

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.Б.31 Введение в биотехнологию**

**Направление подготовки (специальность) 06.03.01 Биология**

**Профиль образовательной программы Биоэкология**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Конспект лекций .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1.1 Лекция № 1 Введение в биотехнологию.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1.2 Лекция № 2 Биологические объекты и продукты биотехнологических процессов.....</b>              | <b>5</b>  |
| <b>1.3 Лекция № 3 Культивирование биологических объектов .....</b>                                    | <b>5</b>  |
| <b>1.4 Лекция № 4 Рост и развитие клеток .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1.5 Лекция № 5 Биотехнология в промышленной микробиологии.....</b>                                 | <b>8</b>  |
| <b>1.6 Лекция № 6 Биотехнология растений .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>1.7 Лекция № 7 Биотехнология в животноводстве .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>1.8 Лекция № 8 Биотехнология в животноводстве.....</b>   | <b>16</b> |
| <b>1.9 Лекция № 9 Биотехнология получения материалов.....</b>   | <b>19</b> |
| <b>2. Методические указания по проведению лабораторных работ.....</b>                                 | <b>24</b> |
| <b>2.1 Лабораторная работа №1 Введение в биотехнологию.....</b>                                       | <b>24</b> |
| <b>2.2 Лабораторная работа № 2 Биологические объекты и продукты биотехнологических процессов.....</b> | <b>25</b> |
| <b>2.3 Лабораторная работа № 3 Культивирование биологических объектов...25</b>                        | <b>25</b> |
| <b>2.4 Лабораторная работа № 4 Рост и развитие клеток.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>2.5 Лабораторная работа № 5 Биотехнология в промышленной микробиологии.....</b>                    | <b>26</b> |
| <b>2.6 Лабораторная работа № 6 Биотехнология растений.....</b>  | <b>26</b> |
| <b>2.7 Лабораторная работа № 7 Биотехнология в животноводстве.....</b>                                | <b>27</b> |
| <b>2.8 Лабораторная работа № 8 Биотехнология в охране окружающей среды...27</b>                       | <b>27</b> |

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция № 1 (2 часа).

**Тема:** «Введение в биотехнологию»

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Предмет и задачи курса.
2. Возможности биотехнологии.
3. Исторические этапы развития биотехнологии.
4. Современное состояние. Связи биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Предмет и задачи курса.

Биотехнология — это управляемое получение полезных для народного хоз., а также медицины целевых продуктов с помощью биологических агентов: микроор-ов, вир., кл. животных и раст., а также с помощью внеклеточных веществ и компонентов клеток.

Задачи Биотехнологии: 1)создание и освоение новых лек препаратов, БАВ 2)создание микробиол. ср-в защиты раст., удобрений. созд новых сортов гибридов более устойчивых методом генетич. и клет. инженерии. 3)ценные БАВ, кормовые добавки, кормовой белок аминок-ты 4)технологии получ. хоз-нно ценных продуктов для пищев. хим. и др. пром. 5)технологии перераб. отходов, использ. газовозд. выбросов для получ. биогаза.

Предмет Биотехнологии является использование живых систем и их компонентов для создания и производства новых продуктов, повышающих качество жизни и улучшающих сост. окр. среды.

#### 2. Возможности биотехнологии.

Новые научно-технологические подходы воплотились в разработку биотехнологических методов, позволяющих манипулировать непосредственно генами, создавать новые продукты, организмы и изменять свойства уже существующих. И если еще совсем недавно для промышленных целей выращивали только бактерии и грибы, то сейчас появилась возможность не только выращивать любые клетки для производства биомассы, но и управлять их развитием, особенно у растений. Главная цель применения этих методов - более полное использование потенциала живых организмов в интересах

хозяйственной деятельности человека. В 70-е годы появились и активно развивались такие важнейшие области биотехнологии, как генетическая (или генная) и клеточная инженерия, положившие начало «новой» биотехнологии, в отличие от «старой» биотехнологии, основанной на традиционных микробиологических процессах. Так, обычное производство спирта в процессе брожения – это "старая" биотехнология, но использование в этом процессе дрожжей, улучшенных методами геной инженерии с целью увеличения выхода спирта, - "новая" биотехнология.

### 3. Исторические этапы развития биотехнологии.

Биотехнология формировалась и эволюционировала по мере формирования и развития человеческого общества. Ее возникновение, становление и развитие условно можно подразделить на 4 периода.

1. Эмпирический период (от греч. *emperikos* – опытный) или доисторический – самый длительный, охватывающий примерно 8000 лет, из которых более 6000 лет до н.э. и около 2000 лет н.э. Древние народы того времени интуитивно использовали приемы и способы изготовления хлеба, пива и некоторых других продуктов, которые теперь мы относим к разряду биотехнологических.

2. Этиологический период (от греч. *aitia* – причина) в развитии биотехнологии охватывает вторую половину XIX в. И в первую треть XX в. (1856-1933 гг.). Он связан с выдающимися исследованиями великого французского ученого Л. Пастера (1822-1895) – основоположника научной микробиологии.

3. Биотехнический период – начался в 1933 г. и длился до 1972 г

4. Геннотехнический период (от греч. *genesis*- происхождение, возникновение, рождение) начался с 1972 г., когда П. Берг создал первую рекомбинацию молекулы ДНК, тем самым показав возможность направленных манипуляций с генетическим материалом бактерий.

4. Современное состояние. Связи биотехнологии с биологическими, химическими, техническими и другими науками.

Биотехнология возникла на стыке многих наук. Для данной науки свойственна трансдисциплинарность. Фундамент биотехнологии составили такие науки, как микробиология, вирусология, физиология, биохимия, генетика, селекция, цитология, молекулярная биология, генетическая инженерия, клеточная инженерия, энзимология, иммунология, биофизика, экология, медицина, сельскохозяйственные науки, химия, физика, математика, кибернетика и др.

## **1.2 Лекция № 2 (2 часа)**

**Тема:** «Биологические объекты и продукты биотехнологических процессов»

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Принцип отбора биообъектов для производства. Первичные и вторичные метаболиты.
2. Основные критерии оценки биотехнологических процессов

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Принцип отбора биообъектов для производства. Первичные и вторичные метаболиты.

Микроорганизмы образуют огромное количество вторичных метаболитов, многие из которых нашли применение, например, антибиотики и другие корректоры гомеостаза клеток млекопитающих. Микроорганизмы необходимы также при производстве вакцин. Наконец, микробные клетки методами генной инженерии могут быть превращены в продуценты видоспецифических для человека белковых гормонов, белковых факторов неспецифического иммунитета и т.д.

Высшие растения являются традиционным и к настоящему времени все еще наиболее обширным источником получения лекарственных средств. При использовании растений в качестве биообъектов основное внимание сосредоточено на вопросах культивирования растительных тканей на искусственных средах и открывающихся при этом новых перспективах.

### **2. Основные критерии оценки биотехнологических процессов**

В любом биотехнологическом процессе ключевую роль играет биологический агент, его природа и физиолого-технологические свойства. Для роста любого биообъекта нужен исходный жизнеспособный посевной материал, источники энергии и углерода, питательные вещества для синтеза биомассы, отсутствие действия ингибиторов роста, соответствующие физико-химические условия ферментации (рН, температура, аэрация и др.). Одним из основных показателей, характеризующих адекватность условий ферментации, служит скорость роста продуцента. Продуктивность процесса зависит от многих факторов: активности продуцента, значений коэффициента выхода продукта из потребленного субстрата, количества активной биомассы в ферментере.

## **1.3 Лекция № 3 (2 часа)**

**Тема:** «Культивирование биологических объектов»

### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Субстраты для культивирования биообъектов.
2. Характеристика важнейших групп питательных субстратов, используемых в биотехнологии.
3. Составление рецептур питательных сред.

### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Субстраты для культивирования биообъектов.**

Питательная среда обеспечивает жизнедеятельность, рост и развитие биообъектов, эффективный синтез целевого продукта. Неотъемлемой частью питательной среды служит вода, все процессы жизнедеятельности протекают только в водной среде. Питательные вещества образуют в среде истинные (минеральные соли, сахара, аминокислоты, карбоновые кислоты, спирты, альдегиды и др.), коллоидные растворы или растворы высокомолекулярных соединений (белки, липиды, неорганические вещества типа гидроксида железа). Отдельные компоненты питательной среды могут находиться в твердом состоянии - они могут всплывать на поверхность (частицы угля или серы), равномерно распределяться по всему объему в виде взвеси или образовывать придонный осадок. Жидкие углеводороды при внесении в воду формируют особую несмешивающуюся фазу. При твердофазном культивировании вода только увлажняет твердую поверхность субстрата. Вещества, необходимые для культивирования, могут представлять собой газы, растворимые в воде хорошо (аммиак, сероводород), умеренно (углекислый газ) или ограниченно (азот, кислород, водород, метан).

#### **2. Характеристика важнейших групп питательных субстратов, используемых в биотехнологии.**

Различают два вида питательных сред:

##### **1) естественные (натуральные) среды;**

Натуральными называются среды, имеющие неопределенный химический состав, т.к. в них входят продукты растительного или животного происхождения, отходы различных производств. На таких средах хорошо развиваются многие микроорганизмы, т.к. в них имеются, как правило, все компоненты, необходимые для их роста и развития. К *естественным средам* относятся такие, как молоко, картофель. Молоко содержит много питательных веществ – жиры, белки, углеводы, витамины – и представляет собой

прекрасный субстрат для развития многих бактерий. На поверхности картофеля также может развиваться целый ряд микроорганизмов.

## 2) искусственные (синтетические) среды.

Синтетическими называются среды, в состав которых входят только определенные химические соединения, взятые в точно указанных концентрациях. К *искусственным средам* относятся мясопептонный бульон, мясопептонный желатин, мясопептонный агар, сахарный агар и др.

По физическому состоянию среды подразделяются на жидкие, твердые, сыпучие питательные среды.

## 3. Составление рецептур питательных сред.

Для обеспечения разнообразных типов метаболизма биообъектов питательные среды должны соответствовать следующим требованиям:

1. Содержать все элементы, из которых строится клетка: макроэлементы (углерод, азот, кислород, сера, фосфор, калий, кальций, магний, железо) и микроэлементы (марганец, молибден, цинк, медь, кобальт, никель, ванадий, хлор, натрий, кремний и др.). Все элементы должны находиться в удобоусвояемых конкретным микроорганизмом соединениях.

2. Иметь достаточную влажность (не менее 20% воды).

3. Концентрация солей в среде должна обеспечивать изотонию, т.е. соответствовать концентрации солей в микробной клетке (для большинства микроорганизмов – 0,5%; галофильных – 3%).

4. Концентрация водородных ионов (pH) среды должна быть оптимальной для выращиваемого микроорганизма

## 1.4 Лекция № 4 (2 часа)

### Тема: «Рост и развитие клеток»

#### 1.4.1 Вопросы лекции:

1. Кинетика клеточного роста.
2. Влияние условий среды на рост клеток.
3. Регуляция скорости роста клеток.

#### 1.4.2 Краткое содержание вопросов:

1. Кинетика клеточного роста.

Клетка как элементарная ячейка жизни представляет собой высокоорганизованный реактор, обладающий свойством полностью воспроизводить себя во всей сложности состава и структуры. Понимание динамики клеточного роста принципиально важно как при решении задач микробиологии, биотехнологии и управляемого биосинтеза, так и для

развития количественной медицины, онкологии, для понимания и управления механизмами старения.

Биокинетика — наука, изучающая на молекулярном уровне закономерности развития биологических процессов в системах *in vitro*, живых органах и тканях, клеточных популяциях.

## 2. Влияние условий среды на рост клеток.

Все существующие микроорганизмы живут в непрерывном взаимодействии с внешней средой, в которой они находятся, поэтому подвергаются разнообразным влияниям. В одних случаях они могут способствовать лучшему развитию, в других подавлять их жизнедеятельность. Необходимо помнить, что изменчивость и быстрая смена поколений позволяет приспосабливаться к разным условиям жизни. Поэтому быстро закрепляются новые признаки. Изменение условий внешней среды оказывает воздействие на жизнедеятельность микроорганизмов. Физические, химические, биологические факторы среды могут ускорять или подавлять развитие микробов, могут изменять их свойства или даже вызывать гибель.

К факторам среды, оказывающим наиболее заметное действие на микроорганизмы, относятся влажность, температура, кислотность и химический состав среды, действие света и других физических факторов.

## 3. Регуляция скорости роста клеток.

Один из узловых вопросов, связанных с управлением скоростью роста микроорганизмов - о механизмах перестройки метаболизма микробной клетки при изменении состава питательной среды.

В хемотропной культуре регулирование состава среды позволяет получить клетки определенного химического состава, а иногда и с заранее заданными свойствами. Например, для получения клеток, обогащенных белком, но со сниженным содержанием нуклеиновых кислот целесообразно использовать лимитирование по фосфору.

При обогащении среды, допустим, путем добавления дополнительных питательных веществ, а в хемотропной культуре путем увеличения протока среды, скорость роста увеличивается до нового значения, которое, как правило, не является максимально возможным в силу неполной реализации потенциала клетки. Это происходит из-за наличия так называемых узких мест, т.е. биохимических реакций, ограничивающих скорость всего процесса, а выявляя их, можно получить максимальный выход биомассы и ценных для человека продуктов метаболизма.

## 1.5 Лекция № 5 (2 часа)

**Тема: «Биотехнология в промышленной микробиологии»**



### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Микроорганизмы – продуценты полезных веществ.
2. Производство первичных метаболитов.
3. Производство ферментов.
4. Капсульные полисахариды.
5. Производство белков одноклеточных организмов.

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Микроорганизмы – продуценты полезных веществ.

Уже давно в промышленных условиях осуществляется микробиологический синтез лимонной, щавелевой, глюконовой и других органических кислот, которые используются в пищевой промышленности. Значительный удельный вес в микробиологической промышленности занимает производство ферментов, которые широко используются в пищевой промышленности с целью улучшения вкуса и аромата пищевых продуктов, а так же для ферментации соевых бобов и другого сырья. Определенное значение имеет дешевое производство богатого незаменимыми аминокислотами кормового «одноклеточного» белка. Подсчитано, что тонны дрожжей, добавленной в корм кур, достаточно для получения почти 35 тыс. яиц и 1,5 т куриного мяса.

Микробиологическая промышленность производит в больших количествах различные витамины, которые добавляют в различные продукты, а в сочетании с белками добавляют в корма белково-витаминный комплекс для повышения продуктивности животных.

Существует так же микробиологическое производство кормовых антибиотиков, используемых для добавки в корм животным, а так же гибберелинов и энтомопатогенных препаратов, применяемых в растениеводстве для регуляции роста растений и для защиты их от вредителей.

2. Производство первичных метаболитов

Первичные метаболиты – это низкомолекулярные соединения (молекулярная масса менее 1500 дальтон), необходимые для роста микроорганизмов. Одни из них являются строительными блоками макромолекул, другие участвуют в синтезе коферментов. Среди наиболее важных для промышленности метаболитов можно выделить аминокислоты, органические кислоты, нуклеотиды, витамины и др.

Биосинтез первичных метаболитов осуществляют различные биологические агенты – микроорганизмы, растительные и животные клетки. При этом используются не только природные организмы, но и специально полученные мутанты. Чтобы обеспечить высокие концентрации продукта на стадии ферментации, необходимо создавать продуценты, противостоящие генетически свойственным их природному виду механизмам регуляции. Например, необходимо устранить накопление конечного продукта, репрессирующего или ингибирующего важный фермент для получения целевого вещества.

### 3. Производство ферментов.

Получение ферментов с помощью микроорганизмов более выгодно, чем из растительных и животных источников. Микробные клетки продуцируют более 2 тысяч ферментов, катализирующих биохимические реакции, связанные с ростом, дыханием и образованием продуктов. Многие из этих ферментов могут быть выделены и проявляют свою активность независимо от клетки. Для получения ферментных препаратов используют как микроскопические грибы, так и бактерии и дрожжи. Иногда получение технического ферментного препарата кончается проведением процесса ферментации, однако активность ферментов в культуральной жидкости быстро снижается. Поэтому широко практикуют получение сухих технических ферментных препаратов.

### 4. Капсульные полисахариды.

Капсульные полисахариды — высокополимерные соединения, состоящие из остатков молекул глюкозы, глюкуроновой кислоты, глюкозамина и др. углеводов, которые определяют антигенную специфичность многих микроорганизмов: пневмококков, грамотрицательных бактерий и др. К.п. предотвращают активацию комплемента и образование опсонов, они также препятствуют связыванию опсонов с поверхностью бактерий и взаимодействию связавшихся опсонов с фагоцитами. К.п. используются для изготовления вакцин

### 5. Производство белков одноклеточных организмов.

По многим важным показателям биомасса микроорганизмов может обладать весьма высокой питательной ценностью. В немалой степени эта ценность определяется белками: у большинства видов они составляют значительную долю сухой массы клеток. На протяжении десятилетий активно обсуждаются и исследуются перспективы увеличения доли белка микроорганизмов в общем балансе производимого во всем мире белка. Производство такого белка связано с крупномасштабным выращиванием

определенных микроорганизмов, которые собирают и перерабатывают в пищевые продукты. Чтобы осуществить возможно более полное превращение субстрата в биомассу микробов, требуется многосторонний подход. Выращивание микробов в пищевых целях представляет интерес по двум причинам. Во-первых, они растут гораздо быстрее, чем растения и животные: время удвоения их численности измеряется часами. Это сокращает сроки, нужные для производства определенного количества пищи. Во-вторых, в зависимости от выращиваемых микроорганизмов в качестве субстратов могут использоваться разнообразные виды сырья. Что касается субстратов, то здесь можно идти по двум главным направлениям: перерабатывать низкокачественные бросовые продукты или ориентироваться на легкодоступные углеводы и получать за их счет микробную биомассу, содержащую высококачественный белок.

## **1.6 Лекция № 6 (2 часа)**

### **Тема: «Биотехнология растений»**

#### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Клеточная инженерия растений. получение и использование протопластов.
2. Культура растительных клеток и производство полезных соединений.
3. Новые продукты. Генетическая инженерия растений. задачи генетической инженерии растений.
4. Корончатые галлы – опухоли растений, вызываемые переносом генов бактерий. Методы генетической трансформации растений.
5. Плазмиды агробактерий как векторы для трансформации.
6. Другие методы трансформации.

#### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Клеточная инженерия растений. получение и использование протопластов.

Клеточная инженерия у растений заключается в получении растений из одной клетки, а также в генетических манипуляциях с изолированными клетками, направленными на преобразование их генотипов. Однако растения можно получить и из так называемых протопластов растительных клеток, под которыми понимают клетки, у которых искусственно с помощью гидролитических ферментов (пектиназы и целлюлазы) удалена клеточная стенка. Обычно протопласты получают из клеток листьев, корней, лепестков, прорастающей пыльцы, плодов и других структур растений. Способность протопластов давать начало растениям выявлена у очень большого количества видов.

Получение растений из одной клетки или протопласта часто называют клональным микроразмножением. Главнейшее преимущество этого метода заключается в том, что он позволяет резко сократить сроки размножения многих видов растений, а также очень

быстро воспроизвести одно и то же растение в сотнях тысяч экземпляров, что имеет исключительно важное значение в селекционной работе и в получении посадочного материала, незараженного возбудителями болезней

## 2. Культура растительных клеток и производство полезных соединений.

Культуры растительных клеток могут синтезировать самые разнообразные по химической природе вещества. Среди них эфирные масла, фенольные соединения, алкалоиды, стероиды, терпеноиды и др. Но несмотря на то, что биомасса культивируемых клеток с начала 80-х годов используется в качестве источника экономически важных продуктов, ряд трудностей и нерешенных вопросов сдерживает широкомасштабное применение культивируемых клеток, обуславливает нерентабельность биотехнологических производств многих ценных видов растений. Содержание практически важных вторичных метаболитов в высших растениях определяется активностью их синтеза, эффективностью транспорта и депонирования в органах запаса растения. Все эти признаки определяются генетически, находятся под контролем развития организма и максимально реализуются в оптимальных внешних условиях.

## 3. Новые продукты. Генетическая инженерия растений. задачи генетической инженерии растений.

Среди направлений генной инженерии в растениеводстве можно выделить следующие:

1. Методы диагностики и отбора растений, поражённых вирусами и бактериями; генотипов, устойчивых к стрессам и болезням; растений с различной цитоплазмой; растений с высоким уровнем гомеостатичности.
2. Методы улучшения качества зерна; устойчивости к вредителям;
3. Создания молекулярно-генетической карты с целью повышения эффективности селекционных программ.

Своими успехами генетическая инженерия растений обязана в первую очередь достижениям клеточной инженерии в разработке методов регенерации целых растений из единичных дифференцированных клеток или протопластов. Второй слагающей успеха явилось использование природной системы трансформации растений Ti-плазмидами *Agrobacterium tumefaciens* и создания на их базе векторов, способных интегрироваться в растительные хромосомы. Это дало возможность вводить в клетки растений чужеродные гены и получать из единственной клетки сформированные растения.

4.Корончатые галлы – опухоли растений, вызываемые переносом генов бактерий. Методы генетической трансформации растений.

В группе почвенных бактерий, известных под общим названием *Agrobacteria*, есть несколько видов, которые могут заражать растения и вызывать образование опухолей, называемых корончатыми галлами, состоящими из недифференцированной опухолевой ткани, растущей в месте заражения. Клетки корончатых галлов во многих отношениях напоминают раковые клетки животных. Они приобретают способность к неограниченному, нерегулируемому росту. Когда клетки корончатых галлов культивируют *in vitro*, они растут при отсутствии специальных гормонов, которые необходимы при культивировании нормальных растительных клеток. Более того, клетки корончатых галлов продолжают сохранять эти свойства (трансформированный фенотип), даже если убить бактерии антибиотиками. Изучение индуктора опухолей *Agrobacterium tumefaciens* показало, что собственно опухолеродным агентом у этой бактерии является Ti-плазида, которая частично интегрируется в хромосомы растений.

5.Плазмиды агробактерий как векторы для трансформации.

В *A. tumefaciens* помимо хромосомы содержится Ti-плазида. Плазида содержит T-ДНК (transferred DNA), которая составляет 12-22 тыс. пар оснований и встраивается в ДНК растительной хромосомы. Она кодирует ферменты синтеза фитогормонов и опинов - производных аминокислот, которые используются бактерией как источник углерода, азота и энергии.

Кроме T-ДНК в Ti-плазмиде содержатся *vir*-область, отвечающая за перенос T-ДНК в растение, гены утилизации опинов, а также локусы, контролирующие размножение плазмиды в бактериальной клетке и ее перенос при бактериальной конъюгации.

Агробактерии, лишённые Ti-плазмид, не индуцируют в зараженном растении ни образования корончатых галлов, ни синтеза опинов.

6.Другие методы трансформации.

Был разработан ряд других методов трансформации растительных клеток, из которых наибольшее распространение приобрел биобаллистический. Он используется чаще всего для генетической модификации однодольных растений, нечувствительных к агробактериям. В специальных установках микрочастицы золота или вольфрама с нанесенной на них ДНК ускоряют при помощи сжатого гелия, и они проникают в ДНК клеток мишени.

## **1.7 Лекция № 7 (2 часа)**

**Тема:** «Биотехнология в животноводстве»

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Трансплантация эмбрионов.
2. Клеточная инженерия животных.
3. Введение генов в зародышевые клетки и получение трансгенных животных.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Трансплантация эмбрионов.**

Трансплантация — метод ускоренного воспроизводства высоко продуктивных животных путем получения и переноса одного или нескольких эмбрионов от высокоценных животных (доноров) менее ценным животным (реципиентам). Использование трансплантации позволяет получать от одной генетически ценной самки в десятки раз больше потомства. Наиболее приемлемы для трансплантации эмбрионов малоплодные виды животных: коровы, лошади, овцы. В мировой практике животноводства метод трансплантации эмбрионов в большей степени применяется в молочном и мясном скотоводстве. Используя реципиентов для пересадки эмбрионов, полученных от одной отобранной коровы - донора, можно увеличить число ее потомков в десятки и сотни раз.

#### **2. Клеточная инженерия животных.**

Предпосылкой к развитию клеточной инженерии у животных явилась разработка методов культивирования их соматических клеток на искусственных питательных средах, а также получение гибридов соматических клеток, включая межвидовые гибриды. В свою очередь, успехи в культивировании соматических клеток оказали влияние на изучение половых клеток и оплодотворение у человека и животных. Начиная с 60-х гг., в нескольких лабораториях мира были выполнены многочисленные эксперименты по пересадке ядер соматических клеток в яйцеклетки, искусственно лишённые ядер. Результаты этих экспериментов часто были противоречивы, но в целом они привели к открытию способности клеточных ядер обеспечивать нормальное развитие яйцеклеток

Под влиянием результатов, связанных с получением «пробирочных» детей, у животных тоже была разработана технология, получившая название трансплантации эмбрионов. Она связана с разработкой способа индукции полиовуляции, способов искусственного оплодотворения яйцеклеток и имплантации зародышей в организм животных — приемных матерей. Суть этой технологии сводится к следующему.

Высокопродуктивной корове вводят гормоны, в результате чего наступает полиовуляция, заключающаяся в созревании сразу 10—20 клеток. Затем яйцеклетки искусственно оплодотворяются мужскими половыми клетками в яйцеводе. На 7-8-й день зародышей вымывают из матки и трансплантируют в матки другим коровам (приемным матерям), которые затем дают жизнь телятам-близнецам. Телята наследуют генетический статус своих подлинных родителей.

Другой областью клеточной инженерии у животных является получение трансгенных животных. Наиболее простой способ получения таких животных заключается во введении в яйцеклетки исходных животных линейных молекул ДНК. Животные, развившиеся из оплодотворенных таким образом яйцеклеток, будут содержать в одной из своих хромосом копию введенного гена. Больше того, они и будут передавать этот ген по наследству. Более сложный способ получения трансгенных животных разработан на мышах, различающихся по окраске шерстного покрова и сводится к следующему. Вначале из организма беременной серой мыши извлекают четырехдневных зародышей и измельчают их на отдельные клетки. Затем из эмбриональных клеток извлекают ядра, переносят их в яйцеклетки черных мышей, предварительно лишенные ядер. Яйцеклетки черных мышей, содержащие чужие ядра, помещают в пробирки с питательным раствором для дальнейшего развития. Развившиеся из яйцеклетки черных мышей зародыши имплантируют в матки белых мышей. В выполненных по этой методике экспериментах от пяти белых мышей («приемных матерей») было получено 36 мышей, среди которых трое были серыми. Таким образом, в этих экспериментах удалось получить клон мышей с серой окраской шерстного покрова, т. е. клонировать эмбриональные клетки с заданными свойствами. В § 35 мы рассмотрели результаты оплодотворения искусственно лишенных ядер яйцеклеток овец ядерным материалом соматических клеток животных этого же вида. В частности, из яйцеклеток овец удаляли ядра, а затем в такие яйцеклетки вводили ядра соматических клеток (эмбриональных, плодовых или клеток взрослых животных), после чего оплодотворенные таким образом яйцеклетки вводят в матки взрослых овец. Рождающиеся ягнята оказались идентичными овце-донору. Как было отмечено в § 35, такое получение трансгенных животных представляет собой прямой путь клонирования животных с хозяйственно-полезными признаками, включая особей определенного пола.

### 3. Введение генов в зародышевые клетки и получение трансгенных животных.

#### 1. Клонированный ген вводят в ядро оплодотворенной яйцеклетки.

2. Оплодотворенные яйцеклетки с экзогенной ДНК имплантируют в реципиентную женскую особь (поскольку успешное завершение развития эмбриона млекопитающих в иных условиях невозможно).

3. Отбирают потомков, развившихся из имплантированных яйцеклеток, которые содержат клонированный ген во всех клетках.

4. Скрещивают животных, которые несут клонированный ген в клетках зародышевой линии, и получают новую генетическую линию.

## **1.8 Лекция № 8 (2 часа)**

**Тема:** «Биотехнология в животноводстве»

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Клонирование животных: история клонирования, клонирование млекопитающих.

2. Регулирование воспроизводства животных

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Клонирование животных: история клонирования, клонирование млекопитающих.

**Клонирование** - получение потомков, являющихся точной генетической копией организма. Совокупность таких потомков-копий, происходящих от одного организма, называют *клоном*. Организмы в пределах каждого клона характеризуются:

- одинаковой фенотипической однородностью,
- идентичным генотипом.

Возможность клонирования животных доказал Дж. Гердон, английский биолог, который первым сумел получить клонированные эмбрионы шпорцевых лягушек. Он выжигал ультрафиолетом ядра икринок и затем подсаживал в них ядра, выделенные из клеток эпителия головастиков этого вида. Большая часть полученных таким образом икринок погибала, и лишь совсем маленькая их доля (2,5%) развивалась в головастиков. Взрослых лягушек получить таким образом не удавалось. Тем не менее это был успех.

Затем Гердон вместе с Ласки (1970) стали культивировать *in vitro* (вне организма в питательной среде) клетки почки, легкого и кожи взрослых животных и использовать уже эти клетки в качестве *доноров ядер*. Примерно 25% первично реконструированных яйцеклеток развивались *до стадии бластулы*. При серийных пересадках они развивались *до стадии плавающего головастика*. Таким образом было показано, что клетки трех



разных тканей взрослого позвоночного (*X. laevis*) содержат ядра, которые могут обеспечить развитие по крайней мере до стадии головастика.

В свою очередь Ди Берардино и Хофнер (1983) использовали для трансплантации ядра неделящихся и полностью дифференцированных клеток крови - эритроцитов лягушки *Rana pipiens*. После серийной пересадки таких ядер 10% реконструированных яйцеклеток достигали *стадии плавающего головастика*. Эти эксперименты показали, что некоторые ядра соматических клеток способны сохранять *тотипотентность*.

Первые сообщения о *получении клонов* мышей, идентичных донору, появились уже в 1981 году. В качестве донора были использованы эмбриональные клетки одной из линий мышей, взятые на *стадии бластоцисты*. Достоверность полученных данных вначале была поставлена под сомнение, так как воспроизвести результаты проведенных экспериментов в других лабораториях не удавалось, однако пару лет спустя Дж. Мак Грат и Д. Солтер также достигли успеха. В этих экспериментах клоны мышей удавалось получить лишь в том случае, если трансплантировали ядра эмбрионов на стадии не позднее 2 бластомеров.

Первые успешные опыты по клонированию животных были проведены в середине 1970-х годов английским эмбриологом Дж. Гордоном (J. Gordon) в экспериментах на амфибиях, когда замена *ядра яйцеклетки на ядро из соматической клетки взрослой лягушки* привела к появлению головастика. Это показало, что техника трансплантации ядер из соматических клеток взрослых организмов в энуклеированные ооциты позволяет получать *генетические копии организма*, послужившего донором ядер дифференцированных клеток. Результат эксперимента стал основанием для вывода об *обратимости эмбриональной дифференцировки генома* по крайней мере у земноводных.

В своем эксперименте Кэмпбелл и его коллеги извлекли из эмбриона овцы на ранней стадии развития (на стадии эмбрионального диска) клетку и вырастили культуру клеток, то есть добились того, что *клетка размножилась в искусственной питательной среде*. Полученные генетически идентичные клетки (клеточная линия) сохранили тотипотентность. Затем ученые взяли яйцеклетку овцы-реципиента, тщательно удалили из нее весь хромосомный материал и добились ее слияния с тотипотентной клеткой из культуры. Полученные *синтетические эмбрионы* выращивали до стадии морулы-бластулы, а затем имплантировали в *матку овцы*. В результате удалось вырастить нескольких нормальных ягнят, которые были генетически идентичны.

## 2. Регулирование воспроизводства животных

Воспроизводство животных - это основной фактор, лимитирующий эффективность производства животноводческих продуктов на промышленной основе. Причины,

препятствующие достижению оптимальных результатов в воспроизводстве домашнего скота различны. Новые методы расширяют возможности регулирования воспроизводства. Они связаны с манипулированием на уровне клеток или эмбрионов, с использованием физиологически активных соединений, поэтому названы биотехнологическими. К числу этих методов относят: стимуляцию и синхронизацию охоты, суперовуляцию, искусственное осеменение, трансплантацию эмбрионов, хранение гамет и эмбрионов, целенаправленное получение двоен, регулирование пола, раннюю диагностику беременности, управление процессом родов, создание химер и др.

Стимуляция и синхронизация охоты осуществляется с помощью прогестерона - женского полового гормона стероидной природы, регулирующего ход эстрального цикла, простагландинов, а также их комбинации. Этот прием позволяет вызывать появление охоты у групп племенных животных в один и тот же период времени.

В США для синхронизации охоты у телок в молочном и мясном скотоводстве выпускается новый препарат под названием "Синхро-мейт-В". Он представляет совокупность двух гормонов, один из которых имплантируется под кожу, а другой инъектируется внутримышечно. Имплант помещается под кожу уха телки и сразу же после этого следует инъекция другого гормона. Под действием этих двух гормонов эстральный цикл телки прерывается и временно останавливается. Через некоторое время имплант удаляют из уха животного, начинается новый эстральный цикл. Так как имплант удаляется одновременно у всех телок, то и цикл начинается в одно и то же время.

Применение гормональных препаратов снимает необходимость ежедневного контроля за состоянием половой активности животных. Преимущество синхронизированной охоты состоит в реальной возможности формирования однородных групп животных в период осеменения, одновременности рождения приплода, точном учете кормов в группах.

#### Суперовуляция

Потенциальные возможности воспроизводства самок млекопитающих огромны. В их яичниках содержатся десятки и сотни тысяч овоцитов. Однако в процессе онтогенеза лишь небольшая часть из них реализуется в виде потомков. Остальные овоциты подвергаются атрезии (обратному развитию) и воспроизводстве не участвуют.

Суперовуляция - состояние, вызванное гормонами, когда в яичниках животных развивается и овулирует в несколько раз больше яйцеклеток. В зависимости от вида число овулирующих яйцеклеток может быть увеличено в 3 - 8 и даже в 50 раз. С помощью этого приема становится возможным получение большего количества эмбрионов от лучших по продуктивности коров.

## Искусственное осеменение

Искусственное осеменение животных является самым старым и хорошо отработанным биотехнологическим методом разведения сельскохозяйственных животных. Применение этого метода позволяет ограничить распространение половых инфекций, которые нередко служат причиной бесплодия животных. Оно также позволяет эффективно использовать генетический потенциал лучших производителей. Экономический эффект от искусственного осеменения обусловлен снижением затрат на содержание большого поголовья производителей, возможностью быстрого размножения генотипа с хозяйственно - полезными признаками, улучшением генетического потенциала ремонтного стада.

## Трансплантация эмбрионов

Трансплантация эмбрионов в настоящее время является одной из наиболее актуальных проблем в области животноводства. С помощью пересадки эмбрионов можно резко увеличить выход числа потомков от высокопродуктивных коров. Трансплантация эмбрионов, или эмбриотехнология, заключается в получении одного или нескольких эмбрионов из матки племенных животных (доноров) и пересадке в матку коров (реципиентов), где эмбрионы развиваются до отела. Этот метод в сочетании с суперовуляцией у доноров позволяет получить большое потомство от высокопродуктивных животных. Этим способом эмбрионы можно внедрить в ту или иную породу в другие регионы, используя в качестве реципиентов коров мясных пород. Применение этого метода также упрощает обмен генофондом сельскохозяйственных животных между странами и континентами. Пересадка эмбрионов может быть использована для получения потомства от ценных, но бесплодных коров, утративших способность к размножению в результате несчастного случая, болезни или по возрасту.

### 1.9 Лекция № 9 (2 часа)

**Тема:** «Биотехнология в охране окружающей среды»

#### 1.9.1 Вопросы лекции:

1. Биodeградация пестицидов
2. Биodeградация нефтяных загрязнений.
3. Биodeградация пластика.

#### 1.9.2 Краткое содержание вопросов

1. Биodeградация пестицидов.

Пестициды попадают в окружающую среду и в результате использования их для обработки сельскохозяйственных культур.

К абиотическим процессам относится разложение пестицидов вследствие гидролиза, окисления кислородом воздуха, растворения, термической и фотохимической деструкции до простейших веществ.

1. Гидролиз пестицидов ведет к образованию их гидроксианалогов, не обладающих фитотоксичными свойствами. Гумусовые кислоты и глинистые минералы в этих процессах выполняют каталитическую роль, они повышают скорость разложения пестицида. Причем значительная роль почвенных минералов-катализаторов в абиотической деградации пестицидов была подтверждена только недавно (McBride, 1994; Huang, 1999, 2000). Наиболее легко гидролизу подвергаются фосфорорганические пестициды и карбаматы.

2. Фотохимическое превращение и разложение пестицидов происходит под действием энергии солнечного света, в котором наиболее важную роль играют УФ лучи. Фотохимическая деградация пестицидов — сложный физико-химический процесс, зависящий от химической природы и строения соединения, его физического состояния, интенсивности и длины волны света, природной среды, в которой находится пестицид, присутствия фотосенсибилизаторов, катализаторов и окислителей (Панин, 2002). Фотолиз эффективен в регионах с высокой солнечной активностью.

3. Среди окислительно-восстановительных реакций более значительную роль играют реакции окисления, которые катализируются ионами тяжелых металлов. При этом образуются органические радикалы, которые в дальнейшем могут вступать в разнообразные реакции.

Большинство пестицидов расщепляются бактериями и грибами. Превращение исходного пестицида в менее сложные соединения нередко осуществляется при участии сообществ микроорганизмов. Методами генетической инженерии сконструированы штаммы микроорганизмов с повышенной эффективностью биodeградации ядохимикатов, в частности штамм *Pseudomonas cepacia*, разрушающий 2, 4, 5-трихлорфеноксиацетат. Устойчивость того или иного пестицида в почве меняется при добавлении его в сочетании с другим пестицидом. Так, устойчивость гербицида хлорпрофама увеличивается при его внесении совместно с инсектицидами из группы метилкарбаматов. Оказалось, что метилкарбаматы ингибируют микробные ферменты, катализирующие гидролиз хлорпрофама.

Микробная трансформация пестицидов имеет и обратную сторону. Во-первых, быстрая деградация пестицидов сводит на нет их полезный эффект. Во-вторых, в результате микробного превращения могут образоваться продукты, сильно ядовитые для растений. При использовании гербицида тиобенкарба в Японии наблюдали подавление

роста и развития риса. Установлено, что подавляет не сам гербицид, а его дехлорированное производное S-бензил-N,N-диэтилтиокарбамат. Чтобы предотвратить образование такого производного, тиобенкарб применяют в комбинации с метоксифеном, ингибитором дехлорирующего фермента микроорганизмов.

## 2. Биodeградация нефтяных загрязнений.

В 1979 г. Чакрабартти (в то время совместно с компанией «Дженерал электрик») после успешных скрещиваний получил штамм, содержащий плазмиды XYL и NAH, а также гибридную плазмиду, полученную путем рекомбинации частей плазмид САМ и ОСТ (сами по себе они несовместимы, т. е. не могут сосуществовать как отдельные плазмиды в одной бактериальной клетке). Этот штамм способен быстро расти на неочищенной нефти, так как он метаболизирует углеводороды гораздо активнее, чем любой из штаммов, содержащих только одну плазмиду. Штамм может быть особенно полезен в очистных водоемах для сточных вод, где можно контролировать температуру и другие внешние факторы.

Эти микроорганизмы удобно использовать для очистки нефтяных пятен на суше или море при различных авариях. Для большей эффективности создают микроэмульсию, содержащую бактериальные штаммы и капсулы со смесью основных питательных элементов - азота, фосфора и калия внутри. Добавление этих веществ стимулирует размножение бактериальных штаммов. Применение такого метода позволяет очистить от 70 до 90% загрязненной поверхности, за это же время очищается всего порядка 10-20% необработанной поверхности.

Преимущество бактериальной очистки по сравнению с химической в том, что она не вызывает появления нового загрязняющего агента в окружающей среде.

Спектр используемых микроорганизмов для деструкции углеводородов нефти в почве включает в себя бактерии родов *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Rhodococcus*, дрожжи рода *Candida*, микромицеты *Fusarium*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*.

*Очищение почв.* Внесение в загрязненную почву чистых культур, способных осуществлять окисление алифатических, ароматических и других углеводородов приводит, как правило, к ускорению очистки почвы и позволяет обеспечить стабильность процесса биологического распада при относительно невысокой стоимости очистки.

Основным преимуществом биотехнологий очистки нефтезагрязненных почв и вод является использование природных углеводородутилизирующих микроорганизмов. Это делает их более экологически безопасными по сравнению с механическими и физико-

химическими методами удаления нефтяных загрязнений, так как подразумевает использование микроорганизмов, изначально выделенных из образцов почв и вод, загрязненных нефтью и нефтепродуктами. Вводимые в загрязненные экосистемы микроорганизмы, как правило, не являются для нее чужеродным агентом, что происходит при использовании различных химических способов очистки (адсорбенты, диспергенты).

Условия, необходимые для деградации нефти микроорганизмами определил еще Таусон в 1928 г:

- наличие воды и минеральных солей,
- наличие источников азота и фосфора,
- присутствие свободного кислорода,
- нейтральное значение pH.

Все эти критерии обязательно используются при разработке биотехнологий. Кроме того, для успешного применения биотехнологий необходимо предварительное решение следующих задач:

- определение химической природы загрязнителя,
- количественная оценка загрязнителя (количественное значение углеводородной фракции),
- растворимость загрязнения,
- биodeградебельность загрязнения,
- почвенная проницаемость (в почвах с низкой проницаемостью биodeградация происходит с чрезвычайно низкой скоростью).

### 3. Биodeградация пластика.

Пластики относятся к материалам, которые в составе различных твердых отходов в большом количестве попадают в окружающую среду. Доля синтетических полимерных материалов в общей массе отходов в настоящее время составляет около 5–6%. Легкость и прочность, высокая способность противостоять воздействию внешних факторов, долговременность использования, нерастворимость в воде, нетоксичность — все это обусловило их широкое распространение. В то же время стойкость пластиков, попавших в отходы, содержание в них добавок, многие из которых весьма токсичны, оборачиваются серьезной экологической проблемой.

В природной среде биodeструкции подвергаются практически все полимерные материалы, однако для большинства из них скорость разрушения чрезвычайно низка. Она зависит от природы полимера, а также вида пластификатора и наполнителя, используемых при изготовлении изделий. В естественных условиях полимеры, по структуре подобные

природным (производные целлюлозы, хитина, модифицированный крахмал, полисахариды пуллулан и курдлан, полилактид, полигидроксибутират, полигликолактид и др.), относительно легко разлагаются и минерализуются микроорганизмами. Часть продуктов разложения таких полимеров вступает в реакции гумификации, образования связанных остатков с почвенным и другим природным веществом.

Непосредственно полимерные смолы, составляющие основу пластика, имеют различную биостойкость в зависимости от химической структуры макромолекулы, длины полимерной цепи, наличия и природы боковых разветвлений и групп, степени кристалличности полимера. Их биоустойчивость повышается по мере роста длины цепи и разветвленности макромолекул. Так, высокомолекулярный полиэтилен не поддается биодеструкции, а низкомолекулярный с  $M < 25000$  разрушается под воздействием грибов. Степень разветвленности влияет на стойкость больше, чем молекулярная масса полимера. При прочих равных условиях карбоцепные полимеры являются менее биостойкими, чем гетероцепные, алифатические быстрее разлагаются, чем ароматические, насыщенные – чем ненасыщенные, аморфные – чем кристаллические, гидрофильные – чем гидрофобные, низкоплавкие – чем высокоплавкие, нерегулярные – чем регулярные.

Второй важный компонент пластиков после полимерных смол – пластификаторы. Это наименее стойкие компоненты. Как правило, пластификаторами служат сложные эфиры адипиновой, аконитовой, лауриновой, олеиновой, себаценовой, фталевой и других органических кислот, а также фосфорной кислоты, глицерин, сорбит. Содержание пластификатора может составлять 30–50% от массы пластика, поэтому от биостойкости пластификатора в большой мере зависит и биостойкость всего материала. Пластификаторы, в состав которых входит фосфорная или фталевая кислота, обладают наибольшей стойкостью к воздействию микроорганизмов. Наименьшая устойчивость у эфиров себаценовой и других алифатических кислот.

Кроме полимерных смол и пластификаторов в состав пластиков входят наполнители, стабилизаторы, красители. Наполнители из природных материалов – бумага, волокна, ткани, древесная мука микробиологически нестойки.

Скорость биодеструкции полимерных материалов в значительной степени зависит также от пространственной доступности макромолекул биологическим агентам, что определяется гидрофильно-гидрофобными свойствами поверхности материалов, их надмолекулярной организацией и макроструктурой, а также природой реагента. Набухание материала, предобработка его с целью увеличения свободной поверхности, набухаемости и уменьшения стерических препятствий для диффузии ферментов и

низкомолекулярных активных частиц в объем матрицы полимера повышают его биодоступность.

Биодеструкция изделий из синтетических полимеров может быть вызвана микроорганизмами различных систематических групп, относящихся к грибам и бактериям. Однако чаще всего в разрушении пластиков принимают участие смешанные ассоциации микроорганизмов, характеризующихся широким разнообразием.

Несовершенные микроскопические грибы (pp. *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Fusarium*) относятся к наиболее активным разрушителям пластиков, вызывающим различные повреждения и их деструкцию. Эти грибы используют в стандартных тестах на биоустойчивость. Повреждения пластиков происходят в результате разрастания грибов на поверхности материала, проникновения мицелия в его толщу через микротрещины, а также вследствие агрессивного воздействия ферментов и метаболитов грибов (органических кислот) на отдельные компоненты пластиков.

Среди гетеротрофных бактерий наибольшую активность при биодegradации проявляют стрептомицеты, микобактерии, нокардии, псевдомонады и бациллы (особенно при деструкции полиамидов). Способность всех этих микроорганизмов разрушать полимерные материалы связывают с большим разнообразием ферментов и метаболитов, секретируемых ими в окружающую среду. В результате действия внеклеточных ферментов и метаболитов полимерный материал переводится в растворимое состояние, образуются низкомолекулярные продукты распада, которые доступны микроорганизмам в качестве источников энергии и питания. Биодеструкция полимеров может ускоряться под воздействием окисленных форм ионов Fe и Mn и хемолитотрофных микроорганизмов (железоокисляющих, марганецокисляющих бактерий), генерирующих окисленные формы ионов в присутствии кислорода.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).**

**Тема:** «Введение в дисциплину»

#### **2.1.1 Цель работы:** знакомство с дисциплиной

#### **2.1.2 Задачи :**

1. Изучение экономических и коммерческих аспектов биотехнологии.
2. Знакомство с новыми направлениями в развитии биотехнологии

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран)

#### **2.1.4 Описание (ход) работы**



Знакомство с дисциплиной, изучение экономических и коммерческих аспектов биотехнологии, знакомство с новыми направлениями в развитии биотехнологии; краткий конспект по новой теме

## **2.2 Лабораторная работа № 2 (4 часа).**

**Тема:** «Биологические объекты и продукты биотехнологических процессов»

**2.2.1 Цель работы:** знакомство с биологическими объектами и продуктами биотехнологических процессов

### **2.2.2 Задачи :**

1. Изучение способов усиления активности биообъектов.
2. Знакомство с методами и условиями хранения биообъектов
3. Изучение особенностей хранения при низких и ультранизких температурах, хранения в высушенном состоянии.
4. Определение жизнеспособности клеток.

### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедиа проектор, компьютер, учебная доска, микроскоп МБИ-3 (вариант – демонстрационный микроскоп и видеомонитор), набор химических реактивов

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

Письменный опрос, знакомство с методами и условиями хранения биообъектов, определение жизнеспособности клеток, работа с методическим пособием

## **2.3 Лабораторная работа № 3 (4 часа).**

**Тема:** «Культивирование биологических объектов»

**2.3.1 Цель работы:** изучение особенностей культивирования биологических объектов

### **2.3.2 Задачи :**

1. Знакомство со средами для выращивания клеток растений, животных, микроорганизмов.
2. Изучение принципов обеззараживания питательных сред.

### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

микроскоп МБИ-3 (вариант – демонстрационный микроскоп и видеомонитор), лупы, кюветы, чашки Петри, набор химических реактивов

### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

Прослушивание докладов, знакомство со средами для выращивания клеток растений, животных и микроорганизмов; изучение принципов обеззараживания питательных сред; краткий конспект

## **2.4 Лабораторная работа № 4 (6 часов).**

**Тема:** «Рост и развитие клеток»

**2.4.1 Цель работы:** основы регуляции скорости деления и роста клеток

### **2.4.2 Задачи :**

1. Изучить последовательность деления клетки
2. Установить характер взаимосвязи процессов клеточного деления
3. Изучить лимитирующие факторы деления
4. Изучить основные биохимические процессы и способы их регуляции

### **2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран)

**2.4.4 Описание (ход) работы:** устный опрос, изучение биохимических особенностей деления клетки; краткий конспект

## **2.5 Лабораторная работа № 5 (4 часа).**

**Тема:** «Биотехнология в промышленной микробиологии»

**2.5.1 Цель работы:** изучить основные аспекты применения биотехнологий в микробиологии

### **2.5.2 Задачи :**

1. Рассмотреть основные вещества, продуцируемые микроорганизмами
2. Изучить первичные и вторичные метаболиты клеток микроорганизмов
3. Изучить особенности производства ферментов, капсульных полисахаридов.
4. Рассмотреть особенности получения белка одноклеточных организмов

### **2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран)

### **2.5.4 Описание (ход) работы:**

Прослушивание докладов, заполнение таблиц, работа в группах

## **2.6 Лабораторная работа № 6 (6 часов).**

**Тема:** «Биотехнология растений»

**2.6.1 Цель работы:** знакомство с применением биотехнологий при выращивании растений

### **2.6.2 Задачи :**

1. Изучить понятия «клеточная инженерия», «генная инженерия» растений
2. Рассмотреть методы генетической трансформации растений
3. Методы клонального размножения растений

### **2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран), учебная доска

#### **2.6.4 Описание (ход) работы:**

Устный опрос, конспектирование, просмотр учебного фильма

#### **2.7 Лабораторная работа № 7 (4 часа).**

**Тема:** «Биотехнология в животноводстве»

**2.7.1 Цель работы:** изучить основные направления использования биотехнологий в животноводстве

##### **2.7.2 Задачи:**

1. Изучить методы улучшения здоровья животных с помощью биотехнологий
2. Охарактеризовать методы улучшения качества продуктов животноводства с помощью биотехнологии
3. Рассмотреть особенности регулирования воспроизводства животных

##### **2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран)

##### **2.7.4 Описание (ход) работы:**

Письменный опрос, прослушивание докладов; знакомство с особенностями регулирования воспроизводства животных

#### **2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часа).**

**Тема:** «Биотехнология в охране окружающей среды»

**Цель работы:** изучить значение биотехнологии в области охраны окружающей среды

##### **2.8.1 Задачи:**

1. Рассмотреть вопросы, связанные с очисткой сточных вод и переработкой отходов; особенностями анаэробного разложения.
2. Изучить особенности перколяционных фильтров, характеристику активного ила.
3. Рассмотреть вопросы, связанные с биологической переработкой промышленных отходов, биодegradацией нефтяных загрязнений и пестицидов.
4. Изучить методы генной инженерии в контроле загрязнений

##### **2.8.2 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран)

**2.8.3 Описание (ход) работы:** итоговый контроль, изучение значения биотехнологии в области охраны окружающей среды