

## Глава 2.

# ЗНАЧЕНИЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Современная биотехнология как наука является сплавом важнейших разделов биологии и химии в соединении с инженерией. С конца XX века биотехнология становится одним из ведущих приоритетов мировой науки и экономики. Биотехнология использует знания биологических и химических процессов в инженерии полезных для общества продуктов и повышении качества жизни. Люди использовали биотехнологию многие тысячи лет при варке пива, выпечке хлеба, производстве сыра и кисломолочных продуктов.

Становление современной биотехнологии стало возможным благодаря крупным открытиям, сделанным в конце XIX – начале XX в. в разных областях науки, в первую очередь, в биохимии, микробиологии и генетике. Разработка методов генной инженерии и создание рекомбинантных ДНК привели к резкому росту значимости биотехнологии в обществе. Биотехнология многолика и использует достижения различных отраслей науки, таких как микробиология, биохимия, генетика, электроника, химическая, пищевые технологии и др.

Существует несколько определений биотехнологии. В классическом понимании **биотехнология** – это наука о методах и технологиях производства различных веществ и продуктов с использованием природных биологических объектов (микроорганизмов, растительных и животных клеток), их систем (клеточных мембран, рибосом, митохондрий, хлоропластов и др.), процессов и продуктов их жизнедеятельности. В биотехнологических процессах также используются такие биологические макромолекулы, как рибонуклеиновые кислоты (ДНК, РНК), белки (чаще всего ферменты). ДНК или РНК необходимы для переноса чужеродных генов в клетки и создания продукции генной инженерии.

Биотехнология – это наука об изучении законов живой природы, которые используются для повышения качества жизни человека в различных сферах его жизнедеятельности. Немаловажным является использование биопотенциала уникального по свойствам природ-

ного сырья. С учетом интегральной природы биотехнологии, использующей теоретические и методические положения прикладной биохимии, микробиологии, молекулярной биологии, физиологии, генетики, химических технологий, экологии, технологии различных продуктов, включая функциональные и медицинские, возможности ее в области реализации очень широкие.

Биотехнология своим появлением обязана эволюции биологии, главными этапами развития которой стал прикладной аспект знаний об основополагающих механизмах жизнедеятельности живой материи.

Биотехнология сегодня является одним из приоритетов современности, соединяя в широком толковании слова все области, связанные с технологией жизни.

Биотехнология представляет собой синтез науки и практики во многих сферах, являясь междисциплинарной областью знаний, базирующейся, прежде всего, на биологии, химии и инженерии. Это конвергентная наука, которая опирается на теоретические и методические положения микробиологии, молекулярной биологии, физиологии, генетики, цитологии, биохимии, биофизики, вирусологии и иммунологии, химических технологий, экологии, инженерии продуктов питания, фармацевтических и медицинских продуктов, нефтепереработки и т.д. Практически все сферы развития современного общества базируются в той или иной степени на биотехнологии, образуя новую отрасль экономики – биоэкономику.

Биоэкономика использует методы биотехнологии для развития традиционных и создания новых отраслей промышленности. В XXI веке это приобретает для России особую значимость, позволяя обеспечить равномерное, устойчивое развитие огромной территории в сложившихся современных условиях (снижение численности населения, недостаточно развитая инфраструктура и др.). Решение проблемы в полной мере обеспечивается развитием биоэкономики, позволяя через конвергенцию наук достичь новой цивилизационной модели развития общества (рис. 2.1). Главное достоинство России, которое позволяет успешно развивать биоэкономику, – это огромный потенциал биомассы: 22 % мировых запасов леса (1180 млн га);

отходы от деревообработки составляют 200 млн м<sup>3</sup>/год; ежегодный объем органических отходов составляет 625 млн т; ежегодный объем промышленных и муниципальных отходов составляет 165 млн т; 10 % мировых запасов пахотных земель (195 млн га); производство зерна составляет более 80 млн т/год.

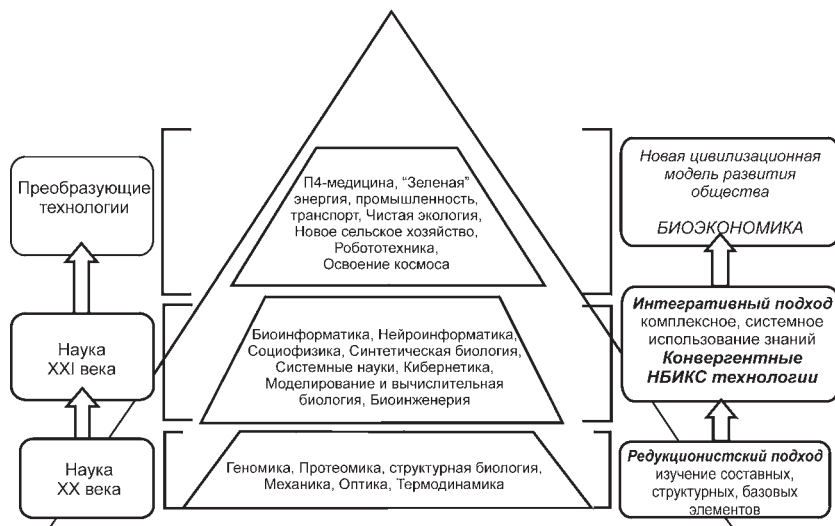


Рис. 1. Конвергентные науки, образующие базис биоэкономики

Развитие современной биотехнологии в России базируется на следующих нормативных документах: «Комплексная программа развития биотехнологии в РФ до 2020 г. («БИО-2020»», Федеральный закон от 28.06.2014 г. N 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», «Стратегия научно-технологического развития РФ до 2030 года» («Стратегия-2030» ).

24.04.2012 г. Правительство РФ утвердило «Комплексную программу развития биотехнологии в России до 2020 года», основной целью которой является развитие высокотехнологичного сектора биоэкономики, который наряду с nanoиндустрией и информационными технологиями должен стать базой построения постиндустриальной экономики в стране.

Дорожная карта «Развитие биотехнологий и генной инженерии на период до 2020 г.», концептуально связанная с Программой

«БИО-2020», направлена на развитие внутреннего спроса на биотехнологическую продукцию и создание производственно-технологической базы для формирования новых отраслей промышленности. Она содержит:

- уточненные и актуализированные целевые показатели и индикаторы развития биотехнологии для реализации стратегической цели – выхода на уровень отечественного производства биотехнологической продукции в размере 1 % ВВП к 2020 году и создание условий для увеличения этого показателя до 3 % ВВП к 2030 году;
- предложения профильных министерств и ведомств, участников инновационного процесса по изменению законодательного регулирования, введению новых стандартов и правил оборота биопродуктов, созданию объектов инновационной инфраструктуры, введению новых механизмов поддержки отрасли, организации пилотных проектов в сфере биотехнологии и т.д.

Важное значение для развития биотехнологии имеют созданные по основным промышленным направлениям в сфере биотехнологии Технологические платформы РФ, сформированные для развития биотехнологии как науки (рис. 2.2).



Рис. 2. Технологические платформы РФ в сфере биотехнологии

Приоритеты развития биоиндустрии обозначены в программе «Био-2020» (глава 1). При этом речь идет о налаживании отечественных производств ферментов, аминокислот, глюкозо-фруктозных сиропов, полисахаридов, антибиотиков, биodeградируемых полимеров, пищевых и биологически активных добавок и др. Планируется создание биотехнологических комплексов по глубокой переработке древесной биомассы, перевод предприятий химической промышленности на возобновляемое сырье, применение биогеотехнологии в горнодобывающей промышленности, глубокая переработка зерновых и других сельскохозяйственных культур, развитие принципов биорефайнинга при изготовлении целлюлозы, производство биотоплива из древесных отходов, получение ларвицидных препаратов.

Современная пищевая биотехнология ориентирована на получение и применение отечественных функциональных пищевых ингредиентов в составе вспомогательных технологических добавок, вводимых в пищевые продукты в процессе их изготовления для повышения их полезных свойств.

Первоочередными задачами развития биоиндустрии в РФ является создание индустрии глубокой переработки зерна 1-го передела объемом 5 млн тонн зерна (2–3 завода) – до 2020 г. и объемом 15–20 млн тонн (8–10 заводов) – до 2025 г. Продуктами 1-го передела являются клейковина, корма, крахмал (глюкозный и глюкозо-фруктозный сиропы). Необходимо одновременное развитие технологий 2-го передела для ферментации глюкозных растворов с целью получения топливного спирта, органических кислот, биоразлагаемых пластиков.

При реалистичных объемах переработки зерна на 2-м переделе можно получить 1,5 млн тонн/год топливного этанола (5 % кислородсодержащей добавка в бензин); 1,5 млн тонн органических кислот (лимонной, янтарной, молочной, итаконовой); около 200–500 тыс. тонн биопластика (полилактида); 40 тыс. тонн лизина.

Российская концепция устойчивого развития экономики базируется на достижении баланса между главными компонентами социально-экономической системы, предложенной ООН в XX веке

(конференция в Рио-де-Жанейро, 1992). Разработанная модель предполагала формирование общества, способного сочетать удовлетворение потребностей текущего времени и заботу о сохранении ресурсов для развития грядущих поколений. Основа концепции – комплексная увязка трех компонентов: экономического, социального и экологического. Концепция принята 179 странами, но не реализована, в том числе из-за отсутствия координации и согласований на межгосударственном уровне, а также из-за непреодоленных противоречий между интересами бизнеса и задачами сохранения окружающей среды.

Модели современной экономики в РФ и биоэкономики будущего приведены на рисунке 2.3.



Рис. 2.3. Модели экономики (а) и биоэкономики (б)

Из рисунка 2.3 видно, что биоэкономика ориентирована на «зеленую» экономику как важнейший инструмент модернизации и перехода к инновационному, социально ориентированному типу экономики. Приоритетами развития «зеленой» экономики являются: эффективное использование природных ресурсов; уменьшение загрязнения окружающей среды; низкие углеродные выбросы; предотвращение утраты экосистем и сохранение биоразнообразия; рост доходов и занятости населения в новых сферах биотехнологии, широкое использование биоэнергетики.

Виды используемых источников энергии и количественные показатели по применяемым энергоносителям в странах Западной

Европы показаны на рисунках 2.4–2.5. Видно, что использование традиционных источников энергии (нефть, газ, уголь), а также атомной энергии в ЕС неуклонно падает, при этом устойчиво растет получение и потребление энергии солнца, ветра, переработка биомассы в биотопливо.

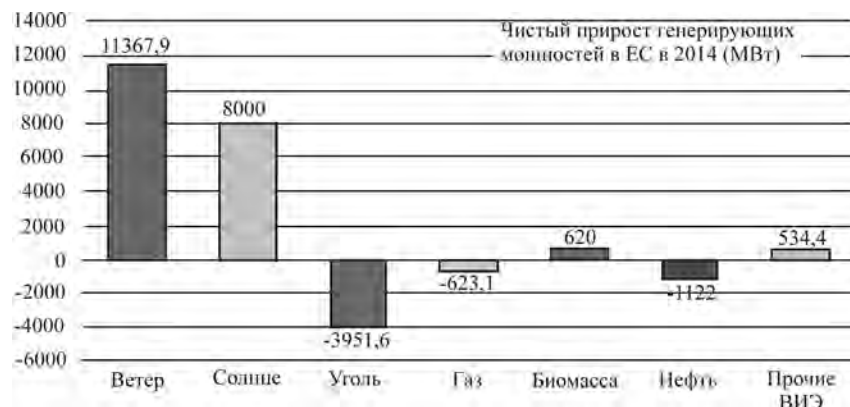


Рис. 2.4. Динамика прироста (убыли) вырабатываемой энергии в ЕС за счет различных источников в 2014 г.

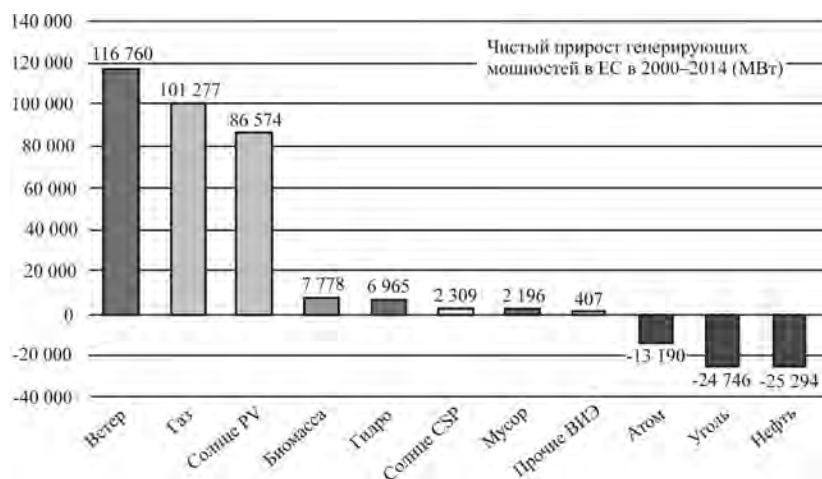


Рис. 2.5. Динамика прироста (убыли) вырабатываемой энергии в ЕС за счет различных источников в период 2000–2014 гг.

Показатели прироста использования ветроэнергетики и солнечной энергии в мире приведены на рисунках 2.6 и 2.7.



Рис. 2.6. Динамика роста в мире среднегодовых показателей установленных мощностей для преобразования энергии ветра в электроэнергию



Рис. 2.7. Динамика роста в мире среднегодовых показателей установленных мощностей для преобразования солнечной энергии в электроэнергию

Развитие биотехнологии в сельском хозяйстве РФ предусматривает использование принципов биорефининга – глубокой комплексной переработки биомассы с получением пищевых продуктов, биотоплива и сырья для химической промышленности (рис. 2.8).





Рис. 2.8. Принципы и факторы развития биорефайнинга

По прогнозам ОЭСР к 2030 году до 30 % мирового производства компонентов для химической промышленности и полимеров будет производиться на основе принципов биорефайнинга. Преимуществами производства биопродуктов на основе биорефайнинга являются: использование возобновляемого сырья; возможность одновременного производства широкой гаммы продуктов (биопродукты и энергоносители); экологическая безопасность; содействие территориальному и социальному развитию. Недостатками получаемых таким образом биопродуктов являются их высокая себестоимость и зависимость спроса от рыночных цен на нефть и газ.

Структура продуктов, получаемых с применением принципов биорефайнинга, приведена на рисунке 2.9. Видно, что в основном

из биомассы в настоящее время получают кормовые продукты и добавки. Доля пищевых изделий невелика (15 %).



Рис. 2.9. Продукты, получаемые из биомассы с применением принципов биорефайнинга (данные мировой статистики)

Современное понимание биорефайнинга предполагает опережающее развитие производства биотоплива на основе глубокой переработки биомассы с одновременным получением ценных продуктов с высокой добавочной стоимостью (компонентов для химической промышленности, биополимеров и биоматериалов и т.д.). Развитие системы биорефайнинга должно основываться на учете экономических, социальных и экологических потребностей и включать создание полной продуктовой цепочки – от получения сырья до коммерциализации готовых продуктов. Биоперерабатывающие заводы должны встраиваться в существующую производственную и логистическую инфраструктуру и быть приближены к источникам сырьевой биомассы.

В социальной сфере основные результаты развития биорефайнинга проявляются в значительном повышении уровня трудозанятости, образовательной и профессиональной подготовки, улучшении экологии и здоровья населения.

Биоперерабатывающие заводы нового поколения, использующие принципы биорефайнинга при переработке возобновляемого природного сырья и отходов жизнедеятельности, представлены на рисунке 2.10.

Ожидается, что развитие биотехнологии во всех сферах экономики РФ (промышленность, сельское хозяйство, здраво-

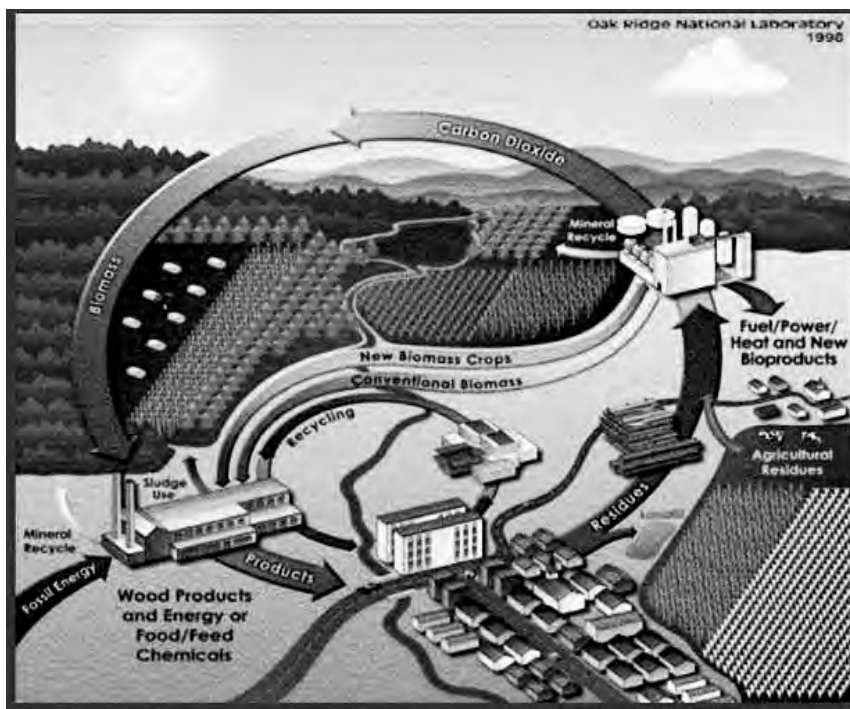


Рис. 2.10. Европейская схема биоперерабатывающего завода нового поколения и его компановочная организация совместно с населенным пунктом

охранение и др.), предусмотренное «Программой «БИО-2020», базирующееся на преобразующих инвестициях, призвано решить многие ключевые проблемы общества, привести к существенному социальному эффекту (рис. 2.11) – росту производства и потреблению продуктов питания повышенной пищевой ценности, экологизации окружающей среды, сохранению природных ресурсов и биоразнообразия, развитию децентрализованной биоэнергетики, преобразованию территорий, повышению качества жизни человека во всех сферах.

Современная биотехнология – это одно из приоритетных направлений национальной экономики всех развитых стран мира. Стимулирующим фактором выступают специально принимаемые правительством программы по ускоренному развитию новых



Рис. 2.11. Схема взаимодействия основных биотехнологических сфер развития экономики с результатами ожидаемого социального эффекта направлений биотехнологии, которые стимулируют приток инвестиций, без которых сегодня невозможно обеспечить внедрение дорогостоящих проектов.

## Вопросы для самопроверки:

1. Что такое биотехнология, как она влияет на социальный эффект?
2. Охарактеризуйте концепцию современной биоэкономики в обществе.
3. Какие основные технологические платформы приняты в биотехнологии?
4. Опишите приоритетные виды энергетических ресурсов в мире.
5. Какие продукты целесообразно получать из биомассы с применением принципов биорефайнинга?
6. Опишите принципы и факторы развития биорефайнинга.
7. Какой ожидается социальный эффект в обществе при реализации «Программы «БИО-2020»»?