

ПЛАН

1. Производство белка одноклеточных организмов.
2. Получение антибиотиков в промышленных условиях.
3. Биотехнология получения кисломолочных продуктов.
4. Экологическая биотехнология. Биотехнологические подходы в очистке сточных вод.
5. Биотехнологические способы получения энергоносителей.
6. Нанобиотехнологии и основные направления их развития.
7. Сельскохозяйственная биотехнология, задачи и применение.
8. Социальные аспекты биотехнологии. Понятие о биоэтике и биобезопасности.

1. Производство белка одноклеточных организмов

Производство белка одноклеточных организмов – получение в промышленных условиях белков микробиологическим синтезом.

Продуцентами белка являются дрожжи, бактерии, плесневые грибы и одноклеточные водоросли. Их преимущества заключаются в высокой скорости размножения, интенсивности протекания биохимических процессов, легкости культивирования на недорогих субстратах.

Целевым продуктом является биомасса продуцента, содержащая белок (первичный метаболит), а отходом – фильтрат культуральной жидкости.

С технологической точки зрения наилучшими продуцентами являются дрожжи, поскольку не образуют спор, легко отделяются от жидкого субстрата. Кроме того, дрожжевой белок отличается сбалансированным набором аминокислот, близким к животному белку, за исключением низкого содержания метионина. Помимо белка дрожжи синтезируют целый ряд ценных веществ – витамины, ферменты, углеводы. Белково-витаминный дрожжевой концентрат служит хорошей кормовой добавкой.

Бактериальный белок, несмотря на высокую скорость синтеза и значительное количество метионина, характеризуется рядом недостатков (низким содержанием лизина и худшей перевариваемостью, высоким содержанием РНК).

Биомасса плесневых грибов содержит небольшое количество нуклеиновых кислот, близкий к соевому белку аминокислотный состав, включает ароматические вещества и ферменты. Вместе с тем они богаты лизином – основной аминокислотой, недостающей в белке зерновых культур. В связи с этим на основе зерна и грибной биомассы составляют сбалансированные кормовые смеси. Перспективным считается производство белка водорослей, поскольку для его синтеза в качестве источника углерода используется углекислый газ, кроме того, он пригоден не только для кормовых, но и пищевых целей.

В качестве сырьевого источника для производства белка одноклеточных организмов используются богатые углеродом, но дешевые субстраты. В насто-

ящее время ориентируются на отходы деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности, растениеводства. Наряду с растительным сырьем для производства кормового белка используются углеводороды нефти.

2. Получение антибиотиков в промышленных условиях

Биотехнологическое производство антибиотиков занимает одно из ведущих мест по объемам среди вторичных метаболитов. В промышленных условиях является двухступенчатым. На первой стадии происходит пролиферация и активный рост клеток продуцента, выращиваемого на дешевом субстрате. На второй стадии осуществляют культивирование продуцента на продуктивной среде, содержащей индуктор активации синтеза антибиотика на фоне замедления пролиферации. Например, синтез актиномицина в *Streptomyces antibioticus* происходит при культивировании на среде, содержащей 0,1 % глюкозы и 1,0 % галактозы. При таком соотношении моносахаридов глюкоза быстро используется, и бактерия переключается на усвоение галактозы, что инициирует переход микробных клеток в стационарную фазу, в которой происходит синтез антибиотика.

Большинство антибиотиков получают при глубинной аэробной ферментации с периодическим типом культивирования. Ферментация длится 7–10 суток. Конечные стадии производства зависят от целей дальнейшего использования антибиотика. Для получения антибиотиков с высокой степенью очистки применяют многостадийный процесс, включающий экстракцию, осаждение и перекристаллизацию, фракционирование на ионообменных смолах, распылительную сушку готовых препаратов.

3. Биотехнология получения кисломолочных продуктов

Биотехнология получения кисломолочных продуктов основана на процессах ферментации молока в контролируемых условиях с помощью молочнокислых бактерий. Ферментацию производят двумя способами резервуарным и термостатным (рисунок 12).

Стадии резервуарного способа	Стадии термостатного способа
	1. Пастеризация сырья
	2. Охлаждение до температуры заквашивания
	3. Заквашивание
4. Сквашивание	4. Перемешивание
5. Охлаждение	5. Розлив
6. Созревание (при необходимости)	6. Сквашивание в термостатной камере
7. Охлаждение	7. Охлаждение
8. Розлив	8. Созревание (при необходимости)
	9. Хранение до реализации

Рисунок 12 – Технологические стадии получения кисломолочных продуктов в зависимости от способа ферментации

При ферментации лактоза молока гидролизуеться с образованием глюкозы и галактозы, которая затем превращается в глюкозу. Бактерии преобразуют глюкозу в молочную кислоту, на которой основаны все способы ферментации молока. Кислотность молока повышается, как следствие, казеин коагулирует.

Молочнокислые бактерии разделяют на две группы, которые различаются по продуктам, образующимся из глюкозы в результате ферментации.

Гомоферментативные бактерии (*Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. lactis*, *L. plantarum* и др.) образуют преимущественно молочную кислоту.

Гетероферментативные бактерии (*Leuconostoc mesenteroides*, *L. dextranicum*, *Lactobacillus brevis*, *L. fermentum*, *L. cellobiosum* и др.) образуют смесь молочной кислоты, спирта и углекислого газа, а иногда и уксусной кислоты.

Отличительной особенностью молочнокислых бактерий является их способность образовывать и переносить высокие концентрации кислот.

4. Экологическая биотехнология. Биотехнологические подходы в очистке сточных вод.

Экологическая биотехнология – это направление биотехнологии, связанное с применением биологических систем и процессов для решения задач охраны окружающей среды и рационального природопользования. Становление экологической биотехнологии было связано с разработкой подходов к решению проблем увеличения объемов накапливающихся отходов, истощения традиционных видов сырья, уменьшения химизации сельскохозяйственного производства и др.

Биотехнологические подходы к очистке сточных вод основаны на использовании активного ила для очистки сточной воды в аэробных условиях, а также высококонцентрированных стоков и избытка активного ила в анаэробных условиях. По сути биотехнологическая очистка сточных вод представляет собой отдельное производство в общей схеме очистки.

Аэробная очистка сточных вод протекает в аэротенках (от 6 до 30 ч) и включает следующие стадии:

- 1) адсорбция органических загрязняющих веществ активным илом;
- 2) внутриклеточное окисление сорбированных загрязнений;
- 3) разделение возросшей биомассы активного ила и очищенной воды во вторичном отстойнике.

Активный ил представляет собой темно-коричневые хлопья, размером до нескольких сотен микрометров. На 70 % состоит из микроорганизмов и на 30 % – из твердых неорганических частиц. Основными микроорганизмами, выделенными из активного ила, являются бактерии семейства *Pseudomonadaceae*. Псевдомонады являются строгими аэробами, способными разлагать практически все существующие природные органические соединения, причем в деструкции синтетических соединений они также лидируют. К часто встречающимся хлопьеобразующим псевдомонадам относятся представители родов *Pseudomonas*, *Zooglea* и др. К числу доминирующих родов активного ила относятся также бактерии рода *Bacillus*. Существенная роль в создании и

функционировании активного ила принадлежит четырем классам простейших (саркодовые, жгутиконосцы, ресничные инфузории, сосущие инфузории). Основная функция простейших заключается в регулировании и поддержании на определенном уровне численности бактерий путем их поедания. Следует отметить, что простейшие более чувствительны к изменениям технологического режима в аэротенке, в частности к недостаточной аэрации, повышению токсичности стока, изменениям поступающих загрязнителей. В связи с этим в активном иле преобладают псевдомонады с широким набором ферментов, которые позволяют им адаптироваться к различным загрязнителям.

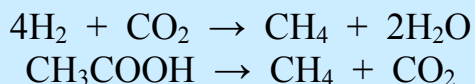
Анаэробная очистка применяется для сбраживания высококонцентрированных стоков, а также осадка из первичного отстойника и избытка активного ила, образующегося в аэротенках. Анаэробная очистка позволяет получить биогаз и органическое удобрение, содержащее минерализованный в процессе бактериальной ферментации азот и фосфор.

5. Биотехнологические способы получения энергоносителей

Биотехнологические способы получения энергоносителей основаны на способности микроорганизмов в процессе жизнедеятельности преобразовывать энергию, заключенную в субстрате, в энергию (биогаз), используемую в промышленных целях.

Биогаз представляет собой смесь, состоящую из 65 % метана и 30 % углекислого газа, 1 % сероводорода и незначительных примесей азота, кислорода, водорода и оксида углерода (II). Основным процессом, приводящим к получению биогаза, является биометаногенез, который производят в специальных биогазовых установках, основными элементами которых являются метантенки. Сырьем для получения возобновляемой энергии служат отходы животноводства, осадки водоочистных станций.

Анаэробное сбраживание органических отходов происходит в две стадии. На стадии кислотообразования сложные органические вещества при температуре 30–35 °С преобразуются в процессе ферментации в органические кислоты (масляную, пропионовую, молочную), которые в дальнейшем превращаются в уксусную кислоту, водород и углекислый газ. Осуществляют первую стадию до 50 видов бактерий родов *Clostridium*, *Bacteroides* и др. На метаногенной стадии с помощью метановых бактерий из родов *Methanosarcina*, *Methanospirillum*, *Methanococcus*, *Methanogenium* происходит синтез метана из водорода и углекислого газа, а также из уксусной кислоты:



Метаногенез требует затрат тепловой энергии для его осуществления, поскольку происходит при повышенных температурах до 60 °С с оптимумом 50–53 °С. В связи с этим экономическая эффективность биометаногенеза зависит от климата региона.

6. Нанобиотехнологии и основные направления их развития

Нанобиотехнология – это современное направление биотехнологии, связанное с изучением и воздействием объектов нанодиапазона на биологические объекты с целью создания и производства полезных для человека продуктов, технологий и процессов. Развивается нанобиотехнология в следующих трех направлениях.

1. Наномедицина направлена на разработку способов адресной доставки лекарств к пораженным клеткам, новых бактерицидных и противовирусных средств, а также методов диагностики заболеваний с помощью лабораторий на чипе.

2. Биомиметика направлена на создание наноконструкций из белка, молекул ДНК и РНК, использование в конструировании вирусов при создании наномеханизмов.

3. Разработка различных технологий и транспортных средств (искусственных наноразмерных частиц), позволяющих доставлять в определенное место живого организма нанолечения, биосенсоры и т. д.

7. Сельскохозяйственная биотехнология, задачи и применение

Освоение и развитие биотехнологических методов привело к переоценке значимости химических методов, широко используемых в сельскохозяйственном производстве. Применение *пестицидов* (гербицидов, инсектицидов, фунгицидов, зооцидов) – химических средств защиты растений – востребовано коммерческими интересами, ориентированными на увеличение выхода продукции растениеводства с единицы посевной площади, ее сохранности и устойчивости к транспортировке. При этом не учитывается существенное снижение таких качеств получаемой продукции, как микроэлементный состав, полезность и безопасность для здоровья потребителей. Кроме того, химические препараты, уменьшая численность вредителей, снижают активность и вызывают гибель полезных видов насекомых, тем самым создают условия для беспрепятственного размножения нейтральных видов, которые могут стать вредными. В районах длительного применения пестицидов происходит рост числа устойчивых к ним вредителей и патогенов, наблюдается нарушение равновесия в экосистемах и биоценозах. Накопление пестицидов в почвах, воде, повышенное их содержание в растениях и поступление в организм человека и животных становится глобальной проблемой. Интенсификация сельского хозяйства в мире связана с наращиванием средств защиты растений. Подобная тенденция существует и в Республике Беларусь. По данным РУП «Институт защиты растений» с 2001 по 2010 гг. объемы применения средств защиты растений возросли в четыре раза. Самую большую долю в структуре пестицидов занимают гербициды. За ними по убыванию следуют фунгициды, протравители и инсектициды. Учет применения средств защиты растений ведет ГУ «Главная государственная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений».

Обозначенная проблема химизации сельскохозяйственного производства, обеспокоенность потребителей качеством продуктов и возможным сохранением остатков пестицидов в готовых пищевых продуктах заставляет специалистов в области защиты растений обратить более пристальное внимание на существующие в природе биологические методы борьбы с возбудителями болезней, вредителями и сорной растительностью. Основная задача экологической биотехнологии в сельском хозяйстве заключается в расширении возможности эффективного использования биологических средств защиты растений и животных путем создания и организации производства веществ биогенного происхождения.

В качестве альтернативы химическим пестицидам активно разрабатываются **биопестициды** – биологические средства, представляющие собой микробные препараты, направленные на защиту растений и являющиеся важным резервом повышения их урожайности.

Микробным препаратом называют препарат, содержащий живые клетки отобранных по полезным свойствам микроорганизмов, а также продукты их метаболизма, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе. Таким образом, основу биопестицидов составляют микроорганизмы – бактерии, грибы, вирусы.

Микробные препараты, разрабатываемые в настоящее время для защиты растений от болезней, вредителей и сорняков, могут быть отнесены к трем основным группам – биоинсектициды, биофунгициды и биогербициды. Технология производства этих препаратов различается в зависимости от природы и физиологических особенностей микроорганизмов.

Биоинсектициды созданы на основе выделенных и селектированных штаммов-интродуцентов бактерий либо грибов, инфицирующих насекомых. Энтомопатогенные бактерии принадлежат к семействам *Pseudomonadaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Micrococcaceae*, *Bacillaceae*. Большинство промышленных штаммов принадлежит к роду *Bacillus*, и основная масса препаратов (свыше 90 %) изготовлена на основе спорообразующей бактерии *Bacillus thuringiensis* (Bt), белки которой токсичны для различных насекомых, включая вредителей полей, лесов, садов и виноградников. Биоинсектициды относятся к препаратам кишечного действия. Попадая с пищей в кишечный тракт насекомого, они вызывают его заболевание, а затем гибель. Препараты на основе бактерий проявляют эффективное действие только при высокой пищевой активности насекомого-вредителя. Действие препарата ограничено обработанными участками растений.

Биофунгициды – биологически активные вещества органического происхождения, подавляющие жизнеспособность или вызывающие гибель фитопатогенов. Биологические фунгициды проникают в корни и листья, распространяются по тканям и обеспечивают биологическую защиту растений от бактериозов и микозов. Основу биофунгицидов могут составлять различные микроорганизмы: бактерии *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aureofaciens*,

Enterobacter aerogenes, микромицет *Trichoderma lignorum*, а также продуцируемые ими в процессе производственного культивирования биологически активные вещества и др.

Биогербициды – препараты на основе микроорганизмов, патогенных для сорных растений, а также их ферментов. Наиболее часто используют грибные фитопатогены и грибные фитотоксины. Штаммы грибов способны утилизировать широкий спектр источников питания, их можно легко культивировать на искусственных питательных средах, что позволяет накапливать инфекционный инокулюм в промышленных масштабах. Кроме того, биогербициды, полученные на основе фитопатогенных грибов, высокоспецифичные, быстро распространяются в популяциях растений-хозяев. Разработаны и бактериальные фитопатогены, которые, в отличие от грибковых, более устойчивы к факторам внешней среды, но в меньшей степени поражают сорные растения.

Биопестициды, включая биогербициды, обладают замедленным действием и зачастую недостаточно высокой биологической эффективностью по сравнению с химическими препаратами.

Остается открытым вопрос, связанный с риском применения препаратов с биогербицидной активностью. В большинстве случаев риски, связанные с использованием биогербицидов, могут включать в себя такие проблемы, как воздействие на другие нецелевые организмы, проявляющиеся в виде конкуренции или замещения полезных микроорганизмов в природных сообществах, отдаленными эффектами действия этих веществ, а также кумуляцией веществ и их производных, которые могут быть токсичными для млекопитающих, и другие эффекты.

Для Республики Беларусь актуальность развития отечественного биотехнологического производства и широкого использования биопестицидов обусловлена, с одной стороны, необходимостью получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции и повышения ее конкурентоспособности на мировом рынке, а с другой – высокой стоимостью энергетических и сырьевых ресурсов для производства пестицидов. Важнейшие фундаментальные и прикладные исследования в области микробной биотехнологии в интересах экономики страны проводит Институт микробиологии НАН Беларуси. Учеными разработаны отечественные биопрепараты, производство которых налажено на ряде предприятий республики. Значимым событием явилось открытие 1 марта 2019 г. 1-го пускового комплекса Научно-производственного центра биотехнологий в Институте микробиологии НАН Беларуси по выпуску сухих форм пробиотических препаратов для кормопроизводства с проектной мощностью 20 тонн в год. Центр представляет собой биотехнологическое производство полного цикла, оснащенное современным технологическим оборудованием для ферментации микроорганизмов-продуцентов и получения различных товарных форм биопрепаратов. С вводом 2-го пускового комплекса мощности производства возрастут на 56 тонн жидких комплексных микробных препаратов для растениеводства.

Наиболее перспективные направления микробных биотехнологий для Республики Беларусь: создание биопрепаратов для сельского хозяйства (средства защиты растений; препараты, повышающие плодородие и урожайность сельскохозяйственных растений; пробиотики для сельскохозяйственных животных и птиц; консерванты для заготовки кормов) с использованием микроорганизмов; создание препаратов для пищевой и текстильной промышленности, лекарственных препаратов и диагностических средств, биотехнологии для защиты окружающей среды и ряд других. В настоящее время налажен выпуск ряда разрешенных к применению отечественных биопрепаратов инсектицидного и биофунгицидного действия.

Для минимизации риска при применении биопестицидов, создаваемые новые биопрепараты в обязательном порядке проходят испытания на токсичность для человека и других нецелевых организмов. Проведение исследований направлено на:

- 1) разработку методов обнаружения следовых количеств токсичных метаболитов биопестицидов в растениях и других объектах;
- 2) определение нормы расхода, концентрации, времени экспозиции, способов обработки препаратами, с целью минимизировать или исключить накопления их в пищевых цепях человека;
- 3) разработку диагностических тестов необходимых для регистрации и решения вопросов экологической безопасности биопестицидов;
- 4) разработку высокоточных методов анализа и оценки биохимического и токсического действия биопрепаратов.

8. Социальные аспекты биотехнологии. Понятие о биоэтике и биобезопасности

Появление принципиально новых технологий, позволяющих активно манипулировать с генами и их фрагментами и обеспечивающих адресную доставку новых блоков генетической информации в заданные участки генома, стало важным событием в биологии и медицине. Новые технологии призваны решить ряд задач в социальной сфере, одной из которых является лечение болезней человека.

Генную терапию на современном этапе можно определить, как лечение наследственных, мультифакториальных и ненаследственных (инфекционных) заболеваний путем введения генов в клетки пациентов с целью направленного изменения генных дефектов или придания клеткам новых функций.

Первым моногенным наследственным заболеванием, в отношении которого были применены методы генной терапии, оказался наследственный иммунодефицит, обусловленный мутацией в гене аденозиндезаминазы (ADA). 14 сентября 1990 года в Бетесде (США) четырехлетней девочке, страдающей этим достаточно редким заболеванием (1 : 100 000), были пересажены ее собственные лимфоциты, предварительно трансформированные вне организма (ex vivo) геном ADA (ген ADA + ген neo + ретровирусный вектор). Лечебный эффект наблюдался в течение нескольких месяцев, после чего процедура была повторена с интервалом 3-5 месяцев. За три года терапии в общей сложности

проведены 23 внутривенные трансфузии ADA-трансформированных Т-лимфоцитов без видимых неблагоприятных эффектов. В результате лечения состояние пациентки настолько улучшилось, что она смогла вести нормальный образ жизни и не бояться случайных инфекций.

Для успешной генотерапии необходимо:

- 1) обеспечить эффективную доставку чужеродного гена в клетки-мишени;
- 2) создать условия для длительной экспрессии гена в этих клетках.

Схема генокоррекции наследственного дефекта включает серию последовательных этапов. Она начинается созданием полноценно работающей (экспрессирующейся) генетической конструкции, содержащей смысловую (кодирующую белок) и регуляторную части гена. На следующем этапе решается проблема вектора, обеспечивающего эффективную, а по возможности и адресную доставку гена в клетки-мишени. Затем проводится *трансфекция* (перенос полученной конструкции) в клетки-мишени, оценивается эффективность трансфекции, степень коррегируемости первичного биохимического дефекта в условиях клеточных культур (*in vitro*) и, что особенно важно, *in vivo* на животных – биологических моделях. Только после этого можно приступить к программе клинических испытаний.

На сегодняшний день только вирусные векторы, включающие вирусные генетические последовательности, способны к эффективной доставке необходимого гена и его последующей длительной экспрессии.

В зависимости от способа введения экзогенных ДНК в геном пациента генная терапия может проводиться либо в культуре клеток (*ex vivo*), либо непосредственно в организме (*in vivo*).

Генная терапия ex vivo предполагает выделение и культивирование специфических типов клеток пациента, введение в них чужеродных генов, отбор трансфицированных клеток и реинфузию их тому же пациенту.

В настоящее время в большинстве допущенных к клиническим испытаниям программ генной терапии используется именно этот подход.



Генная терапия in vivo основана на прямом введении клонированных и определенным образом упакованных последовательностей ДНК в специфические ткани больного. Особенно перспективным для лечения генных болезней *in vivo* представляется введение генов с помощью аэрозольных или инъектируемых вакцин. Аэрозольная генотерапия разрабатывается, как правило, для лечения пульмонологических заболеваний (муковисцидоз, рак легких).

В настоящее время не вызывает сомнения, что первоначальные опасения, связанные с генной инженерией человека, были неоправданными. Уже признано целесообразным применение генной терапии для лечения многих заболеваний. Единственным и неперенным ограничением, сохраняющим свою силу и в современных условиях, является то, что все генотерапевтические мероприятия должны быть направлены только на конкретного больного и касаться исключительно его соматических клеток.

Современный уровень знаний не позволяет проводить коррекцию генных дефектов на уровне половых клеток и клеток ранних доимплантационных зародышей человека в связи с реальной опасностью засорения генофонда нежелательными генными конструкциями и внесения мутаций с непредсказуемыми результатами. Однако в целях предотвращения распространения дефектных генов в популяции людей и рождения детей с наследственными патологиями во многих странах мира работают генетические консультанты, а также проводят пренатальную диагностику, позволяющую оценить здоровье плода с использованием анализа ДНК на самых ранних стадиях развития. Эти и многие другие вопросы послужили основой развития биоэтики и биобезопасности научных исследований.

Биоэтика – междисциплинарный подход исследований, направленных на толкование и решение проблемных вопросов, касающихся нравственного аспекта деятельности человека в медицине и биологии.

Термин «биоэтика» впервые стал использоваться в литературе в самом начале 70-х годов XX века. Американский биохимик Поттер в своей работе «Биоэтика: мост в будущее» определил биоэтику как дисциплину, соединяющую биологические знания со знаниями о человеческих ценностях. Биоэтика как знание с 70-х по 90-е годы XX века развивалась как дисциплина описательная – она фиксировала коллизии, которые возникают между людьми, вынужденными принимать решение в ситуациях, жизненно важных для них или для другого человека, когда они были связаны с развитием медико-биологического знания. С течением времени биоэтика начала переходить от описания к нормативному регулированию, которое нашло свое отражение во Всеобщей декларации ЮНЕСКО о биоэтике и правах человека (<https://en.unesco.org/themes/ethics-science-and-technology/bioethics-and-human-rights>).

Биологическая безопасность – это комплексный подход, направленный на обеспечение состояния защищенности людей, животных и растений, окружающей среды от опасностей.

В настоящее время в различных секторах биобезопасности используются различные описания того, что представляет собой та или иная опасность, как это иллюстрируется в таблице.

Руководство работой в области биобезопасности обеспечивают международные организации по разработке стандартов, международные органы и международные правовые документы и соглашения. Такие международные организации и органы по разработке стандартов, как Комиссия «Кодекс алиментариус» (ККА), Всемирная ветеринарная организация (МБЭ) и Комиссия

по фитосанитарным мерам (КФМ) разрабатывают стандарты в соответствии с возложенными на них мандатами, которые приобрели международное признание в качестве эталона в рамках Соглашения Всемирной торговой организации (ВТО) о применении санитарных и фитосанитарных мер (Соглашение СФМ) 1995 г. Другие относящиеся к этому вопросу соглашения включают Картахенский протокол по биобезопасности, «Кодекс алиментариус», Конвенцию о биологическом разнообразии (КБР), Продовольственную и сельскохозяйственную организацию Объединенных Наций (ФАО), Генеральное соглашение по тарифам и торговле (ГАТТ, 1947 г.), Международные медико-санитарные правила 2005 г. (ММСП, 2005 г.), Международную конвенцию об охране растений (МКОР), Международную морскую организацию (ИМО), Организацию экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ).

Таблица – Определения опасности, применяемые в различных секторах биобезопасности

Сектора	Определения опасности
Безопасность пищевых продуктов	Биологический, химический или физический элемент, содержащийся в данном пищевом продукте, или состояние этого продукта, который или которое может явиться причиной неблагоприятного последствия для здоровья (ККА).
Зоонозы	Биологический возбудитель, который может передаваться естественным путем между дикими или домашними животными и людьми (МБЭ).
Здоровье животных	Любой патогенный возбудитель, который может вызвать неблагоприятные последствия в результате импорта того или иного товара (МБЭ).
Здоровье растений	Любой вид, штамм или биотип растительного, животного или патогенного возбудителя, который может причинить вред растениям или продуктам растительного происхождения (МКОР).
Фитосанитарный карантин	Возбудитель, представляющий потенциальную важность с экономической точки зрения для той области, в которой он создает опасность и в которой он отсутствует или присутствует, но еще не получил широкого распространения и не является предметом официального контроля (МКОР).
"Биобезопасность" применительно к растениям и животным	Живой измененный организм (ЖИО), который обладает новой комбинацией генетического материала, полученного благодаря использованию современной биотехнологии, что может оказать неблагоприятное воздействие на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия с учетом также рисков для здоровья людей (Картахенский протокол по биобезопасности).
"Биобезопасность" применительно к пищевым продуктам	Организм, полученный на основе рекомбинантной ДНК, который непосредственно воздействует на тот или иной пищевой продукт или остается в нем, создавая возможность неблагоприятного воздействия на здоровье людей (Картахенский протокол по биобезопасности).
Инвазивный чужеродный вид	Инвазивный чужеродный вид вне его естественного прежнего или нынешнего ареала обитания, интродукция и/или распространение которого угрожает биобезопасности (КБР).

С более подробной информацией, включая подборку материалов по разработке и реализации соответствующей системы безопасности, можно ознакомиться по адресу:

http://www.fao.org/ag/agn/agns/foodcontrol_biosecurity_en.asp.

В Республике Беларусь на основе международных нормативных актов ведется работа по созданию нормативной базы по биобезопасности. С целью обеспечения эффективного участия Республики Беларусь в решении глобальной проблемы сохранения биологического разнообразия и координация деятельности связанной с безопасностью использования достижений современной биотехнологии при Государственном научном учреждении «Институт генетики и цитологии Национальной академии наук Беларуси» создан Национальный координационный центр биобезопасности в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 963 от 19 июня 1998 г. создан Национальный координационный центр биобезопасности в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 963 от 19 июня 1998 г. (<https://biosafety.igc.by/o-tsentre/>).

Методические рекомендации по управляемой самостоятельной работе с использованием ИКТ:

- 1) ознакомьтесь с кратким конспектом лекционных вопросов;
- 2) составьте план изложения ответа на каждый вопрос и словарь основных терминов по лекции;
- 3) изучите дополнительную литературу, обобщите сведения в виде тезисов;
- 4) отчет о выполнении необходимо сдать на кафедру до 05.06.2020.

Рекомендуемая литература:

1. Ленивко, С.М. Основы биотехнологии : учеб.-метод. комплекс / С.М. Ленивко, Ю.В. Кирисюк; Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина. - Брест: БрГУ, 2018. – 92 с.
2. Биотехнология. Биобезопасность. Биоэтика / А. П. Ермишин [и др.]; под ред. А. П. Ермишина. – Минск : Тэхналогія, 2005. – 430 с.
3. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник / В. С. Шевелуха [и др.] ; под ред. В. С. Шевелухи. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 2003. – 469 с.
4. Глик, Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак ; пер. с англ. Н. В. Баскаковой [и др.] ; под ред. Н. К. Янковского. – М. : Мир, 2002. – 589 с.
5. Ермишин, А. П. Генетически модифицированные организмы : мифы и реальность / А. П. Ермишин. – Минск : Тэхналогія, 2004. – 118 с.
6. Ксенофонтов, Б. С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учеб. пособие / Б. С. Ксенофонтов. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 224 с.
7. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид ; пер. с нем. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 325 с.

Контактные данные для консультирования с преподавателем: e-mail: lenivko@brsu.brest.by
Доцент кафедры зоологии и генетики **к.б.н., доцент Ленивко Светлана Михайловна**