс. га прудовых площадей (по данным отраслевой программы «Разведение одомашненных видов и пород рыб (развитие сельскохозяйственного рыбоводства) в Российской Федерации на 2011 – 2013 годы». Утверждена приказом Минсельхоза России от 31 марта 2011 г. № 86.).

#### *Новые способы выращивания биомассы гидробионтов*

В нашей стране на сегодняшний день наиболее распространен экстенсивный способ выращивания аквакультуры: содержание рыбы в озёрах, водохранилищах, прудах-

охладителях, в проточных водоёмах садковым способом. Российская Федерация располагает протяженной линией морского побережья (около 60 тыс. км), при этом площадь морских акваторий в Баренцевом, Белом, Азовском, Черном, Каспийском и дальневосточных морях (Берингово, Охотское и Японское), пригодная для размещения комплексов марикультуры, составляет порядка 0,38 млн. км<sup>2</sup>, в то время как современная площадь акваторий, используемых для выращивания морских гидробионтов, не превышает 25 тыс. га.

Такой путь хозяйствования сдерживает возможности производства и однозначно не позволяет достичь целевых показателей, намеченных в Госпрограмме «Развитие рыбохозяйственного комплекса». Она предполагает увеличение продукции аквакультуры к 2020 году в 3 раза, только такой объем производства позволит обеспечить население нашей страны качественной продукцией, а также адекватно конкурировать на международном рынке.

Рисунок 1.10 Потребление рыбы в России

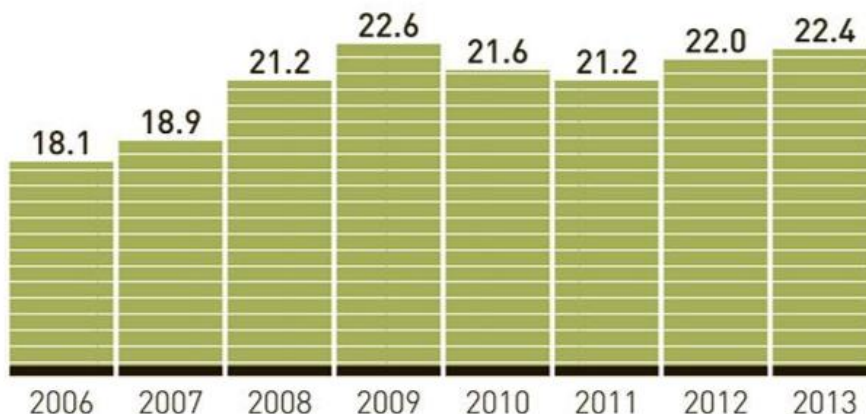
Опубликовано: 6 мая 2015

Источник: <http://fish.gov.ru/>

В среднем россиянин съедает примерно в три раза меньше рыбы, чем японец или норвежец. Вроде бы ничего удивительного, что жители "рыбных держав" питаются в этом плане лучше нас. Но все-таки мы живем в стране с самой длинной береговой линией в мире.

#### СКОЛЬКО РЫБЫ ЕДЯТ В РОССИИ, СРЕДНЕДУШЕВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИЛОГРАММОВ В ГОД

Источник: Росстат



Требуемое интенсивное развитие рыбной отрасли возможно лишь в случае её индустриализации, в случае интеграции в нее актуальных научных и технологических решений – как в части воспроизводства, кормления и содержания, так и в части переработки. Промышленное культивирование рыбы должно строиться на тех же принципах, что и выращивание цыплят-бройлеров и поросят в индустриальных птичниках и свинарниках. Только такой подход позволит уйти от кустарных хозяйств и создать современную высокотехнологичную рыбную отрасль.

Новые способы выращивания биомассы гидробионтов подразумевают выращивание как в искусственных прудовых экосистемах, так и выращивание гидробионтов в установках замкнутого водоснабжения, в автоматических автономных установках выращивания гидробионтов и др.

Аквакультура имеет два основных направления. Первое – товарная аквакультура, в России это товарное пресноводное рыбоводство. И второе – искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов. Российская аквакультура находится в зачаточном состоянии и обеспечивает 4 % рынка.

В середине 90-х годов в промышленном рыбоводстве произошел резкий спад производства. Это было связано с изменением экономических принципов государства, переходом к рыночной экономике и, как следствие, ухудшением социально-экономической ситуации в стране. Многолетние связи «государство – производитель – рынок – потребитель» были фактически разорваны. В результате рынок был дестабилизирован, а доходы населения резко сократились. Рыбные хозяйства столкнулись с рядом серьезных трудностей:

- торговля производимой рыбой
- нехватка денежных средств
- узкий ассортимент продукции промышленного рыбоводства
- физически и морально устаревшие основные фонды
- низкий технический уровень производства
- специалисты, неприспособленные к работе в новых экономических условиях
- отсутствие сегментного рынка продукции рыбоводства

Объектами искусственного разведения в пресных водах России являются представители 48 видов рыб, 3 вида ракообразных, а также 12 видов морских гидробионтов. В промышленном рыбоводстве России в настоящее время культивируется 29 пород, кроссов и типов, а также одомашненных форм карповых, лососевых, осетровых, сиговых и цихлидовых рыб. Ведущее место в отечественной аквакультуре занимают карповые виды рыб, годовое производство которых в последние годы составляет более 80 %. Единственным видом экспортируемой продукции аквакультуры является форелевая и осетровая икра. Основные объекты морского культивирования в России: мидии, устрицы, морской гребешок; в последние годы началось развитие марикультуры других беспозвоночных, прежде всего, морских ежей, трепанга и крабов.

Развивать промысловое рыбоводство стратегически важно не только по чисто экономическим соображениям, но и с точки зрения экологии. Аквакультура в этом свете

рассматривается как основной инструмент для сокращения объемов промышленного лова ради воспроизводства природных ресурсов.

Таким образом использование технологий выращивания гидробионтов решает ряд социально-экономических задач:

- разработка новых функциональных продуктов питания с высокой пищевой ценностью;
- повышение экономической эффективности и конкурентоспособности рыбной промышленности;
- улучшение экологии в районах рыбного промысла за счет применения технологий получения ценных препаратов из отходов переработки рыбной промышленности.

*Новые породы рыб, полученные с использованием биотехнологических методов*

ФЗ «Об аквакультуре» одной из первостепенных задач называет необходимость создания новых сортов рыб, которые дают прибавку рыбоводным хозяйствам на 40-60 %, а также повышение продуктивности объектов аквакультуры, в частности, осетровых, карповых, лососевых, сиговых видов рыб. Важна и работа над механизмами длительного сохранения генофонда редких исчезающих видов водных биоресурсов. Особое внимание в проекте по развитию аквакультуры уделено осетровым видам рыб. Работа рыбохозяйственных НИИ направлена на генетическую паспортизацию маточных стад осетровых рыб, разработку системы генетического мониторинга искусственного воспроизводства и создание системы прослеживаемости продукции из осетровых видов рыб, выращенных в искусственных условиях. Ученые ВНИРО планируют минимизировать вкусовые отличия между дикой осетровой рыбой и выращенной в искусственных условиях.

В мировой практике активно используют технологии селекции и генной инженерии для выведения новых пород гидробионтов. Например, Норвегия выращивает примерно миллион двести тысяч тонн атлантического лосося, который у нас на рынке называется семгой. Для этого была проведена серьезная селекция дикого лосося, а за десятилетия технология отработана до совершенства.

Основными преимуществами использования ГМО-пород рыб – это снижение сроков роста до товарного состояния в два раза, устойчивость к различным болезням и возможность культивирования в условиях низких температур и низкого содержания кислорода. Это позволяет существенно расширить географию пригодных для разведения рыб районов. В настоящее время в мире используются ГМО-породы лосося, форели, телупии и карпа.

На актуальность развития биотехнологических способов выращивания достаточного количества рыбы указывают результаты регулярного мониторинга состояния питания населения России, который с 1983 г. проводится НИИ питания РАМН в сотрудничестве с региональными медицинскими научными учреждениями. Мониторинг выявляет практически у всех категорий населения существенные нарушения пищевого статуса: недостаточное потребление белков животного происхождения, избыточное потребление животных жиров, дефицит полиненасыщенных жирных кислот, высокую долю в рационе питания быстроусвояемых углеводов, недостаточное потребление пищевых волокон, дефицит витаминов С, В1, В2, В6, В12, фолиевой кислоты, бета-каротина, ряда макро- и микроэлементов (кальция, железа, йода, фтора, селена, цинка). Нарушение пищевого статуса оказывает значимое отрицательное влияние на показатели состояния здоровья, является серьезным фактором риска возникновения и развития многих неинфекционных заболеваний.

В условиях растущего внимания, уделяемого снижению уровней рыбьего жира и рыбной муки в кормах для аквакультуры, открываются возможности увеличения объемов выращивания карпа. Карповые и тилапии составляют существенную часть глобального производства продукции аквакультуры. Поскольку они в основном являются фильтрующими организмами или не требующими прикорма рыбами, находящимися в нижней части пищевой цепи, их выращивание не требует кормов, содержащих рыбную муку и рыбий жир. Затраты на корм минимальны и при выращивании моллюсков.

Не требующая корма рыба является прекрасным источником питательных веществ. Она весьма востребована во многих кухнях мира. Потенциал увеличения производства и потребления этих видов заслуживает изучения и, в соответствующих случаях, укрепления. Несмотря на то что основные виды искусственно выращенной рыбы – карповые и тилапии – имеют гораздо более низкий уровень длинноцепочечных жирных кислот омега-3 по сравнению, например, с лососем, они тем не менее могут считаться хорошим источником этих жирных кислот. По сравнению с говядиной или мясом кур, в карпе и тилапии их содержание намного выше.

Рыба, выросшая в естественных условиях, и искусственно выращенная рыба является здоровой и лучшей альтернативой практически любому другому мясу. Искусственно выращенная рыба отличается более постоянным составом питательных веществ по сравнению со своими сородичами, выросшими в естественных условиях, чья среда обитания, пищевой рацион и его доступность непостоянны в течение года. Среду обитания искусственно выращиваемой рыбы можно контролировать и регулировать для обеспечения оптимального качества продукции. Контролируя состав кормов для



аквакультуры и других вводимых ресурсов, можно выращивать здоровую рыбу и получать здоровую рыбопродукцию с оптимальным составом питательных веществ. В случае с промысловым рыболовством, большинство загрязняющих веществ трудно контролировать, тогда как у аквакультуры есть больше возможностей для управления и контроля за водной средой и всеми вводимыми ресурсами – такими как корм и ветеринарные препараты.

Санкции запада против России и ответное продуктовое эмбарго сильно ударили по российскому рынку рыбы и морепродуктов. Под запрет попали поставки в нашу страну сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия из США, Австралии, Канады, Норвегии, стран Евросоюза. Список санкционной продукции был утвержден Правительством. В перечень вошла и продукция из водных биоресурсов (коды ТН ВЭД 0301-0308). Но Российский рынок мог бы стать перспективным для развития собственных аквакультур, выращиваемых в садках, в прудах, бассейнах и на рисовых чеках. В крупнейшем объединении рыбной отрасли – Всероссийской ассоциации рыбохозяйственных предприятий, предпринимателей и экспортеров – отмечали, что для отечественных рыбаков ограничений импорта – скорее положительный стимул к тому, чтобы усилить позиции своей продукции на внутреннем рынке.

#### *Корма и компоненты для кормов*

Текущие потребности в комбикормах для аквакультуры в РФ составляют 200-250 тыс. тонн, сообщается в исследовании компании Abercade «Рынок комбикормов в России в 2011-2015 годах».

По данным Союза комбикормщиков, в 2015 году произведено 150 тыс. тонн кормов. Доля высокобелковых кормов не превышает 10 % от общего объема производства, доля стартовых кормов для выращивания посадочного материала составляет менее 1 %.

В соответствии данными отраслевой программой «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы», производимые объемы осетровых, форели, атлантического лосося (семги) и других ценных видов рыб (40-45 тыс. тонн продукции) выращиваются с использованием импортных кормов.

Согласно данным ФТС РФ, а также расчетам аналитиков Abercade, в 2015 году объем импорта кормов составил 41,9 тыс. тонн. По сравнению с 2011 годом количественный показатель импорта увеличился на ~32 %, стоимостный – в 2,2 раза. По итогам 2015 году объем российского рынка комбикормов для аквакультуры оценочно составил 191,9 тыс. тонн.

В целом в товарном рыбоводстве нашей страны используется около 450 тыс. тонн кормов. Если для выращивания карповых применяется зерно или корма из отходов зернопроизводства, которые изготавливаются в России, то для лососевых и осетровых рыб сегодня большинство кормов закупается за рубежом. Российской же продукции достойного качества по оптимальным ценам крайне мало. Эксперты отмечают, что главные причины тому – дефицит рыбной муки и российских витаминно-минеральных добавок. В 2013 году из Финляндии, Норвегии и других стран, по данным портала Fish News, в Россию было завезено около 35 тыс. тонн форелевых кормов.

Участники рынка уверены, что для увеличения производства кормов необходимо строить новые предприятия и проводить модернизацию действующих линий. Для успеха также важно объединение бизнеса с профильными российскими научно-исследовательскими институтами для разработки и доработки рецептур и технологий производства.

Сегодня рыбная мука и рыбий жир по-прежнему являются основными компонентами большинства кормов для аквакультуры. Чтобы рыба была здоровой, а конечный продукт был сопоставимым с продукцией, произведенной из рыбы, выросшей в естественной среде, необходимо, чтобы искусственно выращенная рыба получала с кормом ЭПК и ДГК. В природе основными производителями этих ценных жирных кислот являются морские микроводоросли и биомасса насекомых. В условиях растущего внимания, уделяемого снижению уровней рыбьего жира и рыбной муки в кормах для аквакультуры, эти секторы, вероятно, могли бы стать поставщиком ценных и незаменимых жирных кислот.

Значительная, но сокращающаяся доля продукции мирового рыбного хозяйства до сих пор перерабатывается на рыбную муку и рыбий жир. Все больше рыбной муки изготавливается из рыбных отходов, которые раньше часто выбрасывались. Это может влиять на состав и качество рыбной муки, в частности, увеличивая содержание золы (минеральные вещества), малых аминокислот (глицин, пролин, гидроксипролен) и уменьшая количество белка, что может сказаться на его содержании в кормах для аквакультуры и животноводства. Уже в 2012 году около 36 % мирового объема производства рыбной муки было получено за счет переработки рыбных отходов.

Рыбий жир является ценным источником жирных кислот омега-3 в комбикормах для рыб, однако его предложение на мировом рынке крайне ограничено. С учетом прогнозируемого развития аквакультуры в ближайшие годы комбикормовой рынок будет нуждаться в доступе к большим объемам новых ингредиентов, отмечают ученые из международного института изучения продуктов питания Nofima.

Работа в аквакультуре на импортных кормах делает эту отрасль неконкурентоспособной. Обеспечить производство товарной рыбы возможно только при условии использования кормов отечественного происхождения. При этом Россия способна решить проблему с кормами для аквакультуры, при этом заменяя в кормах очень дорогую рыбную муку на протеиновую и белковую добавку из личинки мухи, например.

Белок насекомых как альтернатива белковых компонентов в кормопроизводстве для животноводства, птицеводства и аквакультуры экономически более выгоден. Затраты на кормовую добавку из насекомых связаны в основном только с логистикой, в то время как стоимость тонны рыбной муки оценивается в 100 тысяч рублей плюс 150 тысяч рублей на самовосстановление рыбного стада.

Возможность производства высокобелковых рыбных кормов на основе отечественного сырья позволит эффективно развивать рыбохозяйственный комплекс, в том числе и индустриальные рыбные хозяйства. В России на сегодняшний день развитием проектов по переработке органических отходов личинками мух с получением кормового белка и органического удобрения занимаются компании ООО «Новые Биотехнологии», ООО «ИнАгроБио».

Зарубежные рыбоводческие предприятия для кормления рыб часто используют сою и продукты ее переработки. Соя богата белком, кислотами Омега-3 и ненасыщенными жирами. Некоторые специалисты считают, что данные компоненты могут, в зависимости от ряда факторов, на 30, а то и на 50 % заменить те же питательные вещества животного происхождения. При этом соя гораздо дешевле рыбных кормов из такого традиционного для данной продукции сырья, как рыбий жир, рыбная мука и т. д.

Для удешевления себестоимости конечной продукции ряд иностранных рыбоводческих предприятий использует корма с добавлением таких продуктов переработки сои, как соевый шрот и соевый белковый концентрат.

Российские же компании, занимающиеся выращиванием рыбы, пока в большинстве своем настороженно относятся к сое и продуктам ее переработки. В то же время ряд птицефабрик в нашей стране уже активно использует соевый шрот в качестве кормовой добавки и получает хорошие результаты.

Проведенное специалистами исследование продемонстрировало, что гетеротрофные водоросли, например, могут полностью заменить рыбий жир в комбикормах для лосося. По словам представителей Nofima, биомасса из гетеротрофных водорослей может производиться в стабильном режиме, в стерильных условиях и в больших количествах (источник: <http://kombi-korma.ru>)

*Технологии глубокой переработки биомассы гидробионтов*

Одним из наиболее перспективных и безопасных для окружающей среды источников биомассы – возобновляемого сырья для производства линейки биопродуктов – являются микроводоросли (фотосинтезирующие микроорганизмы), способные усваивать углекислый газ за счет энергии света.

*Технологии глубокой переработки биомассы микроводорослей*

Ниже (таблица 1.2) приводится краткая информация о потенциальных продуктах с высокой добавочной стоимостью из микроводорослей и альтернативных источников.

Таблица 1.2. Краткая информация о потенциальных продуктах с высокой добавочной стоимостью из микроводорослей и альтернативных источников

Продукт	Потенциальный или существующий источник водорослей	Некоторые альтернативные источники	Применения
<b>Каротиноиды</b>			
Бета-каротин	<i>Dunaliella salina</i>	<i>Blakeleya trispora</i> , синтетический	Краситель (продукты питания), провитамин А, антиоксидант
Астаксантин	<i>Haematococcus pluvialis</i> , <i>Chlorella zofingiensis</i>	<i>Xanthophyllomyces dendrorhous</i> , синтетический	Краситель (аквакультура), антиоксидант
Кантаксантин	<i>Chlorella</i> spp, прочие зелёные водоросли	<i>Dietzia natronolimnaea</i> , синтетический	Краситель (аквакультура, мясо птицы и продукты питания)
Зеаксантин	<i>Chlorella ellipsoidea</i> , <i>Dunaliella salina</i>	<i>Paprika (Capsicum annuum)</i> , <i>Tagetes erecta</i> , синтетический	Антиоксидант, пищевой краситель
Лютеин	<i>Scenedesmus</i> spp., <i>Muriellopsis</i> sp., прочие зелёные водоросли	Томаты	антиоксидант
Фитоиновой, фитофлуена	<i>Dunaliella</i>		Антиоксидант, косметика
Эхиненон	<i>Botryococcus braunii</i> , цианобактерии		антиоксидант
Фукоксантин	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>	Бурые водоросли	антиоксидант
Фикобилины (Фикоцианин, Фикоэритрин, аллофикоцианин)	Суанобактерия, Rhodophyta, Cryptophyta, Glaucophyta		Естественный краситель (например, косметика и продукты питания продукты),

			флуоресцентный конъюгаты, антиоксидантом и т.д.
<b>Жирные кислоты</b>			
Арахидоновая кислота	<i>Parietochloris incisa</i>	<i>Mortiriella</i> spp.	Источник питательных веществ
Эйкозапентаеновая кислота	<i>Nannochloropsis</i> spp., <i>Phaeodactylum tricornutum</i> , <i>Monodus subterraneus</i> etc.	Рыбий жир	Источник питательных веществ
Докозагексаеновой кислоты	<i>Cryptocodinium cohnii</i> , <i>Schizochytrium</i> spp, <i>Ulkenia</i> spp	Рыбий жир	Источник питательных веществ
Стерины	Множество видов	Различные растения	Нутрицевтик
Сквален	<i>Aurantiochytrium</i> sp	Печень акулы	
Полиоксиалканоаты	<i>Nostoc</i> spp, <i>Synechocystis</i> и прочие цианобактерии	<i>Ralstonia</i> sp; GM, <i>Escherichia coli</i>	Биодеградирующий пластик
Полисахариды	<i>Porphyridium</i> spp, <i>Rhodella</i> spp. и различные цианобактерии	Guar gum, Xanthan	Загустители, желатирующие агенты
Микоспорины	Цианобактерии, Dinophyta		Солнечные экраны

Биотехнологии микроводорослей обладают рядом преимуществ:

- возобновляемость и экологическая безопасность производства биомассы микроводорослей;
- высокая продуктивность по сравнению с наземными растениями за счет высокой скорости роста, отсутствия сезонности культивирования;
- возможность культивирования в солоноватых водах и сточных водах, а также с использованием углекислоты из дымовых газов;
- возможность размещения систем для культивирования на непахотных землях, что исключает конкуренцию за ресурсы с сельским хозяйством.

Биотехнология микроводорослей позволяет создавать производства замкнутого цикла, ориентированные на глубокую переработку биомассы и получение из неё линейки целевых продуктов (таблица 1.3).

Таблица 1.3 Анализ рынка продуктов, полученных из биомассы микроводорослей (IndexMundi, 2014).

Область назначения	Продукт	Цена, €/т	Мировой объём рынка, т
Биотопливо	биокеросин	500	10.000
Биохимикаты	полимеры	2.500	1.500.000
	масла	2.000	4.000.000
	полимерные добавки	3.000	1.000.000
	покрытия	5.000	150.000
	краски	10.000	300.000
Еда/питание	белки	1.000	280.000.000
	жиры	950	160.000.000
	углеводы	750	160.000.000
Пищевые добавки	полиненасыщенные жирные кислоты	75.000	50.000
	функциональные белки	3.000	50.000
	пигменты	1.100.000	1.000
Косметика	антиоксиданты	30.000	30.000
	глико- и фосфолипиды	6.000	20.000

В настоящее время в мире имеет место взрывной рост интереса к биотехнологии микроводорослей, за рубежом успешно функционируют стартапы и коммерческие предприятия по производству биомассы микроводорослей и биопродуктов из нее. Примерами успешной реализации подобных проектов за рубежом являются AlgaePARC (Амстердам, Голландия), Cyanotech (Гавайи, США), Roquette Klötze GmbH&Co. KG (Клётце, Германия), AstaREAL AB (Густавсберг, Швеция), Algatech (Кетура, Израиль).

По состоянию на 2014 г. мировое производство микроводорослей составляет около 7 000 тонн сухой биомассы в год. Мировой рынок водорослей оценивается в 3,5-5 млрд€, с высоким долей малого и среднего бизнеса. Доля пищевых продуктов составляет 1,5 млрд €, а доля аквакультур 0,5 млрд €.<sup>7</sup>

Россия же пока значительно отстает от мирового уровня. В настоящее время культивированием водорослей занимаются только в Приморье (17 предприятий). Тем не менее, накоплен значительный многолетний опыт отечественных учёных, сформированы

<sup>7</sup>Comprehensive Report on Attractive Algae Product Opportunities Report, Oilgae, 2015, стр. 91-93

уникальные представительные коллекции микроводорослей – продуцентов широкого спектра ценных биопродуктов, имеется задел в области технического исполнения фотобиореакторов для культивирования микроводорослей, действуют мелкосерийные производства. Таким образом, сложились все предпосылки для успешной реализации проектов в области промышленной альгобиотехнологии в южных регионах России, в том числе Крыму.

Удобное географическое положение и наличие огромных водных ресурсов как пресных, так и морских позволяет увеличить долю аквакультуры в обеспечении продовольствием России и выйти на международные рынки. Основным потребителем российской аквакультуры на востоке будет Япония. На европейском рынке наиболее перспективно продвигать в первую очередь ракообразных, крабов и северные породы рыб. Данные продукты обладают ценными продуктовыми свойствами и в этой нише будет наименьшая конкуренция. Основным конкурентом в европейской части по пресноводным видам рыб будет Польша.

Применение микроводорослей в сельском хозяйстве получит наиболее быстрый рост в ближайшие годы. Так, среднегодовой темп роста глобального рынка биоудобрений по оценкам экспертов вырастет на 14 % в течение следующих пяти лет. Данный рост обусловлен непрерывным ростом и развитием индустрии органических продуктов питания, и растущей ценой на химические удобрения. Прогнозируется, что растущий спрос на органические продукты питания и повышение цен на химические удобрения будут способствовать глобальному продвижению рынка биоудобрений. Рассматривая микробный состав биоудобрений, согласно прогнозам, сегмент с цианобактериальной составляющей будет доминировать на рынке с 2015 до 2020гг. А по типу биоудобрений, сегмент азотфиксаторов будет занимать самую большую часть рынка в ближайшие годы. Как следствие, сегмент биоудобрений под злаковые и зерновые культуры будет доминировать на рынке среди сегментов биоудобрений по типу выращиваемой культуры, в то время как сегмент семеноводства будет занимать лидирующие позиции на рынке с 2015 по 2020гг.<sup>8</sup>

#### *Технологии глубокой переработки рыбных ресурсов и послепромысловых отходов*

В течение последних двух десятилетий наблюдается глобальная тенденция растущего понимания экономических, социальных и экологических аспектов оптимального использования рыбных ресурсов, а также важности сокращения выбросов и

---

<sup>8</sup>Biofertilizers Market by Type (Nitrogen-fixing, Phosphate-solubilizing & Potash-mobilizing), Microorganisms (Rhizobium, Azotobacter, Azospirillum, Cyanobacteria & Phosphate-Solubilizing Bacteria), Application, Crop Type & Region: Global Forecast to 2020, Global Information, Inc., 2015

потерь на послепромысловой стадии (хранение, обработка и реализация). Утилизации рыбных субпродуктов уделяется больше внимания также потому, что они являются важным источником минеральных веществ, белков и жира для использования в ряде продуктов. В самых различных странах утилизация рыбных субпродуктов превратилась в важную промышленную отрасль, более эффективной утилизации этого вида сырья способствовало и совершенствование технологий переработки.

Кроме производства рыбной муки, рыбные субпродукты также имеют целый ряд других применений. Из голов, костных каркасов и обрезков от филетирования можно выпускать рыбную колбасу, пирожки, желатин и соусы. Другие субпродукты используются для производства кормов, биодизеля и биогаза, диетических продуктов (хитозан), фармацевтических препаратов (включая масла), натуральных пигментов (после экстракции), косметики (коллаген), в других промышленных процессах, непосредственно в качестве корма в аквакультуре и животноводстве, для добавления в корма для домашних питомцев или пушных зверей в звероводстве, на силос, удобрения, для засыпки на полигоны.

Некоторые рыбные субпродукты, особенно внутренности, весьма скоропортящиеся и должны обрабатываться в свежем виде. Рыбьи внутренности и каркасы используются как потенциальный источник гидролизата белков, интерес к которому все больше растет в связи с тем, что он является потенциальным источником биоактивных пептидов. Акулий хрящ используется во многих фармацевтических препаратах и в молотом виде добавляется в пудру, кремы и капсулы, как и другие части акул – яичники, мозг, кожа и желудок.

Рыбный коллаген представляет интерес для косметической промышленности, а также для пищевой промышленности, так как из коллагена производится желатин. Хитозан, получаемый из панциря креветок и крабов, имеет целый ряд применений, в том числе для обработки воды, производства косметики и туалетных принадлежностей, пищевых продуктов и напитков, агрохимических и фармацевтических препаратов. Из отходов обработки ракообразных можно получать пигменты (каротеноиды и астаксантин) для применения в фармацевтической промышленности, а из рыбьей кожи, плавников и других побочных продуктов переработки рыбы можно получать коллаген. Створки мидий можно использовать для получения карбоната кальция, используемого в промышленности.

В некоторых странах створки устриц применяются в качестве сырья в строительстве и для производства негашеной извести (оксид кальция). Исследования выявили наличие ряда противоопухолевых веществ в морских губках, мшанках и



книдариях. Вместе с тем, после обнаружения этих веществ в целях сохранения они извлекаются не из морских организмов, а синтезируются химическим способом. В настоящее время изучается другой вариант, заключающийся в разведении какого-либо вида губок специально для этих целей.

Из внутренностей рыб получают протеазу, пищеварительный фермент, который может найти широкое применение в производстве чистящих средств для устранения накипи и грязи, а также в пищевой промышленности и биологических исследованиях. Рыбья кожа, в особенности крупной рыбы, может использоваться для изготовления одежды, обуви, сумок, бумажников, ремней и других изделий. На галантерею обычно идет кожа таких видов, как акула, лосось, конгрио, треска, миксина, тилапия, нильский окунь и сибасс.

Помимо этого, зубы акул используются для ремесленных изделий. Ремесленные изделия, украшения и пуговицы изготавливаются также и из створок морского гребешка и мидий. Жемчужный порошок используется в изготовлении лекарственных и косметических средств, а ракушечный порошок (богатый кальцием) применяется в качестве пищевой добавки при откорме скота и птицы. Рыбья чешуя идет на производство рыбьего серебра – сырья, используемого в медицине, биохимических препаратах и для изготовления краски.

## **1.8 Биогеотехнология**

Биогеотехнология – использование геохимической деятельности микроорганизмов в горнодобывающей промышленности, добыче нефти и биоремедиации подземных экосистем.

Биогеотехнологии в горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности включают выщелачивание цветных металлов из бедных и отвальных сульфидных руд; извлечение благородных металлов из неокисленных сульфидных руд, продуктов и отходов их обогащения; очистка сточных вод предприятий горнодобывающей, горноперерабатывающей и металлургической промышленности; десульфуризация каменного угля.

Основные направления биогеотехнологии:

Выщелачивание/извлечение металлов – использование ацидофильных хемолитотрофных микроорганизмов, окисляющих закисное железо, элементную серу и ее восстановленные соединения, в том числе, множество сульфидных минералов, для извлечения благородных металлов или выщелачивания цветных металлов из горных пород, руд, продуктов их обогащения (концентратов) и отходов горноперерабатывающей промышленности.

К настоящему времени в России исчерпано более 80 % запасов россыпного золота. Основные запасы золота сосредоточены в коренных месторождениях (таблица 1.4).

Таблица 1.4 Структура минерально-сырьевой базы золота в России, %

Месторождения	Разведанные	Прогнозные
коренные	54	80
россыпные	18	10
прочие	28	10

Стратегической линией развития золотодобывающей промышленности в XXI веке является вовлечение в эксплуатацию месторождений коренного золота. Около 30 % коренного золота России, в том числе три крупнейших месторождения – Сухой Лог, Наталкинское, Нежданнинское – не разрабатываются. Наталкинское месторождение в настоящее время принадлежит ОАО «Полюс Золото», являющемуся одним из крупнейших в мире и России по объему и добыче золота.

Извлечение золота традиционными гидрометаллургическими методами из коренных руд многих месторождений сдерживается «упорным» составом получаемых при их обогащении концентратов, а присутствие в большинстве из них минерала арсенопирита практически исключает пирометаллургию из-за образования ядовитых газообразных соединений мышьяка.

Наиболее распространенный фактор «упорности» вызван нахождением золота внутри сульфидных минералов, как правило, арсенопирита и пирита. Решением этой технологической проблемы является разрушение кристаллической решетки сульфидных минералов (вскрытие золота), обеспечивающее доступ выщелачивающего агента (цианида и др.) к поверхности золота. Разрушение кристаллической решетки сульфидов может осуществляться с использованием биогеотехнологий.

В настоящее время другой важной проблемой горно-металлургической промышленности является истощение запасов сырья цветных металлов, пригодного для переработки используемыми в промышленности технологиями. При обогащении полиметаллических руд наряду с богатыми, кондиционными, образуются значительные количества некондиционных концентратов, переработка которых на металлургических заводах нецелесообразна. Такие концентраты, как правило, содержат сульфидные минералы различных металлов (меди, цинка, никеля, кобальта). Некондиционные продукты обогащения могут содержать ценные компоненты в большом количестве, но

при этом особенности их минерального состава (тонкие сростки между минералами) часто либо не позволяют достичь необходимой степени селективного разделения, либо делают переработку таких концентратов нерентабельной и технически сложно осуществимой. Одним из возможных путей для вовлечения некондиционных концентратов полиметаллических руд месторождений России в металлургические производства могут стать инновационные технологические схемы, основанные на использовании биовыщелачивания.

Основными производителями медных и цинковых концентратов для металлургических заводов России являются горно-обогатительные комбинаты Урала – Учалинский и Гайский горно-обогатительные комбинаты (ГОК), Сибайский медно-серный комбинат, которые перерабатывают почти 90 % медно-цинковых руд России. Эти руды являются труднообогатимыми, процесс их переработки характеризуется значительными потерями цинка и меди в отвальных хвостах и некондиционных продуктах.

Ежегодно обогатительные фабрики Уральской горно-металлургической компании (ООО «УГМК-ХОЛДИНГ») увеличивают техногенные запасы благородных и цветных металлов. Только в хвостохранилищах Гайского ГОК, Учалинского ГОК и ОАО «Святогор» в 2009 году было складировано > 12 млн. тонн отходов обогащения и с ними: > 12000 кг. золота, > 45000 кг. серебра, > 36 тыс. тонн меди и > 83 тыс. тонн цинка. За период эксплуатации хвостохранилища (42 года) обогатительной фабрики ОАО «Гайский ГОК» было накоплено свыше 78,9 млн. тонн флотационных хвостов, которые до недавнего времени считались отходами, содержащими широкий спектр ценных компонентов в относительно низких концентрациях. В настоящее время в связи с дальнейшим развитием технологий переработки бедных руд, постоянным изменением экологической и экономической ситуаций, старогодние хвостохранилища можно рассматривать как крупные техногенные месторождения со значительными запасами меди, цинка, серы, золота, серебра, редких и рассеянных элементов для биогеотехнологий.

Биогеотехнологии повышения нефтеотдачи пластов основаны на использовании различных групп микроорганизмов, населяющих нефтяной пласт или нагнетаемых с поверхности земли, для увеличения вторичной добычи нефти. Повышение нефтеотдачи пластов на 10-15 % равносильно открытию новых месторождений. Один из разработанных в России способов увеличения нефтеотдачи пластов основан на активации геохимической деятельности углеводородокисляющих и метанобразующих микроорганизмов нефтяного пласта путем нагнетания окислителей (в виде кислорода воздуха или перекиси водорода) и солей азота и фосфора в пласт. Применение этой

биотехнологии на терригенных нефтяных месторождениях России, Азербайджана и Китая с легкой кондиционной нефтью уже позволило получить более 750 тыс. тонн дополнительной нефти. В связи со снижением добычи нефти из терригенных отложений перспективным направлением исследований является разработка биотехнологий повышения нефтеизвлечения из нефтяных пластов с карбонатными коллекторами и из месторождений с тяжелой нефтью. Геологические запасы тяжелой и высоковязкой нефти в России достигают 6-7 млрд. тонн, однако их извлечение требует применения дорогостоящих технологий. Информация о микрофлоре карбонатных нефтяных пластов и месторождений с тяжелой нефтью остается чрезвычайно фрагментарной, что делает невозможным применение известных биотехнологий для таких месторождений. В связи с вышесказанным перспективна разработка научных основ новых, более дешевых и экологически безопасных биотехнологий воздействия на пласт, повышающих эффективность добычи тяжелой нефти и нефти из карбонатных пород.

### **1.9 Биологические коллекции**

В Российской Федерации зарегистрировано около 100 коллекций культур микроорганизмов, принадлежащих различным ведомствам и учреждениям. Суммарный состав коллекционных фондов Российской Федерации охватывает практически все известные группы микроорганизмов. Крупнейшими являются следующие коллекции: Всероссийская коллекция микроорганизмов (ИБФМ РАН, г. Пущино Московской области) и Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов (ВКПМ ФГУП «ГосНИИгенетики», г. Москва). В 2014 году ВКПМ получила статус Биоресурсного центра с широким кругом задач, связанных с получением и применением промышленных, в том числе генетически-модифицированных микроорганизмов и культур клеток.

Широко известны коллекции ВНИИСХМ, ВИЗР, а также коллекция базидиальных грибов Ботанического института РАН. В сегменте альгобиоресурсных центров (микроводорослей и цианобактерий) можно выделить авторскую коллекцию в Институте физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (г. Пущино Московской области), коллекцию гидробионтов Мирового океана в Институте биологии южных морей им. Ковалевского (Севастополь, Крым) и коллекцию на базе Башкирского государственного педагогического университета им. Акмуллы (Уфа).

Во Всероссийском научно-исследовательском институте животноводства Россельхозакадемии сформирована и поддерживается коллекция семени редких, уникальных и исчезающих видов животных, во Всероссийском научно-исследовательском и технологическом институте птицеводства (ВНИТИП) создана самая крупная в мире биокolleкция птицы, во Всероссийском научно-исследовательском институте

коневодства (ВНИИК) более 30 лет сохраняется биоматериал выдающихся жеребцов-производителей различных пород лошадей. Локальные биокolleкции поддерживаются и в ряде других институтов Россельхозакадемии. Беспрецедентна по своему научному и практическому значению Вавиловская коллекция генетических ресурсов растений ВНИИР Россельхозакадемии, имеющая мировое значение и расположенная в г. Санкт-Петербурге и г. Краснодаре. Указанные коллекции могут рассматриваться в качестве возможной основы для организации в России биологических ресурсных центров.

### **1.10 Процессы и оборудование в биотехнологиях**

К специальному оборудованию для биотехнологических процессов относится, прежде всего, оборудование для биосинтеза, выделения и очистки продуктов биотехнологии.

Для процессов биосинтеза микроорганизмами или культурами клеток необходимы линейки биореакторов объемом от 30 до 500 000 литров, оснащенных системами автоматического контроля и обеспечения. Имевшееся в СССР оборудование этого типа или вышло из строя или морально устарело. Первым отечественным предприятием, освоившим выпуск этого оборудования, является завод «Комсомолец», г. Тамбов, выпускающий реакторы объемом от 50 до 500 м<sup>3</sup>. Оборудование меньших объемов выпускается в виде единичных образцов мелкими производителями. Насосы, мешалки, контрольно-измерительная аппаратура обеспечивается импортными поставками.

Практически полностью импортным является аналитическое оборудование и оборудование для выделения и очистки продуктов, особенно препаратов для фармацевтики (оборудование для хроматографии, ультра- и микрофилтрации и др.).

Для технического оснащения пищевой и перерабатывающей промышленности используется свыше 6600 наименований машин и оборудования, как правило, высокой степени сложности, реализующих механические, гидродинамические, тепловые, массообменные, биохимические и другие процессы.

В настоящее время на машиностроительных предприятиях Российской Федерации производится около 2300 наименований машин и оборудования, часть из них подлежит модернизации. Остальные виды необходимого оборудования поставляются по импорту.

Выпускаемое оборудование классифицируется по отраслевому признаку, т.е. по целевому использованию в отраслях пищевой и перерабатывающей промышленности. К числу приоритетных относятся машины и оборудование для следующих отраслей:

- мельнично-элеваторной, крупяной и комбикормовой;
- хлебопекарной;
- молокоперерабатывающей;

- мясоперерабатывающей;
- плодоовощеперерабатывающей.

В производстве оборудования для приоритетных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности занято более 70 основных предприятий.

Российскими предприятиями производится оборудование для пищевой и перерабатывающей промышленности на сумму около 8 млрд. руб. Выпуск машин и оборудования для приоритетных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности составляет около 6 млрд. руб., или 65 % от общего выпуска.

Среднесписочная численность работников в машиностроении для пищевой и перерабатывающей промышленности составила в 2012 году более 12 тыс. человек. В отрасли прослеживается тенденция сокращения численности работников, за последние пять лет она сократилась на 32 %. Среднесписочная численность работников в разделе «Производство машин и оборудования для изготовления пищевых продуктов, включая напитки, и табачных изделий» Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД) составила в 2012 году 1,5 % от численности в разделе «Производство машин и оборудования (без производства оружия и боеприпасов)» ОКПД. Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата на одного работника в отрасли машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности составила в 2012 году 19 944 руб., что меньше показателя в целом по машиностроению – 25 671 руб.

Выработка отгруженной продукции на одного работника в машиностроении для пищевой и перерабатывающей промышленности в 2012 году составила 1 023 тыс. руб., что не уступает таким близким по технологическому уровню отраслям, как производство машин и оборудования для сельского и лесного хозяйства и производство подъемно-транспортного оборудования.

Коэффициент использования производственных мощностей предприятий машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности не высок (40-50 % от установленных) и свидетельствует о недостаточном использовании потенциальных производственных возможностей предприятий и о неэффективности организации производства. Например, коэффициент использования производственных мощностей по производству печей (включая кондитерские печи) составляет всего 30 %.

Машиностроение для пищевой и перерабатывающей промышленности является инвестиционно-привлекательной отраслью российской экономики, для эффективного развития которой требуется реализация целого комплекса организационно-экономических мер.

По итогам 2012 года на внутреннем российском рынке машин и оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности было реализовано продукции на сумму около 1,36 млрд. долларов США (42,2 млрд. руб.), из них оборудования отечественного производства – около 0,243 млрд. долларов США (7,54 млрд. руб.), импортного оборудования – около 1,116 млрд. долларов США (34,6 млрд. руб.).

При сравнении с аналогичным рынком машин и оборудования, например, Федеративной Республики Германия, емкость которого составляет около 4 млрд. долларов США (120 млрд. руб.), российский рынок даже с учетом импортного оборудования является явно ненасыщенным.

Причинами сложившегося положения являются отсутствие у предприятий и научных организаций машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности финансовых средств, необходимых для коренной модернизации собственного промышленного производства с применением разработанных инновационных технологий и оборудования; низкая покупательная способность предприятий пищевой промышленности; открытость и незащищенность российского рынка в условиях членства в ВТО.

У большей части российских предприятий с объемами производства до 100 млн. руб. в год отсутствуют финансовые средства для модернизации своих мощностей. Такие предприятия не в состоянии самостоятельно проводить инвестиционную и инновационную деятельность. Многие из них не имеют перспективы развития и в состоянии решать самостоятельно только текущие проблемы.

На производственную деятельность машиностроительных предприятий всех групп влияет платежеспособный потребительский спрос на оборудование предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. Сравнительный анализ рынков потребления пищевого оборудования в ФРГ и Российской Федерации показал, что при численности населения ФРГ 81 млн. человек годовой объем собственного производства оборудования составил еще в 2009 году 190 млрд. руб., а объем внутреннего потребления в этом же году составил 120 млрд. руб. Пищевая промышленность Российской Федерации при численности населения 143 млн. человек закупила в 2012 году оборудования всего на сумму 42 млрд. руб., т.е. в 3 раза меньше, чем ФРГ, в том числе на 34,6 млрд. руб. – импортного оборудования и на 7,4 млрд. руб. – оборудования российского производства.

Эти данные характеризуют глубину пищевой переработки продукции, которая в России на 25 – 30 % ниже, чем в развитых странах, и объемы производства собственного продовольствия, составляющие 40 % от объема пищевой продукции, производимой в ФРГ.

В качестве основных источников информации, характеризующих мировой рынок оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности, использованы данные международных организаций UNIDO и UNCTAD, а также информация национальных статистических служб – Bureau of the Census и Bureau of Economic Analysis.

Таблица 1.5 Обобщающие показатели рынка оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности для ведущих стран

Страна	Производство, млн. долл. США	Экспорт, млн. долл. США	Импорт, млн. долл. США	Внутренне потребление, млн. долл. США <sup>3)</sup>	Отношение импорта к производству, %	Доля импорта на внутреннем рынке, %	Доля экспорта в производстве, %	Отношение импорта к экспорту
Германия	6 521	3 030	551	4 042	8,5	13,6	46,5	0,18
Италия	7 110	1 949	265	5 426	3,7	4,9	27,4	0,14
Франция	2 813	683	501	2 631	17,8	19,1	24,3	0,73
Нидерланды	2 426	1 676	297	1 047	12,3	28,4	69,1	0,18
Испания	2 232	358	411	2 286	18,4	18,0	16,0	1,15
Великобритания	1 625	324	421	1 722	25,9	24,4	19,9	1,30
Дания	1 554	717	181	1 017	11,6	17,8	46,2	0,25
Польша	709	140	367	936	51,8	39,2	19,8	2,62
Австрия	510	394	212	328	41,6	64,6	77,2	0,54
США <sup>1)</sup>	2 811	937	853	2 727	30,3	31,3	33,3	0,91
Россия <sup>2)</sup>	369	58	933	1 244	252,9	75,0	15,8	16,01
Украина	179	32	242	389	135,0	62,2	18,0	7,51
Турция	689	233	251	706	36,5	35,5	33,9	1,08
Китай	6 888	527	318	6 679	4,6	4,8	7,7	0,60
Индия	1 755	108	163	1 810	9,3	9,0	6,2	1,51
Индонезия	35	19	215	230	612,9	93,1	54,4	11,23
Всего по выборке	38 226	11 186	6 182	33 222	16,2	18,6	29,3	0,55

<sup>1)</sup> Оценка на основе данных US Census Bureau, US BEA

<sup>2)</sup> Данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ

<sup>3)</sup> Представляет сумму производства продукта внутри страны и его импорта за вычетом экспорта

В таблице 1.5 представлены последние имеющиеся в международной статистике полные данные (за 2008 год) по показателям рынка оборудования для пищевой и



перерабатывающей промышленности для 16 стран, что соответствует 65 % оборота мировой торговли этого вида оборудования.

Из приведенных в таблице данных следует, что на российском рынке оборудования импортные поставки в 2,5 раза превышают объем отечественного производства; из потребляемого оборудования 75 % выпущено за рубежом. Такое положение объясняется отсталостью технической базы многих российских машиностроительных предприятий и контролем иностранными владельцами более 40 % основных фондов пищевой промышленности России, ориентированными на зарубежное оборудование.

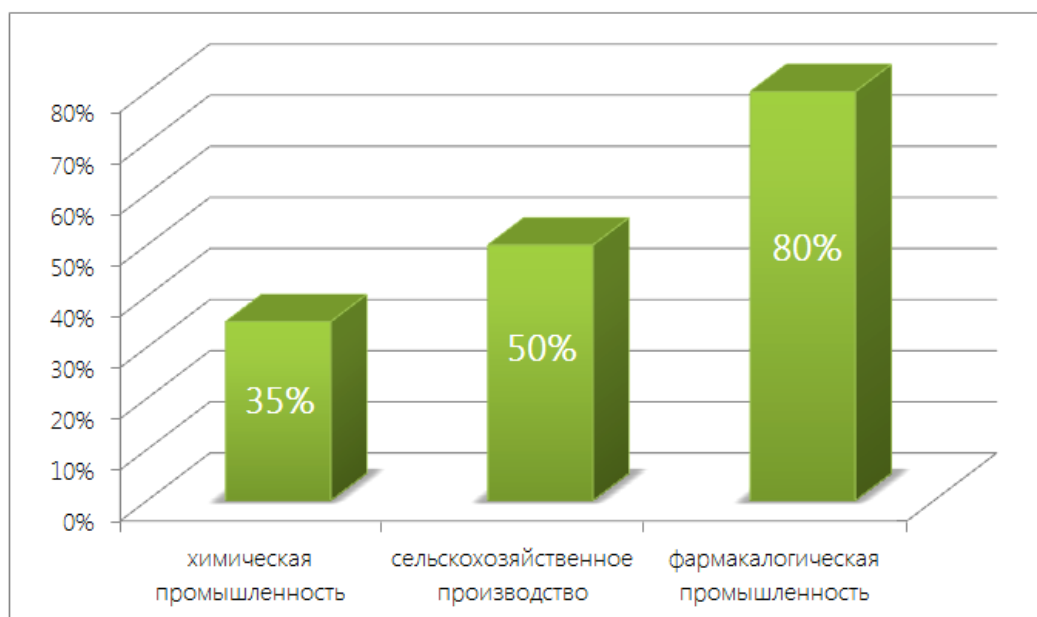
Мировой рынок оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности, оцениваемый в 43 млрд долларов США, отличается высокая степень концентрации спроса и предложения в небольшой группе стран: по экспертным оценкам Германия, Италия и Франция обеспечивают более трети объемов производства и потребления оборудования, при этом более 85 % потребности в оборудовании в этих странах покрывается за счет собственного производства.

## 2. Прогноз развития рынков и технологий в сфере деятельности платформы

Современные биотехнологии имеют крайне широкую область применения: от производства пищевых продуктов до биоразлагаемых пластиков, от новых сортов растений и пород животных до топливных биоприсадок, от промышленных ферментов до очистки воды и почвы от промышленных загрязнений. Как результат – это и улучшение здоровья нации, уровня здравоохранения, и обеспечение людей качественным и безопасным питанием, и решение экологических проблем, и использование возобновляемых биоресурсов в промышленности и энергетике для снижения зависимости от ископаемого сырья. Понятен в этой связи все возрастающий интерес к продолжению научных исследований (молекулярная и клеточная биология, геномика, протеомика, липидомика, биоинформатика, моделирования биологических систем) и к дальнейшим способам их коммерциализации.

Согласно оценкам ОЭСР, к 2030 году биотехнологии будут использоваться при получении 35 % продукции химической промышленности, 50 % сельскохозяйственного производства, 80 % лекарственных препаратов.

Диаграмма 2.1 Доля биотехнологической продукции в 2030г.



Источник: ОЭСР

Рост биоэкономики в мире на данном этапе в основном связан с развитием трех фундаментальных технологий: геновая инженерия, определение последовательности ДНК и автоматизированные высокопроизводительные операции с биомолекулами. Хотя возможности указанных методов еще далеко не исчерпаны, формируется также и ряд важных новых технологий и появляются передовые сочетания вновь возникших и

существующих подходов. Биоэкономика завтрашнего дня будет опираться на развитие новейших технологий, таких как синтетическая биология (прямая инженерия микроорганизмов и растений), протеомика (крупномасштабное изучение белков в организме и целенаправленные действия с ними) и системная биология/биоинформатика (вычислительный аппарат для более полного использования биологических и других аналогичных данных), а также на появление новых технологий, которые пока невозможно прогнозировать.

## 2.1 Промышленные биотехнологии

### *Перспективы возобновляемого сырья:*

В настоящий момент доля используемой в мировой промышленности биомассы составляет всего 0,7 тысячи тонн в год. Для сравнения, ископаемого сырья в мире расходуется 230 миллионов тонн в год. В то же время, общая биомасса биосферы составляет порядка 5000 млрд. тонн. Три основных вида растительности, образующие ежегодно около 2000 млрд. тонн сухого органического вещества – это водоросли, леса и сельскохозяйственные культуры. Добыча минеральных органических веществ приближается к 2 млрд. тонн в год, что составляет около 1 % от ежегодно синтезируемой биомассы.

Поскольку Россия богата запасами традиционного химического сырья, экономические и экологические резоны, связанные с возобновляемостью ресурсов, в нашей стране пока не очень актуальны. Однако возможность вовлечь в оборот новые посевные площади, которые сейчас бездействуют, сохранить заселенность регионов с традиционно сельским населением – вот те позитивные результаты развития индустрии химических биотехнологий, которыми Россия может и должна воспользоваться.

Для России сегодня критически важно, что использование технологий промышленных биотехнологий позволяет вести комплексную переработку сырья и получать одновременно несколько разных по своим свойствам продуктов, делая экономически выгодными малотоннажные производства. Учитывая острую потребность в импортозамещении в сфере производства продуктов специальной химии для нужд оборонно-промышленного комплекса, медицины и других важнейших отраслей народного хозяйства, развитие промышленных биотехнологий становится одной из важнейших задач технологической модернизации.

*Химикаты, включая мономеры для биodeградируемых полимеров*

Множество проводимых сегодня исследований в ближайшей перспективе обеспечат частичный или полный переход промышленности от продуктов, получаемых из продуктов нефтехимии, к экологически чистым альтернативным, полученным из растительной биомассы.

Сегодня доля биополимеров в мировом рынке пластика составляет менее 1 %, однако, согласно оценкам, производство биополимеров из растительной биомассы к 2020 году должно превысить 1,5 млн. тонн в год. Такой прогноз роста востребованности биопластиков обусловлен рядом вполне понятных причин. С одной стороны, с каждым годом нарастает дефицит органического минерального сырья, из которого получают многие синтетические полимеры, растет себестоимость этих пластиков, кроме того, нехватка нефти в некоторых странах делает их зависимыми от стран-экспортеров минерального сырья. С другой стороны – процессы получения биополимеров характеризуются небольшим объемом выбросов диоксида углерода в атмосферу, а использование биополимеров для получения упаковки и посуды может решить проблему утилизации бытовых отходов. Тогда как время разложения обычного полиэтилена под воздействием солнечного света и кислорода воздуха насчитывает сотни лет, для отходов из биопластиков эта цифра сокращается до нескольких месяцев.

Синтетические биополимеры используют также для получения широкого спектра медицинских продуктов. В сравнении с синтетическими биоинертными полимерами из нефтехимического сырья, которые применимы при замене или утрате тканей и органов живого организма и обладают высокой устойчивостью к воздействию его сред, синтетические биополимеры на основе растительной биомассы могут обладать биоассимилирующими свойствами, то есть способностью деградировать внутри организма. Это свойство делает их пригодными для получения рассасывающихся хирургических нитей и шовных материалов

В США к 2030 г. планируется получать 25 % всех химических веществ (органических) из биомассы. В освоение нового сырья включились многие ведущие химические и нефтяные компании, такие как DuPont, Shell, Dow, BP, BASF, Ineos, Mitsubishi и другие. Помимо всего прочего, развитие биотехнологических проектов служит имиджевым интересам компаний, позиционирующих себя как защитников природы, развивающих «зеленую химию».

Очень многие производители, такие как Dow, Huntsman, Ashland, Cargill, Archer Daniels Midland (ADM), Senergy Chemical, Virent, либо анонсировали, либо приступили к строительству заводов для коммерциализации процессов получения из глицерина пропиленгликолей. Планируется, что сырьем для производства будет глицерин, полученный биотехнологическим способом.

Влияние новых химических биотехнологий на мировую нефтехимию в целом будет незначительным до тех пор, пока не удастся кардинально снизить издержки на сахаросодержащее сырье (после 2030 года).

Единственным продуктом, который уже в ближайшей перспективе может выиграть по издержкам у традиционной нефтехимии, может стать 1,4-бутандиол. Мировой рынок его в 2013 г. составил \$8 млрд.

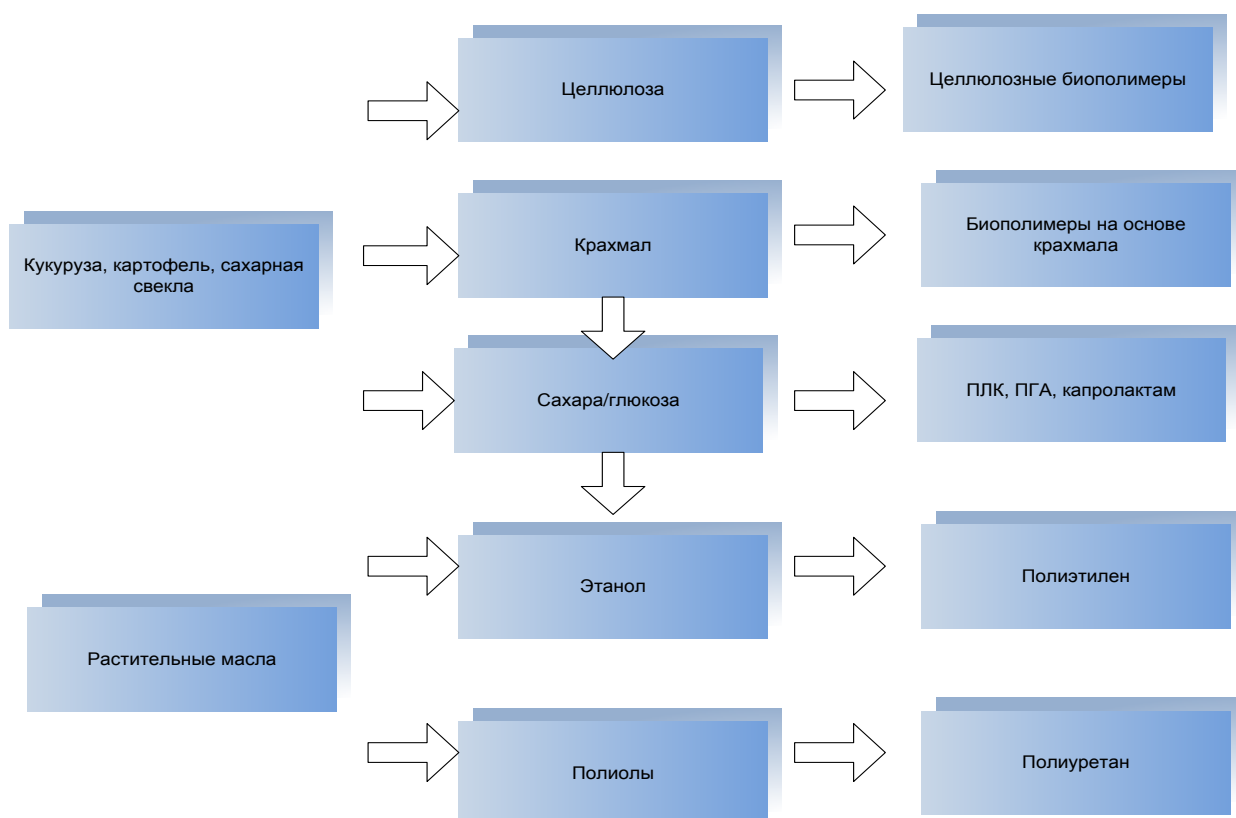
#### *Перспективы развития производства биополимеров*

Сегодня доля биополимеров в мировом рынке пластика составляет менее 1 %, однако, согласно оценкам, производство биополимеров из растительной биомассы к 2020 году должно превысить 1,5 млн. тонн в год. Такой прогноз роста востребованности биопластиков обусловлен рядом вполне понятных причин. С одной стороны, с каждым годом нарастает дефицит органического минерального сырья, из которого получают многие синтетические полимеры, растет себестоимость этих пластиков, кроме того, нехватка нефти в некоторых странах делает их зависимыми от стран-экспортеров минерального сырья. С другой стороны – процессы получения биополимеров характеризуются небольшим объемом выбросов диоксида углерода в атмосферу, а использование биополимеров для получения упаковки и посуды может решить проблему утилизации бытовых отходов.

Одним из наиболее перспективных направлений развития технологий производства и применения биополимеров в настоящее время является придание биоразлагаемости промышленным полимерам, широко применяемым в широком спектре отраслей.

Основные исследования в данном направлении сосредоточены в сфере придания свойств биоразлагаемости хорошо освоенным многотоннажным промышленным полимерам, таким как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, полиэтилентерефталат.

Рисунок 2.1 Основные виды сырья, используемые для производства биополимеров



Источник: Biodegradable Products Institute

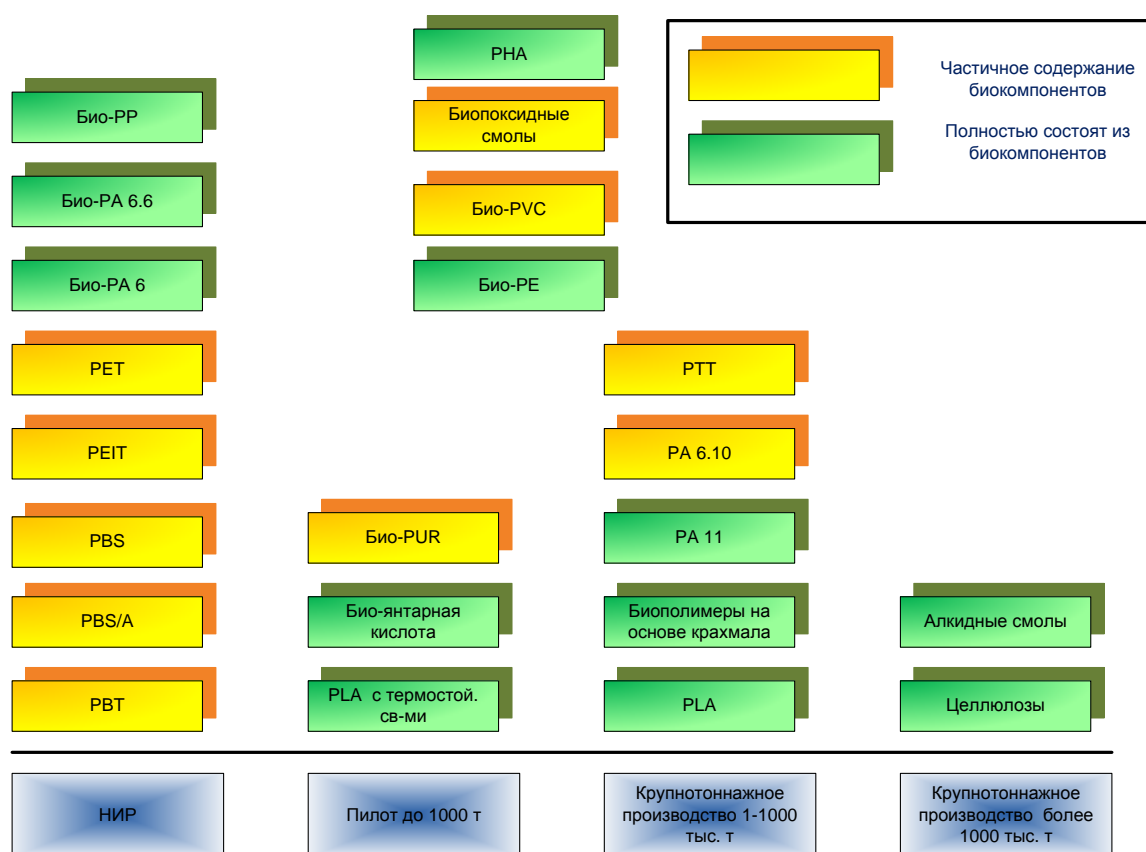
Наиболее активно развиваемыми направлениями в данной сфере являются:

- введение в структуру полимера биоразлагаемых молекул, содержащих в своем составе функциональные группы, способствующих фоторазложению полимера;
- получение композиций многотоннажных полимеров с биоразлагаемыми природными добавками, способными в определенный момент времени инициировать распад основного полимера;
- микробиологический биосинтез мономеров для синтеза биodeградируемых полимеров;
- выделение полимеров из сырья растительного или животного происхождения.

Разработки в сфере создания биополимеров в настоящее время также ведутся по двум основным направлениям:

- разработка новых материалов со 100 %-м содержанием биокomпонентов;
- разработка полимерных материалов с частичным содержанием биокomпонентов.

Рисунок 2.1 Анализ текущей степени коммерциализации разработок в сфере полимеров с содержанием биокomпонентов



Источник: European Bioplastics

На стадии НИР встречаются работы по созданию полиамидов и полипропилена со 100 %-м содержанием биокomпонентов, а также разработке полимеров PET, PEIT, PBS, PBS/A, PBT с частичным содержанием биокomпонентов.

На стадии реализации пилотов представлены проекты по созданию полиуретана с содержанием биокomпонентов, а также биоянтарной кислоты и полимолочной кислоты с термостойкими свойствами и биосинтетических полиоксиалканоатов. Промышленных масштабов достигли производства биополимеров на основе крахмала, полимолочной кислоты, алкидных смол и целлюлозы со 100 %-м содержанием биокomпонентов.

### Ферменты

Российский рынок ферментов сохраняет высокую зависимость от импорта: на иностранные поставки приходится до 80 % кормовых ферментных препаратов и 100 % ферментов для бытовой химии. Крупнейшими поставщиками ферментов на российский рынок являются датские компании Novozymes и Danisco, Biozym (Германия), Alltech (США), Shandong Longda Bio-Products Co (Китай) и др.

В России уже много лет представлена продукция ведущих биотехнологических компаний мира, но ни одна из этих компаний не организовала свое производство в

России. Возможно в сложившейся внешнеполитической обстановке и при сильно изменившемся курсе национальной валюты иностранные компании разместят часть своего производства в нашей стране.

В структуре потребления преобладают ферменты для бытовой химии: на долю сегмента приходится 37 % (в денежном выражении) общего объема потребления ферментов. Многие иностранные компании работают напрямую с российскими и иностранными производителями моющих средств. Так, Biozym GmbH поставляет ферменты для ООО «Хенкель Рус», Novozymes A/S – для Procter & Gamble, Danisco A/S – для Procter & Gamble, ОАО «Невская косметика».

В ближайшем будущем значительный рост использования ферментных препаратов связан с возможностью ферментативного гидролиза лигноцеллюлозных субстратов с целью получения сахара для пищевых целей. В этом направлении ведется большая работа: селективно отобрано свыше 200 культур микроскопических грибов, характеризующихся суперсинтезом внеклеточных целлюлаз; получено более 20 бактериальных культур-трансформантов, осуществляющих синтез отдельных компонентов целлюлаз (в основном эндоглюканазы); налажены технологии, позволяющие производить около 50 разных коммерческих препаратов целлюлаз, отличающихся составными целлюлазными активностями; разработаны различные технологии предобработки лигноцеллюлозных материалов, увеличивающие выход глюкозы в результате ферментативного гидролиза и др. Существующее положение вселяет надежду на то, что в ближайшем будущем эта важнейшая проблема будет все-таки решена. В таком случае ожидается массовый выпуск разных типов целлюлаз (термостабильных, действующих в щелочной среде; целлюлаз, обогащенных отдельными компонентами, и др.) в количестве, превосходящем все существующие масштабы современной ферментной индустрии.

Что касается производства ферментных препаратов высокой чистоты, то это магистральное направление всей отрасли, тем более что за последнее десятилетие значительно усовершенствованы методы очистки ферментов в промышленном масштабе. Это способствовало более широкому использованию ферментов в медицине, хотя надо отметить, что число используемых в медицинской практике ферментов высокой степени чистоты не превышает нескольких десятков.

В то же время, Россия отстает от развитых стран по потреблению инновационных ферментных препаратов в ряде отраслей. Так, значительный потенциал роста имеется в пищевой промышленности, в частности в хлебопечении, масложировой промышленности, мясной промышленности.

*Средства для увеличения нефтедобычи*



Биотехнологические методы повышения нефтеотдачи пластов не получили еще массовый характер. Большинство компаний предпочитает химические и физические способы повышения нефтеотдачи. Основной причиной является относительно высокая стоимость использования биотехнологических методов повышения нефтеотдачи.

И в краткосрочной перспективе увеличение использования биотехнологических методов добычи нефти вряд ли стоит ожидать. В первую очередь это связано со сложившимся сейчас переизбытком нефти на рынке и необходимостью снижать добычу на имеющихся месторождениях. По причине низких цен перестали разрабатываться новые месторождения, что должно привести к изменению ситуации на рынке через 5-10 лет. Добывающая промышленность скорее всего столкнется с дефицитом новых месторождений и истощением старых и новые способы добычи будут востребованы.

Геологические запасы тяжелой и высоковязкой нефти в России достигают 6-7 млрд тонн, однако их извлечение требует применения дорогостоящих технологий. Применение наиболее эффективных современных технологий, таких как парогравитационный дренаж и совместная / циклическая закачка пара и растворителя, связано с большим расходом энергоресурсов, пресной воды и дорогих химических реагентов, что увеличивает себестоимость добычи и добавляет экологические риски. Снижение себестоимости добычи стало особенно актуально в последние два года в виду резкого падения цен на нефть. По прогнозам цены на нефть сохранятся на таком уровне в ближайшие 5 лет.

Использование биотехнологических способов могло бы снять эти проблемы. Однако для этого надо ещё разработать технологии для извлечения тяжелой нефти.

#### *Сырье для косметической промышленности*

Подбор композиций современных косметических средств основан на знании физиологических процессов в организме и по составу больше похож на лекарственные средства. Рекомбинантные белки, факторы роста, цитокины и др. – всё это перспективные компоненты для косметики, разработанные биотехнологическими компаниями, пытающимися заработать на желании общества выглядеть моложе и красивее. На мировом рынке присутствуют как крупные компании, так и стартапы. Относительно простая регистрация продукции (по сравнению с медицинской) позволяет даже стартапам выводить на рынок новые виды продукции. Мировой рынок косметической продукции в 2013 году составил более 380 \$млрд. и по прогнозам будет показывать 3-5 % роста ежегодно.

На российском рынке сегодня представлено большое количество зарубежных линий косметической продукции, очень мало – отечественных, и практически вся

продукция производится из импортного сырья. В плане импортозамещения этот факт становится для отрасли серьезной проблемой.

Процесс импортозамещения косметических ингредиентов протекает очень непросто. В сторону импортозамещения пока достаточно успешно движутся компании, выпускающие поверхностно-активные вещества ПАВы для бытовой химии и косметики. Их качество лишь немного уступает зарубежным аналогам.

Косметическое сырье – понятие очень обширное и включает в себя огромное количество категорий. В некоторых категориях можно найти российские компании, производящие отдельные косметические ингредиенты в небольших объемах. Но о крупнотоннажном производстве говорить пока не приходится.

Некоторые растительные ингредиенты производит компания Эвалар, но остальное 98 % – импортные. Практически утеряно производство эфирных масел (раньше они производились в Краснодарском крае). Производство эфирных масел сохранилось в Крыму. В Архангельске работает завод по переработке водорослей. Однако эти предприятия нуждаются в модернизации: их производственные мощности не позволяют заполнить российский рынок, конкурировать по масштабам производства и качеству с зарубежными производителями. Например, почти 100 % отдушек сегодня закупаются за рубежом.

Как считают аналитики (по данным [www.1ner.ru](http://www.1ner.ru)), в ближайшее время производители отечественной косметики будут вынуждены искать возможность замещения импортных продуктов российскими. В первую очередь, это связано с нестабильностью курса валюты. При волатильном курсе рубля сегодня практически невозможно предсказать какова в конечном итоге будет стоимость продукта и как это отразится на внутреннем финансовом состоянии предприятия.

На российском рынке представлено только на основе гиалуроновой кислоты (ГК) около 100 препаратов, выбор отечественных продуктов пока невелик, а продвижение тех, что имеются, идет нелегко. Основные причины – низкие рекламные бюджеты и недоверие потребителей. Так, введение российских продуктов затрудняется прежде всего некоторой инертностью косметологов, привыкших работать с ввозимым препаратом, и не желающих пробовать отечественные в виду устойчивого неположительного мнения населения. По мнению ряда специалистов, достаточно долгий опыт применения различных инъекционных препаратов на рынке позволяет определить основные характеристики, отвечающие за их эффективность. Основным камнем преткновения при выборе препарата становится его безопасность.

Исходное сырье ГК получается биотехнологическим бактериальным синтезом, выпускается несколькими крупными компаниями, расположенными в Европе, Японии, Китае. Большинство микроорганизмов, синтезирующих ГК, в той или иной степени являются патогенами животных и человека. Отсюда возникает вопрос очистки сырья. Ее степень характеризуют показатель бактериальной эндотоксичности остаточного белка и нуклеиновых кислот. Исходя из этих показателей, стоимость ГК с одинаковыми химико-физическими свойствами, но с различным уровнем остаточных белков, может отличаться в 10 раз. Врач обязательно должен это учитывать – иметь подробную информацию об источнике происхождения и компании-производителе исходного сырья с указанием содержания остаточных белков и низкомолекулярных фракций ГК.

В тоже время, с повышением цены на импортные препараты повышается стоимость процедур, проводимых с ними. Но доходы потребителей в нашей стране падают. Ввозить ряд импортных препаратов становится экономически невыгодно, что могло бы простимулировать российских производителей, работающих на отечественном сырье.

Производство косметических ингредиентов – очень наукоемкая и затратная область, поэтому необходимо предусмотреть инвестиции на развитие отечественной косметологической продукции и биотехнологического сырья для ее нужд. Только в таком случае российский рынок получит производителя, предоставляющего качественный конкурентоспособный продукт.

**В области промышленных биотехнологий наиболее перспективными направлениями научных исследований на ближайшую перспективу являются такие тематики как:**

- технологии производства незаменимых аминокислот, витаминов и ферментов, как компонентов кормов для птицеводства и животноводства.
- технологии получения биопластиков (в том числе биоразлагаемых) из возобновляемого сырья;
- технологии получения биоматериалов и продуктов тонкого и основного органического синтеза из возобновляемого сырья (в том числе биоразлагаемых);
- разработка методов микробиологической трансформации синтез-газа.

**Перспективными направлениями научных исследований на долгосрочную перспективу являются следующие технологии:**

- моделирование процессов разделения в сложных многокомпонентных биотехнологических средах, разработку новых материалов (мембранных, хроматографических), используемых в процессах сепарации и очистки, создание непрерывных методов разделения, выделения и очистки биопродуктов;
- технологии создания соответствующих штаммов-продуцентов нового поколения;

- технологии управляемого культивирования штаммов-продуцентов, выделения, очистки продуктов и получения товарных форм, востребованных на рынке;
- технологии конструирования штаммов методами генетической инженерии, рационального дизайна и направленной эволюции ферментов;
- разработка штаммов для синтеза новых ферментных препаратов, аминокислот, витаминов для отечественного производства;
- технологии культивирования штаммов-продуцентов и созданию готовых форм ферментных препаратов, удобных для последующего применения в различных областях;
- биокаталитические технологии для различных областей промышленности;
- технологии получения биоматериалов и продуктов тонкого и основного органического синтеза из возобновляемого сырья (в том числе биоразлагаемых), а также их выделения и очистки;
- технологии получения биосинтетических мономеров и методов их полимеризации с получением материалов, пригодных для изготовления изделий;
- технологии создания высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, синтезирующих полимеры или мономеры для дальнейшего получения полимеров (в том числе биоразлагаемых), пригодных для изготовления различных изделий;
- конструирование штаммов с измененными или созданными *denovo* метаболическими путями, обеспечивающими синтез биопродуктов;
- технологии получения полигидроксиалканоатов/бутиратов, исходного материала, из крахмалосодержащего сырья путем ферментации с помощью бактерий;
- технологии использование с/х и бытовых (муниципальных) отходов в качестве сырья для получения биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью;
- технологии микробиологической трансформации синтез-газа (бактериальное продуцирование нефтевытесняющих газов, растворителей);
- технологии, процессы и аппараты, пригодные для использования в биотехнологическом производстве;
- технологии использования биомассы как сырья для получения первичных и вторичных химических компонент для производства продуктов с высокой добавленной стоимостью;
- микробный синтез крахмалосодержащего сырья;
- технологии создания биокатализаторов для интенсификации промышленных процессов;
- новые биокаталитические технологии;

- создание и поддержание биоресурсных центров и биокolleкций промышленных штаммов микроорганизмов.

## 2.2 Биоэнергетика

В настоящее время одним из наиболее существенных факторов, оказывающих влияние на рынок биотоплива в странах Европейского Союза, является стратегия по увеличению использования возобновляемых источников энергии в энергобалансе государств-членов ЕС.

Правительства многих стран устанавливают обязательный целевой индикатор по использованию биоэтанола/биодизеля в смеси с обычным топливом. Например, ЕС планирует к 2020 году довести долю биотоплива в транспортных средствах до 10 % к 2020 году. Бразилия устанавливает подобные индикаторы ежегодно, в зависимости от урожайности основного источника для производства биоэтанола – сахарного тростника. Правительства стран также активно используют механизм налоговых льгот и субсидируют производителей биотоплива, обязательную установку этаноловых колонок на автозаправочных станциях и т.п. Субсидии также направляются на поддержку научных разработок и открытие новых способов производства биотоплива из другого сырья (травяная масса, пищевые отходы и т.д.) Такие меры поддержки позволяют создать необходимую инфраструктуру и обеспечить внутренний спрос. Например, прогнозируется, что к 2020 году 80 % автомобилей в Бразилии будут работать на биоэтаноле.

Согласно Глобальному альянсу по возобновляемому топливу (Global Renewable Fuels Alliance), более 60 стран в мире внедрили различные государственные меры по развитию биотоплива. При этом транспортный сектор играет значительную роль в достижении этих показателей.

В соответствии с прогнозными индикаторами использования возобновляемых источников энергии в странах Евросоюза до 2020 года лидерами в этой области будут являться Швеция (доля ВИЭ должна достигнуть 49,0 %), Латвия (40, %), Финляндия (38,0 %), Австрия (34,0 %), Португалия (31,0 %).

Основная роль в увеличении использования возобновляемых источников энергии в странах ЕС до 2020 году будет отводиться таким направлениям, как гидроэнергетика, ветроэнергетика.

Вместе с тем, возрастающую роль в повышении энергетической безопасности государств-членов ЕС будут играть именно биотопливные технологии особенно второго и третьего поколения.

Одним из основных наиболее важных источников сырья для производств перспективных видов биотоплива являются отходы сельского хозяйства и промышленные газы.

По данным Международного энергетического агентства, наибольший энергетический потенциал отходов сельского хозяйства сосредоточен в таких странах ЕС, как Франция (456 ПДж), Италия (150 ПДж), Румыния (150 ПДж), Германия (125 ПДж), Венгрия (125 ПДж).

Россия имеет все необходимые предпосылки для развития биоэнергетики. Технологическая платформа «Биоэнергетика» устанавливает следующие целевые показатели развития биоэнергетики в России:

- 10 % биоэнергетики в топливном балансе генерации тепловой и электрической энергии;
- 10 % доли биотоплива в объеме моторного топлива;
- 30 % энергетической утилизации ТБО и 90 % отходов птицеводства;
- 20 % доли европейского рынка по твердому биотопливу;
- 5 % мирового рынка по моторному биотопливу и его компонентов.

Достижение этих целей не представляется возможным в ближайшей перспективе. Отсутствие необходимой инфраструктуры и законодательного регулирования в области использования энергии из биомассы являются основными сдерживающими факторами развития биоэнергетики в России. Потенциальных инвесторов отталкивает отсутствие действенного механизма возврата инвестиций через «зеленый» тариф, аналогичный европейскому, а также высокая стоимость преимущественно импортного оборудования. Кроме того, высокие цены на нефть не стимулируют естественные монополии вкладывать средства в новые технологии биоэнергетики. Представители малого и среднего бизнеса также не проявляют интереса к топливу из возобновляемого сырья, в основном из-за недостатка финансовых ресурсов.

В настоящее время более 90 % древесных пеллет Россия экспортирует, главным образом в страны Европы (Дания, Швеция) и Южную Корею. Во многом, этому способствует активная политика европейских стран по увеличению доли возобновляемых источников энергии в энергобалансе и улучшению экологии, а также возможность заключения долгосрочных контрактов. В России же, при отсутствии целенаправленной государственной политики по увеличению потребления биотоплива, спрос на пеллеты постоянно колеблется в зависимости от погодных условий.

Экспорт ежегодно растет на 10-15 %. Уже сейчас Европа является крупнейшим рынком биотоплива – к 2020 году объем потребления пеллет может увеличиться до 50-80

млн тон, что равносильно 5-кратному росту. Учитывая тот факт, что в Европе уже используется почти 100 % отходов как деревопереработки, так и лесозаготовок, значительного увеличения мощностей по производству пеллет в Европе не предвидится. В то же время, в России перерабатывается только 25 % отходов ЛПК. Таким образом, имеются все предпосылки для увеличения внутреннего производства пеллет и наращиванию экспорта российскими предприятиями.

Основными конкурентами России на европейском рынке являются США и Канада. При этом около 60 % американского экспорта приходится на рынок Великобритании, на котором Россия практически не присутствует.

Рынок Южной Кореи занимает третье место по значимости после Швеции и Дании для российских компаний, импорт в эту страну увеличился в 8 раз за 2010-2012 годы и Россия занимает лидирующие позиции на корейском рынке с долей более 30 %.

Европейский опыт показывает, что государственные субсидии – основной драйвер развития внутреннего рынка. Уже порядка 15-20 % домохозяйств в Европе используют биотопливо на основе древесных пеллет. При должной государственной поддержке Россия может кратно увеличить их потребление. В частности, котельные в негазифицированных районах, а также муниципальные котельные потенциально могут быть переведены с ископаемых видов топлива на биотопливо. Важную роль в насыщении внутреннего рынка может сыграть малый и средний бизнес, которому будет тяжело конкурировать на экспортных рынках с крупными холдингами.

Источником спроса могут послужить также и крупные государственные компании. Например, ОАО «РЖД» уже использует биотопливо на основе древесных гранул для отопления своих вагонов, а задача внедрения отопительных котлов на биотопливе закреплена «Энергетической стратегией холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года и на перспективу до 2030 года».

Дальнейшее развитие лесного законодательства, стимулирующего глубокую переработку древесины и утилизацию древесных отходов, будет способствовать становлению России как ключевого мирового игрока на рынке твердого биотоплива.

Отсутствует государственная стратегия в области использования жидкого биотоплива в России, в частности – отсутствует регламентирование обязательного использования биотоплива.

В целом по стране не существует единой государственной программы развития производства биотоплива, но в Татарстане, Алтайском крае, Липецкой, Ростовской, Волгоградской и Орловской областях создаются региональные программы. При этом законодательная база в России не предусматривает льгот поставщикам альтернативного

топлива, что тормозит развитие отрасли. Широкому применению биоэтанола, в частности, препятствуют высокие акцизы, которые распространяются на спиртосодержащую продукцию, что делает абсолютно нерентабельным производство биоэтанола для транспортных средств.

Что касается направлений исследований и разработок, наиболее перспективных для развития в рамках платформы в сегменте биоэнергетики на ближайшую перспективу, то здесь стоит отметить прицельное ориентирование на продвижение технологий получения биотоплива третьего и четвертого поколений.

### **2.3 Сельскохозяйственные биотехнологии**

Сельское хозяйство в России развивается в русле мировых тенденций. С одной стороны, происходит постепенное сокращение занятости в секторе, с другой – увеличение товарного производства в расчете на одного работника. Безусловно, современные технологии и интенсивное производство – ключевой фактор успеха развития отрасли в условиях удорожания ресурсов, растущей конкуренции со стороны зарубежных поставщиков и необходимости соблюдения требований ВТО.

В тоже время остро стоит вопрос преодоления импортозависимости по ряду направлений агропромышленного сектора экономики: кормовые добавки, в том числе ферменты, повышающие усвояемость кормов; элитный семенной фонд сельскохозяйственных растений, рассчитанный на ведение экономически эффективного земледелия; частичная обеспеченность высокопродуктивными породами племенного животноводства и птицеводства. Решение поставленных задач требует комплексного решения проблемы в течение нескольких лет, осуществление не только научно-исследовательских работ, но и поддержку инфраструктурных проектов, в том числе создания селекционно-генетических центров.

Использование биотехнологий сельскохозяйственными предприятиями позволяет заметно увеличить показатели эффективности, а также сократить экологический ущерб от производства продукции. По оценкам межведомственной рабочей группы по контролю над внедрением биотехнологий при Правительстве РФ, общий экономический эффект от применения биопрепаратов в растениеводстве и животноводстве России может составить более 100 млрд. руб. в год при затратах в размере 10,5 млрд. рублей.

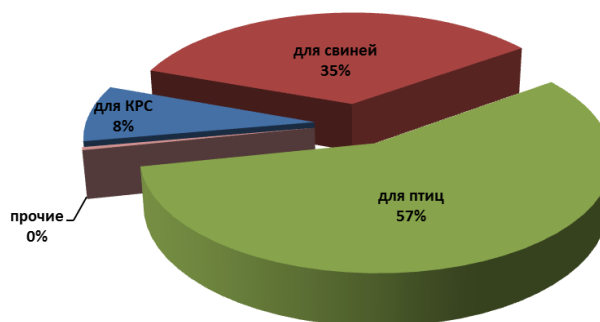
*Премиксы и компоненты смесей, полученные биотехнологическим способом*

Российский рынок кормов характеризуется достаточно интенсивным ростом. При этом, по мнению Feed Land Group, основным драйвером развития является сектор индустриального производства свинины и мяса птицы. Производство премиксов в 2015



году выросло на 14 %, при этом доля импортных смесей в общероссийском потреблении сократилась до 15 %.

Рис 2.3 Структура производства комбикормов в России по видам животных (по годовым данным 2015 года)



Источник soyanews.info

Подавляющее большинство российских производителей животноводческой продукции пользуется премиксами отечественных предприятий, предлагающих качественные смеси в соответствии с мировыми кормовыми стандартами. Тщательный отбор поставщиков и анализ эффективности используемых кормовых добавок позволяет достигать желаемых экономических результатов и сохранять конкурентоспособность.

На сегодняшний день после последних 2-3 лет снижения валютных цен, кормовые добавки снова начинают дорожать. В результате, с начала 2016 года стоимость некоторых кормовых добавок прибавила 100 % и более к цене 2015 года. В последние годы на фоне высокого спроса на кормовые добавки многие азиатские производители аминокислот и витаминов активно инвестировали в расширение производственных мощностей. Кроме того, появились и новые игроки в этом сегменте рынка, которые рассчитывали на сохранение высокого уровня спроса.

Наращивание производственных мощностей и выход на рынок новых производителей кормовых добавок привели в 2014-2015 году к общемировому дисбалансу спроса и предложения и, как следствие, к падению цен на целый ряд компонентов, как например, на витамины. В 2015 году стоимость лизина и некоторых витаминов упала до уровня себестоимости, а по некоторым продуктам и ниже, в результате чего некоторые азиатские производители заявили о финансовых убытках. Отдельно взятые производители приостановили производство и даже ушли с рынка. После проведения Саммита «G 20» ряд азиатских производителей были обязаны либо сократить, либо полностью остановить свое производство с целью улучшения экологической ситуации в регионе. Это способствовало первому скачку цен на витамины и аминокислоты.

*L-Лизин*

- гидрохлорид лизина – 1,35 USD/кг (рост на 30-35 % с начала 2016 года);
- сульфат лизина – 850 USD/кг (рост на 40-45 % с начала 2016 года);

*L-Треонин*

Цена поднялась в среднем на 15 % и составляет 1,6-1,7 USD/кг. Скорее всего цена в ближайшее время будет зафиксирована на этой отметке.

*L-Триптофан*

Средняя контрактная цена триптофана поднялась с 5,5\$/кг до отметки 8,5\$/кг. Несмотря на то, что цена не достигла пока исторического максимума, ее повышение в течение двух последних месяцев более чем на 50 % стало ощутимым для участников рынка.

*Витамин E 50 %*

В апреле 2016 года наблюдался резкий рост цен в связи с дефицитом витамина E масла, вызванный сокращением производства в Китае. К апрелю 2016 года цена на витамин E масло составляла 7,50-7,90 евро/кг, а у некоторых производителей доходила до 8,00 евро/кг. В то время, как еще в январе витамин E масло стоил меньше 5,00 евро/кг. В дальнейшем ожидается дальнейший рост цен, вызванный дальнейшим сокращением производства.

*Витамин A 1000*

За период с января по февраль 2016 года мировые производители подняли цены на витамин A1000 на 100 % в связи с дефицитным рынком цитраля(компонент в технологической цепочке производства витамина A) и перебоями в производстве в Китае. По прогнозам, рынок цитраля будет дефицитным вплоть до запуска нового завода BASF SE в Азии, который произойдет не ранее 2017 года. Цена на витамин A в период с января 2016 года по июль 2016 года взлетела с 20 евро/кг на уровень выше 60,00 евро/кг.

*Витамин B2 80*

Азиатские производители устанавливают рекордно высокие цены. На фоне этого европейский рынок также укрепляется. Цены на партии в несколько тонн фиксируются на уровне менее 30-35 евро/кг. Еще в конце 2015 года витамин B2 можно было приобрести в среднем по цене 20,00 евро/кг. До конца 2016 года эксперты прогнозируют стабильно высокий уровень цен на B2.

*Витамины B1 и B6*

Цены на витамины B1 и B6 показали не быстрый, но стабильный рост. В итоге сегодня они находятся на уровне не ниже 45,00 евро/кг и 29,00 евро/кг соответственно в

зависимости от производителя, периода и объема закупки. Осенью 2015 года их цена составляла в среднем около 30 евро/кг и 20 евро/кг соответственно.

Рост стоимости премиксов в 2016 году зависит не только от складывающихся на валютном рынке курсовых разниц, но и от роста стоимости компонентов, определяемой ценовой политикой небольшого круга производителей. Судя по динамике и опираясь на изложенные факторы влияния на рост цен, в ближайшей перспективе вряд ли стоит ожидать их снижения (источник [soyapnews.info](http://soyapnews.info)).

Негативную роль в развитии животноводства сыграло падение покупательской способности населения. Экономический кризис и девальвация рубля привели к значительному повышению себестоимости производства мяса. Цены выросли как на основные виды фуражных культур, так и на готовые комбикорма и энергоносители. С начала года себестоимость мясной продукции выросла на 30 %. В структуре производства мяса комбикорма и энергоносители занимают до 75 %, поэтому можно сделать вывод, что рентабельность производства упала. Несмотря на это минсельхоз ожидает в ближайшие три года рост объемов производства животноводческой продукции на 2 % ежегодно.

#### *Новые породы животных*

Государственная поддержка племенного животноводства позволила сформировать племенную базу во всех подотраслях животноводства, включая рыбоводство, пушное звероводство, пчеловодство и др.

В Государственном племенном регистре зарегистрировано 2517 племенных стад сельскохозяйственных животных, принадлежащих организациям по племенному животноводству, в том числе 762 племенных заводов, 1670 племенных репродукторов и 85 генофондных хозяйств по разведению крупного рогатого скота молочного и мясного направления продуктивности, овец, коз, свиней, птицы, лошадей, пушных зверей и кроликов, верблюдов, тутового шелкопряда, рыбы, северных и пантовых оленей, яков.

По оценке Минсельхоза России удельный вес племенных коров в общем маточном поголовье крупного рогатого скота в 2015 году по Российской Федерации составил 13,2 %, реализация племенного молодняка крупного рогатого скота составит более 110 тыс. голов, импорт племенного крупного рогатого скота – 33 тыс. голов, семени быков-производителей более 330 тыс. доз.

Для самообеспечения нашей страны говядиной количество мясного скота должно вырасти примерно в 2 раза. А для этого нужно иметь около 4 млн. маточного поголовья. Причем формировать такое племенное ядро необходимо из генетически ценного молодняка. В решении этой проблемы технология пересадки эмбрионов может сыграть значительную роль – пересаживая эмбрионы от племенных животных аборигенному

скоту, в том числе и даже другой породы, можно уже за 2–3 года сформировать стада чистопородных животных.

Себестоимость производства эмбрионов зависит от их числа в одном успешном эмбриосборе (7–12) и в стоимостном выражении составляет в США 52–101 долл. за один качественный зародыш, а себестоимость стельности – 86-169 долл. При этом извлечение и трансплантация эмбрионов трансплантация эмбрионов (ТЭ) 7–12 качественных зародышей обойдется заказчику (владельцу коровы-донора) в 470-960 долл., в том числе двухразовое осеменение – 60 долл., вымывание зародышей (включая суперовуляцию) – 200–300, замораживание (30-50 долл. за эмбрион) – 210-600, пересадка – 75-95 долл.

В себестоимость теленка-эбриотрансплантата (528-902 долл.), помимо цены зародышей, входят затраты на содержание реципиентов (400-650 долл.) при 50 %-ной приживляемости зародышей. Выращивание теленка до продажи (650-900 долл.) повышает его стоимость до 1 тыс. долл. Это недешево, но в 2-3 раза дешевле покупки племенного молодняка «живьем». Ещё одним преимуществом данного способа является простота транспортировки зародышей и инфекционная безопасность метода ТЭ.

Для приобретения эмбрионов сегодня открыты рынки многих стран, причем без ветеринарных ограничений. Можно ожидать, что в ближайшие годы ТЭ получит значительное распространение в увеличении поголовья генетически-ценных пород скота.

#### *Ветеринарные препараты*

Объем импорта по ключевым сегментам ветеринарных субстанций в 2012 г. оценивался в 600 млн. руб. (в ценах конечного потребления). По итогам 2014 г. общий объем импорта по ключевым сегментам ветеринарных субстанций оценивается в ~ 820 млн руб. что на 35 % превышает показатель 2012 г. Исходя из ассортиментной структуры импорта, основную движущую силу в динамике поставок обеспечивают субстанции с антибактериальной и противопаразитарной активностью (Abercade).

Российский сельскохозяйственный рынок будет испытывать растущую потребность в доступных по стоимости эффективных и экологически чистых кормовых пробиотиках широкого спектра действия. Предположение основано в том числе, на учете приоритетов, прямо поставленных руководством Российской Федерации: принята госпрограмма развития сельского хозяйства России до 2020 года по импортозамещению и повышению продовольственной безопасности страны.

*Новые сорта растений, генетическая паспортизация и прочее, с использованием биотехнологических методов*

По оценке Минсельхоза, в 2015 году российский рынок семян превысил 50 млрд. руб. Половина этого объема – импорт. Самая высокая зависимость от ввоза наблюдается

по семенам сахарной свеклы – 75 %, которых в прошлом году, по данным ФТС, было завезено 3,2 тыс. тонн. Также за рубежом закупается много семян подсолнечника (16,8 тыс. т в 2015-м), кукурузы (38,7 тыс. т), овощных агрокультур (0,9 тыс. т). По ним доля импорта в производстве составляет 35–45 %. Чтобы решить проблему отсутствия отечественных семян, государство рассчитывает к 2020 году построить 148 селекционно-семеноводческих центров.



Создание новых высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений биотехнологическими методами, устойчивых к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды является основной задачей сельскохозяйственной биотехнологии.

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 генномодифицированных (ГМ) растений в США в период с 1996 по 2014 год составил порядка 125 млрд. долларов США, из которых 44 % – за счет снижения издержек производства и 56 % – благодаря существенному улучшению урожайности.

Использование ГМ-растений в России не запрещено, однако пробелы в системе регулирования в этой области не позволяют развиваться рынку и, соответственно, не формируются стимулов для развития прикладных исследований в этой области.

Немецкий концерн Bayer объявил о покупке американского производителя генно-модифицированных семян и гербицидов Monsanto. Слияние Bayer и Monsanto станет самой крупной сделкой этого года на мировом рынке. Закрытие сделки ожидается в конце 2017 года после необходимых проверок со стороны регулирующих органов. Предполагается, что немецкий концерн благодаря слиянию может избавиться от бренда «Monsanto», у которого плохая репутация в связи с ассоциацией с ГМО. Разумеется, исчезновение бренда Monsanto никак не повлияет на распространение ГМО-продуктов. Если регуляторы в 30 странах одобряют слияние, то Bayer и Monsanto будут совместно контролировать около 30 % мирового рынка семян.

*Биологические удобрения, регуляторы (стимуляторы) роста и биологические средства защиты растений (биопестициды), средства диагностики, методы определения заболеваний и прочее*

Новое направление, развивающееся в России – разработка и производство биотехнологических продуктов для земледелия и растениеводства: биоудобрений и биостимуляторов, обеспечивающих повышение почвенного здоровья и долевое замещение минеральных удобрений, в том числе, имеющих экспортное значение.

По прогнозу исследовательской компании «Текарт», при отсутствии отрицательных явлений в российской экономике и сохранении основными игроками темпов роста производства, продемонстрированных в последние 6 лет, российский рынок биологических средств защиты растений в ближайшие 5 лет сохранит положительную динамику развития на уровне 10 % в год. Таким образом, объем рынка биологических средств защиты растений к 2020 году достигнет 6,2 тыс. тонн.

Прогнозные объемы российского рынка биоСЗР в 2016-2020 гг. представлены на рисунке 2.4.

Рисунок 2.4 Прогноз развития российского рынка биоСЗР в 2016-2020гг. (источник: прогноз исследовательской компании «Текарт»).



По мнению экспертов росту мирового рынка БСЗР и стимуляторов роста растений будет способствовать общемировая тенденция экологизации защиты растений от болезней и вредителей, а также употребления для питания органических продуктов. Так, например, уже сейчас в Германии 5 из 6 крупных сетей супермаркетов ввели строгие экологические стандарты, которые в первую очередь касаются остаточного содержания пестицидов в продуктах питания. Если в продукции поставщика будет обнаружено превышение этих норм, он лишается права поставлять свои товары в данную сеть.

Основным препятствием развития рынка является обязательная дорогостоящая процедура регистрации биопестицидов в каждой стране, где они применяются. Несмотря на это, мировой рынок БСЗР будет расти в среднем на 7 % в год и к концу 2018 года может достигнуть отметки в 3,4 млрд долл.

Следует отметить, что одной из текущих тенденций рынка пестицидов является совмещение химических и биологических препаратов, что в свою очередь тормозит развитие рынка биоСЗР. Основным фактором, сдерживающим развитие спроса на биоСЗР, является общий слабый уровень культуры земледелия в России и низкая осведомленность о тенденциях в растениеводстве.

В России с января 2017 года вводится национальный стандарт «Продукция органического производства. Порядок проведения добровольной сертификации» (ГОСТ Р 57022-2016). Его целью является установление единого регламента добровольной сертификации производства органической продукции. Инициатором разработки нового стандарта стал комитет Госдумы по аграрным вопросам.

Потенциал России по экологическому сельскому хозяйству к 2020 году достигнет 600-700 млрд рублей, доля РФ на мировом рынке составит 10-15 %. Ресурсами для этого является то, что в стране 40 млн га залежных сельхозземель, которые не получали химикаты более 20 лет. Это сопоставимо с площадью всех органических земель мира (43,1 млн га). Кроме того, Россия располагает 20 % запасов пресной воды в мире, 9 % пахотных земель, 58 % мировых запасов чернозема.

Оборот мирового органического сельского хозяйства составляет \$85-90 млрд в год. По прогнозам экспертов, к 2020 году эта цифра достигнет \$200-250 млрд.

Следует отметить, что в Российской Федерации наметилась тенденция отставания развития вышеназванных направлений биотехнологий от мирового уровня. Отдельные научно-исследовательские работы, производимые в институтах РАН и Россельхозакадемии, позволили разработать технологии, являющиеся конкурентоспособными на мировом уровне. Однако дальнейшее развитие таких

технологий с целью их коммерциализации сдерживается отсутствием единой программы развития сельскохозяйственных биотехнологий в Российской Федерации.

***В сегменте сельскохозяйственных биотехнологий наиболее перспективными направлениями научных исследований на ближайшую перспективу являются такие тематики как:***

- разработка методологии широкомасштабной интродукции полезных микроорганизмов в почвы, а также на поверхность и в ткани растений, возделываемых в различных почвенно-климатических зонах России;
- разработка новых способов управления развитием и адаптивными функциями с/х культур в экологически устойчивых агроценозах с использованием сигнальных молекул;
- идентификация генов и исследование молекулярно-генетических механизмов, обуславливающих хозяйственно-ценные признаки растений (устойчивость к стрессовым факторам, в том числе фитопатогенам, повышение качества урожая) и животных (устойчивость к заболеваниям, высокий генетический потенциал продуктивности, улучшенные качественные характеристики продукции);
- разработка методов получения высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений с использованием новейших технологий производства исходного гомозиготного и рекомбинантного материала, генетических маркеров в селекции;
- разработка методов геномной паспортизации и диагностических тест-систем, позволяющих определять на геномном уровне племенную ценность животных;
- создание штаммов микроорганизмов и микробных консорциумов для формирования симбиотических растительно-микробных сообществ, обеспечивающих питание растений минеральными веществами и их защиту от патогенов;
- определение генетической структуры микробных сообществ основных типов почв с целью выявления ключевых групп генов и геномов, определяющих базовые процессы почвообразования и развития растений;
- расшифровка геномов важнейших фитопатогенов, актуальных для сельского хозяйства России;
- разработка методов молекулярно-биологической диагностики фитопатогенных организмов, как распространенных в настоящее время на территории России, так и потенциально опасные для сельского хозяйства страны, распространение которых возможно в ближайшее время;
- создание диагностических систем на платформах иммунологических методов, количественного ПЦР (ПЦР в реальном времени) и изотермической амплификации;



- разработка методов генетической паспортизации сортов и сертификации семян растений, основанных на использовании молекулярных маркеров.

***Перспективными направлениями научных исследований на долгосрочную перспективу (до 2020 года) являются:***

- разработка методов гаплоидии и получения в короткие сроки гомозиготных исходных линий, поиск и характеристику индивидуальных маркеров устойчивости растений к патогенам и разработку соответствующих тест-систем;
- расшифровка геномов важнейших сельскохозяйственных растений;
- анализ геномов, идентификация генов-кандидатов локусов полезных количественных признаков, исследование молекулярных механизмов формирования продуктивности сельскохозяйственных животных;
- поиск новых биопестицидов и биоинсектицидов.

***Наиболее перспективными для массового внедрения в краткосрочной перспективе (до 2018 года) являются следующие технологии (и производства продукции на их основе):***

- разработка технологий производства новых ферментных препаратов, аминокислот, витаминов;
- опытно-промышленные установки по производству биотехнологических фитосанитарных препаратов;
- разработка технологий производства фитосанитарных препаратов на опытно-промышленных установках);
- создание тест-систем нового поколения для детекции возбудителей наиболее опасных для растениеводства и животноводства заболеваний;
- разработка технологий производства новых биологических средств защиты растений на основе высокопродуктивных штаммов;
- разработка технологий тиражирования выдающихся генотипов сельскохозяйственных животных путем клонирования;
- разработка технологий получения альтернативного рыбной муке кормового белка;
- разработка биоорганических удобрений и биостимуляторов развития растений;
- создание комплексных кормовых пробиотических препаратов нового поколения.

***Наиболее перспективными для массового внедрения в долгосрочной перспективе являются следующие технологии (и производства продукции на их основе):***

- технологии получения высокопродуктивных сортов с/х растений, недоступных традиционным методам селекции посредством использования новейших технологий получения исходного гомозиготного и рекомбинантного материала (новые сорта растений);

- высокоточные молекулярно-генетические методы диагностики вредных организмов и конструирования новых биологических агентов для защиты растений(диагностические наборы);
  - технологии получения и применения экологически безопасных биологических средств защиты растений от вредителей, возбудителей болезней и сорных растений для промышленного производства сельскохозяйственной продукции (средства защиты растений);
  - исследование развития передовых постгеномных и биотехнологических методов в растениеводстве (базы данных генов – носителей ценных сортовых свойств);
  - технологии генетического конструирования и биоинженерии многокомпонентных и полифункциональных микробиомов растений, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы(биоудобрения);
  - технологии молекулярного мониторинга почв с/х назначения, позволяющие прогнозировать динамику основных параметров их биологического потенциала (диагностикумы);
  - технологии молекулярной селекции животных и птицы(новые породы животных и птиц);
  - технология производства ветеринарных биопрепаратов(ветеринарные препараты);
  - технологии производства кормового белка и видов его использования(различные виды кормового белка);
  - технологии микробиологической переработки с/х отходов(микроорганизмы, технологическое оборудование) ;
  - разработка технологий создания животных и растений «биофабрик» для продукции рекомбинантных белков промышленного и медицинского назначения («биофабрики» на основе животных и растений, вырабатывающие рекомбинантные белки;
  - создание рекомбинантных вакцин против возбудителей инфекционных заболеваний сельскохозяйственных животных и разработка технологий их получения
- технологии применения пробиотических средств на основе знания о микробиома организмов.

#### **2.4 Природоохранные (экологические) биотехнологии**

Утилизация (переработка) промышленных отходов с применением биопрепаратов – это пока небольшой, но очень перспективный рынок.

В России в настоящий момент переработке и нейтрализации подвергается порядка 30 % отходов сельскохозяйственного производства. Существующие нормативы по хранению отходов, в частности отходов животноводства, не соблюдаются.

Общий ежегодный объем отходов спиртового производства составляет до 10 млн. тонн в фактическом весе. В соответствии с экспертными оценками, перерабатывается порядка четверти этого объема. 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. Нерешенной остается и проблема утилизации упаковочных материалов, годовой уровень накопления полимерных отходов в России составляет 710 тыс. тонн.

***В сегменте экологических и природоохранных биотехнологий наиболее перспективными направлениями научных исследований на ближайшую перспективу являются такие тематики как:***

- создание технологии получения биогибридных и биodeградируемых материалов на основе химических полимерных матриц и растительного клеточно-структурированного материала, для сбора и утилизации нефти и нефтепродуктов, биоочистки сточных вод;
- разработка технологии микробной конверсии органических отходов;
- изучение метаболического потенциала биологических объектов – микроорганизмов, растений, грибов, насекомых, червей и других организмов, который позволил бы использовать эти организмы в экобиотехнологической сфере;
- исследование в области биоремедиации;
- разработка технологии микробной конверсии органических отходов;
- изучение влияния биологических факторов на свойства материалов и технических изделий, разработка методических основ ускоренных лабораторных и натуральных испытаний материалов, изделий и средств защиты от биокоррозии и биоповреждений;
- исследование состава и динамики развития сообществ организмов-обрастателей; изучение механизмов биоповреждений материалов, изделий и сооружений в морской среде отдельными видами макро – и микроорганизмами;
- создание каталогов фауны обрастания твердых субстратов;
- создание научной основы системы мониторинга состояния природных и культивируемых биоресурсов;
- создание каталога биоиндикаторов загрязнения окружающей среды;
- создание каталогов биоресурсов, т.е. видов, так или иначе используемых в биотехнологиях;

- создание и поддержание биокolleкций и биоресурсных центров для обеспечения эффективной системы регистрации, хранения, использования зарегистрированных и вновь описываемых организмов (микроорганизмов, грибов, растений, животных), доступности генетических ресурсов биотехнологического назначения и сохранения биоразнообразия;
- научный анализ мирового опыта в перечисленных областях деятельности.

***Наиболее перспективными для массового внедрения в долгосрочной перспективе являются следующие технологии:***

- технологии очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов – микроорганизмов, растений, грибов, насекомых, червей и других организмов;
- технологии вторичной переработки отходов – силосование, компостирование, в том числе, биокомпостирование и вермикомпостирование, позволяющие полностью минерализовать органические загрязнения с образованием биоудобрений, кормового белка и биопрепаратов, безопасных для человека и животных, и не загрязняющих окружающую среду;
- технологии защиты от повреждающих микроорганизмов, водорослей, грибов, беспозвоночных животных и других живых организмов-деструкторов технических поверхностей;
- добровольная экологическая сертификация;
- технология мониторинга состояния биоресурсов страны;
- технология оценки и учета последствий для состояния окружающей среды при реализации биотехнологий в смежных разделах СПИ;
- технологии создания и поддержания биокolleкций и биоресурсных центров в первую очередь – их инвентаризации и каталогизации, совершенствование правовой базы существования и использования биокolleкций и биоресурсных центров, технологии использования коллекций в биотехнологической практике.

## **2.5 Пищевая промышленность**

Вектор научно-технологического развития России в области наук о жизни в ближайшее двадцатилетие будет направлен на решение приоритетной задачи продовольственной безопасности России – увеличение эффективности сельскохозяйственной отрасли России и импортозамещения сельхозпродукции, а также формированию основ и индустрии здорового питания, способных обеспечить сохранение и укрепление здоровья населения, профилактику заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием.

Именно образ жизни и питание являются важнейшими факторами, определяющими здоровье человека, его потенциальные возможности поддерживать физическую активность и работоспособность, умение противостоять внешним неблагоприятным воздействиям, а также качество и продолжительность жизни.

Изменение на современном этапе условий жизни и труда населения России, особенно проживающего в городах, стало причиной снижения энергозатрат, и как следствие объемов потребляемой пищи на фоне однообразных рационов, основным наполнением которых являются пищевые продукты промышленного производства и предприятий общественного питания. В этих условиях значительно снизилось поступление с пищей необходимых человеку эссенциальных и физиологически ценных веществ, потребности в которых остались неизменными.

Мониторинг состояния питания населения России, который с 1983 г. проводится НИИ питания РАМН в сотрудничестве с региональными медицинскими научными учреждениями, выявил практически у всех категорий населения существенные нарушения пищевого статуса: недостаточное потребление белков животного происхождения, избыточное потребление животных жиров, дефицит полиненасыщенных жирных кислот, высокую долю в рационе питания быстроусвояемых углеводов, недостаточное потребление пищевых волокон, дефицит витаминов С, В1, В2, В6, В12, фолиевой кислоты, бета-каротина, ряда макро- и микроэлементов (кальция, железа, йода, фтора, селена, цинка). Нарушение пищевого статуса оказывает значимое отрицательное влияние на показатели состояния здоровья, является серьезным фактором риска возникновения и развития многих неинфекционных заболеваний.

По данным ФАО и ВОЗ в 2012-2014 гг. число страдающих от неполноценного питания людей составило 805 млн человек. В 2013 году от него все еще страдали 161 млн детей в возрасте до пяти лет, причем от острого недоедания (истощения) году страдали 51 млн детей в возрасте до пяти лет. Недоедание остается основной причиной смертности среди детей в возрасте до пяти лет, и на его долю в 2013 году пришлось 45 % всех случаев детской смертности. Более двух миллиардов человек страдают от дефицита микронутриентов, особенно витамина А, йода, железа, цинка и других.

В связи с этим очевидна необходимость профилактики среди всех категорий населения, особенно среди малообеспеченных граждан, дефицита основных пищевых веществ и микронутриентов, а, следовательно, и заболеваний, вызванных недоеданием или неполноценным питанием. Сбалансированное питание предусматривает разнообразие употребляемых пищевых продуктов. Это дает возможность компенсировать недостающие

пищевые вещества в одном продукте другим и наиболее полно удовлетворять потребности организма.

Мировой и отечественный опыт убедительно свидетельствуют о том, что наиболее эффективным и целесообразным с экономической, социальной, гигиенической и технологической точек зрения способом решения указанной проблемы является создание различных пищевых продуктов промышленного производства, отличительными признаками которых являются измененный химический состав и свойства, обеспечивающие продукту проявление соответствующего физиологического воздействия на организм человека. Практическое решение этой задачи в сфере пищевых технологий связано с увеличением производства новых обогащенных, функциональных, специализированных, в том числе диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов.

В соответствии с Методическими рекомендациями МР 2.3.1.24.32-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» потребности населения в белке в зависимости от пола, возраста и физической активности составляют для взрослого населения 58 – 117 г/сут., для детей старше года 56 – 87 г/сут. Из общего количества белка доля полноценных белков должна составлять не менее 50 % для взрослых и 60 % для детей. Полноценными являются белки животного происхождения. Практически все растительные белки не являются полноценными, так как имеют дефицит различных незаменимых аминокислот и усваиваются лишь на 62–80 %. Исключение составляют белки сои, которые имеют сбалансированный аминокислотный состав и усваиваются на 86–98 % после соответствующей технологической обработки. Учитывая ограниченность ресурсов животных белков и способность растений к быстрому воспроизводству за счет фотосинтеза, можно сказать, что именно соя является наиболее важным реально существующим мировым резервом пищевого и кормового белка.

25 октября 2010 года Председатель Правительства РФ подписал Распоряжение № 1873-р, утверждающее «Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года». Основными целями, которые определяет данный документ, являются сохранение и укрепление здоровья населения, профилактика заболеваний, обусловленных неполноценным и несбалансированным питанием. Одна из важнейших задач, направленных на достижение поставленных целей, – развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных и функционального продуктов, продуктов детского питания диетических (лечебных и профилактических) пищевых

продуктов и биологически активных добавок к пище. Ожидаемыми результатами реализации государственной политики в области здорового питания являются: увеличение доли производства пищевых продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами (до 40-50 % общего объема производства); молочных продуктов со сниженным содержанием жира (до 20-30 %); обеспечение 80 % рынка специализированных продуктов для детского питания, в том числе диетического (лечебного и профилактического), за счет продуктов отечественного производства; снижение заболеваемости среди детей и подростков, связанной с питанием (анемия, недостаточность питания, ожирение, болезни органов пищеварения) до 10 %, а также снижение распространенности ожирения и гипертонической болезни на 30 %, сахарного диабета на 7 %.

С учетом перечисленных выше факторов, наиболее вероятно, что рынок специализированных и функциональных пищевых продуктов, функциональных пищевых ингредиентов и биологически активных добавок к пище в прогнозном периоде 2016-2017 сохранит положительную динамику, однако при этом темпы роста снизятся. По данным компании Аберкейд Консалтинг, среднегодовой темп роста на период до 2017 г. ожидается на уровне 7-8 % в натуральном выражении и 12 % на основании стоимостной оценки. По прогнозам ИА «КредИнформ» динамика объема мирового и национального спроса на такие продукты к 2015 г. Достигнет 108 млрд. долларов США. Российские товаропроизводители могут ориентироваться на достижение не менее 5 % от мирового объема товарооборота в анализируемом сегменте рынка.

***Следует выделить ряд альтернативных трендов:***

- Индивидуальное персонализированное питание – рынок продуктов и сервисов, обеспечивающих изменение состава продуктов питания для удовлетворения потребностей организма конкретного потребителя.

- Альтернативные источники сырья – рынок пищевого и кормового белка, произведенного на основе альтернативных источников сырья, который будет состоять из нескольких направлений: альгобиотехнологии, растительный белок- продукты переработки псевдозлаковых культур (амарантовая мука), а также направление переработки биомассы насекомых.

- Геномика – рынок селекции сельскохозяйственных культур и племенного и товарного животноводства с использованием генных технологий.

- Точное земледелие – рынок продуктов и сервисов, направленных на повышение эффективности растениеводства через применение удобрений, семян и средств защиты

растений в строгом соответствии с неоднородностью полей и потребностями посевов, а также автоматизацию и сверхточное выполнение технологических операций.

- Органическое земледелие – рынок продуктов, произведенных без использования синтетических удобрений, пестицидов, кормовых добавок и с учетом локальных характеристик экосистем.

Таким образом, **в сегменте пищевых биотехнологий наиболее перспективными направлениями научных исследований на ближайшую перспективу являются такие тематики как:**

- разработка комплекса методов для подтверждения аутентичности пищевых продуктов, в том числе видовой идентификации сырья животного, растительного и микробного происхождения;
- разработка методических подходов к оценке безопасности пищевых продуктов, полученных на основе ГМ организмов первого и последующих поколений и совершенствование системы контроля и мониторинга за оборотом ГМ-продукции на территории РФ;
- разработка методических подходов к интегральной оценке безопасности продукции, содержащей несколько видов загрязняющих веществ;
- создание средств контроля сохранности пищевых продуктов, включая «умную упаковку», индивидуальные детекторы, сенсоры и т.п.;
- характеристика биологической эффективности специализированных и функциональных пищевых продуктов, полученных на основе биологически активных соединений и биокомпозиций, в том числе разработка новых методов тестирования функциональных свойств пищевых продуктов и ингредиентов;
- разработка методов контроля качества специализированных и функциональных пищевых продуктов, в том числе методов количественного специфического определения содержания биологически активных соединений, входящих в их состав;
- проектирование и оптимизация технологических процессов для получения функциональных пищевых ингредиентов и продуктов с высокой добавленной стоимостью;
- создание стартерных культур и высококонцентрированных заквасок на основе новых пробиотиков для промышленной и медицинской биотехнологии;
- создание ферментных препаратов для пищевой биотехнологии;
- разработка методологии коррекции патологических состояний с использованием специализированных и функциональных пищевых продуктов.

***Наиболее перспективными для массового внедрения в долгосрочной перспективе являются следующие технологии:***



- технологии деконтаминации пищевого сырья;
- технологии глубокой конверсии побочных продуктов и отходов переработки сырья растительного и животного происхождения;
- технологии получения целевых продуктов с заданными свойствами на основе биологически активных соединений и биокомпозиций;
- технологии получения функциональных пищевых ингредиентов, основанные на рациональном дизайне мультиферментных композиций, используемых для переработки сырья растительного и животного происхождения;
- технология производства витаминов и других эссенциальных и биологически активных соединений;
- технология производства ферментных препаратов;
- технология производства пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков;
- технология производства специализированных и функциональных пищевых продуктов, а также биологически активных добавок к пище.

## 2.6 Процессы и оборудование в биотехнологиях

В соответствии с критериями продовольственной безопасности для обеспечения устойчивого развития отечественного производства продовольствия материально-техническая база пищевой и перерабатывающей промышленности требует радикального обновления.

К числу основных системных проблем необходимо отнести следующие:

1. Высокий уровень конкуренции со стороны иностранных производителей. Многие виды отечественного оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности морально устарели. Разработка новых, прогрессивных видов техники ведется низкими темпами по причине резкого снижения научно-технического потенциала отрасли, необходимого для разработки нового поколения машин и оборудования. При номенклатуре применяемого оборудования около 6600 наименований в отрасли ликвидированы практически все конструкторские бюро и научно-исследовательские институты. Около 50 специализированных предприятий, НИИ и КБ, разрабатывавшие технологии и оборудование для пищевой и перерабатывающей промышленности, оказались в постсоветский период за пределами Российской Федерации.

2. Устаревшее оборудование и технологии на предприятиях машиностроения. Важной проблемой развития является необходимость технологического переоснащения заводов, модернизация производств и переход на выпуск современной конкурентоспособной продукции.

3. Незрелость рынка комплектующих изделий, недостаточно развитая система производственной кооперации.

4. Низкий уровень консолидации предприятий машиностроения. Отечественные предприятия значительно уступают в концентрации капитала крупнейшим зарубежным компаниям, представленным на российском рынке.

Реестр инновационных технологий сформирован с учетом Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.04.2012 № 559-р, Перечня научных исследований и опытно-конструкторских разработок применительно к созданию машин и оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.12.2008 № 988 по следующим направлениям создания инновационных технологий и оборудования:

1. Технологии энерго- и ресурсосберегающей переработки сельскохозяйственного сырья и производства экологически безопасных продуктов питания;

2. Оборудование для реализации технологий производства новых продуктов с высокой добавленной стоимостью (в том числе функциональных, лечебно-профилактических и других);

3. Биокаталитические технологии глубокой переработки пищевого сырья и создания новых пищевых продуктов и их компонентов с улучшенными функциональными и технологическими свойствами;

4. Биотехнологии получения сбалансированных кормов для животноводства и птицеводства, производство ферментов и пробиотиков в качестве кормовых добавок;

5. Обеспечение импортозамещения в технологиях, оборудовании и продуктах;

6. Упорядочение производства, расширение ассортимента и повышение качества пищевой продукции;

7. Внедрение энерго- и ресурсосберегающих совмещенных технологий глубокой переработки пищевого сырья;

8. Модернизация существующих производств на основе использования новых и передовых технологий, обеспечивающих повышение их конкурентоспособности;

9. Разработка высокоэффективных методов консервирования, хранения и транспортирования сырья в условиях комплексного воздействия физико-химических и биологических факторов;

10. Технологии по повышению степени использования сырьевого потенциала техногенных образований и отходов;

11. Технологии производства биотоплива и других продуктов с высокой добавленной стоимостью из возобновляемых источников сельскохозяйственного сырья и отходов;

12. Технологии изготовления экологически чистых биополимеров и других биоразлагаемых материалов, в том числе для упаковочных материалов и тары нового поколения, обеспечивающих возможность хранения пищевых продуктов;

13. Разработка волновых, мембранных, вибрационных, кавитационных, импульсных и др. технологий при реализации процессов измельчения, активации, кристаллизации, фракционирования, формирования структуры материалов, экстракции, тонкого перемешивания многофазных жидкостей, с целью получения пищевых продуктов с заданными и прогнозируемыми свойствами.

Сценарии развития отрасли в соответствии со Стратегией развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности до 2020 года предусматривают достижение следующих результатов:

- создание инновационных технологий, машин и оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности;

- модернизация предприятий машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности, повышение уровня обновления основных фондов;

- повышение инвестиционной привлекательности и улучшение финансового положения предприятий отрасли;

- ослабление зависимости страны от импорта оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности;

- повышение производительности труда на предприятиях отрасли.

Ожидаемыми результатами реализации Стратегии развития машиностроения для пищевой и перерабатывающей промышленности до 2020 года являются:

- увеличение объемов выпуска оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности к 2020 году по базовому сценарию до 20 млрд. руб. и по целевому сценарию до 32 млрд. руб. (в ценах 2012 года);

- снижение доли зарубежных поставок на российском рынке оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности к 2020 году по базовому сценарию до 67 % и по целевому сценарию до 50 %;

- повышение производительности труда в машиностроении для пищевой и перерабатывающей промышленности к 2020 году по базовому сценарию в 2,0 раза и по целевому сценарию в 3,2 раза по сравнению с 2012 годом.

Реализация сценариев развития отрасли предполагает:

1. Реализацию инновационных проектов и проведение НИР и НИОКР, направленных на создание прогрессивных технологий, машин и оборудования для пищевой и перерабатывающей промышленности;

2. Выполнение программы модернизации и технического перевооружения ведущих предприятий отрасли на основе государственно-частного инвестирования;

3. Целевое создание точек роста, на основе усиления передовых машиностроительных предприятий и НИИ, Конструкторских бюро и создания инжиниринговых центров, а так же центров коллективного пользования стендовым и экспериментальным оборудованием.

## **2.7 Биотехнологии для лесного сектора**

Сохранение лесов, устойчивое управление ими, признается критическим фактором экономического и социального развития, защиты окружающей среды и в целом – системы поддержания жизни на планете. В результате хозяйственной деятельности их площадь лесов сократилась почти в 2 раза и составляет в настоящее время около 3,4 млрд. га. Процесс обезлесения планеты продолжается и в настоящее время.

Особая роль в сохранении и устойчивом управлении лесами принадлежит России, на долю которой приходится 22 % всех мировых лесных ресурсов, в том числе более половины бореальных лесов планеты. Земли лесного фонда составляют более 2/3 общей площади земель нашей страны, а лесистость ее территории (45,4 %) является одной из самых высоких в мире.

В долгосрочной перспективе развитие лесного сектора России должно быть направлено на обеспечение устойчивого управления лесами с целью повышения их биосферных, средозащитных, социальных и ресурсных функций и на получение продукции с высокой добавочной стоимостью.

В сегменте биотехнологий для лесного сектора наиболее перспективными направлениями научных исследований на ближайшую перспективу являются такие тематики как:

- разработка технологий клонального микроразмножения ценных генотипов древесных растений;
- разработка технологий молекулярного маркирования для идентификации и генетического мониторинга лесных генетических ресурсов;
- разработка биотехнологических подходов к мониторингу фитосанитарного состояния питомников и лесонасаждений;
- разработка биологических средств защиты леса;

- разработка и апробация молекулярно-генетических методов для целей лесопатологического мониторинга, мониторинга воспроизводства лесов и контроля за оборотом круглых лесоматериалов.

***Наиболее перспективными для массового внедрения в долгосрочной перспективе являются следующие технологии:***

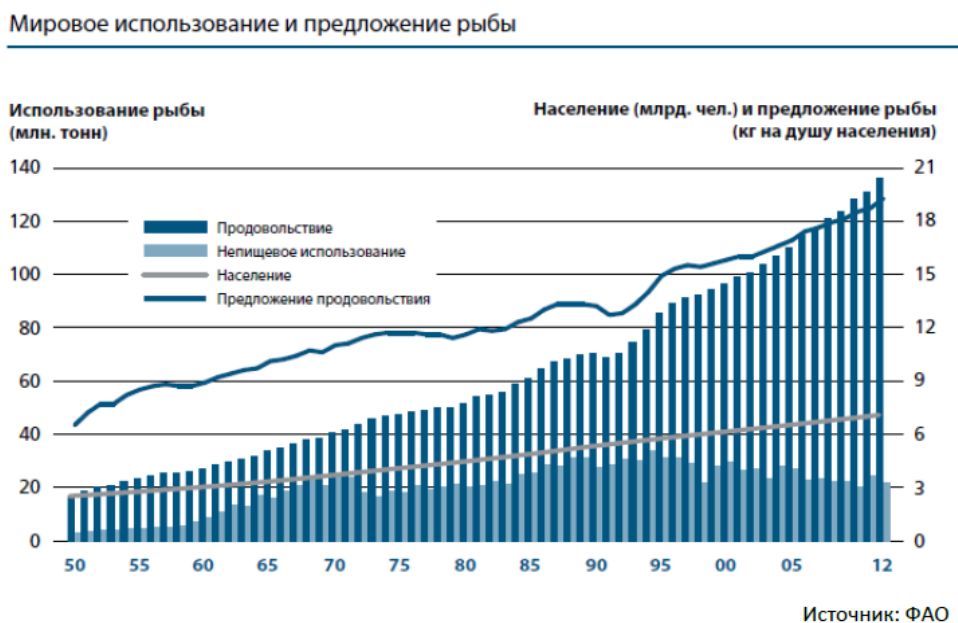
- клональное микроразмножение редких и исчезающих видов лесных древесных и не древесных растений для создания резерватов генетически ценных форм деревьев;
- технологии культуры *in vitro* растений – клональное микроразмножение, криоконсервация и депонирование *in vitro*;
- технологии производства экологически безопасных биотехнологических средств защиты леса;
- технологии мониторинга фитосанитарного состояния лесонасаждений;
- технологии инструментального наземного мониторинга состояния лесных генетических ресурсов *in situ*;
- установление границ внутривидовых таксонов (подвидов, экотипов, популяций) основных лесообразующих пород методами анализа ДНК в целях организации мониторинга состояния лесных генетических ресурсов;
- создание банка ДНК патогенов в целях организации фитопатологического состояния лесных питомников и использования в целях повышения эффективности государственного лесопатологического мониторинга;
- технологии генетического контроля за оборотом круглых лесоматериалов, а также за оборотом репродуктивного материала (партий семян, сеянцев, саженцев).

## **2.8 Акваресурсные биотехнологии**

В соответствии с прогнозами FAO, к 2023 году объем мирового производства рыбы достигнет 186 млн тонн, предполагается, что аквакультура будет обеспечивать весь прирост производства рыбы: доля выращенной рыбы в общем объеме производства к 2023 году достигнет 49 %.

Мировое потребление рыбы на душу населения в 2014 году по оценкам FAO достигло 19,6 кг. Согласно прогнозам, в 2023 году мировое потребление рыбы должно составить 20,9 кг на душу населения –на рыбу приходится 17 % потребления населением мира животного белка, а также питательных веществ, витаминов и омега-3 жирных кислот. Рост численности населения земли и необходимость обеспечить население продуктами питания является основным драйвером развития аквакультуры. Причем более 70 % производства мировой аквакультуры приходится на азиатско-тихоокеанский регион.

Рисунок 2.5 Мировое использование и предложение рыбы



Вторым по значимости драйвером роста рынка морских биотехнологий, по данным экспертов Smithers Rapra, являются использование производных морских ферментов в косметической промышленности и использование морских водорослей и микроводорослей в медицине, косметологии, сельском хозяйстве и др. областях промышленности.

Залогом успешного и бурного развития мирового рынка морских биотехнологий является потенциал их применения в таких направлениях, как:

- решение социальных проблем в области продовольственной безопасности;
- создание новых источников энергии и обеспечение (тем самым) энергетической безопасности;
- забота об окружающей среде, здоровье человека и его благосостоянии.

При всех преимуществах, которые сулит применение морских биотехнологий для человека и общества, на данном пути существуют и определенные препятствия, затрудняющие развитие данной индустрии. Среди ключевых барьеров, на пути прогресса морских биотехнологий, эксперты называют:

- финансовые барьеры, связанные с низким (на данный момент) уровнем капиталовложений в область развития указанных технологий;
- нормативно-правовые барьеры, связанные с регулированием доступа к тем или иным морским ресурсам.

*В сегменте аквабиотехнологий наиболее перспективными направлениями научных исследований на ближайшую перспективу являются такие тематики как:*

- формирование биоресурсных центров на основе детально изученных коллекций промышленно пригодных культур гидробионтов;
- оптимизация процессов накопления биомассы микроводорослей, адаптированных к районным климатическим условиям;
- безотходные биотехнологии для объединения установок замкнутого водоснабжения на основе микроводорослей с тепличным выращиванием растений и интенсивным ведением аквакультуры;
- технологии получения продуктов с высокой добавленной стоимостью из биомассы микроводорослей с широким спектром применения:
  - растениеводство – цианобактериальные консорциумы способствуют оптимизации микробиологических процессов в ризосфере сельскохозяйственных культур, особенно в аридных почвенно-климатических условиях и повышению продуктивности агроценозов;
  - животноводство, птицеводство и аквакультура – для получения белково-витаминных добавок к кормам, повышающих усвояемость основного корма, иммунный статус организма и выживаемость молоди, повышающих качество продукции животного происхождения;
  - пищевая промышленность – в кондитерском, хлебобулочном, консервном производствах, производстве алкогольных и безалкогольных напитков, пищевых концентратов, БАД, безопасных натуральных красителей, антиоксидантов и др.;
  - производство субстанций и/или вспомогательных веществ для фармацевтической, ветеринарной и парфюмерно-косметической промышленности – каротиноиды и полиненасыщенные жирные кислоты с противовоспалительной, противоопухолевой и витаминной активностями;
  - природоохранные мероприятия – при утилизации газообразных отходов промышленных предприятий, очистки сточных вод, восстановлении и поддержании плодородия почв, в том числе после пожаров.
- технологии получения альтернативных источников белков и других компонентов кормов;
- технологии глубокой переработки биомассы гидробионтов и рыбьих субпродуктов.

### **3. Направления исследований и разработок, наиболее перспективные для развития в рамках Платформы**

С учетом имеющихся научных заделов, тенденций, текущего состояния и потенциала развития рынков и социально-экономического эффекта выделяются следующие приоритеты:

- промышленная биотехнология
- сельскохозяйственная биотехнология
- природоохранная (экологическая) биотехнология
- биокolleкции и биоресурсные центры
- пищевая биотехнология
- лесная биотехнология
- акваресурсная биотехнология.

В рамках указанных приоритетов формируются комплексы мероприятий, взаимосвязанных и скоординированных по времени, ресурсам и исполнителям, включая НИОКР, материально-техническое, кадровое, информационное, нормативно-правовое и экономическое обеспечение. Ниже приводятся эти комплексы мероприятий по направлениям. Кроме того, в Приложении 3 представлен план первоочередных мероприятий по реализации Программы.

За каждым из основных приоритетов применения биотехнологий, или выделяемой части приоритетов, закрепляются ответственные за разработку государственной политики в этой области федеральные органы исполнительной власти.

#### **3.1 Промышленные биотехнологии**

Данное направление определяет создание научной и технологической базы современной промышленной биотехнологии. Биологический синтез позволяет создавать огромное разнообразие продуктов как в традиционных (продукты питания для человека, корма для животных и др.), так и новых областях (производство рекомбинантных белков, биополимеров, продуктов тонкого и основного органического синтеза, биоразлагаемых пластиков). Сектор «Промышленной биотехнологии» является в настоящий момент мощным двигателем развития биоэкономики.

Основными направлениями работ в этой области будут:

- Ферменты:
  - промышленные ферменты и биокатализаторы
  - кормовые и пищевые ферменты
- Биодegradируемые полимеры



- Химикаты, включая мономеры для биodeградируемых полимеров:
  - органические кислоты, спирты, диолы
  - углеводороды
- Полисахариды и другие средства для увеличения нефтедобычи
- Биологически активные компоненты
- Биологический синтез аналогов природных соединений

### 3.2 Сельскохозяйственные биотехнологии

Разработка современных агробiotехнологий является одной из основ повышения эффективности сельскохозяйственного производства и обеспечения продовольственной безопасности России. Новые направления агробiotехнологии связаны с использованием растений и животных для получения новых биопродуктов промышленного и медицинского назначения.

Основными направлениями работ в этой области будут:

- Новые сорта сельскохозяйственных растений;
- Породы (типы, линии) животных, обладающие высоким генетическим потенциалом продуктивных признаков и улучшенным качеством продукции;
- Новые биотехнологические формы деревьев с заданными признаками;
- Штаммы микроорганизмов и микробные консорциумы, предназначенные для создания симбиотических растительно-микробных сообществ, обеспечивающих питание растений минеральными веществами и их защиту от патогенов;
- Растения и животные – «биофабрики» для получения биопродуктов промышленного и медицинского назначения;
- Консерванты кормов и силосные закваски;
- Сбалансированные комбикорма и премиксы;
- Линии энтомофагов и насекомых-опылителей для защиты и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур в тепличном растениеводстве.
- Крупнотоннажные кормовые добавки: незаменимые аминокислоты, витамины, кормовой белок

Особенно актуально расширение производства отечественных энтомофагов и опылителей в современных условиях решения задач импортозамещения. Сейчас тепличное овощеводство находится в жесткой зависимости от импортируемых энтомофагов и опылителей, цены на которые из-за колебания валютного рынка значительно выросли. Следует отметить, что использование энтомофагов и опылителей является обязательным элементом индустриальных технологий интенсивного

растениеводства в защищенном грунте, площади которого в России уверенно растут. Поэтому расширение отечественного производства данного вида биотехнологической продукции весьма своевременно и востребовано. Новые тепличные комбинаты используют индустриальные технологии растениеводства, ориентированные на биологическую защиту растений, которая в современных теплицах невозможна без применения энтомофагов.

Линии энтомофагов и опылителей должны обладать высоким генетическим потенциалом признаков, определяющих их репродукцию и стрессоустойчивость. Поэтому данные биотехнологические продукты проходят обязательное селекционно-генетическое улучшение с применением современных молекулярно-генетических методов.

### **3.3 Природоохранные (экологические) биотехнологии**

Данное мероприятие направлено на развитие экобиотехнологии и соответствующих производств, включая биотехнологии очистки и защиты окружающей среды, биоремедиации грунтов, восстановления экосистем водоемов с использованием живых организмов-биодеструкторов, защиты от биоповреждений и биокоррозии, утилизации отходов. Экобиотехнологии оказывают решающее влияние на качество жизни общества, снижая техногенную нагрузку и улучшая состояние окружающей среды.

Основными направлениями работ в этой области будут:

- технологии малоотходной переработки древесины;
- технологии очистки и переработки отходов;
- технологии очистки вод, грунтов и атмосферы с помощью метаболического потенциала биологических объектов;
- технологии оценки экологической безопасности среды обитания, ее благоприятности для живых существ и человека благополучная среда обитания.

Наиболее перспективными для массового внедрения в долгосрочной перспективе являются следующие технологии:

- технологии вторичной переработки отходов – силосование, компостирование, в том числе, биокомпостирование и вермикомпостирование, позволяющие полностью минерализовать органические загрязнения с образованием биоудобрений, кормового белка и биопрепаратов, безопасных для человека и животных, и не загрязняющих окружающую среду;
- технологии защиты от повреждающих микроорганизмов, водорослей, грибов, беспозвоночных животных и других живых организмов-деструкторов технических поверхностей;

- технологии создания и поддержания биокolleкций и биоресурсных центров.

### 3.4 Биокolleкции и биоресурсные центры

Ценность биоресурсного потенциала заключается в его разнообразии. Помимо зарегистрированных биокolleкций существуют достаточно большое количество авторских собраний, как правило, специализированных на узкой группе организмов, и, зачастую, превосходящих по уровню представленного биоразнообразия официальные коллекции. Однако большинство биокolleкций малоизучены, в том числе, что касается генетической идентификации и дифференциации, что иногда связано с отсутствием адекватных методик молекулярного анализа и их дороговизной. Таким образом, накопленный к настоящему времени отечественный биоресурсный потенциал порой уникальных для наших климатических условий биообъектов, используется недостаточно полно. Поэтому основными направлениями работ в этой области будут:

- поддержание и развитие коллекции микроорганизмов, грибов, микроводорослей, высших растений и животных;
- разработка универсальных и таксон-специфичных маркерных систем для эффективной доступной идентификации и дифференциации биообразцов коллекций;
- скрининг и паспортизация природных биообразцов коллекций;
- систематизация и унификация информации о содержании биокolleкций и доступа к ней.

### 3.5 Пищевые биотехнологии

Решение ключевых задач в сфере обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации предполагает проведение исследований по медико-биологической оценке, безопасности новых и традиционных источников пищи и ингредиентов, внедрение инновационных биотехнологий, эффективную переработку пищевого сырья, развитие производства функциональных пищевых продуктов, продуктов детского питания, диетических, лечебных, а также биологически активных добавок к пище.

В области производства продовольственного сырья, пищевых продуктов и ингредиентов:

- Специализированные и функциональные пищевые продукты, в том числе:
  - пищевые продукты массового потребления, обогащенные эссенциальными нутриентами, специализированные лечебные и профилактические пищевые продукты с заданным составом и свойствами, воздействующие на физиологические

функции человека и позволяющие корректировать нарушения пищевого статуса, проводить профилактику и лечение алиментарно-зависимых заболеваний;

- пищевые продукты для питания отдельных категорий населения (продукты для детского питания, для беременных и кормящих женщин, для питания спортсменов, для лиц с непереносимостью отдельных продуктов или пищевых веществ и\или страдающих от пищевой аллергии и т.д.).
- персонализированное питание.
- Пищевые добавки и функциональные пищевые ингредиенты, в том числе:
  - ингредиенты с про-, пре- и синбиотическим действием (пребиотики, пробиотики, синбиотики), стартерные культуры и высококонцентрированные закваски;
  - заменители сахара (глюкозо-фруктузные сиропы, полиолы и др.)
  - пищевой белок, включая белковые продукты из малоценных отходов и побочных продуктов переработки из растительного и животного сырья (насекомые, псевдозлаковые), белковые продукты с улучшенными свойствами – альтернативные источники белка;
  - пептидные композиции с различными биологическими эффектами, в том числе гипотензивным, гипохолестеринемическим, иммуномодулирующим;
  - биологически активные соединения, включая витамины и минеральные вещества, полиненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, пептиды, олигосахариды и др.;
  - биологически активные добавки к пище;
- создание ГМ микроорганизмов-продуцентов витаминов, аминокислот, биологически активных пептидов, пищевого белка и т.п.

#### В области создания и оптимизации биотехнологических производств:

- восстановление отечественного биотехнологического производства витаминов, ферментных препаратов, пробиотиков и других пищевых ингредиентов, а также кормового белка, получаемых методами глубокой переработки сырья животного и растительного происхождения и микробным синтезом, альгобиотехнологии;
- формирование биотехнологических приемов при ведении органического сельского хозяйства, с учетом требований и ограничений, накладываемых на применение биоудобрений, биологических средств защиты растений, ветеринарных препаратов и т.д.;
- разработка и оптимизация методов глубокой переработки сырья растительного и животного происхождения, основанных на микробном синтезе и биокатализе (для

извлечения аминокислот, белков, витаминов, биологически активных соединений, ферментов и др.);

- формирование биотехнологических приемов ведения малоотходного и ресурсосберегающего производства, таких как переработка отходов пищевой промышленности, утилизация пищевой упаковки и др.

В области обеспечения безопасности ГМ-продукции для здоровья человека:

- разработка и дальнейшее совершенствование системы оценки безопасности продукции, с использованием ГМ растений, животных и микроорганизмов;
- разработка нормативно-методической базы, основанной на достижениях современной фундаментальной науки и гармонизированной с международными нормативными и правовыми документами, регламентирующей использование ГМ-продукции в питании различных групп населения (обогащенных, функциональных и специализированных пищевых продуктов и др.);
- разработка методов обнаружения, идентификации и количественного определения конструкций ГМ в продовольственном сырье, пищевых продуктах и ингредиентах на этапах ввоза из-за рубежа, производства и обращения на рынке;
- обеспечение контроля и мониторинга оборота ГМ-продукции, исключающих возможность бесконтрольного проникновения такой продукции на продовольственный рынок Российской Федерации.

### **3.6 Лесные биотехнологии**

Реализация комплекса мероприятий по направлению «Лесная биотехнология» приведет к созданию в стране современной системы управления лесонасаждениями, созданию новых форм деревьев с заданными признаками, развитию плантационного лесовыращивания, созданию условий для малоотходной глубокой переработки древесины и утилизации отходов.

Основными направлениями работ в этой области будут средства воспроизводства и защиты леса:

- средства и методы сохранения и воспроизводства лесных генетических ресурсов;
- биотехнологические формы деревьев с заданными признаками;
- биологические средства защиты леса;
- продукты микробиологической конверсии (биоудобрения).

Развитие лесных биотехнологий и биоэнергетики – одно из ключевых направлений модернизации и интенсификации российской лесной индустрии, основой которого

является переработка всей биомассы заготавливаемой древесины, включая неликвидную и низкосортную древесину, отходы лесозаготовок и лесопиления, в экологически безопасные энергоресурсы и новые инновационные виды продукции.

Цель развития биоэнергетики в России заключается в производстве тепловой и электрической энергии или топлива с улучшенными потребительскими свойствами на основе возобновляемых биоресурсов, в том числе древесных, при максимально полном использовании биомассы неликвидной древесины и отходов.

При текущих объёмах заготовки древесины и переработки лесоматериала в России годовой объём образующейся биомассы для энергетических целей составляет около 40-60 млн. м<sup>3</sup>. Этот потенциал позволяет на 75 %, а в перспективе на 100 % удовлетворить потребности ЛПК в тепловой и электрической энергии, а при внедрении ресурсосберегающих технологий и при целевой заготовке низкокачественной древесины поставлять тепло- и электроэнергию внешним потребителям. В настоящее время объём потребляемой древесины и древесных отходов на цели биоэнергетики в России составляет более 30 млн. м<sup>3</sup>.

Наиболее интенсивно в лесопромышленном комплексе идут процессы вовлечения древесных отходов в производство тепловой энергии для собственных нужд, что позволяет снижать потребление угля, газа и мазута на эти цели. Активно растут объёмы производства топливных гранул и пеллет.

Перспективы увеличения производства и экспорта энергоносителей на древесной основе связаны, в первую очередь, с реализацией механизмов стимулирования инвестиционных проектов. Для данных проектов государство установило определённые преференции для инвесторов, в том числе снижение ставки платы за древесину, отпускаемую на корню до 50 % от минимальной ставки, и наделение участками лесного фонда без проведения конкурса.

Принимая во внимание, что основной объём древесных топливных гранул и пеллет, производимый в России, ориентирован на экспорт, проблемным остаётся внутренний рынок, который только зарождается и требует комплекс мер по его развитию и, прежде всего, по стимулированию потребления биотоплива в ЖКХ, домовладельцев, а также промышленного потребления (ТЭС, РЖД и др.).

В последние годы активно развивается частно-государственное партнёрство при реализации проектов перевода муниципальных котельных с традиционных видов топлива (уголь, мазут, сланец) на древесные энергоносители. Положительный опыт такого вида частно-государственного партнёрства имеется в Архангельской, Вологодской и

Ленинградской областях и ряде других лесных регионах. Данные проекты реализуются в рамках разрабатываемых администрациями региональных программ.

### **3.7 Акваресурсные биотехнологии**

Работы по этому направлению призваны обеспечить создание эффективных продуктов из гидробионтов Мирового океана, внутренних водоемов и посредством альгобиотехнологий, направленных на комплексную переработку гидробионтов и производства на их основе востребованной продукции пищевого, кормового, ветеринарного и медицинского назначения.

Основными направлениями работ в этой области будут:

- Гидробионты как источник биомассы:
  - новые породы и кроссы гидробионтов, устойчивые к неблагоприятным температурным режимам и обладающие высоким темпом роста и размножения;
  - переработанные промысловые гидробионты и продукция аквакультур;
  - специализированные корма для аквакультур (новые кормовые компоненты растительного происхождения (пшеничные зародышевые хлопья, жмых, микроводоросли);
  - клеточные линии морских организмов и микробных симбионтов, являющиеся продуцентами биологически активных соединений.
- Продукты, полученные из гидробионтов:
  - биологически активные соединения;
  - биополимеры и новые материалы;
  - функциональные пищевые продукты;
  - биологическое сырье, полуфабрикаты, продукты потребления.
- Технологии глубокой переработки гидробионтов и отходов сырья.

### **3.8 Развитие инфраструктуры**

#### ***3.8.1 Развитие инфраструктуры в области микробных генетических ресурсов***

В современной биотехнологии в исследовательских и прикладных целях используются сотни тысяч различных штаммов микроорганизмов. Объем и разнообразие используемых микробных биоресурсов (генетических ресурсов) быстро растет. Потенциальный интерес для биотехнологии представляет практически неограниченное микробное генетическое разнообразие, интенсивное изучение которого ведется во многих странах в рамках специальных национальных программ. Особый интерес для использования представляют хорошо изученные микробные генетические ресурсы, полученные в ходе генетических, селекционных, генно-инженерных работ, в частности, в

рамках выполнения государственных программ. По мере развития биотехнологии все большее значение имеет стандартизация микробных биоресурсов, используемых в биотехнологии, необходимая, в частности, для защиты прав интеллектуальной собственности и обеспечения биобезопасности.

Централизация наиболее ценных микробных генетических ресурсов в национальных коллекционных фондах, их стандартизация, доступность генетических ресурсов для исследовательских и прикладных целей в развитых странах обеспечиваются крупными, технически хорошо оснащенными национальными биоресурсными центрами (национальными БРЦ), стабильная деятельность которых контролируется и поддерживается государством. Подобные центры в последние десятилетия в различных странах создавались на базе ведущих национальных сервисных коллекций. Именно стабильность работы и ответственность за выполнение закрепленных за ними государственно-значимых функций являются основными требованиями к деятельности национальных БРЦ.

Помимо национальных БРЦ важными элементами инфраструктуры, необходимой для обеспечения потребностей научных и прикладных организаций в микробных генетических ресурсах, являются специализированные БРЦ и исследовательские коллекции.

Существующее в России состояние инфраструктуры в области микробных биоресурсов не отвечает современным требованиям, несмотря на сохраняющуюся деятельность двух крупных всероссийских коллекций и ряда специализированных сервисных коллекций, обладающих значительным научным, кадровым и методологическим потенциалом, опытом работ с крупными коллекционными фондами. Основные проблемы связаны с неопределенностью статуса существующих сервисных коллекций, отсутствием механизмов государственного контроля и стабильной поддержки их деятельности по выполнению государственно-значимых инфраструктурных функций, связанных, в частности, с формированием национального коллекционного фонда, обеспечением его гарантированной сохранности и регулируемой доступности.

Приоритетными задачами в этой области являются создание национальных БРЦ на базе существующих Всероссийских коллекций, закрепление за ними инфраструктурных функций и разработка механизмов стабильной государственной поддержки и контроля их деятельности, связанной с выполнением этих функций. Создание национальных БРЦ должно быть связано с принятием неотложных мер для сохранения и обеспечения доступности наиболее ценных коллекционных фондов, разработки эффективных



механизмов формирования национального коллекционного фонда микробных биоресурсов.

### ***3.8.2 Создание центров для масштабирования и внедрения биотехнологий (ЦКП, УНУ, Инжиниринговые центры и компании, демонстрационные пилотные производства), использующие различные типы возобновляемого сырья и отходов.***

Главной задачей центров масштабирования и внедрения биотехнологий будет внедрение и коммерциализация технологий, включая масштабирование технологий, разработку и регистрацию необходимой научно-технической и производственной документации, создание промышленных образцов. Организация сетевого, распределенного центра координации научно-технической деятельности для разработки крупных межотраслевых проектов в области промышленной биотехнологии. Создание единой системы мониторинга развития биотехнологий, которая ляжет в основу информационно-аналитической инфраструктуры направления.

В 2014 году в рамках мероприятия 3.1.1 «Поддержка и развитие уникальных научных установок» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» были поддержаны два проекта в области биотехнологий:

- «Поддержка и развитие УНУ – национальный биоресурсный центр «Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов» (ВКПМ), как основы инфраструктуры в области микробных генетических ресурсов биотехнологического назначения, необходимой для обеспечения исследований в области живых систем»;

- «Технологическое и коллекционное развитие «Центра генетических ресурсов лабораторных животных» (ЦГР), сформированного на базе SPF-вивария ИЦиГ СО РАН».

В рамках мероприятия 3.1.2 «Поддержка и развитие центров коллективного пользования научным оборудованием» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» были поддержаны 4 проекта в области биотехнологий:

- «Проведение исследований и развитие приборной базы ЦКП «Промышленные биотехнологии»;

- «Развитие протеоеномного направления Междисциплинарного ЦКП КФУ для обеспечения клеточных, геномных и постгеномных исследований в Приволжском регионе»;

- «Развитие центра коллективного пользования научным оборудованием «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии» для решения задач экологической безопасности, ресурсосбережения и энергоэффективности промышленных производств»;

- «Проведение центром коллективного пользования научным оборудованием ВНИИСБ «Биотехнология» работ по комплексному молекулярному анализу широкого спектра биологических маркеров для персонализированной диагностики актуальных

заболеваний, а также по производству перспективных лекарственных препаратов на основе модифицированных олигонуклеотидов».

В 2014 г. государственная корпорация «Роснано» провела конкурс на создание технологической инжиниринговой компании в области биотехнологии. Победителями стали ФГУП «ГосНИИгенетика» совместно с НПК «Экология» (Россия) и «Фогельбуш» (Австрия).

По данным информационно-аналитического портала [www.EnginRussia.ru](http://www.EnginRussia.ru), на настоящее время в России созданы 23 региональных инжиниринговых центра, из них в области биотехнологий функционируют три:

«Региональный центр инжиниринга биотехнологий Республики Татарстан». Сфера деятельности РЦИ: специализация центра инжиниринга на промышленных биотехнологиях, пищевых производствах, а также на глубокой переработке сельскохозяйственной продукции и продуктов леса, к которым относятся производство пищевых и кормовых добавок (в том числе протеина).

На площадке Государственного бюджетного учреждения Республики Башкортостан «Научно-исследовательский технологический институт гербицидов и регуляторов роста растений с опытно-экспериментальным производством Академии наук Республики Башкортостан» был создан «Инжиниринговый центр Биотехнологий». Специализация РЦИ РБ: биотехнологии и сельскохозяйственная химия.

На Производственном объединении «Сиббиофарм» в рамках проекта «Сибирская биотехнологическая инициатива» создан и работает пилотный центр «Промбиотех», который выступает в качестве элемента инновационной и технологической инфраструктуры Новосибирской области для ускорения развития субъектов, работающих в следующих отраслях:

- разработка и производство кормовых добавок, ферментов, антибиотиков, ветеринарных препаратов для животноводства;
- разработка и производство биологических средств защиты растений, биоудобрений для сельского хозяйства;
- разработка и производство ферментных препаратов для пищевой промышленности (хлебопечение, спиртопроизводство);
- разработка и производство продуктов функционального, лечебного питания, биологически активных добавок, косметических препаратов на основе пробиотических культур;

- производство и переработка сельскохозяйственной продукции по следующим приоритетным сегментам агропромышленного комплекса Новосибирской области: молочное и мясное скотоводство, свиноводство, птицеводство, льняной комплекс.

- пищевое производство, молокопереработка, спиртовое производство.

Основные виды деятельности «Промбиотех»:

- разработка штаммов-продуцентов биотехнологических продуктов методами генной инженерии, фагового дисплея, селекции;

- подбор условий культивирования штаммов-продуцентов для повышения продуктивности, подбор условий концентрирования, очистки, производства финишной формы целевой продукции;

- прототипирование новых разработок;

- малотоннажное производство партий продукции;

- разработка нормативно-технической документации (технические условия, регламенты, методы контроля качества, инструкции по применению, паспорт качества и др.);

- организация проведения токсикологических, доклинических, ветеринарных, технических и клинических испытаний, в том числе с целью государственной регистрации;

- подготовка пакета документов для регистрации/сертификации биотехнологической продукции и технологий;

- разработка и организация проведения полевых испытаний технологий применения биотехнологических продуктов и технологий;

- разработка промышленных регламентов применения биотехнологической продукции и технологий в отдельных отраслях промышленности;

- консультационное и сервисное сопровождение внедрения биотехнологической продукции и технологий на предприятиях.

#### **4. Тематический план работ и проектов платформы в сфере исследований и разработок**

В рамках определения плана работ и проектов платформы в сфере исследований и разработок в области биотехнологий были проанализированы программы существующих инструментов государственной поддержки исследований (ИГП): ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонда содействия), Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский фонд фундаментальных исследований» (РФФИ), ОАО «Российская венчурная компания» (РВК), «Российский научный фонд» (РНФ), ОАО «РОСНАНО», Инновационный центр «Сколково» и др.

Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) создан указом Президента Российской Федерации № 426 от 27 апреля 1992 года по инициативе крупнейших ученых страны. Заказчик – Министерство образования и науки Российской Федерации. РФФИ является инструментом поддержки фундаментальных исследований в широком спектре областей знаний. Проекты по направлению «Биотехнологии» поддерживаются Фондом в рамках некоторых областей знаний, а именно биологии и медицинской науки, наук о Земле. Структурно обособленных элементов, связанных с исследованиями в области биотехнологий, нет. Статистически биологические науки составляют небольшую часть от финансируемых проектов.

Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере – государственная некоммерческая организация в форме федерального государственного бюджетного учреждения, образованная в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 3 февраля 1994 г. № 65. Координирует деятельность Фонда Наблюдательный совет, утвержденный Правительством Российской Федерации. Учредителем и собственником имущества Фонда является Министерство образования и науки Российской Федерации. Одним из пяти основных направлений, по которым выдаются индивидуальные гранты, является Биотехнологии.

Структурно обособленных элементов, связанных с исследованиями в области биотехнологий, нет, но в рамках программы могут финансироваться проекты в области биотехнологий. Для этого на этапах конкурсного отбора проектов по программе «УМНИК» существует специализированное направление «Н5. Биотехнологии».

Финансовая поддержка предоставляется в виде безвозмездной и безвозвратной субсидии в денежной форме (грант). Реализация принципа софинансирования частным инвестором на начальных стадиях реализации проекта предоставляет возможность малому предприятию занять определённую нишу на инновационном рынке и получить в дальнейшем поддержку других институтов развития с привлечением дополнительных внебюджетных средств. Фонд предлагает следующие программы: «УМНИК», «УМНИК на СТАРТ», «СТАРТ», «Развитие», «Кооперация». Данная структура способствует формированию малых форм предприятий, начиная с «предпосевной» стадии, стадии НИОКР.

Например, в рамках программы «УМНИК» Фонд выделяет физическим лицам в возрасте от 19 до 28 лет индивидуальные гранты на проведение НИР, имеющих среднесрочную (3-6 лет) перспективу практической реализации – разработка конечного продукта (технологии). Продолжительность Программы «УМНИК» составляет 2 года. Размер финансирования – 400 000 руб. Фонд содействия выделяет малым предприятиям денежные средства для проведения НИОКР при условии софинансирования со стороны частных инвесторов.

Программа «СТАРТ» проходит в три этапа: I этап – до 1 млн.руб.; II этап – до 2 млн.руб.; III этап – до 3 млн.руб. Рекомендуемый срок выполнения работ по каждому этапу – 12 месяцев.

#### ОАО «Российская венчурная компания» (РВК)

ОАО «РВК» было создано в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 7 июня 2006 года № 838-р. Учредителем ОАО «РВК» является Российская Федерация в лице Федерального агентства по управлению федеральным имуществом.

Основные цели деятельности ОАО «РВК» – стимулирование создания в России собственной индустрии венчурного инвестирования и значительное увеличение финансовых ресурсов венчурных фондов. В нормативных документах ОАО «РВК» цели и задачи по направлению биотехнологий, явно не выделены. Но ОАО «РВК» (99 %) и Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (1 %) являются участниками Общества с ограниченной ответственностью «Фонд посевных инвестиций РВК», созданного 22 октября 2009 г. в рамках реализации Основных положений стратегии ОАО «РВК». Согласно инвестиционной декларации (Меморандум) Фонда средства Фонда могут инвестироваться в Инновационные компании/ вновь

создаваемые компании, чья деятельность соответствует одному или более из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации. Согласно Указа Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899 одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники являются науки о жизни, а в перечень критических технологий входят такие технологии, относящиеся к направлению Биотехнологии, как: биомедицинские и ветеринарные технологии; геномные, протеомные и постгеномные технологии; клеточные технологии; технологии биоинженерии.

Таким образом, данный Фонд является инструментом развития инновационно-технологических компаний, работающих по направлению Биотехнологии.

Также Инфрафонд РВК как инструмент государственной поддержки может выступать как основной инструмент развития инфраструктурных проектов по направлению Биотехнологии. Например, Фонд может способствовать развитию таких инфраструктурных объектов, как междисциплинарные инжиниринговые центры или центры масштабирования биотехнологий.

«Российский научный фонд» (РНФ) создан на основании Федерального закона Российской Федерации от 2 ноября 2013 г. № 291-ФЗ «О Российском научном фонде и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и решениями попечительского совета Фонда. Деятельность фонда осуществляется в соответствии с Программой деятельности Российского научного фонда на 2014-2016 годы.

Фонд осуществляет финансирование на конкурсной основе фундаментальных и поисковых научных исследований по разным отраслям знаний, в том числе «Биология и науки о жизни» (04-209 Биотехнология (в том числе бионанотехнология); «Сельскохозяйственные науки»; «Науки о Земле» и др.

Таблица 4.1 Грантовое финансирование фундаментальных научных исследований Российским научным Фондом составляет

<b>2013, тыс.руб.</b>	<b>2014 тыс.руб.</b>	<b>2015 тыс.руб.</b>	<b>2016 тыс.руб.</b>
1000000	11396827,2	17215945,3	19136704,7

В рамках Программы могут выполняться фундаментальные и поисковые исследования в области Биотехнологий.

В целях содействия реализации государственной политики в сфере нанотехнологий в соответствии с Федеральным законом «О Российской корпорации нанотехнологий» в

2007 году была учреждена Государственная корпорация «Российская корпорация нанотехнологий», в результате реорганизации которой в 2011 году были созданы Открытое акционерное общество «РОСНАНО». Отдельных целей и задач в области Биотехнологий в миссии РОСНАНО не имеется, однако, миссия и стратегическое видение не исключают возможности использования данного инструмента для развития биотехнологических производств.

Инновационный центр «Сколково» создана в соответствии с п.3 ст.50 и ст.118 Гражданского кодекса Российской Федерации, Федеральным законом Российской Федерации от 12 января 1996 года № 7-ФЗ «О некоммерческих организациях», Федеральным законом от 28 сентября 2010 года № 244-ФЗ «Об инновационном центре «Сколково». Отдельных целей и задач в области Биотехнологий в Фонде не имеется, однако, Фонд также реализует иные мероприятия, связанные с комплексным развитием, продвижением и поддержкой инноваций в Российской Федерации, при условии, что такая деятельность способствует достижению целей Проекта. Таким образом, допускается использование данного инструмента для развития биотехнологической отрасли.

В 2015 году начал работу Агропромышленный кластер «Сколково», в рамках которого возможна будет поддержка отраслевых биотехнологических проектов. Были «Сколково» поддержаны 4 проекта по направлению агробиотехнологий (таблицы 4.1 – 4.9), а кроме того резидентами Сколково реализуются такие проекты, как:

- Разработка технологии биоконверсии инулинсодержащего сырья с получением экологически чистой продукции – фруктанов с применением ферментативного гидролиза полисахарида (ООО «ИстАгро Дон»). Проект направлен на разработку производственного технологического процесса выращивания и переработки инулинсодержащего сырья (топинамбура) с получением экологически чистой биологически активной, конкурентоспособной продукции – фруктанов: инулина, фруктоолигосахаридов (ФОС), а также сиропа высокой фруктозы (СВФ), белковых кормов для нужд пищевой, биофармацевтической промышленности, сельского хозяйства. Продуктом проекта также будут отечественные ферментные препараты эндоинулиназы.
- Создание информационной системы для технологизации управления растениеводством на агропредприятиях (Agronote) (ООО «Агроноут»).
- Разработка комплексных удобрений нового поколения на основе торфа и активных штаммов почвенных азотфиксаторов (диазотрофов) и фосфороразлагающих микроорганизмов (ООО «ДТК»). Цель – разработка биологически активных



органических удобрений нового поколения на основе торфа и моно- и (или) гетерокультур почвенных микроорганизмов с использованием почвенных штаммов-пробиотиков, обладающих стимулирующими и защитными свойствами в отношении роста сельскохозяйственных культур.

- Создание и производство автоматизированной гидропонной установки закрытого типа (ООО «Зеленая лаборатория»). Проект направлен на производство автоматизированной многоярусной светодиодной гидропонной установки закрытого типа. Во время реализации проекта планируется проведение НИОКР по разработке новых модификаций установок широкого применения и установок на альтернативных источниках электроэнергии для работы в экстремальных условиях, а в перспективе планируется объединение технологий по разведению рыбы в питательном растворе установки.
- Создание технологии получения высокопродуктивных линий дальневосточного трепанга на основе современных генетических методов селекции (ООО «Морской биотехнопарк»). Проект направлен на создание технологии получения высокопродуктивных линий трепанга на основе современных генетических методов селекции.
- Комплексная микроэлементная добавка в корма на основе органических соединений железа, марганца, цинка, меди, кобальта, йода, селена-ОМЭК-7М (Mn, Zn, Fe, Cu, Co, J, Se) (АО «Биоамид»). Целью проекта является разработка опытно-промышленной технологии производства комплексной микроэлементной добавки в корма на основе органических соединений – ОМЭК-7М, включающей семь основных жизненно важных микроэлементов (железо, марганец, цинк, медь, кобальт, йод, селен) с оптимальной рецептурой по эффективности воздействия на конкретные виды сельскохозяйственных животных и птицы и идентичных по составу частиц смеси указанных микроэлементов.
- Новое поколение препаратов биоконтроля с использованием микроконтейнеров (ООО «Фунгипак»). Разработка представляет собой новую форму биологически активных препаратов для защиты растений от вредителей – микроконтейнер (далее – МКК), позволяет решить основную проблему современных биоинсектицидов – уязвимость от УФ излучения и температурного воздействия.
- Фотобиологические микробные топливные элементы (М-Пауэр Ворлд). Проект направлен на создание производства микробных топливных элементов (МТЭ), предназначенных для очистки промышленных и сельскохозяйственных сточных вод с одновременной генерацией электроэнергии.

- ООО «Центр Вихревых Технологий» целью своего проекта ставят коммерциализацию биореактора для препаративного производства аутологичных стволовых клеток конкретного пациента. Биореактор оснащен принципиально новым способом перемешивания – «управляемый вихрь», что позволяет добиться уникальных условий культивирования для любых клеток и микроорганизмов. Располагаем прототипом, в котором были успешно выращены стволовые клетки человека.
- Безотходная технология для децентрализованной очистки и утилизации хозяйственно – бытовых стоков с расходом воды (до 15 м<sup>3</sup>/сут) (ООО «Сибирские водные технологии»).
- Технологическая платформа по созданию удвоенных гаплоидов для ускоренной селекции сельскохозяйственных культур (ООО «АгроБиоТех-2020»).
- Комплексные кормовые добавки на основе микроводорослей (ООО «Соликс БиоСистемз Восток»).
- Технология, дополняющая биогазовые установки анаэробного сбраживания органических отходов, и увеличивающая выход биогаза до 100 %, скорость переработки отходов при этом возрастает в 2 раза – WiseSoil (ООО «БиоЭнергия»).
- Создание информационной системы для технологизации управления растениеводством на агропредприятиях (Agronote).

#### 4.1 Промышленные биотехнологии

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Разработка новой отечественной комплексной технологии получения полилактида (биоразлагаемого полимера), базирующейся на биокаталитической переработке сахаросодержащего сырья	ФГБОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» (Швец Валерий Федорович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/45)
2	Биотехнологическая конверсия растительного сырья в карбоновые, молочную и фумаровую, кислоты для их использования в синтезе биополимеров	ФГБУ науки «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН (Синицын Аркадий Пантелеймонович)	25.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (58/39)
3	Разработка конкурентоспособного способа получения янтарной кислоты микробиологическим синтезом из возобновляемого сырья для производства биоразлагаемых пластиков и дефицитных химикатов	ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов» (Синеокий Сергей Павлович)	25.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (60/50)
4	Идентификация биотехнологически значимых ферментов в некультивируемых экстремофильных микробных сообществах с использованием функционального метагеномного скрининга	ФГАОУ ВПО «Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта» (Тошаков Степан Владимирович)	27.11.2014 – 31.12.2014	ФЦП (10/10)
5	Разработка новых биотехнологических подходов в области совместной реализации концепции Биофабрики (Biorefinery), направленной на биоконверсию возобновляемой растительной биомассы, отходов промышленности и сельского хозяйства в продукты с высокой добавленной стоимостью	НТ НП «Технологическая платформа BioTech2030» (Попов Владимир Олегович)	27.11.2014 – 31.12.2014	ФЦП (4,2/4,2)
6	Получение препаратов рекомбинантных гидролитических ферментов для кормоподготовки и ветеринарии	ФГБУ науки «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина» РАН (Леонтьевский Алексей Аркадьевич)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (40/40)
7	Клонирование, выделение и изучение свойств новых бактериальных ДНК-метилтрансфераз M.AgsI, M.AluBI и M.FatI, узнающих и уникально модифицирующих последовательности ДНК TTSAА, AGCT и CATG, соответственно	ООО «СибЭнзайм» (Дедков Владимир Сергеевич)	06.11.2014 – 31.12.2015	ФЦП (3,5/5,3)

8	Новые экспрессионные системы для высокопродуктивной гетерологичной экспрессии бактериальных экзо-ферментов, востребованных промышленной биотехнологией	ФГБУ науки «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН (Синицын Аркадий Пантелеймонович)	09.09.2014 – 31.12.2016	ФЦП (22/22)
9	Идентификация и гетерологичная продукция ферментов, гидролизующих ксилан в растительной биомассе	ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов» (Яроцкий Сергей Викторович)	09.09.2014 – 31.12.2016	ФЦП (23,75/24,184921)
10	Структурно-функциональные исследования белков экстремофильных микроорганизмов	ФГБУН «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН, (Попов Владимир Олегович)	2014 – 2016	РНФ
11	Экстремофильные метилотрофы: структурно-функциональная организация метаболизма биотехнологически перспективных штаммов	ФГБУН «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина» РАН, (Троценко Юрий Александрович)	2014 – 2016	РНФ
12	Метагеномный анализ сообществ экстремофильных микроорганизмов	ФГБУН «Центр «Биоинженерия» РАН, (Равин Николай Викторович)	2014 – 2016	РНФ
13	Сравнительное изучение свойств новых глюкоамилаз из грибных источников и создание новой системы экспрессии карбогидраз на основе регуляторных областей гена глюкоамилазы в грибах рода <i>Penicillium</i>	ФГБУН «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН, (Синицын Аркадий Пантелеймонович)	2014 – 2016	РНФ
14	Новые технологии увеличения биосинтеза вторичных метаболитов в культурах растительных клеток	ФГБУН «Биолого-почвенный институт» ДВО РАН (Булгаков Виктор Павлович)	2014 – 2016	РНФ
15	Природные лигно-углеводные материалы для органического синтеза	ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова» (Васильев Александр Викторович)	2014 – 2016	РНФ
16	Разработка торфо-бактериального сорбента для утилизации отходов животноводства	ООО «Биотекс-Агро»	2015-2016	Фонд содействия (Экспорт) (6)

## 4.2 Биоэнергетика

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Исследование и разработка энергосберегающей технологии получения тепловой энергии из отходов	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «МИЭТ»	28.11.2014 – 31.12.2016	ФЦП (15/12,3)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	деревопереработки и сельскохозяйственного сырья с высоким содержанием зольности и создание инновационной линейки энергоэффективных отопительных систем для широкого спектра потребителей	(Ларчиков Александр Викторович)		
2	Проведение прикладных научных исследований, направленных на создание паровых и водогрейных котлов повышенной эффективности, работающих на биотопливе	ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики» (Рагуткин Александр Викторович)	28.11.2014 – 31.12.2016	ФЦП (7/7)
3	Разработка технических решений для получения низкозастывающих дизельных топлив и высокоплотных керосинов для арктических условий с использованием возобновляемого и нефтяного сырья	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (Лысенко Сергей Васильевич)	20.10.2014 – 31.12.2016	ФЦП (50/33,34)
4	Разработка комплексной технологии переработки нефтяного и растительного сырья с получением дизельных топлив для арктических условий и авиационных керосинов	ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» (Гуляева Людмила Алексеевна)	20.10.2014 – 31.12.2016	ФЦП (50/35)
5	Разработка технических решений для создания политопливных теплогенерирующих систем на местных и возобновляемых топливных ресурсах	ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет» (Исьёмин Рафаил Львович)	20.10.2014 – 31.12.2016	ФЦП (52/35)
6	Разработка технических решений для создания политопливных теплогенерирующих систем на местных и возобновляемых топливных ресурсах	ФГБУ науки «Объединенный институт высоких температур» РАН (Зайченко Виктор Михайлович)	20.10.2014 – 31.12.2016	ФЦП (50/40)
7	Разработка технологии и технических решений политопливного газогенератора на базе местных и возобновляемых топливных ресурсов	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Подгородецкий Геннадий Станиславович)	20.10.2014 – 31.12.2016	ФЦП (65/60)
8	Разработка, изготовление и запуск в эксплуатацию мобильного энергетического комплекса переработки углеродосодержащих отходов растительного происхождения методом быстрого пиролиза с дальнейшей генерацией электрической, тепловой	ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет» (Сульман Эсфирь Михайловна)	27.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (26/10)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	энергий (общей мощностью до 2МВт/ч) и получением углеродных сорбентов			
9	Разработка энергоэффективной технологии производства биоэтанольных топлив E30-E85 и дорожной карты их внедрения в масштабе региональных топливных рынков РФ	ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» (Емельянов Вячеслав Евгеньевич)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (22/27,2)
10	Создание основ технологии комплексной переработки биомассы березы с получением биотоплив, биологически активных веществ и функциональных материалов	ФГБУ науки «Институт химии и химической технологии» СО РАН (Кузнецов Борис Николаевич)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/55,2)
11	Разработка научных основ технологии получения очищенного и ультрачистого водорода из биоспиртов	ФГБУ науки «Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева» РАН (Цодиков Марк Вениаминович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (26/26)
12	Разработка технологии получения биодизеля ферментативным методом с использованием в качестве биокатализатора экзоферментов на поверхности клеток дрожжей	ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (Синеокий Сергей Павлович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/45)
13	Разработка и создание экспериментального многофункционального энерготехнологического комплекса для низкотемпературного пиролиза биомассы	ФГБУ науки «Объединенный институт высоких температур» РАН (Зайченко Виктор Михайлович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (42/42)
14	Разработка основ технологии получения энергонасыщенных продуктов из лигноцеллюлозного сырья путем окислительной и радиационной предобработки и последующего кислотного гидролиза	ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина» (Винокуров Владимир Арнольдович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/55,2)
15	Разработка современных технологий производства компонентов моторных топлив и базовых продуктов нефтехимии из биомассы водорослей	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»	27.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (25/8,7)
16	Создание высокоэффективной паровой турбины для	Общество с ограниченной ответственностью	27.10.2015 –	ФЦП (34/36)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	технологий переработки жидких и твердых органических отходов при производстве энергии для малой распределенной энергетики.	Научно-производственное предприятие «Донские технологии» (Горбачев Валерий Матвеевич; Кихтев Иван Максимович; Ощепков Андрей Сергеевич; Рядченко Юлия Викторовна)	31.12.2017	
17	Разработка технологического процесса комплексной переработки биомассы в жидкие углеводороды	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук (Ларина Ольга Михайловна; Кузьмина Юлия Сергеевна; Сычев Георгий Александрович)	27.10.2015 – 31.12.2017	ФЦП (34/34)
18	Разработка комплексного (биотехнологического и нанокаталитического) процесса переработки лигноцеллюлозной биомассы (солома/ древесные отходы) в топлива и востребованные химические вещества	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук	24.09.2014 – 31.12.2016	ФЦП (17/20)
19	Исследование структуры и функции фотосинтетического аппарата в уникальной цианобактерии, содержащей хлорофилл f, способный поглощать ближнее инфракрасное излучение	ФГБУН «Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева» РАН, (Аллахвердиев Сулейман Ифхан-оглы)	2014 – 2016	РНФ
20	Искусственный и природный фотосинтез для получения энергоносителей	ФГБУН «Институт фундаментальных проблем биологии» РАН (Цыганков Анатолий Анатольевич)	2015 – 2017	РНФ
21	Создание новых фотоактивных материалов, обеспечивающих высокую эффективность и долговременную стабильность органических солнечных батарей	ФГБУН «Институт проблем химической физики» РАН (Трошин Павел Анатольевич)	2014 – 2016	РНФ
22	Разработка и внедрение инновационной технологии для производства альтернативного топлива из отечественных сырьевых ресурсов на предприятиях агропрома	ООО НПП «Вектор»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (13)
23	Новые фотосенсибилизаторы на основе модифицированных природных хлоринов для	ООО «ГИЦ»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (10,5)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	преобразования солнечной энергии			
24	Производство биогаза и высокоэффективного органического удобрения методом энергосберегающей инновационной технологии ускоренной переработки органических отходов с применением композитных материалов.	ООО АСК «СпецСтрой99»	2016	Фонд содействия (Развитие) (14,2)
25	WiseSoil (Технология, дополняющая биогазовые установки анаэробного сбраживания органических отходов, и увеличивающая выход биогаза до 100 %, скорость переработки отходов при этом возрастает в 2 раза.)	ООО «БиоЭнергия»	2015 – ?	Сколково (5)

#### 4.3 Лесные биотехнологии

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Клеточная селекция и микроклональное размножение элитного посадочного материала для создания быстрорастущих генетически маркированных лесных плантаций	ФГБУ науки «Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова» РАН (Мирошников Анатолий Иванович)	22.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (60/49,1)
2	Разработка технологии массового производства клонированного посадочного материала ценных генотипов листовенных пород (ясень, осина, береза), свободного от фитопатогенов	ФГБУ науки «Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова» РАН (Шестибратов Константин Александрович)	26.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (19,58/24,42)
3	Разработка мало затратной высокоточной технологии планирования ведения лесного хозяйства основанной на облачной обработке мульти-угловой гиперспектральной съемки с беспилотных летательных аппаратов и долгосрочном	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» (Тришкин Максим Николаевич; Скорожонок	11.11.2015 – 31.12.2016	ФЦП (13/20)



№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	прогнозировании лесного сектора	Юлия Валерьевна)		
4	Разработка методов и программных комплексов автоматизированной обработки спутниковых данных дистанционного зондирования Земли для создания и поддержки информационных сервисов мониторинга ресурсного потенциала и состояния лесов России	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (Лузян Евгений Аркадьевич; Ладонина Нина Николаевна)	27.10.2015 – 31.12.2017	ФЦП (24/24)

#### 4.4 Акваресурсная биотехнология

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Создание научно-технического задела и структуры производственного кластера интегрированной этажной биотехнологии получения экологически чистой продукции аквабиокультуры для формирования высокоэффективного рыбного хозяйства с учетом региональных особенностей юга РФ	ФГБУ науки «Южный научный центр» РАН (Матишов Геннадий Григорьевич)	16.07.2014 – 31.12.2016	ФЦП (26/6,5)
2	Лососевые рыбы Северо-Запада России: эколого-биохимические механизмы раннего развития	ФГБУН «Институт биологии Карельского научного центра» РАН, (Немова Нина Николаевна)	2014 – 2016	РНФ
3	Экофизиологическая и биохимическая характеристика штаммов Коллекции цианобактерий и микроводорослей IPPAS, перспективных для получения ценных метаболитов	ФГБУН «Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева» РАН, (Синетова Мария Андреевна)	2014 – 2016	РНФ
4	Биогеография и систематика диатомовых водорослей Евразии: от концепции космополитизма к региональному эндемизму	ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина» РАН, (Куликовский Максим Сергеевич)	2014 – 2016	РНФ
5	Исследование уникальных глубоководных экосистем	ФГБУН «Институт биологии моря им. А.В.	2014 – 2016	РНФ

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	Северо-Западной Пацифики	Жирмунского» ДВО РАН, (Адрианов Андрей Владимирович)		
6	Исследование механизмов криоустойчивости клеток морских беспозвоночных	ФГБУН «Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского» ДВО РАН, (Одинцова Нэлия Адольфовна)	2014 – 2016	РНФ
7	Биоразнообразие и биотехнологический потенциал морских бактерий и грибов	ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», (Михайлов Валерий Викторович)	2014 – 2016	РНФ
8	Взаимосвязь миграций и формообразования у молоди рыб и миног	ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им.А.Н. Северцова» РАН (Павлов Дмитрий Сергеевич)	2014 – 2016	РНФ
9	Картирование геномов, сравнительная молекулярная цитогенетика и транскриптомика сибирского осетра ( <i>Acipenser baerii</i> ) и стерляди ( <i>A. ruthenus</i> )	ФГБУН «Институт молекулярной и клеточной биологии» СО РАН (Трифонов Владимир Александрович)	2014 – 2016	РНФ
10	Разработка ресурсосберегающей технологии экологически безопасной переработки отходов рыбной промышленности с получением биологически ценной продукции	ООО «КРИСТАЛ»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
11	Комплексные кормовые добавки на основе микроводорослей	ООО «Соликс БиоСистемз Восток»	2015 – ?	Сколково (5)

#### 4.5 Пищевые биотехнологии

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Использование показателей активности апоптоза в качестве биомаркеров воздействия генно-инженерно-модифицированных организмов на здоровье млекопитающих	ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания» (Тутельян Виктор Александрович)	05.11.2014 – 31.12.2014	ФЦП (5/1,25)
2	Оценка последствий воздействия генно-инженерно-	ФГАОУ ВПО «Балтийский федеральный	05.11.2014 –	ФЦП (5/1,25)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	модифицированных организмов на здоровье человека	университет имени Иммануила Канта» (Каменский Петр Андреевич)	31.12.2014	
3	Разработка комплексной системы оценки и прогнозирования негативных последствий для здоровья человека генно-инженерно-модифицированных организмов и продукции, получаемой с их использованием	ФГБУ науки «Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова» РАН (Озернюк Николай Дмитриевич)	05.11.2014 – 31.12.2014	ФЦП (4,8/1,2)
4	Создание функциональных продуктов питания для реабилитации онкологических больных на основе низкомолекулярных биоактивных пептидных комплексов и пробиотических штаммов, выделенных из желудочно-кишечного тракта человека	ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности» (Мацкова Людмила Валентиновна)	17.09.2014 – 31.12.2016	ФЦП (18,6/18,6)
5	Разработка технологий производства новых видов продукции из красных сортов винограда, обладающих антиоксидантными и антирадикальными свойствами, для применения в эноterapiи курортов Крыма и Кавказа	Национальный институт винограда и вина «Магарач» (Авидзба Анатолий Мканович)	27.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (26/6,5)
6	Разработка инновационной технологии получения новых функциональных продуктов питания на основе жира лососевых пород рыб (Salmonidae), обладающих гепатопротективным, кардиопротективным, иммуномодулирующим, противовоспалительным и антиоксидантным свойствами	ЗАО «Санкт-Петербургский институт фармации» (Макарова Марина Николаевна)	17.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (10/1,8)
7	Разработка ресурсосберегающих технологий производства эмульгаторов, а также эмульгирующих систем для пищевой и непищевой промышленности на основе растительного сырья и продуктов его переработки	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (Ковыгин Юрий Александрович; Крысанов Вячеслав Александрович; Крысин Михаил Юрьевич)	27.10.2015 – 31.12.2017	ФЦП (34/34)
8	Разработка технологии утилизации отходов масложировой индустрии с получением	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего	27.10.2015 – 31.12.2017	ФЦП (34/42)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	импортозамещающих полифункциональных добавок	образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (Потапов Андрей Иванович; Протасов Артем Викторович; Мельнова Мария Сергеевна; Рязанов Андрей Николаевич)		
9	Разработка новых методов экспрессной детекции био- и антропогенных низкомолекулярных токсикантов для контроля пищевых продуктов растительного и животного происхождения	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (Жердев Анатолий Виталиевич; Зверева Елена Анатольевна; Смирнова Наталья Ивановна)	11.11.2015 – 31.12.2016	ФЦП (11/12)
10	Создание технологического биокатализатора на основе рекомбинантной <i>Candida Antarctica</i> липазы В	Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов»	11.11.2015 – 31.12.2016	ФЦП (16/20)
11	Специализированные пищевые продукты с модифицированным углеводным профилем для персонализированной диетотерапии сахарного диабета 2 типа	ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания» (Тутельян Виктор Александрович)	2014 – 2016	РНФ
12	Создание теоретических и практических основ получения пищевых ингредиентов для обогащения функциональных продуктов питания полиненасыщенными жирными кислотами омега-3 и омега-6, стабилизированными природными антиоксидантами	ФГБУ науки «Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля» РАН (Семёнова Мария Германовна)	2014 – 2016	РНФ
13	Специализированный липидный модуль для технологической модификации пищевых продуктов и его математическая модель	ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания» (Коденцова Вера Митрофановна)	2014 – 2016	РНФ
14	Изучение механизмов формирования антибиотикорезистентности и стрессовой толерантности у бактерий рода <i>Campylobacter</i> для разработки новых подходов к контролю возбудителей	ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания» (Шевелёва Светлана Анатольевна)	2015 – 2017	РНФ

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	кампилобактериоза в пищевой продукции			
15	Обоснование теоретических и практических принципов получения пищевых ингредиентов для обогащения функциональных продуктов биоактивными белками в комбинации с пищевыми волокнами, микроэлементами и антиоксидантами	ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» (Касапис Стефан)	2015 – 2017	РНФ
16	Разработка технологии производства функциональных продуктов питания – сложносоставных гелей на основе сырья растительного происхождения для комплексной профилактики атеросклеротического поражения артерий, сосудов и капилляров	ООО «Красота-СМ»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (9,9)
17	Разработка функциональных технологических ингредиентов для мясоперерабатывающей промышленности на основе российского сельскохозяйственного сырья растительного и животного происхождения	ООО «НОРДЕНА»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
18	Разработка технологии персонализированного противоаллергенного подбора продуктов питания и устройство для ее реализации.	ООО «Сити Лайф»	2016	Фонд содействия (Развитие) (14,8)
19	Разработка технологии получения биологически активных добавок к пище для поддержания кислотно-щелочного гомеостаза организма.	ООО «ЛЕДА МЦ»	2016	Фонд содействия (Развитие) (14)
20	Разработка научных и практических основ создания функциональных кондитерских изделий с пребиотическими, иммуномодулирующими и противовоспалительными свойствами.	ООО «Торговый дом Сибирская ореховая компания»	2016	Фонд содействия (Развитие) (14)
21	Разработка инновационной технологии получения аутоштаммов бифидо и – лактобактерий человека с высокой физиологической активностью и максимальной адгезивностью к эпителиоцитам конкретного индивида	ООО «ЭКОХИМТЕХ»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
22	Разработка технологии консервирования дикоросов на	ООО «Курагинский промхоз»	2015-2016	Фонд содействия

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	основе натуральных ингредиентов с сохранением вкусовых и цветовых качеств			(Экспорт) (15)

#### 4.6 Сельскохозяйственные биотехнологии

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Разработка регламента детекции и маркирования новых генов комплексной устойчивости к грибным патогенам пшеницы на основе геномного секвенирования	ФГБУ науки «Институт цитологии и генетики» СО РАН (Салина Елена Артемовна)	07.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (21/5,26)
2	Создание нового эффективного инструментария на основе промоторных областей генов антимикробных пептидов proSmAMP1 и proSmAMP2 из сорного растения мокрицы ( <i>Stellaria media</i> ) для генетической инженерии двудольных сельскохозяйственных культур	ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии» РАСХН (Бабаков Алексей Владимирович)	17.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (10/1,767)
3	Создание полифункционального биологического препарата для обеспечения сельскохозяйственных моногастричных животных и птицы L-лизинем <i>in situ</i> и технологии его производства	ООО «БИОРЕАКТОР» (Фисинин Владимир Иванович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (37/37)
4	Молекулярная диагностика бактериальных и вирусных фитопатогенов винограда, актуальных для сельского хозяйства Крыма	ФГБУ науки Центр «Биоинженерия» РАН (Игнатов Александр Николаевич)	05.11.2014 – 31.12.2016	ФЦП (18/4,5)
5	Создание на основе полногеномного анализа и метаболической инженерии промышленных штаммов микроорганизмов – суперпродуцентов незаменимых аминокислот и их использование в технологиях производства кормовых добавок для сельского	ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов» (Яненко Александр Степанович)	17.11.2014 – 30.12.2016	ФЦП (109,7/40)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	хозяйства			
6	Разработка биотехнологических средств комплексного контроля пищевых продуктов и кормов на контаминацию микотоксинами	ФГБУ науки «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН (Дзантиев Борис Борисович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (30/30)
7	Разработка биотехнологического способа получения кормового антибиотика	Общество с ограниченной ответственностью «ИНЖБИО»	15.10.2015	ФЦП (40/27)
8	Разработка способа получения биоконсерванта в лиофильно высушенной форме с увеличенной длительностью хранения и стабильными качественными показателями	Общество с ограниченной ответственностью «Фермлаб» (Доронина Нина Васильевна; Дубнов Игорь Александрович; Карташов Максим Игоревич)	15.10.2015	ФЦП (26/17)
9	Разработка технологий производства импортозамещающих препаратов: кормового антибиотика и биоконсерванта для животноводства с использованием доступного отечественного сырья	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Алтайский государственный университет»	01.10.2015	ФЦП (187,5/0)
10	Разработка интегрированных систем кормления сельскохозяйственных животных препаратом на основе кормового антибиотика и кормами, заготовленными с использованием биоконсерванта	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный аграрный университет» (Морковкин Геннадий Геннадьевич; Бурцева Светлана Викторовна)	15.10.2015	ФЦП (14/10)
11	Новое поколение биопрепаратов на основе наноматериалов и ризосферных бактерий, стимулирующих рост растений (PGPR), для улучшения урожайности и питания сельскохозяйственных растений	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им.Г.К.Скрябина Российской академии наук	24.09.2014	ФЦП (15/15)
12	Повышение толерантности к засолению у продуктивных сортов мягкой пшеницы ( <i>Triticum aestivum</i> L) путем введения транскрипционного фактора OsGATA риса, эктопическая экспрессия которого, индуцируется избыточным засолением	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН (Мишуткина Яна Владимировна)	11.11.2015	ФЦП (14/16)
14	Технологии предотвращения загрязнения почв	ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский)	28.11.2014 –	ФЦП (15/12,3)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	пестицидами за счет применения супрессивных компосто	федеральный университет» (Галицкая Полина Юрьевна)	30.12.2016	
15	Разработка кормовой добавки с иммуностимулирующим действием для молодняка сельскохозяйственных животных	ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (Черемушкина Ирина Валентиновна)	28.11.2014 – 31.12.2016	ФЦП (15/12,3)
16	Разработка новых методов иммунохимического контроля ветеринарных препаратов, их производных и метаболитов с регулируемой специфичностью для мониторинга качества и безопасности продуктов питания	ФГБУ науки «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН (Дзантиев Борис Борисович)	28.11.2014 – 31.12.2015	ФЦП (15,8/15,8)
17	Разработка регламента детекции и маркирования новых генов устойчивости к листовой ржавчине пшеницы на основе геномного секвенирования	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (Скрябин Константин Георгиевич)	07.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (21/5,25)
18	Разработка новых подходов в хранении биоматериалов медицинского и сельскохозяйственного назначения	ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (Гусев Олег Александрович)	27.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (25/25)
19	Моделирование панелей молекулярно-генетических маркеров и разработка тест-систем их идентификации на основе технологий геномного и геномного анализа для раннего отбора сельскохозяйственных животных по хозяйственно- и экономически значимым признакам	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста» (Зиновьева Наталия Анатольевна)	27.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (23,7/6,11)
20	Разработка кормовой добавки для птицеводства на основе мультиэнзимного ферментного препарата	ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» (Черемушкина Ирина Валентиновна)	17.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (10/1,8)
21	Интеграция новейших достижений геномики и метагеномики в технологию производства микробных препаратов	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии» (Сафронова Вера Игоревна)	17.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (8/1,2)
22	Разработка многофункционального биопестицида для защиты растений от патогенов и вредителей	ФГБУ науки «Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра» РАН (Максимов Игорь Владимирович)	17.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (10/1,16)



№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
23	Разработка комплектов мембранных носителей для транспортировки (хранения) биологического материала и технологии их использования в ветеринарной лабораторной диагностике и эколого-эпизоотологическом мониторинге	ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (Кондаков Сергей Эмильевич)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/55)
24	Создание и трансфер зеленых технологий глубокой переработки зернового и масличного сырья с целью снижения потерь от социально значимых заболеваний	ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (Герасименко Евгений Олегович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/55,02)
25	Создание экспериментального, опытно-промышленного производства микробиологических препаратов для сельского хозяйства	ООО «Бисолби-Интер», г. Санкт-Петербург	Срок выполнения НИОКР – июнь 2016 года	Фонд развития промышленности ФГАУ «РФТР» (50)
26	Дифференцировка симбиотических компартментов азотфиксирующих клубеньков бобовых: согласованные изменения транскрипционной активности геномов симбионтов и гормонального статуса симбиотических тканей	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии», (Тихонович Игорь Анатольевич)	2014-2016	РНФ
27	Изучение структуры и функций капсидных белков, вирусоподобных и химерных частиц вирусов растений для создания адъювантов нового поколения	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», (Атабеков Иосиф Григорьевич)	2014-2016	РНФ
28	Молекулярные основы гормональной регуляции морфогенеза, продуктивности и устойчивости растений картофеля	ФГБУН «Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева» РАН, (Романов Георгий Александрович)	2014-2016	РНФ
29	Молекулярная филогенетика и микроэволюционные явления (гибридизация, полиплоидия) на примере модельных таксонов из крупнейших семейств сосудистых растений Евразии	ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный университет», (Герман Дмитрий Александрович)	2014-2016	РНФ
30	Картирование и изучение структурно-функциональной организации генов локусов дикорастущей пшеницы <i>Triticum dicoccoides</i>	ФГБУН «Институт цитологии и генетики» СО РАН, (Салина Елена Артемовна)	2014-2016	РНФ
31	Разработка новых подходов к оценке элементного	ФГБНУ «Всероссийский научно-	2014-2016	РНФ

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	статуса животных, обеспечивающих создание технологий выявления и коррекции элементозов	исследовательский институт мясного скотоводства» (Мирошников Сергей Александрович)		
32	Выявление биоразнообразия и трофического статуса микробиоты кормовых культур в связи с созданием качественных и биологически безопасных кормов	ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» РАСХН (Гагкаева Татьяна Юрьевна)	2014-2016	РНФ
33	Поиск и исследование природных биодеструкторов и ингибиторов биосинтеза микотоксинов	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии», (Джавахия Виталий Георгиевич)	2014-2016	РНФ
34	Современные представления о микрофлоре кишечника птицы при различных рационах питания: молекулярно-генетические подходы	ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства» РАСХН, (Фисинин Владимир Иванович)	2014-2016	РНФ
35	Инновации в изменении геномов яблони и смородины черной, открывающие новые перспективы селекции	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур», (Седов Евгений Николаевич)	2014-2016	РНФ
36	Разработка фундаментальных основ комплексной технологии мониторинга биологически-активных соединений в кормах, биологических жидкостях животных и молочной продукции	ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И. Скрябина», (Зайцев Сергей Юрьевич)	2014-2016	РНФ
37	Гены углеводного обмена и гены устойчивости к фитопатогенам у плодовых культур семейства Rosaceae: идентификация, структурно-функциональный анализ и системы маркеров для целевой селекции	ФГБУН «Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова», РАН (Кудрявцев Александр Михайлович)	2014-2016	РНФ
38	Разработка новых тест-систем для экспрессного мультианализа токсичных и патогенных контаминант в растениеводстве и животноводстве	ФГБУН «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН, (Жердев Анатолий Виталиевич)	2014-2016	РНФ
39	Изменение стехиометрии малой антенны и реакционных центров фотосистемы 2 как уникальный механизм повышения урожайности и устойчивости ячменя к световому и водному стрессам	ФГБУН «Ботанический институт им. В.Л. Комарова» РАН, (Войцеховская Ольга Владимировна)	2014-2016	РНФ

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
40	Полифазный подход как современная основа для ревизии биоразнообразия фитопатогенных грибов	ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» РАСХН, (Ганнибал Филипп Борисович)	2014-2016	РНФ
41	Фундаментальные основы конструирования сельскохозяйственных препаратов нового поколения	ФГБУ науки «Институт биофизики» СО РАН (Волова Татьяна Григорьевна)	2014-2016	РНФ
42	Скрининг генетического разнообразия рода <i>Avena L.</i> по устойчивости к грибам рода <i>Fusarium Link.</i> и выявление генотипов, перспективных для создания высококачественных сортов овса	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства им. Н.И. Вавилова» (Лоскутов Игорь Градиславович)	2014-2016	РНФ
43	Изучение, сохранение и рациональное использование биоразнообразия животных как основы получения здоровой, безопасной и высококачественной пищи	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства им. академика Л.К. Эрнста», (Зиновьева Наталия Анатольевна)	2014-2016	РНФ
44	Разработка инновационных средств диагностики, профилактики и терапии социально опасных паразитозов человека и животных на основе изучения молекулярно-генетических и адаптационных особенностей их возбудителей	ФГБНУ «Институт прикладной и фундаментальной паразитологии им. К.И. Скрябина», (Одоевская Ирина Михайловна)	2014-2016	РНФ
45	Изучение роли корневых экзометаболитов в экохимических механизмах адаптации симбиотических растительно-микробных систем к токсичным металлам	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии», (Белимов Андрей Алексеевич)	2014-2016	РНФ
46	Оптимизация создания и применения биопрепаратов для защиты растений с полифункциональными свойствами	ФГБОУ ВПО «Новосибирский государственный аграрный университет», (Бахвалов Станислав Андреевич)	2014-2016	РНФ
47	Анализ генетического и эволюционного потенциала почвенного микробиома для повышения продуктивности растений и плодородия почв	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии», (Проворов Николай Александрович)	2014-2016	РНФ
48	Изучение биоразнообразия эндофитных бактерий семян древесных растений с целью создания микробиологических препаратов комплексного	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»,	2014-2016	РНФ

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	действия для сельского хозяйства	(Чеботарь Владимир Кузьмич)		
49	Изучение молекулярных и генетических аспектов заболеваемости маститом высокопродуктивных молочных коров как основа разработки новых подходов к предотвращению заболевания	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста» (Бровко Федор Александрович)	2015 – 2017	РНФ
50	Концепция создания антипаразитарных средств нового поколения на основе 5-О-производных 16-членных макроциклических лактонов	ФГБОУ ВПО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К.И.Скрябина» (Ковалев Георгий Иванович)	2015 – 2017	РНФ
51	Разработка и научное обоснование новых подходов к производству животноводческого сырья и повышению биологической ценности социально значимой продукции на основе современных биотехнологических и молекулярно-генетических методов	ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (Горлов Иван Федорович)	2015 – 2017	РНФ
52	Механизмы резистентности насекомых к энтомопатогенным микроорганизмам и разработка новых подходов для развития биологических методов контроля численности насекомых – вредителей сельского и лесного хозяйства	ФГБУН «Институт систематики и экологии животных» СО РАН (Глупов Виктор Вячеславович)	2015 – 2017	РНФ
53	Разработка полифункциональных биопрепаратов и создание на их основе высокопродуктивных растительно-микробных систем	Хапчаева Софья Арсеновна	2014-2016	Фонд содействия (УМНИК) (0,4)
54	Моделирование и разработка высокопродуктивных агроценозов Крыма с элементами эко-, альго- и биотехнологий	ГБУ РК «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (Дидович Светлана Витальевна)	2015-2017	РФФИ офи_м
55	Разработка новых биологических препаратов на основе штаммов <i>Trichoderma asperellum</i> OPF19 и <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> OPS32 для защиты сельскохозяйственных культур от заболеваний	ООО «Органик парк»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
56	Разработка и вывод на российский и зарубежный рынки нового технологического продукта –	ООО «АГРО-ВИТА»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (15)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	аэропонной линии по выращиванию томатов и огурцов в условиях защищенного грунта			
57	Разработка функциональных составов полнорационных кормовых добавок для животноводства и птицеводства, высокоэффективных адаптивных технологий и оборудования для их производства.	ООО «СибЭкспорт»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
58	Разработка эффективной технологии получения и размножения оздоровленного посадочного материала плодовых культур с использованием современных методов биотехнологии и биоинженерии	ООО «Плодообъединение «Сады Ставрополя»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
59	Разработка опытно-промышленного регламента на получение полифункциональных биопрепаратов, стабилизированных фототрофными микроорганизмами, с целью экологизации современного растениеводства.	ООО «2Д-Фарма»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
60	Внедрение в существующее производство биоудобрений «Агродар» электрогидроударной технологии гомогенизации и стерилизации биомассы с целью получения новых составов удобрений для расширения линейки выпускаемой продукции.	ООО «УМИУМ»	2016	Фонд содействия (Развитие) (5)
61	Разработка технологии получения белковых гидролизатов из отходов животноводства и птицеводства	ЗАО «БиоХимМак СТ	2016	Фонд содействия (Развитие) (4,3)
62	Разработка метода диагностики патогенов картофеля на основе петлевой изотермической амплификации	ООО «ИЦ «ФитоИнженерия»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
63	Коммерциализация тест-системы для диагностики антракноза груши	ООО «Садовый дом»	2015-2016	Фонд содействия (Коммерциализация) (13,4)
64	Коммерциализация экспресс-тестов по анализу крови для диагностики беременности сельскохозяйственных животных	ООО «БЕСКРАЙНИЙ СЕВЕР»	2015-2016	Фонд содействия (Коммерциализация) (12)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
65	Создание информационной системы для технологизации управления растениеводством на агропредприятиях (Agronote)	Трубников Алексей Владимирович	2015 – ?	Сколково (5)

#### 4.7 Природоохранная (экологическая) биотехнология

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Разработка биотехнологического процесса окисления аммония микроорганизмами в бескислородных условиях для очистки сточных вод	ФГБУ науки «Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского» РАН (Пименов Николай Викторович)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/45)
2	Разработка экологически безопасной высокоскоростной энергоэффективной технологии утилизации органической фракции бытовых отходов на основе процесса анаэробной микробной ферментации для уменьшения антропогенной нагрузки полигонов твердых бытовых отходов на окружающую среду городских и прилегающих к ним территорий	ФГБУ науки «Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского» РАН (Ножевникова Алла Николаевна)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/45)
3	Разработка унифицированной импортозамещающей и энергосберегающей технологии для очистки пластовых водонефтяных эмульсий, нефтешламов, химических и нефтехимических сточных вод	Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И.Лейпунского» (Воронин Игорь Алексеевич; Скворцов Игорь Сергеевич; Залозная Екатерина Павловна)	05.11.2015 – 31.12.2017	ФЦП (34/34)
4	Разработка технологии оценки и прогнозирования экологических эффектов выращивания лесных плантаций на основе биотехнологических форм деревьев с заданными свойствами (увеличенная	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М.Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук	17.09.2014 – 31.12.2016	ФЦП (26/34)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	скорость роста, усиленная ассимиляцией азота почвы, пониженное содержание лигнина, повышенное содержание целлюлозы)			
5	Влияние аварийных разливов нефти на микробное разнообразие в поверхностных водах и осадках Балтийского моря в летний и зимний периоды	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им.Г.К.Скрябина Российской академии наук	24.08.2015 – 31.12.2017	ФЦП (6/21)
6	Получение функциональных сорбентов для селективного извлечения тяжелых металлов, в том числе радиоактивных изотопов	Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химических реактивов и особо чистых химических веществ» (Щанкина Вера Геннадьевна; Ганина Анна Николаевна; Петрина Анна Николаевна)	27.10.2015 – 31.12.2017	ФЦП (34/42)
7	Анализ механизмов адаптации популяций растений к техногенному воздействию	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», (Гераськин Станислав Алексеевич)	2014 – 2016	РНФ
8	Разработка способа биоконверсии нефтесодержащих отходов и очистки нефтезагрязненных экосистем на основе непатогенных актинобактерий	ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», (Куюкина Мария Станиславовна)	2014 – 2016	РНФ
9	Геном и транскриптом базидиомицета <i>Trametes hirsuta</i> – эффективного деструктора лигнина	ФГБУН «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН, (Королева Ольга Владимировна)	2014 – 2016	РНФ
10	Морфо-физиологические особенности и метаболический потенциал актинобактерий-деструкторов устойчивых поллютантов после состояния покоя	ФГБУН «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина» РАН, (Головлева Людмила Алексеевна)	2014 – 2016	РНФ
11	Анализ механизмов достижения экологической специализации, сопровождающей адаптацию к трансформированным экосистемам	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», (Марков Александр Владимирович)	2014 – 2016	РНФ
12	Исследование по проблемам агроэкологии техногенных наноматериалов, обеспечивающих	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мясного	2014 – 2016	РНФ

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	улучшение условий жизни и среды обитания человека	скотоводства» (Сизова Елена Анатольевна)		
13	Оценка степени радиочувствительности разных видов организмов при биотестировании радиоактивного загрязнения экосистем на примере реки Енисей	ФГБУН «Институт биофизики» СО РАН, (Болсуновский Александр Яковлевич)	2014 – 2016	РНФ
14	Биоремедиация: от техногенных пустошей к восстановлению природных экосистем в Кольской субарктике	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова» (Спайерс Грэм Аллингтон)	2015 – 2017	РНФ
15	Контроль деградации земель в Евразийском регионе	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова» (Яковлев Александр Сергеевич)	2014 – 2016	РНФ
16	Эволюция паразитов при естественной и антропогенно-обусловленной трансформации экосистем: анализ и прогноз	ФГБУН «Зоологический институт» РАН (Галактионов Кирилл Владимирович)	2014 – 2016	РНФ
17	Создание и оптимизация технологического процесса производства полезного продукта из биошламмов и избыточных илов биологических очистных сооружений (нефте)химических производств.	ООО «НПП «Экотон»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
18	Разработка бактериального препарата для утилизации пищевых масел и жиров, а также создание препарата на основе микроорганизмов-деструкторов промышленных отработанных масел.	АО «БИООЙЛ»	2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
19	Коммерциализация системы биомембран для комплексов очистки сточных вод	ООО «Эколос – ДВ»	2015-2016	Фонд содействия (Коммерциализация) (4)

#### 4.8 Биоготехнология

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
---	----------------------	------------------------------------	------------------------	--



№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Получение штаммов-продуцентов сульфидов металлов из кислых отходов добычи полиметаллических руд на основе метагеномного анализа	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (Карначук Ольга Викторовна)	07.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (21/5,25)
2	Развитие эффективной технологии биовыщелачивания ценных металлов из твердых отходов горнорудной промышленности	ФГБУ науки «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина» РАН (Вайнштейн Михаил Борисович)	23.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (10/1,2)
3	Получение штаммов-продуцентов сульфидов металлов из окисленных осадочных отложений хвостохранилищ добычи полиметаллических руд с использованием микробиологических, биохимических и геномных технологий	ФГБУ науки «Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского» РАН (Пименов Николай Викторович)	07.08.2014 – 31.12.2016	ФЦП (21/5,25)
4	Разработка высокоэффективных методов синтеза новых модифицированных полисахаридных реагентов для нужд нефтегазодобывающей отрасли.	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (Желябовская Дарья; Жек Валентина Владимировна)	27.10.2015 – 31.12.2017	ФЦП (21/5,25)
5	Биогенные сульфиды металлов: геномика и механизмы образования	ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет», (Карначук Ольга Викторовна)	2014 – 2016	РНФ

#### 4.9 Биотехнологии (другие направления)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
1	Разработка новых энергосберегающих технологий и процессов для вакуумной сублимационной сушки широкого спектра термолабильных материалов,	ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств» (Семёнов Геннадий Вячеславович)	05.06.2014- 31.12.2016	ФЦП (24,5/24,5)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	создание на их основе опытно-промышленного образца сушильного устройства для пищевой промышленности и прикладной биотехнологии			
2	Разработка высокопроизводительного анализатора с многоканальным детектированием для молекулярно-генетических исследований	ФГБУ науки «Институт аналитического приборостроения» РАН (Курочкин Владимир Ефимович)	27.11.2014-31.12.2016	ФЦП (15/10,02)
3	Разработка высокопроизводительной системы для выявления антибактериальных препаратов	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (Сергиев Петр Владимирович)	06.11.2014 – 30.12.2016	ФЦП (30/7,5)
4	Поддержка и развитие УНУ – национальный биоресурсный центр «Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов» (ВКПМ), как основы инфраструктуры в области микробных генетических ресурсов биотехнологического назначения, необходимой для обеспечения исследований в области живых систем	ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов» (Синеокий Сергей Павлович)	22.08.2014 – 31.12.2015	ФЦП (100)
5	Технологическое и коллекционное развитие «Центра генетических ресурсов лабораторных животных» (ЦГР), сформированного на базе SPF-вивария ИЦиГ СО РАН	ФГБУ науки «Институт цитологии и генетики» СО РАН (Мошкин Михаил Павлович)	22.08.2014 – 31.12.2015	ФЦП (100)
6	Развитие протеоеномного направления Междисциплинарного ЦКП КФУ для обеспечения клеточных, геномных и постгеномных исследований в Приволжском регионе	ФГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (Нурғалиев Данис Карлович)	15.08.2014 – 31.12.2015	ФЦП (163/41)
7	Проведение исследований и развитие приборной базы ЦКП «Промышленные биотехнологии»	ФГБУ науки «Институт биохимии им. А.Н. Баха» РАН (Попов Владимир Олегович)	15.08.2014 – 31.12.2015	ФЦП (66/7,4)
8	Развитие центра коллективного пользования научным оборудованием «Новые материалы и ресурсосберегающие технологии» для решения задач экологической безопасности, ресурсосбережения и энергоэффективности промышленных производств	ФГАОУ ВО «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (Сулейманов Евгений Владимирович)	15.08.2014 – 31.12.2015	ФЦП (112,5/22,5)
9	Проведение центром коллективного пользования	ГНУ «ВНИИ сельскохозяйственной	15.08.2014 –	ФЦП (100/12)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	научным оборудованием ВНИИСБ «Биотехнология» работ по комплексному молекулярному анализу широкого спектра биологических маркеров для персонифицированной диагностики актуальных заболеваний, а также по производству перспективных лекарственных препаратов на основе модифицированных олигонуклеотидов	биотехнологии» РАСХН (Алексеев Яков Игоревич)	31.12.2015	
10	Разработка и подготовка промышленного выпуска амперометрического биосенсорного анализатора для экспресс-определения биохимического потребления кислорода	ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет» (Алферов Валерий Анатольевич)	27.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (20/6,7)
11	Создание биосенсора для детекции и мониторинга стойких органических загрязнителей (полихлорированных бифенилов) в компонентах окружающей среды с использованием бактериальных клеток и микрожидкостного чипа	ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (Плотникова Елена Генриховна)	17.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (9/1)
12	Сенсорные системы на основе lux-оперонов для детекции различных групп токсических и биологически активных веществ	ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов» (Завильгельский Геннадий Борисович)	17.06.2014 – 31.12.2015	ФЦП (10/1,1)
13	Создание роботизированного комплекса для молекулярно-генетических исследований	ЗАО «Синтол» (Алексеев Яков Игоревич)	05.06.2014 – 31.12.2016	ФЦП (45/45)
14	Исследование и комплексный анализ формирования, функционирования и развития при высших учебных заведениях элементов инновационной инфраструктуры: инжиниринговых центров, центров коллективного пользования, уникальных стендов и установок. Разработка предложений по активизации их использования в интересах инновационного развития экономики Российской Федерации	ООО «Межведомственный аналитический центр» (Пастухов Владимир Александрович)	04.09.2014 – 31.12.2014	ФЦП (14,8)
15	Анализ российской и международной практики и разработка предложений по научно-методическому и	АНОО ВПО «Сколковский институт науки и технологий» (Котелевцев Юрий Васильевич)	20.08.2014 – 31.12.2014	ФЦП (16,7)

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	нормативному обеспечению мер государственного регулирования импорта, экспорта и внутреннего оборота материалов, используемых в научно-исследовательской деятельности			
16	Сравнительный анализ исследований в области медицины и биотехнологий, выполняемых в рамках государственных, федеральных целевых программ министерств и ведомств и других инструментов государственной поддержки научных исследований, для выработки рекомендаций по планированию выполнения и дальнейшего развития результатов этих исследований	ЗАО «Научно-консалтинговая корпорация Концептуальных исследований и развития социально-экономических и информационных систем МетаСинтез» (Борисова Елена Константиновна)	23.09.2014 – 26.12.2016	ФЦП (54,12)
17	Осуществление мониторинга и экспертизы проектов в области наук о жизни при реализации в 2014-2017 годах мероприятий 1.2 и 1.3 ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»	ЗАО «Научно-консалтинговая корпорация Концептуальных исследований и развития социально-экономических и информационных систем МетаСинтез» (Борисова Елена Константиновна)	03.03.2014 – 31.12.2017	ФЦП (124,74)
18	Актуальные проблемы функциональной и эволюционной биоинформатики	ФГБУН «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича» РАН, (Гельфанд Михаил Сергеевич)	2014 – 2016	РНФ
19	Регистрация и исследование особенностей транспорта одиночных макромолекул в каналах нанотрубок, обладающих различными физическими свойствами	ФГБУН «Научно-исследовательский институт физико-химической медицины Федерального медико-биологического агентства» (Башкиров Павел Викторович)	2014 – 2016	РНФ
20	Научные основы создания национального банка-депозитария живых систем	ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова» (Садовничий Виктор Антонович)	2014 – 2018	РНФ
21	Сохранение и изучение растительного генофонда Никитского ботанического сада и разработка способов получения высокопродуктивных сортов и форм садовых культур для юга России методами	ГБУ РК «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр» (Плугатарь Юрий Владимирович)	2014 – 2018	РНФ

№	Наименование проекта	Организация и руководитель проекта	Срок выполнения работы	Источники финансирования (бюджетные/внебюджетные), млн. руб.
	классической и молекулярной селекции, биотехнологии и биоинженерии			
22	Применение субмикронных инкапсулированных сенсоров в прижизненной (in vivo) диагностике стрессовых состояний эндемичных гидробионтов оз. Байкал	ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет» (Меглинский Игорь Владиславович)	2015 – 2017	РНФ
23	Разработка промышленной технологии производства энергоэффективных светодиодных источников белого света с биологически адекватным спектром излучения	ЗАО «ЭЛТАН»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (14)
24	Разработка инновационного ламинарного шкафа с применением новейших покрытий (тефлон) и многоступенчатой очисткой воздуха	ООО «ЦСОТ»	2015-2016	Фонд содействия (Развитие) (15)
25	Сухая переработка многослойных отходов на основе картона с одновременной сепарацией целлюлозных волокон от полимерной части.	ООО «НПО «Парматех»	2016	Фонд содействия (Развитие) (12,2)
26	Производство одноразовых транспортных и посевных систем с питательными средами для микробиологических исследований	ЗАО «ОЛДАНС»	2015-2016	Фонд содействия (Коммерциализация) (14,7)
27	Разработка высокоэффективного синтезатора ДНК/РНК	ООО «БИОССЕТ»	2015-2016	Фонд содействия (Экспорт)
28	Технологии выведения и селекции новых сортов с/х растений, пород животных и штаммов микроорганизмов (Технологическая платформа по созданию удвоенных гаплоидов для ускоренной селекции сельскохозяйственных культур)	ООО «АгроБиоТех-2020»	2015 – ?	Сколково (5)

## **5. Мероприятия по коммерциализации технологий и совершенствованию механизмов управления правами на результаты интеллектуальной деятельности**

В развитых странах создание новых инновационных технологий сопряжено с выполнением комплексных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, активное участие в которых в первую очередь принимают частные инвесторы. Важным элементом системы управления инновационным развитием является инфраструктура, которая обеспечивает реализацию конкретных проектов и мероприятий в отрасли.

Стимулирование инновационной деятельности необходимо осуществлять на всех уровнях путем формирования целой системы поддержки инноваций в части законодательства, стандартизации, метрологии, технического регулирования и т.д. Разработки Технологической платформы по обозначенным вопросам легли в основу стратегических документов, способствующих развитию отрасли биотехнологий.

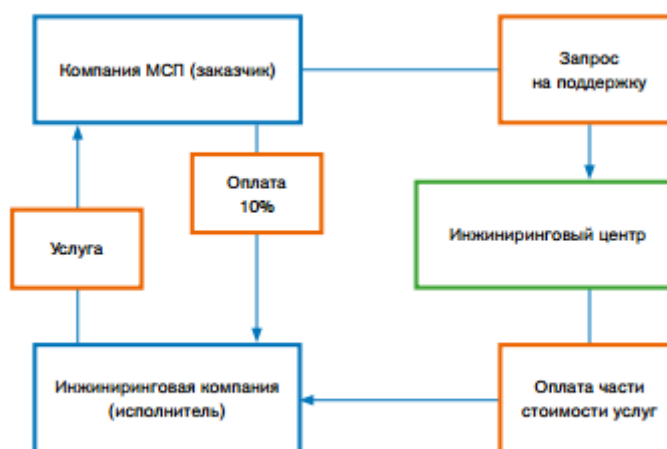
В России существует ряд преград в процессе перехода исследований на стадии НИОКР, к этапу ранней коммерциализации и внедрению результатов в промышленное производство с целью получения прибыли. В связи с чем был принят ряд мер по стимулированию развития инжиниринговых центров и строительству заводов по разным технологиям, в том числе и в области биотехнологий.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 328 утверждена государственная программа Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» в новой редакции, в состав которой входит, в том числе, подпрограмма «Развитие инжиниринговой деятельности и промышленного дизайна». Таким образом, с 2014 года значимым мероприятием государственной поддержки малого и среднего предпринимательства стало создание в субъектах Российской Федерации организаций, образующих инфраструктуру поддержки предпринимательства и оказывающих им поддержку в области инноваций и промышленного производства, в том числе создание и обеспечение Региональных центров инжиниринга (РЦИ) в целях повышения технологической готовности и ускорения процессов модернизации региональных малых и средних производственных предприятий.

Центры инжиниринга предоставляют такие основные услуги как: оценка технической готовности предприятий для внедрения новых технологий; инженерно-консультационные услуги по созданию промышленных объектов; инженерно-исследовательские услуги по разработке технологических процессов, технологий оборудования производства; маркетинговые исследования рынка продукции производства

и технологий; анализ инжиниринговых компаний региона и их привлечение к реализации проектов.

Рисунок 5.1 Схема функционирования инжинирингового центра



В 2014 году Минпромторг и Минобрнауки России провели конкурс по отбору пилотных проектов по созданию и развитию инжиниринговых центров на базе ведущих университетов России. Конкурс проводился во исполнение поручения президента России. Из представленных на конкурс 96 программ развития инжиниринговых центров от 91 высшего учебного заведения были выбраны 12 проектов из 11 вузов. Среди них: Инжиниринговая компания по направлению «Центр биотехнологического инжиниринга СКФУ» (Северо-Кавказский федеральный университет) и Инжиниринговая компания по направлению «Промышленная биотехнология и зеленая химия» (Тверской государственный университет).

**Центр биотехнологического инжиниринга СКФУ** создан с целью содействия развитию в России высокотехнологичных компаний в различных отраслях экономики путем реализации научно-технического и кадрового потенциала Северо-Кавказского федерального университета. Деятельность ориентирована на удовлетворение рыночного спроса на современные высокотехнологичные инжиниринговые услуги, отвечающие лучшим мировым стандартам. В рамках ИЦ активно развивают проекты по созданию производства биомороженного, пищевых концентратов, кормовых премиксов и комплексных обогатителей; выпускают продукты питания и кормовые средства повышенной пищевой и биологической ценности.

**Инжиниринговый центр «Промышленная биотехнология и зеленая химия»** создан с целью ликвидации разрыва между лабораторией и производством и решения одной из главных задач, стоящих перед отраслью промышленных биотехнологий – масштабирования лабораторных процессов и их последующего доведения до производства, а в дальнейшем

– построение полной технологической цепочки, обеспечивающей безопасность страны на внутреннем и внешнем рынках.

Центр является разработчиком новых технологий и широкой номенклатуры стратегически значимых продуктов в области биотехнологии и зеленой химии, а также занимается реализацией инновационных проектов, включая проектирование и строительство производственных мощностей. В рамках Центра реализуется концепция создания единого цикла производства биополимеров от синтеза мономера до разных видов конечной продукции. ИЦ обозначил такие ключевые задачи как: создание альтернативной сырьевой базы для развития промышленных биотехнологий, фармацевтической, пищевой и химической промышленности; снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду; реализация государственной программы импортозамещения; привлечение молодежи к созданию наукоемкой инновационной продукции; создание новых рабочих мест; обеспечение дополнительных финансовых поступлений в бюджеты всех уровней.

В рамках ИЦ ведется разработка технологии синтеза и хим. модификации биodeградируемых полимеров, промышленной технологии глубокой переработки льна, промышленной технологии глубокой переработки зерна, промышленной технологии производства ПОЖ.

В 2015 году на базе Красноярского регионального бизнес инкубатора по инновациям и технологиям создан **Региональный инжиниринговый центр «Биотех»**. В созданном центре предоставляются услуги по технологическим вопросам: в сфере глубокой переработки отходов на растительной основе в кормовые и пищевые добавки; в сфере производства глубинных биомасс и плодовых тел лекарственных и съедобных грибов; разработки и внедрению технологии для получения биологического топлива, электроэнергии, тепловой энергии из биологической массы.

**Инжиниринговый центр «Промбиотех»**, созданный на базе Алтайского государственного университета с участием ведущих научных организаций и инновационных компаний, оказывает инжиниринговые услуги на различных стадиях научно-исследовательской работы, когда необходимо провести дополнительные исследования эффективности разрабатываемой технологии или обеспечить внедрение научной разработки в производственный процесс. Основные направления работы ИЦ: организация промышленных испытаний биопрепаратов для сельского хозяйства; биотехнологические продукты и технологии для растениеводства и животноводства; биотехнологические продукты для пищевой и перерабатывающей промышленности; технологии переработки и утилизации отходов агропромышленного комплекса.



Специализация ИЦ «Промбиотех» – полимерные композиционные материалы. Ключевой проект ИЦ «Промбиотех» – организация масштабной программы промышленных испытаний биопрепаратов для сельского хозяйства.

**Региональный центр инжиниринга республики Башкортостан** создан как объект инновационной инфраструктуры и инфраструктуры поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП) в рамках п. 1.2.4.2 «Создание и обеспечение деятельности региональных центров инжиниринга» плана мероприятий Государственной программы «Стимулирование инновационной деятельности в Республике Башкортостан». Специализация РЦИ РБ: биотехнологии и сельскохозяйственная химия.

Недавно созданный **ИЦ «Биоинжиниринг» по направлению «Пилотный центр Промышленных биотехнологий»** планирует решать следующие задачи: отработка новых технологий производства биотехнологической продукции от стадии лабораторного регламента до старта производства, включая государственную регистрацию; контрактное малотоннажное производство продуктов на основе промышленного микробиологического синтеза для предприятий России и стран Таможенного союза; разработка и внедрение промышленных регламентов применения новых биотехнологических продуктов и технологий в различных сферах экономики (глубокая переработка продукции сельского хозяйства, переработка отходов, применение биотехнологий в сферах защиты растений, лесном комплексе и т.д.).

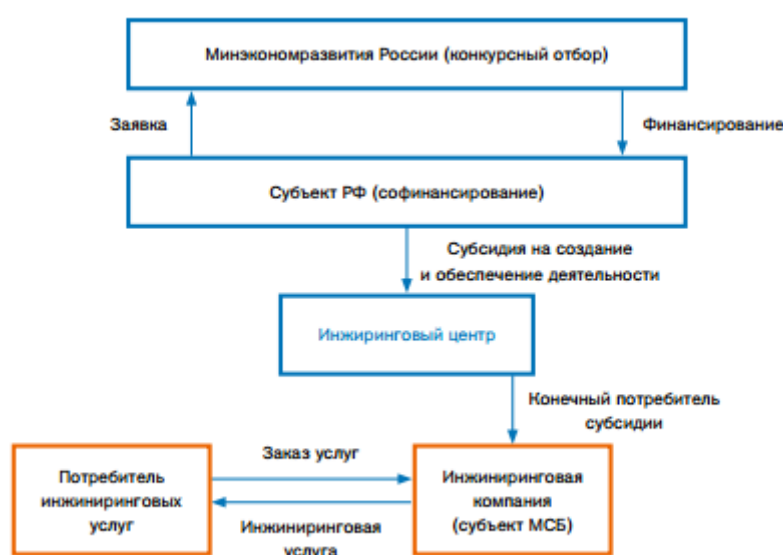
**РЦИ биотехнологий Республики Татарстан** – это центр компетенций, призванный сформировать в регионе инфраструктуру инжиниринга и облегчить доступ предприятиям малого и среднего бизнеса к новым технологиям, модернизации и техническому перевооружению. Цели деятельности РЦИ: развитие системы инжинирингового аутсорсинга, которая позволит субъектам малого и среднего предпринимательства достичь требуемого технологического уровня и освоить необходимые компетенции, чтобы встроиться в производственные цепочки крупных предприятий опорных отраслей промышленности Республики Татарстан; формирование и актуализация базы данных биотехнологических проектов; создание и мониторинг карты биотехнологического оборудования на территории Республики Татарстан; развитие собственных исследовательских, научных и проектно-конструкторских компетенций.

В вопросах развития инжиниринговой деятельности и промышленного дизайна одна из ключевых ролей отводится таким институтам развития, как государственная корпорация «Банк развития и внешнеэкономической деятельности (Внешэкономбанк)», открытое акционерное общество «Российская венчурная компания», открытое акционерное общество «РОСНАНО», федеральное государственное автономное

учреждение «Российский фонд технологического развития» (Фонд развития промышленности), федеральное государственное бюджетное учреждение «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере», некоммерческая организация «Фонд развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий «СКОЛКОВО».

Институты развития используют различные инструменты и механизмы поддержки компаний, которая осуществляется на различных этапах развития и зависит от направления деятельности компании.

Рисунок 5.2 Схема предоставления субсидии РФ на реализацию мероприятия по созданию и/или развитию инжиниринговых центров



Помимо создания инжиниринговых центров осуществляются проекты строительства промышленных заводов под нужды биотехнологической отрасли.

Например, в рамках **проекта «Протеин России»** в России планируется строительство пяти предприятий, одно из которых было открыто **в республике Алтай** в 2014 году, что стало первым шагом в реализации программы. Основной продукт завода – белковый концентрат подсолнечника «Протемил» – альтернатива представленным на российском рынке комбикормов высокобелковым продуктам, основная часть которых сейчас импортируется. Собственная запатентованная технология позволяет компании производить натуральный экологически чистый продукт с повышенным содержанием протеина – 83 % против 50 – 56 % в соевых концентратах – для балансирования по белку рационов свиней, бройлеров и рыб. Производственные мощности предприятия составят до 6 тысяч тонн белкового концентрата, а также 4,5 тысячи тонн сахаридного сиропа в год. Реализация проекта «Протеин России» позволит к 2020 году более чем на 60 % повысить

долю отечественных белковых концентратов в кормопроизводстве России, восполнив дефицит (на данный момент составляющий 770 тыс. тонн) и потеснив импорт. Проект базируется на принципах зеленой экономики и даст импульс развитию биотехнологий в России за счет реализации потенциала попутных продуктов – сахаридного сиропа и топливных пеллет.

В рамках проекта «Протеин России» в ближайшее время планируется также строительство завода в Бобровском районе Воронежской области по переработке подсолнечного шрота для получения белковой добавки. Реализация этого проекта позволит снизить дефицит высокобелковых кормов в отечественном сельском хозяйстве.

На данный момент в нашей стране объем потребления незаменимых аминокислот составляет порядка 80 тыс. тонн в год (и он равен объему импорта). С учетом темпов роста производства потенциальный спрос к 2020 году может достичь 100 тыс. тонн в год. Поэтому в 2015 году открыт завод по производству аминокислоты для комбикормов. **Проект ГК «Приосколье»** – первое в России производство лизин-сульфата. Предприятие позволит в ближайшем будущем в существенной степени (более чем на 60 %) устранить зависимость российских сельхозтоваропроизводителей от импорта лизина и обеспечит отечественные компании доступными и качественными аминокислотами.

В 2015 году в Центральном научно-исследовательском институте специального машиностроения (ЦНИИСМ) в подмосковном **Хотьково** наладили **производство углеродного волокна для машиностроения**. Углеродное волокно отличается небольшим весом, термической стойкостью и химической инертностью. Универсальная технология используется в запусках космических кораблей, на гидростанциях и в баллистических ракетах.

В настоящее время из-за дефицита лецитина российского производства предприятия страны закупают этот продукт за рубежом. Но крупнейший в Сибири маслоэкстракционный завод **«АгроСиб-Раздолье»** в 2016 году запустил новую линию, которая позволяет выпускать **лецитин для пищевой промышленности**. Лецитин применяется для изготовления шоколада, изделий с шоколадной глазурью, маргарина, спредов, хлебобулочных и кондитерских изделий, а также продуктов питания для детей. Благодаря созданию этого цеха Сибирь пришла к более глубокой переработке масличного сырья и получению высокомаржинальных продуктов. Поставлять алтайский лецитин планируется в европейскую часть России, а также в Китай, который заинтересован в российском фосфатидном концентрате.

Также в 2016 году в городе Лакинске (Владимирская область) запущен **новый завод по производству высокотехнологичных кормовых добавок**. Мощность

предприятия составляет 50 тысяч тонн кормовых добавок в год, и он стал вторым запущенным в регионе производством премиксов. Ранее, в 2013 году АО «Де Хёс», запустило предприятие, выпускающее дефицитные в России корма для свиноводства – престартеры для кормления поросят. Открытие нового завода позволило «Де Хёс» стать крупнейшим в стране предприятием по производству кормов для сельскохозяйственных животных.

В 2016 году компания «Сахапак» в Нерюнгринском районе Якутии открыла **цех по производству экологичной упаковки**. В производстве используется специальная биодобавка, из-за которой экопакеты саморазрушаются под воздействием естественных климатических факторов. На 9-й день после компостирования они постепенно превращаются в безвредную для почвы биомассу, а через 3-6 месяцев пакеты распадаются до молекул.

Летом 2016 года в **Ишиме** (Тюменская область) запущена **вторая очередь завода «АминоСиб» по глубокой переработке зерна** – уникального предприятия, имеющего в перспективе полный цикл переработки пшеницы. Здесь будут производить сразу четыре вида продукции. Три из них (глютен, спирт, кормовую смесь) планируется реализовывать на федеральном рынке, а лизин поставлять в том числе на экспорт. Этот вид добавок активно используется в сельском хозяйстве для кормления животных, способствуя укреплению их иммунной системы, повышению привесов и т. д., при этом является экологически чистым видом продукции, получаемым из зерна пшеницы. По выходу на полную мощность завод будет производить в год 30 тысяч тонн лизина, 10 тысяч тонн глютена, 30 тысяч тонн кормовых добавок, 2 миллиона декалитров спирта.

Строительство **завода по глубокой переработке зерна в Ростовской области «Донбиотех»** завершится в 3-4 квартале 2017 года. Проект реализуется компанией «Донбиотех» и немецкой фирмой Evonik Industries. Мощность комплекса составит 250 тысяч тонн перерабатываемого зерна в год. На предприятии планируется производить комбикорм, глютен, а также лизин. Помимо внутреннего рынка, лизин планируется поставлять в страны Ближнего и Среднего Востока.

В связи с ростом числа предприятий биотехнологического назначения в стране сформирован ряд кластеров по направлению. Целями объединения предприятий в территориальные кластеры обычно являются: сокращение издержек производства; увеличение валового производства сырья; построение внутренних и внешних транзитивных связей; снижение управленческих, исследовательских, маркетинговых и внедренческих затрат; гибкое использование трудовых и транспортных ресурсов; освоение новых видов

продукции; освоение новой рыночной ниши; взаимная финансовая поддержка; участие в выпуске продукции по программам импортозамещения и др.

**Кластер Биотехнологии (кластер по глубокой переработке зерна в Миллеровском районе РО)** специализируется на производстве продуктов на основе ферментов и микроорганизмов для последующего использования в химической отрасли, здравоохранении, производстве пищевых продуктов и кормов, моющих средств, бумаги и целлюлозы, текстильных изделий, а также в биоэнергетике. В рамках кластера объединен научно-технический и производственный потенциал 20 предприятий и организаций. Сопутствующая специализация кластера – сельское хозяйство и рыболовство. Кластером выпускаются отечественные марки модифицированных крахмалов для бурения, соответствующие требованиям международных стандартов. В 2014 году общий объем совокупной выручки производственных предприятий-участников кластера от продаж продукции на внутреннем и внешнем рынке, а также оказания услуг составил 4 млрд. рублей.

#### **Пищевой кластер Республики Татарстан**

Ключевая специализация кластера – производство пищевых продуктов, напитков и табачных изделий, сопутствующие специализации кластера: промышленные биотехнологии (производство продуктов на основе ферментов и микроорганизмов для последующего использования в химической отрасли, здравоохранении, производстве пищевых продуктов и кормов, моющих средств, бумаги и целлюлозы, текстильных изделий, а также в биоэнергетике) и сельское хозяйство и рыболовство.

Помимо производства сырья (зерновые и масличные культуры, сахарная свекла, премиксы) и промежуточной продукции (молоко, мясо КРС, комбикорма, патока-меласса, жом, инкубационное яйцо, суточные цыплята, мясо птицы) в кластере налажено производство конечной продукции (мука, крупа, сахар-песок, товарное яйцо, деликатесы и копчености, колбасные изделия, полуфабрикаты, фарш, тушка, разделка, субпродукты, птица живая), а также оказание сопутствующих услуг (услуги по хлебоприемной деятельности, сушке, хранению сельхозкультур, ремонту сельхозтехники, оказанию полевых работ).

#### **Территориально-отраслевой кластер Агрополис «Алькиагробιοпром»**

Ключевая специализация кластера – защита окружающей среды и переработка отходов. Сопутствующие специализации кластера: медицинская промышленность, микроэлектроника и приборостроение и промышленные биотехнологии (производство продуктов на основе ферментов и микроорганизмов для последующего использования в биоэнергетике, в химической отрасли, здравоохранении, производстве пищевых

продуктов и кормов, моющих средств, бумаги и целлюлозы, текстильных изделий); сельское хозяйство и рыболовство.

Переработка ТБО и ПЭТ-тары в крошку, этикеток и ПВХ-пробок в сечку, проекты по переработке илов коммунальных стоков, сертификация продукции с выдачей экологического сертификата, производство зерновых, кормов, мяса, молока, яиц, хлебо-булочных изделий, продуктов переработки мяса и молока, транспортные услуги, внедрение передовых технологий по выращиванию и переработке с/х культур в товарную продукцию пользующуюся постоянным спросом, коневодство, производство приборов для оздоровления населения и нейтрализации вредного воздействия микробов и гнойниковых бактерий (озонаторы и ионизаторы воздуха), ионатор воды, – все эти проекты активно реализуются силами кластера.

**Биотехнологический инновационный территориальный кластер Пущино** отличается наличие развитой научно-исследовательской инфраструктуры, активных и взаимодополняющих научных групп и производств, исторически сложившихся научных школ, что является залогом интенсивного развития высокотехнологичных предпринимательских инициатив и является одним из ключевых конкурентных преимуществ участников кластера. Кластер также отличается компактным географическим расположением, развитой транспортно-логистической инфраструктурой и территориальной близостью всех его участников.

Основные направления реализуемых технологий и выпускаемой продукции: биотехнологии в сельском хозяйстве (пищевая биотехнология, диагностика заболеваний животных и растений, производство пищевых и кормовых добавок для сельскохозяйственных животных, средства защиты растений, создание трансгенных растений, микрочлонирувание, разработка технологий устойчивых агроэкосистем и ландшафтов); биотехнология для медицины (тест-системы, иммуносенсоры, медицинские диагностические приборы); фармакология (разработка нового поколения противовирусных и антибактериальных препаратов, производство БАДов, кровезаменителей, раневых и противоожоговых покрытий, проведение доклинических испытаний и скрининг лекарственных препаратов); защита окружающей среды (разработка биопрепаратов очистки почв и воды от токсичных соединений и нефтепродуктов, технологии восстановления окружающей среды (ремедиация и рекультивация), способы борьбы с биоповреждениями инженерных систем и сооружений, экспресс-диагностика уровня загрязнения окружающей среды); промышленная биотехнология (химия, приборы для медицины и медицинской диагностики, приборы и оборудование для научных исследований, биотехнологическое оборудование, приборы

для экологического мониторинга, производство субстанций (янтарная кислота высокой чистоты, лимонная кислота).

Совокупная выручка предприятий-участников кластера за последний год составила 7,9 млрд. руб. Реализация программы развития кластера позволит нарастить этот показатель до 36 млрд. руб.

В соответствии с приказом Росстандарта от 14.04.2014 № 472 «О создании технического комитета по стандартизации «Биотехнологии» был сформирован ТК № 326, областью деятельности которого является стандартизация сырья, полупродуктов и конечных продуктов из возобновляемого сырья, в том числе биоразлагаемых продуктов, биологических средств защиты растений, биологических удобрений, биологических препаратов для растениеводства, биологических добавок в корма животных и т.п. В рамках этого ТК велась разработка шестидесяти новых ГОСТов в области биотехнологий, сорок пять из которых уже утверждены Росстандартом:

№ п/п	Вид стандарта	Наименование стандарта
1	ГОСТ Р	Препарат ферментный. Амилоризин Пх. Технические условия
2	ГОСТ Р	Препарат ферментный. Амилосубтилин ГЗх. Технические условия
3	ГОСТ Р	Препарат ферментный. Протосубтилин ГЗх. Технические условия
4	ГОСТ Р	Препараты ферментные. Правила приемки и методы испытаний
5	ГОСТ Р	Препараты ферментные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение
6	ГОСТ Р	Продукция микробиологическая. Правила приемки и методы отбора проб
7	ГОСТ Р	Продукция микробиологическая. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение
8	ГОСТ Р	Спирт тетрагидро-фурфуриловый. Технические условия
9	ГОСТ Р	Спирт фурфуриловый. Технические условия
10	ГОСТ Р	Спирт этиловый технический. Правила приемки и методы анализа
11	ГОСТ Р	Фурфурол технический. Технические условия
12	ГОСТ Р	Автолизат дрожжей. Технические условия
13	ГОСТ Р	Биовит. Технические условия
14	ГОСТ Р	Биотехнологии. Термины и определения
15	ГОСТ Р	Витамин В12 кормовой. Технические условия
16	ГОСТ Р	Дрожжи кормовые. Метод испытаний
17	ГОСТ Р	Дрожжи кормовые-паприн. Технические условия
18	ГОСТ Р	Дрожжи кормовые. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение
19	ГОСТ Р	Дрожжи кормовые «Провит» из зерносырья. Технические условия
20	ГОСТ Р	Закваски бактериальные для силосования кормов сухие. Технические условия
21	ГОСТ Р	Корм белковый стартовый для ценных пород рыб. Технические условия

№ п/п	Вид стандарта	Наименование стандарта
		условия
22	ГОСТ Р	Кормовой белок (из смеси кормовых дрожжей, жмыха и жома). Технические условия
23	ГОСТ Р	Кормогризин. Технические условия
24	ГОСТ Р	Пробиотики «субтилилин» и «ацидофил» (бактерии кормовые). Технические условия
25	ГОСТ Р	Пластмассы. Методы приготовления образцов для испытания пластмасс на биологическое разложение
26	ГОСТ Р	Пластмассы. Определение способности к полному аэробному биологическому разложению и распаду в контролируемых условиях компостирования. Метод с применением анализа выделяемого диоксида углерода. Часть 1. Общий метод
27	ГОСТ Р	Пластмассы. Определение способности к полному аэробному биологическому разложению в контролируемых условиях компостирования. Метод с применением анализа выделяемого диоксида углерода. Часть 2. Гравиметрическое измерение диоксида углерода, выделяемого при лабораторном испытании
28	ГОСТ Р	Пластмассы. Определение степени распада в установленных условиях компостирования в процессе пробных испытаний
29	ГОСТ Р	Биологические средства защиты леса. Назначение мер защиты
30	ГОСТ Р	Биологические средства защиты леса. Общие требования к процессу малотоннажного производства
31	ГОСТ Р	Биологические средства защиты леса. Энтомопатогены и биофунгициды.
32	ГОСТ Р	Биологические средства защиты леса. Энтомофаги. Общие требования к процессу лабораторного производства
33	ГОСТ Р	Биологические средства защиты леса. Энтомофаги. Определение эффективности применения
34	ГОСТ Р	Биотехнологии. Классификация биотехнологической продукции
35	ГОСТ Р	Пластмассы. Определение степени разложения пластмассовых материалов в имитированных условиях компостирования при лабораторных испытаниях
36	ГОСТ Р	Пропиленгликоль из растительной биомассы. Общие требования к процессу производства
37	ГОСТ Р	Пропиленгликоль из растительной биомассы. Технические условия
38	ГОСТ Р	Качество воды. Оценка биоразлагаемости органических соединений в водной среде. Выбор метода оценки
39	ГОСТ Р	Качество воды. Оценка биоразлагаемости органических соединений в водной среде. Метод оценки полной аэробной биоразлагаемости путем определения кислородной потребности в закрытом респирометре
40	ГОСТ Р	Качество воды. Оценка биоразлагаемости органических соединений в водной среде. Метод оценки полной аэробной биоразлагаемости путем измерения количества выделенного диоксида углерода
41	ГОСТ Р	Качество воды. Оценка биоразлагаемости органических соединений в водной среде. Подготовка и обработка малорастворимых в воде



№ п/п	Вид стандарта	Наименование стандарта
		органических соединений для последующей оценки
42	ГОСТ Р	Качество воды. Оценка способности к биоразложению в морской среде
43	ГОСТ Р	Качество воды. Оценка способности органических соединений к быстрому и полному аэробному биоразложению в водной среде. Метод с применением анализа растворенного органического углерода (DOC)
44	ГОСТ Р	Качество почвы. Оценка анаэробной биоразлагаемости органических химических веществ в почве
45	ГОСТ Р	Качество почвы. Оценка аэробной биоразлагаемости органических химических веществ в почве

Пятнадцать проектов государственных стандартов находятся на этапе открытого обсуждения, их принятие запланировано на 2017 год.

№ п/п	Вид стандарта	Наименование стандарта
46	ГОСТ Р	Автолизат микробного протеинового кормового концентрата 60 % (АМПКК 60). Технические условия
47	ГОСТ Р	Бакконцентрат Казахсил. Технические условия
48	ГОСТ Р	Бактериальный инсектицидный препарат Бактокулицид. Технические условия
49	ГОСТ Р	Бактериальный инсектицидный препарат Сферроларвицид. Технические условия
50	ГОСТ Р	Бактериальный инсектицидный препарат Турингин. Технические условия
51	ГОСТ Р	Бактериальный препарат Путидойл. Технические условия
52	ГОСТ Р	Биомицин кормовой. Технические условия
53	ГОСТ Р	Грибное биоудобрение Никфан. Технические условия
54	ГОСТ Р	Грибной инсектицидный препарат Вертицел. Технические условия
55	ГОСТ Р	Инсектицидный препарат Боверин. Технические условия
56	ГОСТ Р	Консервант Низин. Технические условия
57	ГОСТ Р	Ксантан технический. Технические условия
58	ГОСТ Р	Лизин кристаллический. Технические условия
59	ГОСТ Р	Микробный протеиновый кормовой концентрат 60 % (МПКК 60). Технические условия
60	ГОСТ Р	Удобрение грибное Гибберсиб. Технические условия

## **6. Меры в области подготовки и развития научных и инженерно-технических кадров, в том числе образования в сфере биотехнологий**

Основными задачами подготовки кадров в сфере биотехнологий будет выстраивание на базе обновленных образовательных стандартов и программ траектории получения необходимых знаний и навыков на довузовском, вузовском, послевузовском этапах обучения, выстраивание системы непрерывного повышения квалификации, значительное повышение влияния биотехнологического бизнеса на формирование программ обучения, особенно на поздних этапах (старшие курсы, магистратура, послевузовское образование и повышение квалификации).

Так, в сентябре 2014 года по инициативе деканов биологического и экономического факультетов МГУ имени М.В. Ломоносова – академика М. П. Кирпичникова и профессора А. А. Аузана – были открыты межфакультетские магистерские программы «Менеджмент биотехнологий» и «Биоинженерия, биотехнология и биоэкономика». Программы направлены на подготовку менеджеров и исследователей в сфере биотехнологий для работы в бизнесе, научно-исследовательских центрах и госструктурах, а также предпринимателей в таких наукоемких отраслях как медицина и фармакология, промышленность, пищевая и сельскохозяйственная отрасль, топливно-энергетический комплекс, охрана окружающей среды и другие. Магистерские программы реализуется в сотрудничестве с представителями бизнеса Future Biotech, «РТ-Биотехпром» (ГК «Ростехнологии»), Pfizer, «Технологическая платформа БиоТех2030», «Российская венчурная компания», Института биоорганической химии РАН, Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, Бизнес-инкубатора МГУ и других организаций.

Магистранты получают навыки и знания для работы в наукоемких отраслях биологии, медицины и фармакологии, промышленности, пищевой и сельскохозяйственной отраслях, топливно-энергетическом комплексе, охране окружающей среды.

Выпускники магистерских программ по биотехнологиям получают диплом магистра МГУ имени М.В.Ломоносова. В 2016 году первые магистры уже закончили курс обучения и получили заветные дипломы.

Разработка современных образовательных программ и системы профессиональной подготовки кадров в сфере биотехнологии является одной из приоритетных задач комплексной программы развития биотехнологий в Российской Федерации на период до 2020 года. ТП «БиоТех2030» принимает активное участие в реализации планов по

развитию кадрового потенциала в своей области. Партнерством был сформирован перечень профессиональных стандартов в области биотехнологий, содержащий: 6 наименований управленческих специальностей; 12 наименований технологических специальностей и 3 наименования инженерных специальностей.

Таблица 6.1 План разработки профессиональных стандартов

	<b>Наименование профессионального стандарта</b>	<b>Комментарии</b>
<i>Управленческие специальности. Биотехнологический менеджмент</i>		
1	Специалист по организации бизнеса в сфере биоэнергетики и биотоплива	Основной упор на менеджмент проектов, включающий знание технологий, организацию производства и стратегический менеджмент. Специальности экономического профиля
2	Специалист по организации бизнеса в сфере пищевых и биоактивных добавок	
3	Специалист по организации бизнеса в сфере кормовых биоактивных добавок	
4	Специалист по организации бизнеса в сфере лакокрасочных покрытий и биохимических красителей, бытовой химии	
5	Специалист по организации бизнеса в сфере сельскохозяйственных биотехнологических производств	
6	Специалист по организации бизнеса в сфере биофармацевтики, биомедицины	
<i>Технологические специальности, технологии биотехнологического производства</i>		
7	Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий	Основной упор на знание основ технологии биотехнологического (биофармацевтического) производства
8	Специалист-технолог в области лесных биотехнологий	
9	Специалист-технолог в области аква-биотехнологий	
10	Специалист-технолог в области биоэнергетических технологий	
11	Специалист-технолог по производству пищевых биоактивных добавок	
12	Специалист-технолог по производству кормовых биоактивных добавок	
13	Специалист-технолог по производству биохим. Удобрений	
14	Специалист-технолог по производству лакокрасочных покрытий, биохимических красителей и бытовой химии	
15	Специалист-технолог по транспортировке, складированию и хранению биохимической продукции	
16	Специалист-технолог фармацевтического производства	

	<b>Наименование профессионального стандарта</b>	<b>Комментарии</b>
17	Менеджер контроля качества биотехнологического производства по стандартам GLP/GMP OECD	Упор на знании международных стандартов GLP и GMP. Организация контроля качества и аудита на производстве
18	Менеджер контроля качества биофармацевтического производства по стандартам GLP/GMP OECD	Упор на знании международных стандартов GLP и GMP. Организация контроля качества и аудита на производстве
<i>Инженерные специальности</i>		
19	Инженер биофармацевтического производства по стандартам GLP OECD	Создание биофармацевтических производств по стандартам GLP OECD
20	Инженер биотехнологического производства по стандартам GLP OECD	Создание биотехнологических производств по стандартам GLP OECD
21	Биоинженерия	Белковая и молекулярная инженерия Клеточная инженерия Инженерия нанолечарств Молекулярный дизайн и молекулярная инженерия

Шесть профессиональных стандартов были разработаны специалистами ТП «Биоиндустрия и биоресурсы»:

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование стандарта</b>	<b>Статус</b>	<b>Год разработки/обновления/изменения</b>	<b>Потребитель и/или пользователь (область применения)</b>
1	Специалист-технолог в области природоохранных (экологических) биотехнологий	разработан	2014-2015	Отраслевые биотехнологические производства и специализированные ведомства в области природоохранной деятельности
2	Специалист-технолог по производству моющих и чистящих средств биотехнологическим методом	разработан	2014-2015	Отраслевые биотехнологические производства
3	Специалист по транспортировке,	разработан	2014-2015	Отраслевые

№ п/п	Наименование стандарта	Статус	Год разработки/обновления/изменения	Потребитель и/или пользователь (область применения)
	складированию и хранению биохимической продукции	тан		биотехнологические производства
4	Специалист по контролю качества биотехнологического производства препаратов для растениеводства	разработан	2014-2015	Отраслевые биотехнологические производства
5	Специалист по организации бизнеса в сфере биоэнергетики и биотоплива	разработан	2015	Производственный менеджмент на отраслевых биотехнологических предприятиях
6	Специалист-технолог в области биоэнергетических технологий	разработан	2015	Отраслевые биотехнологические производства

В 2016 году Технологической Платформы «БиоТех2030» было представлено предложение по разработке двух профессиональных стандартов в сфере пищевых биотехнологий:

- Специалист-технолог в области пищевых биотехнологий;
- Специалист-технолог по контролю качества производства продуктов пищевой биотехнологии.

Развитие пищевой биотехнологии является актуальной и социально востребованной задачей. Пищевая биотехнология позволяет получать пищевые ингредиенты и смеси, введение которых в продукты в процессе их изготовления повышает их качество и полезные свойства. Такие важные пищевые ингредиенты, как пищевой белок, аминокислоты, пребиотики, пробиотики, симбиотики, витамины, полиненасыщенные жирные кислоты в настоящее время практически не производятся на территории России, в то время как потребность в них необычайно высока. Введение этих ингредиентов в состав пищевых продуктов позволяет получать продукты функционального и лечебно-профилактического назначения, которые используются в специализированном питании всех категорий населения, способствуют сохранению и улучшению здоровья, препятствуют развитию заболеваний. Развитие данного направления является важной социальной задачей, снижающей нагрузку на сектор медицины и социально-экономический ущерб от болезней.

По заказу Минпромторга РФ, совместно с ООО «Стратеджи Партнерс Групп», ТП «БиоТех2030» была проведена работа по формированию отраслевой системы прогнозирования кадровых потребностей в области биотехнологий.

Развитие образования в сфере биотехнологий также будет осуществляться по следующим направлениям:

1. Разработка образовательных стандартов по биотехнологии, биоинженерии и постгеномным технологиям;
2. Разработка образовательных программ высшего профессионального образования, дополнительного образования и переподготовки кадров в области биотехнологии, биоинженерии и постгеномных технологий;
3. Разработка программ высшего специального, дополнительного образования и переподготовки кадров в области управления, коммерциализации, привлечения инвестиций в различных отраслях биоэкономики;
4. Разработка и проведение мероприятий по информированию, взаимодействию и развитию научно-технического сотрудничества в различных отраслях биоэкономики, включая развитие международных связей;
5. Проведение подготовки и переподготовки кадров для предприятий и ведомств по различным направлениям биоэкономики;
6. Проведение мероприятий по развитию инфраструктуры для подготовки кадров в различных областях биотехнологии, биоинженерии, постгеномных технологий и биоэкономики;
7. Использование современных образовательных методик с обязательным приглашением специалистов высокого уровня из-за рубежа, представляющих ведущие компании и университетские биотехнологические центры;
8. Формирование гибкой модульной структуры образовательных программ путем создания и последующей комбинации образовательных модулей с базовым и расширенным уровнем знания дисциплин;
9. Создание непрерывной системы повышения квалификации и переподготовки биотехнологических кадров с сохранением возможности смены специализации без потери навыков в рамках своей отрасли биоэкономики.