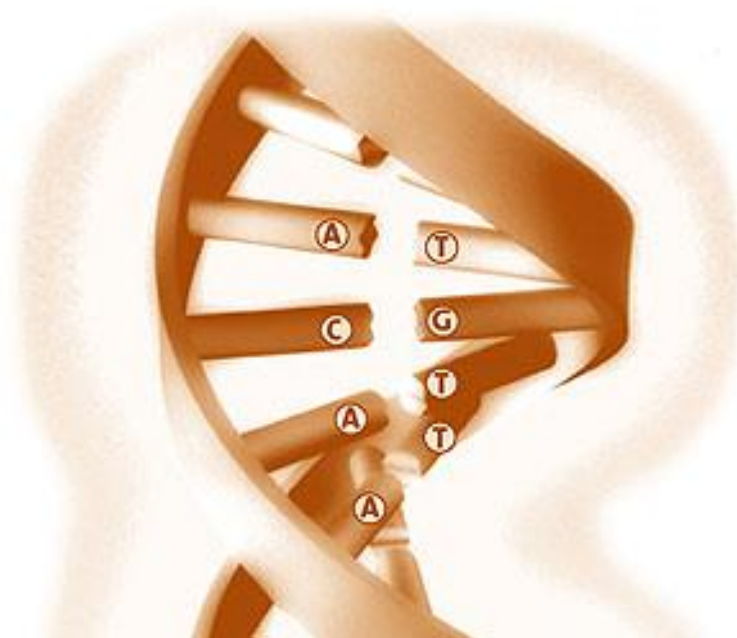


Учреждение образования  
«Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия  
ветеринарной медицины»

Кафедра генетики и разведения сельскохозяйственных животных  
им. О.А. Ивановой

# ОСНОВЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие для студентов биотехнологического факультета  
по специальности 1 -74 03 01 «Зоотехния»



Витебск  
ВГАВМ  
2010

УДК 573.6.086.83:636

ББК 45.318

0-75

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия  
редакционно-издательским советом УО «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины»  
от 20 января 2010 г. (протокол № 2)

Авторы:

канд. с.-х. наук, доц. *А.В. Вишневец*, канд. с.-х. наук, доц. *В.Ф. Соболева*,  
канд. биол. наук, доц. *С.Е. Базылев*, канд. с.-х. наук, доц. *Т.В. Видасова*,  
канд. с.-х. наук, доц. *Лопоногова Т.Н.*

Рецензенты:

канд. вет. наук, доцент *А.М. Субботин*, канд. с.-х. наук, доцент *М.М. Карпеня*

**0-75** **Основы генетической инженерии и биотехнологии** : учеб.-метод.  
пособие / А.В. Вишневец [и др.]. – Витебск : УО «ВГАВМ», 2010. – 76 с.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с учебной программой по дисциплине «Основы генетической инженерии и биотехнологии» для высших с.-х. учебных заведений по специальности I – 74 03 01 «Зоотехния», содержит методические указания по выполнению лабораторно-практических занятий. Учебно-методическое пособие предназначено для студентов биотехнологического факультета по специальности «Зоотехния».

**УДК 573.6.086.83:636**  
**ББК45.318**

©УО «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной  
медицины», 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение .....	4
ТЕМА 1. Введение в биотехнологию. Проблемы и перспективы развития сельскохозяйственной биотехнологии в Республике Беларусь.....	6
ТЕМА 2. Применение методов генной инженерии и ДНК-технологий в сельском хозяйстве.....	11
ТЕМА 3. Клеточная инженерия.....	17
ТЕМА 4. Эмбриогенетическая инженерия. Трансплантация эмбрионов..	23
ТЕМА 5. Клонированные животные, методы получения и перспективы использования.....	34
ТЕМА 6. Химерные животные, методы получения и перспективы использования.....	36
ТЕМА 7. Трансгенные животные, методы получения и перспективы использования.....	38
ТЕМА 8. Биотехнология производства антибиотиков и белка .....	41
ТЕМА 9. Биотехнология производства аминокислот, гормонов, витаминов, липидов, ферментов и их применение .....	46
ТЕМА 10. Биотехнология и окружающая среда.....	50
ТЕМА 11. Биотехнология получения биогаза.....	54
ТЕМА 12. Биотехнология и биобезопасность. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности.....	57
Список рекомендуемой литературы .....	60
Словарь биотехнологических терминов.....	61

## ***ВВЕДЕНИЕ***

Биотехнология относится к приоритетным областям биологической науки, достижения которой широко используются во всем мире. Она объединяет прикладные направления в микробиологии, биохимии, технологии производства ферментов, молекулярной генетике, репродукции человека и животных, обеспечивает дальнейшее их развитие. Эффективность селекции и воспроизводства животных, рациональное использование кормовых ресурсов, обеспечение экологически безопасных технологий животноводства во многом определяется успехами биотехнологии.

Главными объектами изучения биотехнологии являются биологические системы и процессы, которые используются в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и ветеринарной медицине, а также половые клетки и эмбрионы животных.

***Цель дисциплины:*** дать студенту теоретические знания о роли генетического конструирования – как современном методе селекции организмов, о сущности биологических систем, процессов и способах их применения в животноводстве.

### ***Основные задачи дисциплины:***

- дать теоретические знания о применении ДНК-технологий в животноводстве;
- познакомить студентов с методами клеточной и генной инженерии (культивированием клеток *in vitro* и гибридизацией соматических клеток; выделением генов и конструированием рекомбинантных ДНК, введением генов в бактериальные клетки);
- дать теоретические знания об использовании модифицированных клеток для получения биологически активных веществ и различных продуктов, иммунологических материалов, а также для утилизации отходов животноводческих предприятий и получении экологически чистых энергоносителей в целях охраны окружающей среды;
- обеспечить приобретение студентами практических навыков применения в животноводстве биотехнологических способов селекции.

### ***Выпускник должен знать:***

- методы культивирования и модификации клеток, получения рекомбинантных ДНК;
- способы получения трансгенных, клонированных, химерных организмов и перспективы их использования;
- технологию получения биогаза путем переработки растительных отходов и органического удобрения;

- методы использования стволовых клеток.

***Выпускник должен уметь:***

- применить на практике методы контроля репродуктивной функции животных и трансплантации эмбрионов;
- рационально использовать, получаемые биотехнологическим путем кормовые белковые, липидные, витаминные, гормональные и ферментные препараты;
- организовать на сельскохозяйственных предприятиях простейшую переработку корма для обогащения белком одноклеточных организмов и использовать другие доступные биотехнологические методы для повышения молочной и мясной продуктивности, а также для защиты окружающей среды.

Курс базируется на полученных ранее знаниях по генетике с основами биометрии и разведении сельскохозяйственных животных.

# **Тема № 1. ВВЕДЕНИЕ В БИОТЕХНОЛОГИЮ. ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Вид занятия:** семинар.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** изучить роль биотехнологии в ускорении научно-технического прогресса, ознакомиться с задачами, основными направлениями и перспективами развития в Республике Беларусь.

**Литература:** 1, 2, лекция №1.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

## **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** - (60 минут):

1. Понятие о биотехнологии, история ее возникновения и развития.
2. Основные направления и задачи биотехнологии. Связь биотехнологии с другими дисциплинами.
3. Достижения биотехнологии в сельском хозяйстве и ветеринарной медицине.
4. Роль биотехнологии в решении продовольственной проблемы, защите окружающей среды и в ускорении научно-технического прогресса в агропромышленном производстве.
5. Развитие биотехнологии в Республике Беларусь.
6. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

**Биотехнология** – это отрасль производства, основанная на использовании биологических объектов и систем.

В это понятие включают комплекс производственных процессов, основанных на использовании биокатализаторов, микроорганизмов и различных биологических систем, таких как культуры растительных и животных клеток и тканей, иммунокоррекция, манипуляции с половыми клетками. Биотехнология возникла на основе использования микроорганизмов и биосистем с запрограммированными свойствами, на основе достижений генетической инженерии и инженерной энзимологии.

**Основные направления биотехнологии:**

1) **Генная инженерия.** Это область молекулярной генетики, которая разрабатывает методы конструирования новых генетических программ.

2) **Клеточная инженерия.** Получение клеток нового типа, гибридная технология, конструирование генетически новых объектов путем клеточной гибридизации и введения чужеродного генетического материала.

3) **Эмбриогенетическая инженерия.** Это активная перестройка генома животных путем вмешательства в их развитие на ранних этапах онтогенеза. Перестройка генома – это реконструкция эмбрионов путем клонирования, слияния или инъекции

в их ядра чужеродной ДНК.

Основные направления эмбриогенетической инженерии:

- а) клонирование животных;
- б) получение генетических химер;
- в) получение трансгенных животных;
- г) трансплантация эмбрионов.

4) *Традиционная биотехнология.* Использование анаэробных процессов для производства вина, силоса, квашения, получение молочнокислых продуктов, спирта и т.д.

5) *Инженерная энзимология.* Применение микробиологических, физико-химических методов для производства ферментов – специфических катализаторов белковой природы.

*Биотехнология тесно связана со многими науками:*

- биологической и биоорганической химией,
- молекулярной биологией,
- генетикой,
- микробиологией,
- иммунологией,
- физиологией животных и человека,
- цитологией и др.

**Практическая часть** – 20 минут.

**Задание 1.** Изучить перспективные направления биотехнологии в снабжении человечества продовольствием:



**Рисунок 1- Перспективные направления биотехнологии в снабжении человечества продовольствием**

**Задание 2.** Указать области научной деятельности, влияющие на развитие биотехнологии:

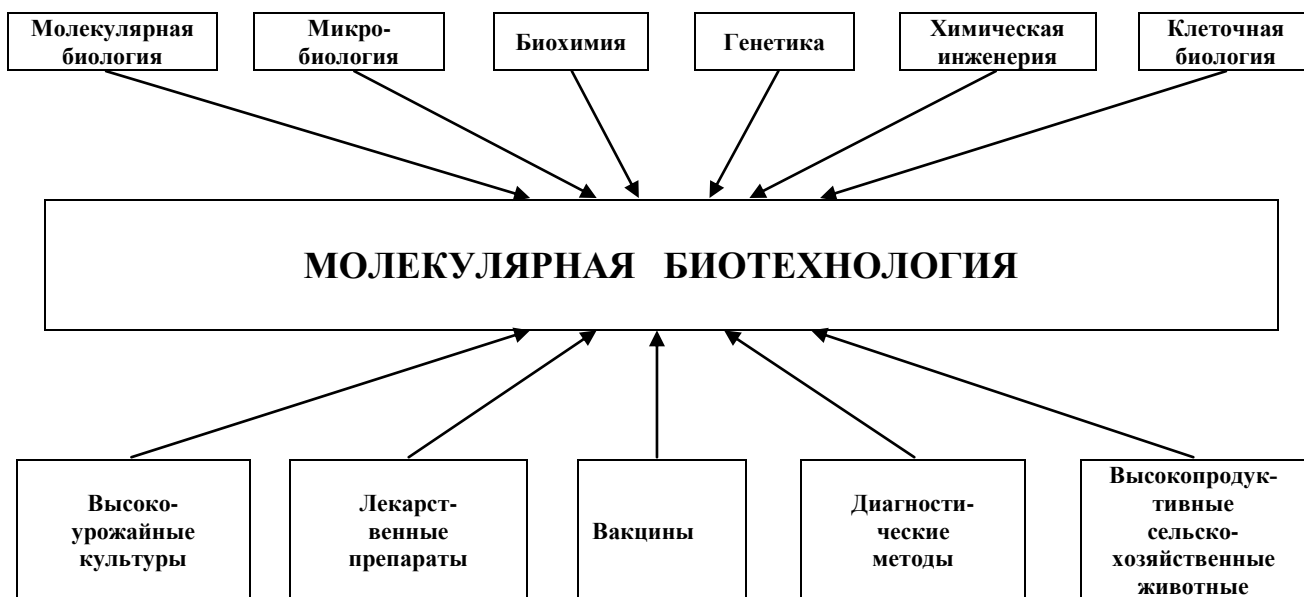


Рисунок 2 – Схема использования в биотехнологии достижений различных областей науки

**Задание 3.** Изучить классификацию биотехнологического производства.

*Важный признак классификации — область применения биотехнологических процессов и продуктов, получаемых биотехнологическим способом.*

Классификация биотехнологических производств:

1. Производства, осуществляющие процессы переработки продуктов питания и сельскохозяйственного сырья, в которых не производится выращивание больших масс микроорганизмов или извлечение продуктов метаболизма (хлебопечение, производство сыра, напитков, силосование кормов и т.д.). Микроорганизмы используются в небольшом количестве лишь на одной из стадий технологического процесса. Использование специфического технологического оборудования, связанного с применением микроорганизмов, имеет небольшой удельный вес и усовершенствование технологии идет в основном за счет оборудования, не относящегося к биотехнологии.
2. Бродильные производства, с помощью которых получают некоторые органические кислоты, растворители и энергетическое сырье (спирт, ацетон, бутанол и так далее). Спецификой этих производств является то, что микроорганизмы можно культивировать в нестерильных условиях, поскольку температурный фактор или наличие спирта, сахара, кислот и других компонентов сред или продуктов метаболизма микроорганизмов ограничивают рост посторонней микрофлоры.
3. Биотехнологические производства со специальным оборудованием и технологией, в которых микроорганизмы используются в производственных условиях для обработки сельскохозяйственных, промышленных и бытовых отходов, очистки воды, почвы от загрязнений.



4. Производства, осуществляющие получение в промышленных условиях биомассы для кормовых и технологических целей. Процессы происходят в нестерильных условиях, но требуют специфического оборудования в зависимости от сырья.
5. Производства, занимающиеся получением микробной и клеточной биомассы в асептических условиях для растениеводства, пищевых целей (бактериальные удобрения и пестициды, пищевой белок). Эти производства отличаются сложностью аппаратного оформления процессов выращивания и очистки, что оправдывает выделение их в самостоятельную группу.

Следует отметить, что имеется тенденция получать белок одноклеточных для кормовых целей также в стерильных условиях. В этом случае группы производств пунктов 4 и 5 в будущем сольются.

6. Получение для нужд промышленности, сельского хозяйства и медицины микробных метаболитов сложной органической структуры, большинство из которых обладают физиологической активностью (антибиотики, витамины, ферменты, кровезаменители, некоторые полимеры, аминокислоты, полисахариды и т. п.). Эти производства осуществляются в асептических условиях выращивания. Их особенностью является необходимость специального сложного оборудования и технологии для выделения и очистки целевого продукта.
7. Производства по использованию иммобилизованных ферментов и клеточных систем.
8. Производства, занимающиеся трансформацией органических веществ (получение стереоселективных сложных органических молекул).
9. Культивирование клеток многоклеточных организмов. Производство моноклональных антител (иммунная биотехнология). Клональное размножение важнейших сельскохозяйственных растений с помощью культур клеток и тканей, методов клеточной селекции, получение гаплоидов и гибридизация соматических клеток для создания исходных форм и сортов; оздоровление посадочного материала.
10. Производства по применению микробиологических процессов в традиционно небиологических областях техники, например для выщелачивания металлов, удаления метана из шахт, обогащения руд, повышения нефтеотдачи пластов и т. д.
11. Применение методов генетической инженерии для получения новых микроорганизмов и клеток с заданными свойствами. В перспективе – конструирование пород животных и сортов растений. Протеоинженерия.

**Задание 4.** Изучить основные области применения биотехнологии:

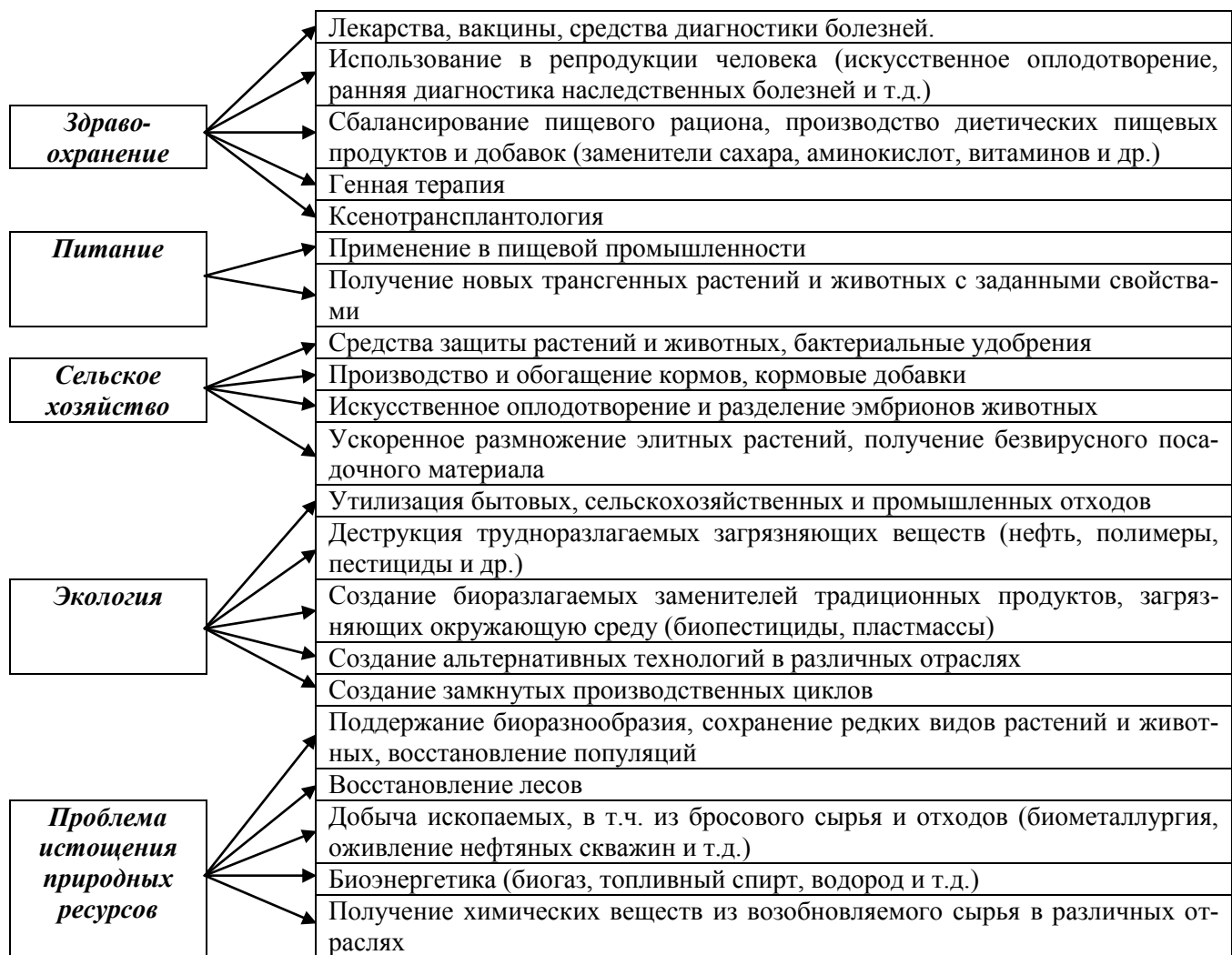


Рисунок 3 – Основные области применения биотехнологии

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## Тема № 2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ И ДНК-ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Вид занятия:** семинар.

**Время:** 180 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** изучить основные задачи генной инженерии, ее связь с другими науками, узнать основные способы получения генов. Ознакомиться с технологией получения рекомбинантной молекулы ДНК.

**Литература:** 1,4,5, лекция №2.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие, схемы получения рекомбинантной ДНК, список рестриктаз и участков узнавания, видеофильм по генной инженерии, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** (75 минут):

1. Понятие о генной инженерии, история развития.
2. Основные направления и задачи генной инженерии на современном этапе.
3. Получение генов. Химический и ферментативный синтез. Выделение генов с помощью ферментов рестрикции и трансдуцирующих фагов.
4. Рестриктазы и их значение.
5. Рекомбинантная ДНК. Векторы и их использование для переноса генетического материала.
6. Метод электрофорезного анализа ДНК в агаровом геле и метод блот-гибридизации ДНК по Саузерну. Секвенирование ДНК. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и ее применение в практике.
7. Методы введения генов в бактериальные клетки. Экспрессия чужеродных генов.
8. Способы получения генов.
9. Конструирование рекомбинантной ДНК (ферментативный синтез).
10. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

**Генетическая инженерия** – это конструирование *in vitro* функционально активных генетических структур (рекомбинантных ДНК) и наследственно измененных организмов.

Генную инженерию используют для изучения структуры, функций и регуляции генов, также для изучения структуры хромосом. Датой возникновения генной инженерии считается 1972 год, когда в США ученый П. Берг с сотрудниками создали первую рекомбинантную молекулу ДНК, состоящую из фрагмента ДНК обезьяньего вируса SV-40 и бактериофага  $\lambda$  с галактозным опероном *E. coli*.

**Области применения генной инженерии на современном этапе.**

- получение генноинженерных вакцин;
- получение искусственных белков с заданными свойствами;

- получение гормонов, ферментов;
- диагностика и лечение заболеваний.

Способы получения генов:

- 1) выделение генов из ДНК;
- 2) химико-ферментативный синтез;
- 3) ферментативный синтез.

***Рестриктазы и их значение***

***Рестриктирующие эндонуклеазы (рестриктазы)*** – это ферменты, способные разрезать молекулу ДНК в строго определенных местах с образованием липких концов.

Рестриктазы были открыты в 1968 году.

*Например*, рестриктаза *E. coli* под названием EcoRI узнает последовательность и разрезает ее на участках, помеченных стрелками. В результате, кольцевая молекула ДНК станет линейной. По краям молекулы образуются липкие концы, с одной стороны ААТТ, с другой – ТТАА. При наличии липких концов, молекула ДНК может опять замкнуться в кольцо.



Рестриктазы могут узнавать различные последовательности нуклеотидов. Рестриктаза *E. coli* под названием EcoRI узнает последовательность ЦЦГГ. Соединение разрывов цепей ДНК после обработки рестриктазами производится ферментом *лигазой*.

***Векторы и их использование для переноса генетического материала***

***Вектор*** – это молекулы ДНК, которые способны переносить чужеродные гены и обеспечивать их репликацию в клетке – хозяине.

Типы векторов:

- 1) векторы для клонирования;
- 2) экспрессионные векторы;
- 3) векторы для трансформации.

Общие свойства вектора:

- 1) иметь свойство репликаона.
- 2) содержать сайты рестрикции, т.е. участки узнавания для рестриктаз. При этом места разрезания и введения другой ДНК не должны влиять на репликацию вектора.
- 3) иметь один или несколько маркирующих генов, по которым его можно обнаружить.
- 4) содержать специфические для данной клетки промоторы и терминаторы транскрипции.

Методы введения генов в бактериальные клетки:

- 1) трансформация;

- 2) трансфекция;
- 3) трансдукция.

### **Метод электрофорезного анализа ДНК в агаровом геле**

*Принцип метода:*

- 1) ДНК обрабатывают рестриктазами и помещают в лунки застывшего агарового геля, который затем помещается в камеру для электрофореза.
- 2) под действием электрического поля фрагменты ДНК начинают перемещаться в геле, скорость их перемещения зависит от длины фрагмента. Короткие фрагменты движутся быстрее, при этом цепочки ДНК различной длины отделяются друг от друга, но не повреждаются.
- 3) после электрофореза гель окрашивают красителем *этидиум бромидом*, который связывается с ДНК.
- 4) гель помещают под ультрафиолетовый свет и на нем хорошо видны окрашенные в красный цвет светящиеся фракции ДНК.

В результате электрофорез позволяет разделить, а затем извлечь любые фрагменты ДНК в чистом виде.

### **Секвенирование ДНК**

*Секвенирование* — это определение последовательности нуклеотидов в фрагменте ДНК. В результате секвенирования определяется также аминокислотная последовательность белка в соответствии с нуклеотидной последовательностью в соответствующем гене.

Используются 2 метода:

- 1) *химическое секвенирование*;
- 2) *ферментативное секвенирование* путем терминации цепи.

**Полимеразная цепная реакция** – современный метод молекулярной биологии. Этот метод разработан Кэри Мюллисом (Нобелевская премия в 1993 году). Использование ПЦР позволяет *амплифицировать* (размножить) ДНК или ее фрагменты *in vitro*, увеличивая число копий в миллионы раз за несколько часов.

Полимеразно-цепная реакция протекает в 3 стадии:

1. *Денатурация*. Смесь, в которой содержится ДНК, нагревают до  $t^{\circ} 90^{\circ} \text{C}$ . В течение 15 секунд происходит разрушение слабых водородных связей между нитями ДНК и образуется 2 одноцепочечных ДНК из одной двухцепочечной.
2. *Гибридизация праймеров*. Температуру снижают до  $50^{\circ} \text{C}$ . При этом происходит гибридизация цепей ДНК с праймерами в течение 30 секунд.
3. *Полимеризация*. Смесь с ДНК нагревают до температуры  $70^{\circ} \text{C}$ . При этом Tag - полимеразы удлиняет оба праймера с их 3'-концов. Праймеры дорастают до размеров матрицы. Процесс протекает 90 секунд и в результате количество ДНК удваивается. Фермент Tag -полимеразы был выделен из термофильных бактерий и отличается устойчивостью к высоким температурам. За 20 циклов амплификации количество копий ДНК возрастает в  $10^6$  раз. ПЦР- реакция происходит в специальном приборе-амплификаторе.

Этот метод позволяет получать точные данные по структуре генов и фрагментов ДНК при наличии минимального количества материала, используется для диаг-

ностики наследственных болезней человека, при дактилоскопии и идентификации индивидуумов, для направленного получения мутаций.

**Рекомбинантные ДНК** – это искусственно созданные молекулы ДНК, включающие ген и вектор.

### **Ферментативный способ получения рекомбинантной ДНК**

Система для ферментативного синтеза генов представляет собой раствор, в котором содержатся все 4 нуклеотида, ионы магния, фермент обратная транскриптаза и матричная РНК, на которой будет синтезироваться ДНК.

Для конструирования рекомбинантной ДНК необходим ряд ферментов:

- 1) рестрикционные эндонуклеазы – находят и разрезают молекулы ДНК в сайтах с определенными последовательностями, которые узнает только определенная рестриктаза;
- 2) обратная транскриптаза (ревертаза), которая осуществляет синтез ДНК на матрице РНК;
- 3) ДНК – полимераза – катализирует синтез ДНК на матрице ДНК;
- 4) ДНК – лигаза – склеивает молекулы ДНК, образуя связи между дезоксирибофосфатами нуклеотидов;
- 5) терминальная трансфераза – досинтезирует к концам двойной спирали ДНК пуриновые или пиримидиновые нуклеотиды;
- 6) эндонуклеаза фага – отщепляет однонитчатые концы 3' - конца двойной спирали ДНК;
- 7) нуклеаза – сокращает двойную спираль ДНК с обоих концов.

Полученный ген не содержит интронов, промоторов и других элементов, регулирующих генную активность. Такие гены подключаются к промоторам прокариот и экспрессируются в прокариотах.

Для введения рекомбинантной ДНК в клетку, клетка должна быть компетентной, компетентности можно добиться при использовании  $\text{CaCl}_2$  и теплового удара. Для облегчения проникновения ДНК в клетку бактерий, их обрабатывают лизоцимом, который гидролизует мукопептиды, входящие в состав клеточной стенки бактерий. Клетки эукариот обрабатывают ферментами, которые разрушают полисахариды оболочки. Также для облегчения проникновения ДНК в клетку эукариот, используют диэтиламиноэтилдекстран и полиэтиленгликоль. Клетки дрожжей обрабатывают солями лития или электроимпульсами.

***Практическая часть*** –75 минут:

**Задание 1.** Заполнить таблицу:

Таблица 1 – Основные этапы развития генетической инженерии

<i>Год</i>	<i>Автор</i>	<i>Содержание открытия</i>

**Задание 2.** Записать и дополнить таблицу 2:

Таблица 2 – Некоторые рестриктазы, образующие фрагменты с липкими концами

<i>Фермент</i>	<i>Узнаваемый участок (5'...3')</i>	<i>Могут соединяться с фрагментами, образованными</i>
Ava I	Ц↓(Пу) ЦГ (Пи)Г	Sal I Xho I Xma I
Bam HI	Г↓ГАТЦЦ	Bgl II Mbo I
Bgl II	А↓ГАТЦТ	Bam HI Mbo I
Eco RI	Г↓ААТТЦ	
Eco RII	↓ЦЦАГГ	
Eco RI*	↓ААТТ	Eco RI
Hpa II		Tag I
Sal		Ava I Xho I
Tag I		Hpa II
Xho I		Ava I Sal I
Xma I		Ava I

**Задание 3.** Изучить историю развития биотехнологии:

Таблица 3 – История развития биотехнологии

<i>ДАТА</i>	<i>СОБЫТИЕ</i>
1917	Карл Эрки ввел термин «биотехнология».
1943	Произведен пенициллин в промышленном масштабе.
1944	Эвери, Мак Леод и Мак Карти показали, что генетический материал представлен ДНК.
1953	Уотсон и Крик определили структуру молекулы ДНК.
1961	Учрежден журнал «Biotechnology and Bioengineering».
1961-1966	Расшифрован генетический код.
1970	Выделена первая рестриктирующая эндонуклеаза.
1972	Корана и др. синтезировали полноразмерный ген тРНК.
1973	Бойер и Коэн положили начало технологии рекомбинантных ДНК.
1975	Келер и Мильштейн описали получение моноклональных антител.
1976	Изданы первые руководства, регламентирующие работы с рекомбинантными ДНК.
1976	Разработаны методы определения нуклеотидной последовательности ДНК
1978	Фирма Genentech выпустила человеческий инсулин, полученный с помощью E. coli.
1982	Разрешена к применению в Европе первая вакцина для животных, полученная по технологии рекомбинантных ДНК.
1983	Для трансформации растений применены гибридные Ti-плазмиды.
1988	Создан метод полимеразной цепной реакции (ПЦР).
1990	В США утвержден план испытаний генной терапии с использованием соматических клеток человека.
1994-1995	Опубликованы подробные генетические и физические карты хромосом человека.
1996	Ежегодный объем продаж первого рекомбинантного белка (эритропоэтина) превысил 1 млрд. дол.
1997	Клонировано первое млекопитающее из дифференцированной соматической клетки.

**Задание 4.** Зарисовать схему получения рекомбинантной ДНК:

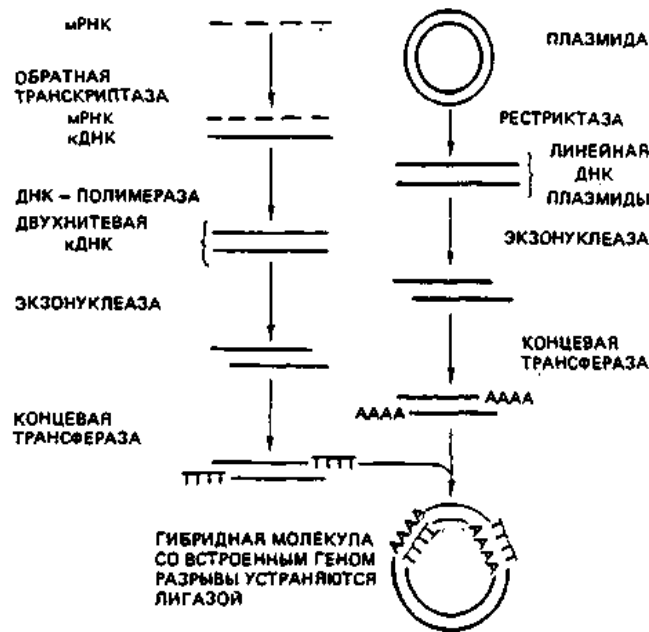


Рисунок 1 – Ферментативный синтез гена и встраивание его в векторную плазмиду

**Задание 5.** Получить ген молекулы белка, состоящего из последовательности аминокислот (по индивидуальным заданиям).

**Задание 6.** Найти рестриктазу из таблицы, которая может разрезать молекулу ДНК в определенной точке (по индивидуальным заданиям).

**Задание 7.** Указать на каком участке молекулы ДНК данная рестриктаза произведет разрыв (по индивидуальным заданиям).

**Задание 8.** Разрезать плазмиду для получения линейной формы с липкими концами (по индивидуальным заданиям).

**Задание 9.** Просмотр и обсуждение видеофильма по генной инженерии (20 минут).

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.



### Тема № 3. КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

**Вид занятия:** практическое.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** усвоить методы культивирования и гибридизации клеток, способы получения гибридом.

**Литература:** 1, 2, 4, лекция № 3.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

#### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** - 40 минут:

1. История развития и области применения клеточной инженерии.
2. Понятие о культуре клеток. Подбор и селекция продуцентов.
3. Сущность гибридизации соматических клеток эукариот.
4. Использование соматической гибридизации для картирования хромосом.
5. Технология получения гибридом.
6. Использование моноклональных антител.
7. Стволовые клетки и их применение.
8. Самостоятельная работа студентов (сообщения по теме).

**Клеточная инженерия** – это метод конструирования клеток нового типа на основе их культивирования, гибридизации и реконструкции.

Культуры клеток, приготовленные непосредственно из тканей организма, называются первичными. Клетки первичной культуры можно переносить на новые питательные среды и получить вторичные, которые можно длительное время перевивать. Клетки на питательных средах сохраняют свойства тех тканей из которых были получены.

Клетки человека и животных выращивают на специальных средах в виде суспензии или монослоя на стекле. Культивирование проводят при  $t^0$  37<sup>0</sup>С и рН 6,8-7,5. Клетки растений можно культивировать на жидких и твердых питательных средах.

**Требованиям к микроорганизмам:**

- 1) расти на дешёвых и доступных субстратах;
- 2) обладать высокой скоростью роста биомассы и давать высокую продуктивность целевого продукта при экономичном потреблении питательного субстрата;
- 3) Проявлять направленную биосинтетическую активность при минимальном образовании побочных продуктов;
- 4) быть генетически однородными;
- 5) быть устойчивыми к посторонней микрофлоре;
- 6) быть безвредными (не обладать патогенными свойствами) для людей и окружающей среды;
- 7) целевой продукт биосинтеза должен иметь экономическую и народнохозяйст-

венную ценность и легко выделяться из сброженного субстрата.

В настоящее время в промышленности применяют *три вида штаммов*:

- 1) природные штаммы;
- 2) штаммы, изменённые в результате индуцированных мутаций;
- 3) штаммы, полученные методами генной или клеточной инженерии.

#### Практическое применение культуры клеток животных

- 1) используются в научно-исследовательской работе;
- 2) для получения вирусных препаратов;
- 3) для создания материала клеток при трансплантации;
- 4) для синтеза физиологически активных веществ;
- 5) для получения иммунорегулирующих, неспецифических активных веществ, медицинских препаратов.
- 6) для изучения токсичности препаратов, применяемых в медицине, ветеринарии и биологических исследованиях.

Соматическая гибридизация - это направление клеточной инженерии, которое занимается слиянием лишенных оболочек соматических клеток и получением гибридных клеток с хромосомными наборами неродственных видов.

#### Практическое применение:

- 1) построение карт хромосом;
- 2) получение моноклональных антител на основе гибридной технологии и их использование.

Гибридомы – это гибридные клетки между нормальным лимфоцитом и клеткой опухоли, способные производить моноклональные антитела.

Этапы получения гибридом на основе иммунизированных лимфоцитов и миеломных клеток:

- 1) получение миеломных клеток, погибающих при последующей селекции гибридомных клеток;
- 2) получение лимфоцитов, которые продуцируют антитела к заданным антигенам. Для этого животное иммунизируют введением определенного антигена, потом выделяют клетки селезенки и от них отделяют лимфоциты;
- 3) проводят слияние миеломных клеток с лимфоцитами при помощи полиэтиленгликоля, вируса Сендай, лизолецитина и электрического импульса;
- 4) скрининг (селективный отбор) гибридных (гибридомных) клеток;
- 5) проверка способности гибридомных клеток продуцировать моноклональные антитела к заданному антигену;
- 6) клонирование гибридных клеток, которые проверены на образование моноклональных антител и контроль их иммунных свойств;
- 7) получение массовых культур гибридомных клеток.

Размножение клонов гибридомных клеток происходит *in vitro* до необходимых объемов и служит источником получения антител. Гибридомные клетки из культуры можно выращивать и в организме животного – мыши или крысы. Гибри-

домные клетки вводят животным, из них через 10 – 14 суток вырастают опухоли, у животного берут сыворотку, которая содержит высокие концентрации моноклональных антител.

### ***Стволовые клетки***

***Стволовые клетки*** – популяция клеток-предшественников, обладающих высоким пролиферативным потенциалом и способностью к дифференцировке в клетки обычно нескольких линий: в организме – в любые клетки данного органа, в эмбрионе – в любую клетку организма.

Они могут превращаться в один из 350 возможных типов клеток тканей. При этом они не входят в какую-либо тканевую структуру и сами непосредственно не выполняют каких-либо функций, а хранятся в состоянии покоя в специальных нишах до востребования.

*Стволовые клетки* - это незрелые клетки живых организмов, каждая из которых способна дифференцироваться. К ним относятся плюрипотентные (*омнипотентные*) и мультипотентные (бластные) стволовые клетки. Конечными элементами являются зрелые юнипотентные клетки тканей организма.

Когда происходит созревание стволовых клеток, то они проходят несколько стадий. В результате, в организме имеется ряд популяций стволовых клеток различной степени зрелости. В нормальном состоянии, чем более зрелой является клетка, тем меньше вероятность того, что она сможет превратиться в клетку другого типа.

Стволовые клетки можно выделять и выращивать в питательной среде свойственной для данной ткани органа. Способность давать множество разнообразных клеточных типов (плюрипотентность) делает стволовые клетки важнейшим восстановительным резервом в организме, который используется для замещения удаленных в процессе операции пораженных участков органов искусственно выращенными.

Стволовые клетки применяются для лечения и профилактики широкого спектра заболеваний, используются в генной и клеточной инженерии.

Обнаружить стволовые клетки можно по определению специфических белков, с помощью иммуногистохимического метода. На каждый белок получают антитела, которые метят флюоресцирующим красителем. Такой реагент выявляет белки, присутствующие в стволовых клетках на разных стадиях развития.

### ***Практическая часть*** – 40 минут:

***Задание 1.*** Переписать определения терминов, используемых при культивировании.

Перечень основных терминов, которые используются при культивировании растительных и животных клеток:

**Время генерации клетки** – интервал времени между двумя последовательными клеточными делениями.

**Время удвоения популяции** – интервал времени, за который число клеток в популяциях увеличивается вдвое.

**Дедифференциация** – переход специализированных, неделящихся клеток к пролиферации.

**Дифференциация** – комплекс процессов, приводящих к различиям между дочерними клетками, а также между материнскими и дочерними клетками.

**Дифференцировка** – состояние специализации клеток, отличающее их от других.

**Изолированный протопласт** – растительная клетка, лишенная клеточной стенки с помощью ферментативного разрушения или механическим способом.

**Инокулюм (трансплант)** – часть суспензионной (каллусной) культуры, используемая для пересадки в свежую среду.

**Каллус** – ткань, возникшая путем неорганизованной пролиферации клеток органов растений.

**Клеточная селекция** – метод выделения мутантных клеток и соматоклональных вариаций с помощью селективных условий.

**Клон** – культура, возникшая из одной клетки.

**Культура каллусных тканей** — выращивание в длительной пересадочной культуре тканей, возникших путем пролиферации клеток изолированных сегментов разных органов или самих органов (пыльники, семяпочки и т. д.) растений.

**Культивирование изолированных протопластов** – выращивание клеток, лишенных стенок, в жидкой или на агаризованной среде, содержащей в качестве дополнительного компонента осмотически активное вещество (стабилизатор) в оптимальной для данного вида концентрации. При регенерации стенок у изолированных протопластов культура превращается в культуру клеток.

**Культура клеток (суспензионная культура)** – выращивание отдельных клеток или небольших групп их во взвешенном состоянии в жидкой среде при использовании аппаратуры, обеспечивающей их аэрацию и перемешивание.

**Культура опухолевых тканей** – выращивание в длительной культуре сегментов, изолированных из растительных опухолей разного происхождения и освобожденных от патогенов, индуцировавших развитие опухоли.

**Культура отдельных клеток** – выращивание одиночных клеток при низкой плотности посева: 1) на очень богатых питательных средах, 2) с помощью культуры «няньки» или питающего слоя.

**Культура эксплантов** – инкубация в стерильных условиях на питательных средах, либо вызывающих, либо не вызывающих пролиферацию сегментов, изолированных из разных органов растений.

**Линия** – культура, возникшая из штамма путем селекции или клонирования, имеющая маркерные признаки.

**Популяция клеток** – совокупность культивируемых клеток.

**Редифференциация** – переход специализированных клеток из одного состояния дифференцировки в другое с предшествующими делениями или непосредственно.

**Ростовой цикл** – рост популяции клеток в цикле периодического выращивания, характеризуется S-образной кривой. Фазы ростового цикла: латентная, экспоненциальная, замедления роста, стационарная, дегенерации.

**Слияние изолированных протопластов** – формирование одной клетки из двух и более объединением их поверхностных мембран.

**Соматоклональные вариации и варианты** – фенотипическое выражение непостоянства ядерного и оргanelльных геномов растительных клеток. От истинных

генных мутаций отличаются большей частотой возникновения и комплексностью изменений (изменение в структуре генов, хромосом, геномов).

**Соматическая (парасексуальная) гибридизация** – система, вовлекающая в генетическую рекомбинацию хромосомы и гены ядра и органелл вне сексуального цикла, например, путем слияния изолированных протопластов. Приводит к появлению соматических гибридов-растений и гибридных клеточных линий.

**Субкультивирование** – перенос клеток в другой культуральный сосуд на свежую питательную среду.

**Тотипотентность** – свойство соматических клеток растений полностью реализовать свой потенциал развития, т. е. реализовать омнипотентность ядра с образованием целого организма.

**Цикл выращивания** – период от помещения инокулюма или трансплантата в свежую среду до последующего субкультивирования.

**Штамм** – культура, возникшая после первого субкультивирования. Состоит из многих клеточных линий, возникших из клеток, присутствующих в первичной культуре.

**Эксплант** – фрагмент ткани или органа, инкубируемый самостоятельно или используемый для получения первичного каллуса.

**In vitro** – выращивание живого материала «в стекле», на искусственных питательных средах, в асептических условиях.

**Задание 2.** На основании схемы получения гибридом записать основные этапы их получения:

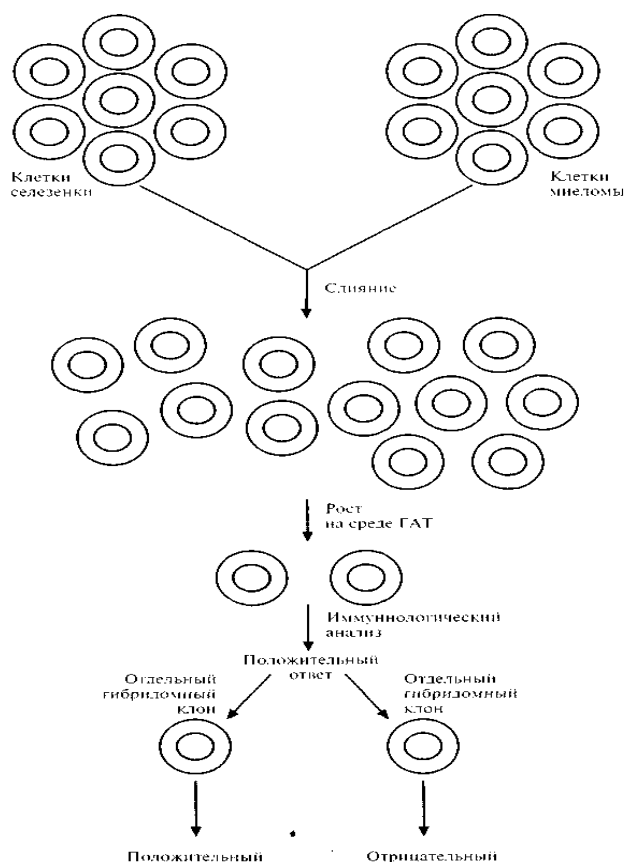


Рисунок 1 – Схема получения гибридом

### Задание 3. Изучить для чего используют моноклональные антитела.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ:

- совершенствование диагностики инфекционных, аутоиммунных, аллергических, врожденных и других заболеваний;
- изучение эпидемиологии заболеваний;
- усовершенствование вакцин;
- раскрытие механизма дифференцировки тканей;
- изучение патогенеза и иммунологии заболеваний;
- расшифровка механизма иммунного ответа;
- лечение инфекционных и онкологических заболеваний;
- определение пола у крупного рогатого скота.

#### С ПОМОЩЬЮ МОНОКЛОНАЛЬНЫХ АНТИТЕЛ МОЖНО ВЫЯВИТЬ:

- полипептидные гормоны (гонадотропин, роста, лютеинизирующий,ФСГ, тиреотропный, пролактин);
- маркеры опухоли (канцероэмбриональный антиген, специфический антиген предстательной железы, рецептор интерлейкина-2);
- цитокины (интерлейкины 1-8, колониестимулирующий фактор);
- лекарственные препараты (теофиллин, гентамицин, циклоспорин);
- различные соединения (тиротоксин, витамин В<sub>12</sub>, ферритин, продукты распада фибрина, ТАУ-белок);
- инфекционные заболевания (хламидиоз, герпес, краснуха, гепатит В, легионеллез, СПИД).

### Задание 4. Изучить микроорганизмы и получаемые от них продукты:

Таблица 1 – Микроорганизмы и получаемые от них продукты

Продуцент	Продукт
<b><u>Дрожжи</u></b>	
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Этанол, глицерин
<i>Kluyveromyces fragilis</i>	Этанол
<i>Kl. lactis</i>	Этанол
<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	Этанол
<i>Candida lipolytica</i>	Лимонная, изолимонная, пировиноградная кислоты
<b><u>Бактерии</u></b>	
<i>Clostridium acetobutylicum</i>	Ацетон, бутанол
<i>Cl. thermohydrosulfuricum</i>	Этанол, уксусная, молочная кислоты
<i>Cl. thermosaccharoliticum</i>	Глюкоза, ксилроза, этанол, уксусная кислота
<i>Cl. auranticum</i>	Изопропандиол
<i>Cl. thermoaceticum</i>	Уксусная кислота
<i>Cl. propionicum</i>	Пропионовая, акриловая кислоты
<i>Xanthomonas campestris</i>	Полисахариды
<i>Thermoanaerobacter ethanolicus</i>	Этанол, уксусная, молочная кислоты
<i>Dunaliella sp.</i>	Глицерин
<i>Aerobacter aerogenes</i>	2, 3 – бутандиол
<i>Bacillus polymyxa</i>	2, 3 – бутандиол
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	Молочная кислота
<i>Acetobacter aceti</i>	Уксусная кислота
<b><u>Микромицеты (плесневые грибы)</u></b>	
<i>Aspergillus niger</i>	Лимонная, щавелевая кислоты
<i>Penicillium chrysogenum</i>	Пенициллин
<i>As. oryzae</i>	Ферментные препараты (амилаза)
<i>As. awamori</i>	Ферментные препараты (пектиназа)
<i>Yarrowia lipolytica</i>	Ферментные препараты (липаза)

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## **Тема № 4. ЭМБРИОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ. ТРАНСПЛАНТАЦИЯ ЭМБРИОНОВ**

**Вид занятия:** семинар.

**Время:** 270 минут.

**Место проведения:** учебный класс, лаборатория.

**Цель занятия:** изучить методы трансплантации эмбрионов, способы их оценки и криоконсервации.

**Литература:** 1, 4, 5, лекция № 4.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### ***Содержание и методика проведения занятия***

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** - 105 минут:

1. Понятие о трансплантации эмбрионов. Влияние трансплантации эмбрионов на генетический прогресс в популяции.
2. Технология трансплантации эмбрионов.
3. Методы извлечения эмбрионов, их эффективность. Среды для извлечения эмбрионов.
4. Оценка качества эмбрионов.
5. Методы криоконсервации эмбрионов.
6. Экстракорпоральное оплодотворение.
7. Капацитация сперматозоидов.
8. Организация работ по трансплантации эмбрионов в Беларуси.
9. Самостоятельная работа студентов (сообщения по теме).

**Трансплантация эмбрионов** – это биотехнологический метод ускоренного воспроизводства высокопродуктивных животных путем получения и переноса одного или нескольких эмбрионов от высокоценных животных (доноров) менее ценным животным (реципиентам).

Этот метод позволяет получить от выдающихся по продуктивности животных больше потомства.

### **Роль трансплантации в селекции животных:**

- 1) сохранение редких видов животных;
- 2) возможность длительного хранения замороженных эмбрионов;
- 3) предотвращение передачи некоторых заболеваний (лейкоз).

### **Оценка качества эмбрионов.**

1. Визуальная морфологическая оценка.
2. Прижизненное окрашивание.
3. Культивирование вне организма.
4. Цитологическая и цитогенетическая оценка.

По морфологическим особенностям все эмбрионы подразделяются на 5 классов: отличные, хорошие, удовлетворительные, условно пригодные и непригодные.

### **Микроскопическая оценка качества эмбрионов**

Оценивают их качество на основании определения стадии их развития, состояния оболочек и внутренних структур. Биологически полноценными принято считать такие эмбрионы, которые имеют:

- 1) правильную шарообразную форму;
- 2) гомогенную светлую цитоплазму;
- 3) неповрежденную прозрачную оболочку;
- 4) одинакового размера бластомеры с плотным межклеточным контактом.
- 5) они должны соответствовать по уровню дробления возрасту от момента оплодотворения до их извлечения.

При оценке эмбрионов соблюдают следующую *последовательность*:

1. После процедуры промывания рогов матки коровы-донора мерные бутылки с полученной жидкостью передают через окно-шлюз в стерильный бокс.

2. Осаждение эмбрионов производится в течение 20 минут в термостате при 37°C.

3. Верхнюю часть жидкости из каждой емкости удаляют с помощью сифона, оставляя 50-100 мл.

4. Отстой переносят в 2-3 пластмассовые чашки Петри, дно которых для удобства подсчета эмбрионов расчерчено на квадраты  $0,8 \times 0,8$  см.

5. Под микроскопом при 15-20-ти кратном увеличении находят эмбрионы и шприцем, емкостью на  $1 \text{ см}^3$  (через присоединенную к нему укороченную пайетку), переносят на малое часовое стекло в 1мл солевого раствора Дюльбекко для кратковременного хранения и морфологической оценки при увеличении в 100 раз.

Выявляют неоплодотворенные яйцеклетки, без признаков развития и с дегенеративными изменениями оболочки или цитоплазмы.

*Дегенерированные яйцеклетки* имеют сморщенную, неправильной формы цитоплазму. Нередко наблюдается разрушение цитоплазмы, растягивание, разрыв или расслоение прозрачной оболочки.

*Непригодными* к трансплантации являются эмбрионы, резко отстающие от нормального развития, с выраженным асинхронным дроблением бластомеров, с явлениями их дегенерации. Зародыши со значительными разрывами, расслоениями прозрачной оболочки для трансплантации непригодны.

*Условно пригодными* к пересадке можно считать эмбрионы с небольшими морфологическими изменениями:

- 1) с невыраженной неравномерностью дробления бластомеров;
- 2) небольшим их сжатием;
- 3) с включениями в перивителлиновом пространстве;
- 4) с нарушениями прозрачной оболочки.

Бластоцисты с небольшим сжатием бластополости и незначительными деформациями прозрачной оболочки условно пригодны для трансплантации.

После криоконсервации оценка эмбрионов затруднена, так как процесс глубокого замораживания и оттаивания накладывает специфический отпечаток на морфо-



логические структуры эмбрионов. Для трансплантации допускаются половые клетки со сжатием бластополости или с небольшими дефектами (трещинами) прозрачной оболочки, с вкраплениями в перивителлиновом пространстве, отдельно располагающимися бластомерами, незначительными разрывами между клетками.

### **Практическое значение длительной низкотемпературной консервации и правила транспортировки**

Применение метода глубокого замораживания эмбрионов в жидком азоте при температуре  $-196^{\circ}\text{C}$  имеет большое практическое значение. Он позволяет:

- 1) длительное время сохранять ценный генетический материал;
- 2) проводить пересадку их реципиентам в любое удобное время в спонтанную охоту;
- 3) исключить необходимость постоянного содержания в стаде животных - реципиентов;
- 4) значительно упростить экспорт и импорт эмбрионов;
- 5) становится возможным сохранить генофонд редчайших и исчезающих пород животных.

Преимущества транспортировки и дальнейшего использования замороженных эмбрионов заключается в следующем:

- 1) это легко осуществляемое мероприятие;
- 2) нет риска переноса инфекционных и других болезней с генно-клеточным материалом из одной страны в другую;
- 3) значительно снижаются расходы, связанные с карантином по сравнению с закупкой животных за рубежом;
- 4) стоимость эмбриона и процедура его пересадки реципиенту в стране – импортере значительно дешевле по сравнению с торговлей животными.

### **Основные требования при организации перевозки эмбрионов на территорию Беларуси:**

1. Потребность в закупке эмбрионов определяет Отдел по племенному делу в животноводстве Минсельхозпрода РБ.
2. Ввоз импортированных эмбрионов на внутрихозяйственные пункты по трансплантации допускается только с разрешения Главного управления ветеринарии Минсельхозпрода. Требуется предоставление ветеринарных, а также наличие племенных свидетельств на быков и коров, удостоверяющих происхождение потомства.
3. Ввоз эмбрионов немедленно прекращается, если в местности, где расположен пункт по трансплантации, возникли инфекционные болезни. При этом ветеринарное свидетельство считается недействительным.
4. Поставляемые эмбрионы транспортируют в исправных сосудах Дьюара. Предварительно их дезинфицируют и заполняют жидким азотом не менее 2/3 объема емкости. Допускается их хранение в замороженном состоянии на все время транспортировки.

## **Практическая часть** – 155 минут:

**Задание 1.** Изучить основные этапы технологии трансплантации эмбрионов.

Технология трансплантации эмбрионов:

1. Отбор доноров и реципиентов.
2. Гормональное индуцирование суперовуляции у доноров.
3. Отбор производителей и осеменение доноров.
4. Извлечение эмбрионов.
5. Оценка качества эмбрионов.
6. Отбор и подготовка реципиентов.
7. Синхронизация половой охоты у донора и реципиента.
8. Пересадка эмбрионов реципиенту.

**Задание 2.** Изучить факторы, влияющие на развитие метода трансплантации эмбрионов.

Факторы, влияющие на успешное развитие метода трансплантации:

**1-й фактор.** *Создание надлежащих условий кормления и содержания для доноров и реципиентов.*

Обеспечение полноценного кормления и надлежащих условий содержания коров-доноров и реципиентов является одним из основных условий получения качественных эмбрионов и их хорошей приживляемости.

При длительном использовании коров в качестве доноров нередко наступает ожирение, т. к. они уже меньше доятся. Часто животные в период проведения гормональных обработок, осеменения и извлечения эмбрионов находятся на привязи. В этом случае дачу концентрированных кормов прекращают, организуется максимальный выпас или скармливание сена вволю.

**2-й фактор.** *Выбор правильной структуры управления и формы организации работ по трансплантации.*

В Республике Беларусь сложилась следующая структура управления работой по трансплантации эмбрионов (рис.1).

**А. Главным заказчиком**, финансирующим работу по трансплантации является племотдел Минсельхозпрода. Предприятием, доводящим задания до исполнителя выступает Белплемяживобъединение.

**Б. Главными предприятиями** координирующими работу, являются Жодинский, Гродненский и Брестский центры по трансплантации эмбрионов.

В их обязанности входит:

- осуществление практической помощи в организации работы по трансплантации в республике;
- создание криобанка эмбрионов;
- обучение и переобучение специалистов по трансплантации на местах;
- осуществление всей научно-методической работы в республике по вопросам трансплантации эмбрионов.

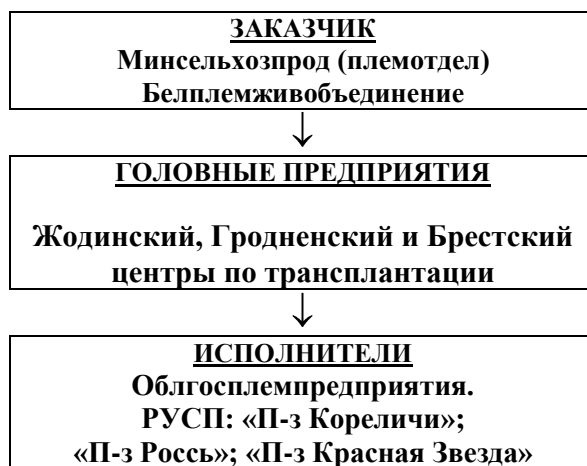


Рисунок 1 - Структура управления и форма организации работы по трансплантации эмбрионов

**В. Исполнителями** работы являются облплемпредприятия и племенные хозяйства, где сосредоточено поголовье высокоценных коров - доноров и имеются пункты, оборудованные для работы с эмбрионами. Их основная функция:

- а) получение быков-производителей для госплемпредприятий и генетически ценного молодняка для ремонта поголовья дойного стада указанных племзаводов;
- б) создание криобанка эмбрионов от выдающихся коров-доноров.

**3-й фактор.** Синхронизация полового цикла у донора и реципиента.

Цель синхронизации полового цикла у животных доноров и реципиентов заключается в том, чтобы возраст полученного у донора эмбриона соответствовал стадии полового цикла реципиента. Приживляемость зависит от секрета маточных желез, обеспечивающего формирование среды, соответствующей возрасту эмбриона.

При асинхронном половом цикле у эмбрионов снижается жизнеспособность, поскольку на них отрицательно влияет не соответствующая стадии развития внутриматочная среда.

**4-й фактор.** Роль специалистов в успешном осуществлении работы по трансплантации.

Роль специалистов в успешном осуществлении работы по трансплантации заключается в следующем:

1. Специалист должен иметь глубокие практические знания вопросов биотехники размножения, акушерства и физиологии животных, в совершенстве владеть техникой извлечения и пересадки эмбрионов.
2. Не допускать нарушений в технологии подготовки доноров и реципиентов, проведении полиовуляции, оценке эмбрионов, их криоконсервации и пересадки реципиентам.
3. Использовать только те инструменты и схемы, которые предназначены для трансплантации. Не допускать применения самодельных устройств и нетрадиционных схем гормональной обработки скота.

**Задание 3.** Изучить этапы технологии выделения и кратковременного хранения ооцитов.

В настоящее время применение на практике нашел метод созревания ооцитов *in vitro*. Их выделяют из яичников коров двумя способами:

*1 способ:* яичники получают от животного после убоя, в процессе разделки туши в условиях мясокомбината.

Доставляют в лабораторию в термостатированном контейнере и не более 1,5 – 2 часов хранят в солевом растворе Хенкса с добавлением антибиотиков или в среде ТСМ – 199 при температуре 10 – 20°C.

Ооциты выделяют из фолликулов, диаметр которых около 4 – 6 мм, путём отсасывания или посредством предварительного иссечения яичников лезвием на пластинки.

*2 способ:* прижизненного извлечения ооцитов из яичников коров с помощью ультразвукового прибора *лапароскопа*. Этим прибором ооциты отсасывают из фолликулов, диаметр которых не менее 5 мм, 1-2 раза в неделю от одного и того же животного. В среднем за один раз получают 5-6 ооцитов. Из них от 30 до 50% пригодных для созревания *in vitro*.

Отобранные ооциты, с компактным кумулюсом, помещают в среду ТСМ 199, добавляют 20%-й раствор тёплой сыворотки крови от коровы в охоте, гранулёзные клетки ( $5 \times 10^6$  клеток в 1 мл) и небольшое количество антибиотиков (50 ИЕ пенициллина, 50 мкг стрептомицина на 1 мл). Гранулёзные клетки собирают из среды, в которой ооциты были отделены от фолликулов и центрифугируют дважды по 5 мин при 3000 об. Осадок гранулёзных клеток суспензируется в среде для созревания. Культивирование ооцитов, вместе с гранулёзными клетками, проводят в термостате – инкубаторе при 38,5°C, при содержании в атмосфере 5% CO<sub>2</sub>, в чашках Петри в 2 мл среды.

**Задание 4.** Переписать состав солевого раствора Дюльбекко:

- 1) дистиллированная вода;
- 2) натрий хлористый (NaCl) – 8 г;
- 3) калий хлористый (KCl) – 0,2 г;
- 4) натрий фосфорно-кислый двузамещенный, безводный (Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) – 1,15г;
- 5) калий фосфорно-кислый однозамещенный (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) – 0,2 г;
- 6) магний хлористый, содержащий 6 молекул воды (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) – 0,1 г;
- 7) кальций хлористый, безводный (Ca Cl<sub>2</sub>) – 0,1 г;
- 8) пируват натрия – 0,036 г;
- 9) глюкоза – 1 г.

Каждый компонент включают в раствор после полного растворения предыдущего. Раствор доводят дистиллятом до 1 л, рН должен соответствовать 7,2-7,3. Раствор стерилизуют, герметически упаковывают и хранят при комнатной температуре. Перед работой с эмбрионами в солевой раствор Дюльбекко добавляют 4 мг/л сыворотки крови овцы или эмбриональной сыворотки теленка и 100 ЕД пенициллина.

**Задание 5.** Изучить схему обработки коров-доноров фолликулостимулирующим гипофизарным гормоном ФСГ-Б (Беларусь):

Таблица 1 – Схема обработки коров-доноров фолликулостимулирующим гипофизарным гормоном ФСГ-Б (Беларусь)

День цикла	Препарат	Доза 1500 ЕД		
		утром	вечером	общая
9-11	ФСГ-Б	240	240	480
10-12	ФСГ-Б	210	210	420
11-13	ФСГ-Б +эстрофан	180+500	180+250	360+750
12-14	ФСГ-Б	120	120	240
13-15	Охота	-	-	-
0 день	-	1-е и 2-е осеменение		
1 день	-	3-е осеменение		
7 день	-	извлечение эмбрионов		

**Задание 6.** На основании рисунка изучить основные этапы применения хирургического метода трансплантации эмбрионов свиней:

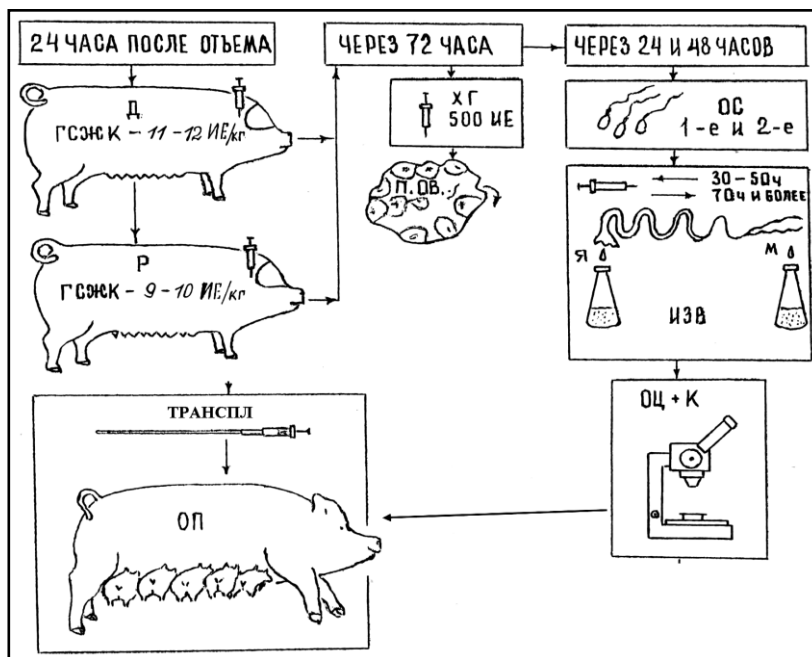


Рисунок 2 – Этапы применения хирургического метода трансплантации эмбрионов свиней

**Задание 7.** Изучить методику насыщения эмбрионов криопротектором глицерином.

Таблица 2 – Методика насыщения эмбрионов криопротектором глицерином

№ раствора	1,4 М раствор глицерина	
	концентрация	время экспозиции (мин.)
1	0,35	5
2	0,7	5
3	1,05	5
4	1,4	15

**Задание 8.** Изучить методику приготовления раствора криопротектора глицерина.

Таблица 3 – Методика приготовления криопротектора глицерина

№ раствора	Концентрация	
	М	Компоненты для приготовления
1	1,4	1 мл глицерина + 9мл среды Дюльбекко
2	0,7	1 мл 1,4 М р-ра глицерина + 1 мл среды Дюльбекко
3	1,05	1 мл 1,4 М р-ра глицерина + 1 мл 0,7 М р-ра глицерина
4	0,35	1 мл 0,7 М р-ра глицерина + 1 мл среды Дюльбекко

**Задание 9.** Изучить методы криоконсервации и размораживания эмбрионов, переписать основные технологические этапы.

Существует два основных способа глубокого замораживания эмбрионов:

1. Контролируемая медленная (постепенная) криоконсервация;
2. Несбалансированная криоконсервация с а) ультрабыстрым замораживанием и б) витрификацией.

**Контролируемая медленная криоконсервация** является в настоящее время обычным методом консервации эмбрионов. Их охлаждают медленно, чтобы: а) произошло обезвоживание зародыша и уменьшилось образование больших внутриклеточных кристаллов льда; б) жидкость вышла за пределы клеток и более крупные кристаллы льда образовывались только в межклеточном пространстве; в) зародыши оставались в равновесии с замерзающим раствором. При этом если клетки охлаждаются слишком быстро, существует опасность повреждения эмбриона из-за межклеточной и внутриклеточной кристаллизации. Кроме того, растущая концентрация солей в межклеточном растворе может вызвать токсическое повреждение эмбриона. Для такой медленной криоконсервации необходим дорогостоящий импортный замораживатель (стоимостью около 12 тысяч евро), а сам процесс длится два с половиной часа.

**При ультрабыстрых методах** замораживания эмбрионы, находящиеся в растворе 3,5-4,5 М ДМСО (диметилсульфоксид) и 0,25-0,5 М сахарозы, помещают в жидкий азот. При этом образующиеся мелкие кристаллы льда, менее стабильные, чем острые крупнокристаллические, тающие при очень низких температурах.

**Под витрификацией** понимают переход жидкости в твердое состояние, который вызван не кристаллизацией, а повышением вязкости во время охлаждения. Витрификационная жидкость состоит из смеси высококонцентрированного (10-25%) проникающего криопротектора (ДМСО, ацетамид, пропиленгликоль, глицерин, этиленгликоль) и непроникающего криопротектора (полиэтиленгликоль, фиколл, сахароза) в буферном солевом растворе. При витрификации значительно упрощается не только процесс охлаждения, поскольку эмбрионы после кратковременной выдержки в витрификационном растворе сразу погружаются в жидкий азот, но и исключается

опасность физических и химических повреждений, вызванных межклеточной и внутриклеточной кристаллизацией воды. К тому же, здесь не нужно дорогое компьютеризированное оборудование. Единственным недостатком витрификации является химическая токсичность витрификационных растворов, которая находится в прямой зависимости с концентрацией криопротектора, временем и температурой экспозиции эмбриона в этом растворе.

**Технологические этапы процесса криоконсервации эмбрионов.** Использование технологии криоконсервации зародышей позволяет сохранить генетически ценный эмбриоматериал при отсутствии реципиентов, а также проводить трансплантацию эмбрионов в строго определенные сроки с максимальной эффективностью.

**Технология глубокого замораживания эмбрионов:**

1. Оценка качества полученных эмбрионов.
2. Насыщение зародышей криопротектором.
3. Постепенное охлаждение эмбрионов с помощью программных замораживателей.
4. Перенос их в жидкий азот на хранение.
5. Оттаивание эмбрионов при определенной температуре.
6. Выведение криопротектора из зародышей.
7. Морфологическая оценка эмбрионов под микроскопом на пригодность к трансплантации.
8. Заправка эмбриона в пайету и далее в катетер.
9. Пересадка эмбрионов реципиентам.

Все манипуляции с ними должны проводиться в стерильном боксе, их хранение в отдельном, хорошо проветриваемом помещении. Полученные эмбрионы оценивают под микроскопом. Криоконсервации подвергаются только половые клетки отличного и хорошего качества. Наиболее эффективно замораживание поздних морул и ранних бластоцист.

В качестве криопротекторов используют 1,4М раствор глицерина или 1,5М раствор этиленгликоля.

Для повышения сохранности и улучшения качества замораживаемых эмбрионов после оттаивания в криопротекторные среды могут вводиться различные биологически активные соединения, такие как бычий сывороточный альбумин и водорастворимые витамины В<sub>1</sub> и В<sub>6</sub>. Альбумин способствует ускорению транспорта витаминов в эмбриональные клетки, а тиамин и пиридоксин регулируют процессы дыхания, энергообразования и обмена веществ. За счет этого происходит усиление восстановительных процессов в бластомерах, повышение их жизнедеятельности и приживляемости после пересадки.

Насыщение эмбрионов криопротектором осуществляется либо поэтапно в возрастающих концентрациях растворов, либо одноступенчато.

Все работы с эмбрионами проводятся с использованием стерильной посуды, инструментов и оборудования. После выдержки зародышей в растворе с конечной концентрацией криопротектора соблюдают следующие правила подготовки:

**а)** эмбрионы с помощью шприца объемом 1 см<sup>3</sup> помещают в пайеты, при заправке которых соблюдают следующую последовательность их заполнения (рис.3):

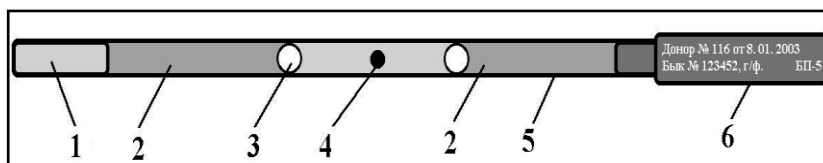


Рисунок 3 – Схема заправки пайеты с эмбрионом:

1 - пыж, 2 - защитный раствор, 3 - пузырек воздуха, 4 - эмбрион, 5 - пайета, 6 - маркировочная пробка.

- вначале набирают раствор криопротектора в количестве 2/5 объема;
- затем пузырек воздуха;
- снова раствор с эмбрионом (1/5 объема);
- пузырек воздуха;
- раствор криопротектора (2/5 объема).

**б)** заправка проводится таким образом, чтобы введенный первым объем раствора, постепенно продвигаясь дальше, смочил пыж пайеты;

**в)** в одну пайету заправляют не более 2-х эмбрионов;

**г)** нижний конец пайеты закрывают пластиковой маркировочной пробкой, на которой указывают дату извлечения эмбриона, номер коровы-донора, номер быка-производителя, номер пайеты;

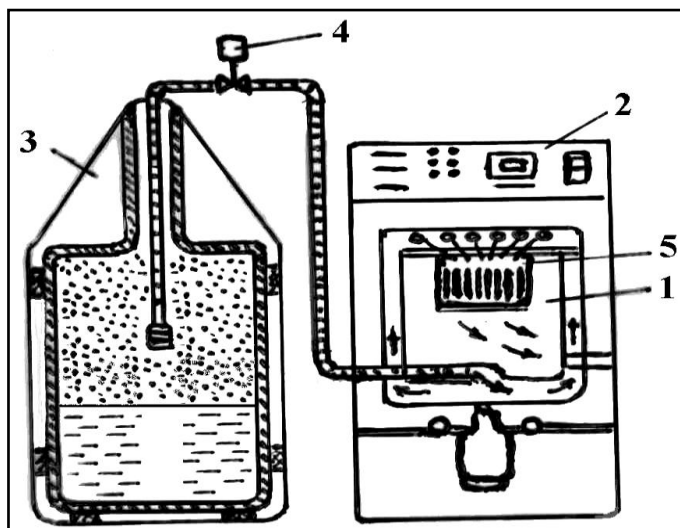
**д)** рекомендуется использовать следующие наиболее распространенные иностранные марки программных замораживателей: Миникул AC-25; CryoCell 1200; DB1 EmbryoFreeze.

Режимы замораживания даны в инструкциях к замораживающим устройствам.

Пайеты с эмбрионами переносят в камеру для замораживания и включают программу. Схема прибора для замораживания представлена на рисунке 4.

Снижение температуры происходит автоматически до заданного программой уровня. Затем пайеты быстро переносят в жидкий азот для хранения (рис. 4.).





1. Морозильная камера
2. Блок автоматики с датчиком температуры.
3. Сосуд Дьюара.
4. Электронное клапанное устройство.
5. Фиксатор для пайет.

Рисунок 4 - Схема программатора замораживателя

#### **Методика размораживания эмбрионов:**

1. Достают пайеты из сосуда Дьюара, выдерживают на воздухе 10 секунд при комнатной температуре и погружают на 10 секунд в водяную баню (оттаиватель) при температуре 25°C.
2. Содержимое пайет вместе с эмбрионом переносят на часовое стекло и делают последовательную проводку (перемещение) по нисходящей концентрации растворов, либо удаляют криопротектор одноступенчато.
3. После морфологической оценки качества эмбрионов их заправляют в пайеты вышеуказанным способом.
4. Пайету вставляют в металлический цилиндр катетера.
5. Одевают вначале защитный чехол, затем поверх него полиэтиленовый санитарный чехол. На нем указывают номер закрепленного животного-реципиента, которому и пересаживают зародыш.
6. Для пересадки эмбрионов используют животных-реципиентов, не имеющих генетической ценности.

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## Тема № 5. КЛОНИРОВАННЫЕ ЖИВОТНЫЕ, МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Вид занятия:** практическое.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** освоить методику клонирования, пересадки ядер, переноса генов и получения клонированных животных.

**Литература:** 1, 3, 4, лекция № 5.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** - 60 минут:

1. Дать определения понятиям «клон», «клонирование», «тотипотентность».
2. Клонирование эмбрионов. Дисекция эмбрионов.
3. Клонированные животные.
4. Перспективы использования клонированных животных.
5. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

**Клон** – это группа генетически идентичных клеток или организмов, которые получены в результате деления одной клетки-предшественника.

**Клонирование.** В 1952 году Р. Бриггс и Т. Кинг разработали метод пересадки ядер соматических клеток зародышей в энуклеированные яйцеклетки лягушек. В это время *Бесквит Р.* впервые выделил ген. Благодаря этому, стало возможным после удаления гаплоидного ядра из яйцеклетки лягушки, введение в неё диплоидного ядра соматической клетки, взятой из кишечной стенки головастика. После электростимуляции деления яйцеклетки получают нормальное развитие зародыша и потомство исходной особи. Дж. Гердон в 1962 году усовершенствовал технику пересадки ядер.

Работа по клонированию ведется по трем направлениям:

1. Пересадка ядер из соматических клеток в энуклеированную яйцеклетку.
2. Получение гомозиготных диплоидных потомков.
3. Создание партеногенетических животных.

### **Методы получения клонированных животных:**

1. Пересадка ядра соматической клетки в яйцеклетку, из которой удалено собственное ядро.

2. Разделение эмбрионов крупного рогатого скота в возрасте до 7-8 дней, не имеющих дифференцированных клеток, на части (2-4) с последующей пересадкой реципиенту.

В 1997 году в Великобритании методом пересадки ядра соматической клетки в энуклеированную яйцеклетку была получена овца, которую назвали Долли.

Клонирование было проведено путем ядерного переноса. Реципиентная яйце-

клетка одной овцы была подвергнута удалению ядра. У другой овцы, находящейся на четвертом месяце беременности, из клеток кожи вымени было выделено ядро с хромосомной ДНК, которое пересадили в реципиентную яйцеклетку без генетического материала. Было взято беременное животное потому, что в этом случае клетки вымени активно делятся. После слияния некоторые клетки начали активно делиться, после доращивания *in vitro* эмбрион был имплантирован овце-реципиенту. В результате на свет появился ягненок, названный Долли, она была похожа на овцу, у которой взяли ядро для пересадки.

**Практическая часть** – 20 минут:

**Задание 1.** На основании рисунка написать основные этапы получения клонированных животных:

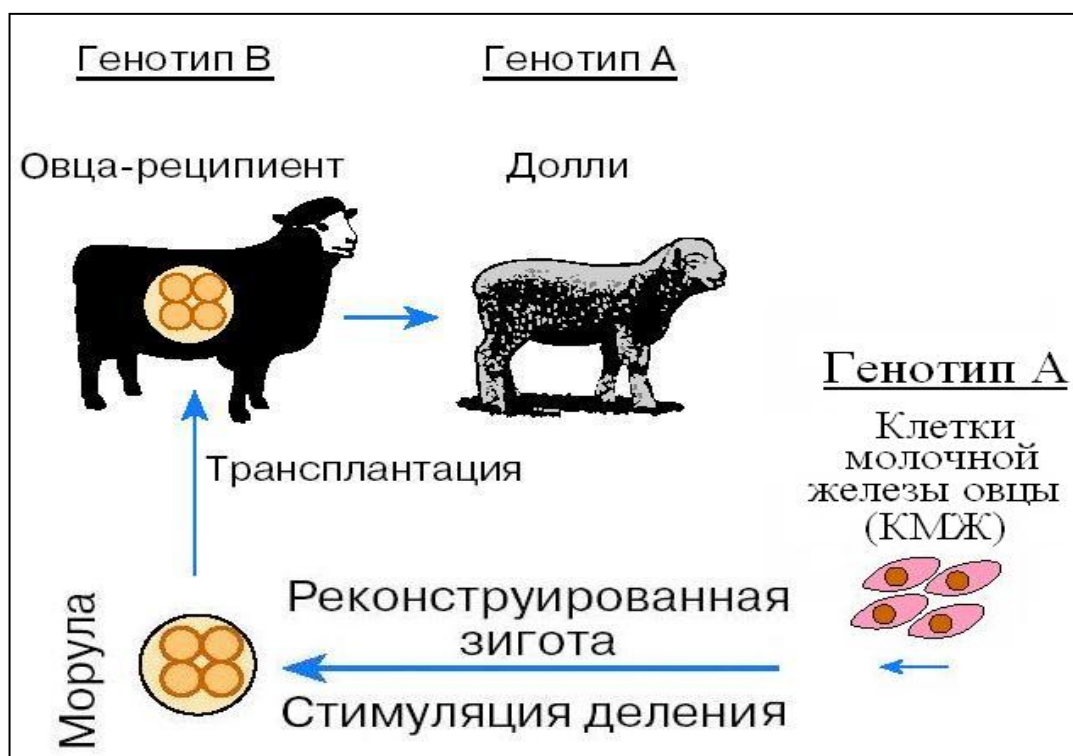


Рисунок 1 - Схема получения овцы Долли (по Вильмуту)

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, прием выполнения практической части, замечания, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## Тема № 6. ХИМЕРНЫЕ ЖИВОТНЫЕ, МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

**Вид занятия:** практическое.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** освоить методику получения химерных животных разными способами.

**Литература:** 1,3,4, лекция № 5.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** - 55 минут:

1. Дать определение «химера», «химерное животное».
2. Способы получения внутривидовых и межвидовых животных-химер.
3. Перспективы использования химерных животных.
4. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

Понятие **химера** (греч. Chimaera) означает составное животное.

Животные – химеры несут в одном организме признаки обоих эмбрионов, отличающихся между собой разными генотипами. В животноводстве известны искусственные химеры как внутривидовые, так и межвидовые.

### **Способы получения химер:**

1. **Инъекционный.** Получение химерных животных путём объединения бластомеров из эмбрионов *одного вида*. С этой целью получают сложные химерные эмбрионы овец объединением 2-, 4-, 8-клеточных эмбрионов. Каждый сложный объединённый эмбрион состоит из равного числа бластомеров эмбрионов 2-8 родителей. Пересадку внутренней клеточной массы каждого донора (бластомеры) путём инъекции проводят внутрь бластоцисты реципиентов.

2. **Агрегационный.** Слияние клеточной массы двух или нескольких эмбрионов внутри одной зоны пеллюцида. Метод состоит в том, что 8-клеточные эмбрионы инкубируют в среде с протеолитическим ферментом, переваривающим оболочки яйцеклетки. Освобождённые от оболочек эмбрионы, соприкасаются между собой, в результате чего их клетки сливаются и перемешиваются.

Получены агрегационные химерные животные после соединения половинок 5-6 дневных эмбрионов от коров-доноров швицкой и голштинской пород крупного рогатого скота, они сочетали в своём фенотипе характерную масть двух исходных пород – бурую и чёрно-пёструю.

Также получены химеры овцы пород рамбулье и финский ландрас.

Примером получения межвидовых химер в животноводстве служат *овцекозы*, сочетающие признаки овцы и козы, которые были получены в 1994 году.

Химерные животные не передают потомству характерную для них генетическую мозаичность, у потомков происходит расщепление, в результате чего нарушаются ценные генетические комбинации.

*Практическая часть* – 25 минут.

*Задание 1.* На основании рисунка записать основные этапы получения химер:

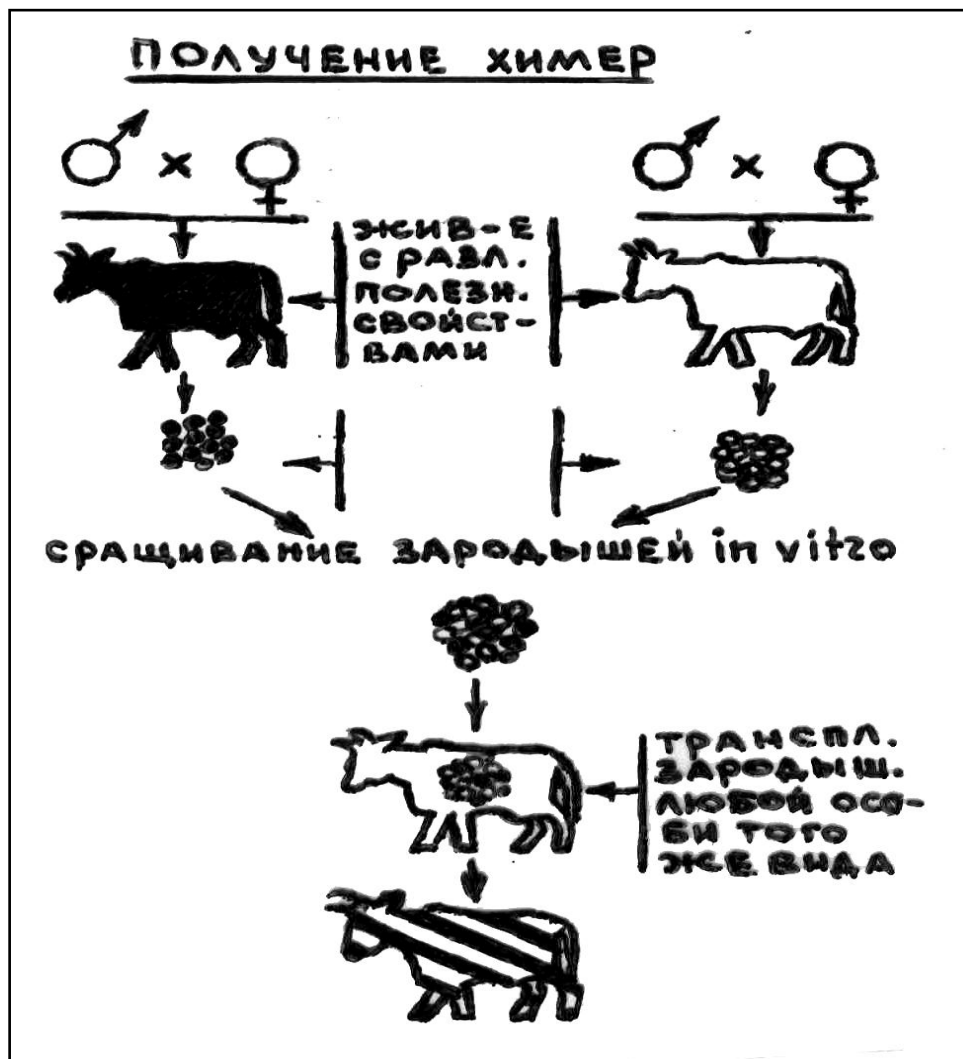


Рисунок 1 - Получение химер (генетических мозаиков)

*Подведение итогов занятия:* выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## **Тема № 7. ТРАНСГЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ, МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Вид занятия:** практическое.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** освоить методику трансгеноза - переноса генов и получения трансгенных животных.

**Литература:** 1,3,4, лекция № 5.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** – 55 минут:

1. Дать определение понятиям: «трансгеноз», «трансгенное животное».
2. Способы получения трансгенных животных.
3. Перспективы использования трансгенных животных.
4. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

**Трансгеноз** – это перенос генов.

**Трансгенные животные** – это животные, которые получены в результате переноса в их геном чужеродных генов от других видов животных или человека.

Гены, которые используются для переноса, выделяют из определенного генома или синтезируют искусственно.

В мировой практике уже получены трансгенные животные, продуцирующие с молоком целый ряд лекарственных веществ:

- факторы свёртываемости крови против гемофилии;
- тканевой плазменно-генный активатор, применяемый при лечении венозных тромбов и поражении лёгочной артерии;
- человеческий белок С для предотвращения образования тромбов;
- моноклональные антитела для лечения различных форм рака.

**Основные направления исследований для получения трансгенных животных:**

1. Создание новых пород с повышенным содержанием некоторых компонентов.
2. Создание животных, которые способны синтезировать несвойственные их виду белки. (Например, свиньи, которые могут продуцировать интерферон человека).
3. Создание трансгенных животных - доноров при трансплантации органов человеку.

**Получение трансгенных животных включает следующие стадии:**

1. Создание генной конструкции (выбор, получение и клонирование чужеродного гена).
2. Внедрение ее в геном организма путем микроинъекции гена в мужской пронуклеус, трансплантация зиготы реципиенту.

### 3. Селекция модифицированных организмов.

#### Методы переноса генов:

1. Метод микроинъекции в пронуклеус зиготы.
2. Метод использования липосом и ретровирусов в качестве векторов.
3. Метод прокалывания и высокоскоростной механической инфекции.
4. Метод использования сперматозоидов (самопроизвольное поглощение экзогенной ДНК, введение ДНК в сперматозоиды, введение в семенные каналцы взрослых животных).
5. Метод использования трансформированных эмбриональных стволовых клеток.

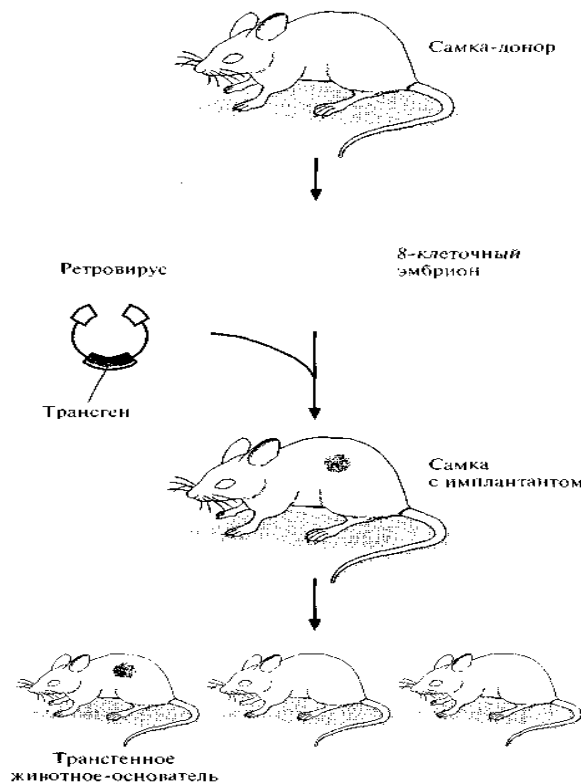
Получены мыши с генами гормона роста крысы, ген вводился в виде раствора и состоял из 353 нуклеотидов, вектором была рекомбинантная плазмида. В результате был получен 21 потомок, у 7 мышей был обнаружен чужеродный ген, живая масса их была в 1,8 раза больше, чем обычных.

Также получены трансгенные овцы, кролики, коровы и свиньи, путем введения гена гормона роста человека.

В России создано стадо трансгенных овец с генами крупного рогатого скота, которые продуцируют с молоком **химозин** крупного рогатого скота. Это фермент, который применяется при производстве твердого сыра. Обычно его получали из экстракта ткани желудка новорожденных телят.

#### **Практическая часть – 25 минут:**

**Задание 1.** Составить схемы получения трансгенных животных (рис. 1 и рис. 2):



**Рисунок 1 - Получение линии трансгенных мышей с использованием ретровирусных векторов**

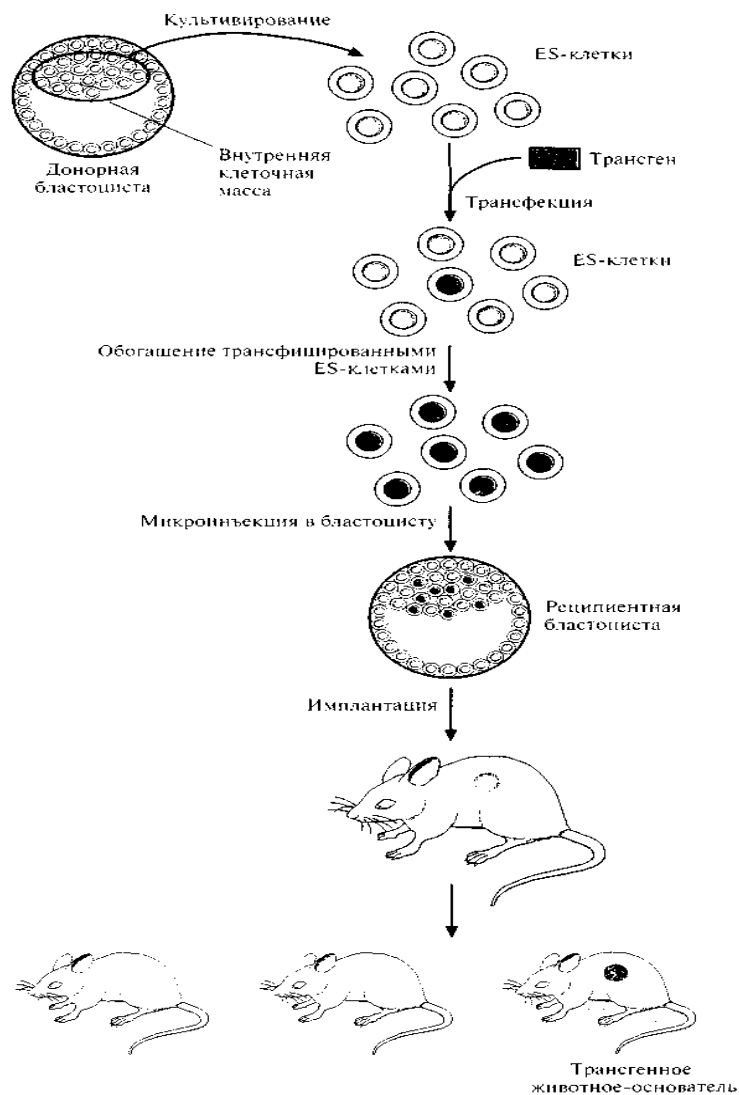


Рисунок 2 – Получение трансгенных мышей с помощью генетической модификации эмбриональных стволовых (ES) клеток

**Задание 2.** На основании рисунков 1 и 2 объяснить различные способы получения трансгенных животных.

**Задание 3.** Изучить методику получения трансгенных животных с заданными признаками:

1. Выбор и клонирование гена для пересадки.
2. Клонированный ген вводят в ядро оплодотворенной яйцеклетки.
3. Инокулированные оплодотворенные яйцеклетки имплантируют в реципиентную женскую особь.
4. Отбирают потомков, развивающихся из имплантированных яйцеклеток, которые имеют клонированный ген во всех клетках.
5. Скрещивание животных, несущих клонированный ген в клетках зародышевой линии.

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.



## Тема № 8. **БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА АНТИБИОТИКОВ И БЕЛКА**

**Вид занятия:** семинар.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** изучить основные виды биологически активных веществ и способы их получения.

**Литература:** 1, 3, 5, лекция № 6.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** – 60 минут:

1. Значение антибиотиков для животноводства и ветеринарии.
2. Биотехнологические методы производства антибиотиков.
3. Биотехнология производства белка.
4. Перспективы применения белковых продуктов в сельскохозяйственном производстве.

**Антибиотики** – это группа высокоэффективных биологически активных веществ, которые синтезируются микроорганизмами и способны убивать или подавлять рост живых клеток.

В зависимости от химической природы антибиотики делят на:

- лактамы (пенициллины, цефалоспорины);
- тетрациклины (тетрацилин, морфоцилин, метацилин);
- макролиды (эритромицин);
- аминогликозиды (гентамицин);
- гликопептиды (ванкомицин);
- амфениколы (левомицетин);
- линкосамиды (линкомицин);
- полиеновые (противогрибковые –нистатин);
- противоопухолевые (блеомицин) и др.

По типу действия антибиотики делят на бактерицидные и бактериостатические, по спектру действия – узкого и широкого.

В качестве продуцентов антибиотиков используются микроорганизмы, плесневые грибы, актиномицеты, высшие растения и ткани животных.

**Значение антибиотиков для сельского хозяйства:**

1. Антибиотики применяются для лечения животных и птиц;
2. Кормовые антибиотики используются для кормления животных и птиц.
3. Применяются антибиотики в растениеводстве для борьбы с болезнями растений, антибиотики используются в качестве гербицидов, инсектицидов и имеют

ряд преимуществ перед химическими препаратами.

4. Антибиотики применяются также в пищевой промышленности для консервирования продуктов питания, для сохранения свежего мяса, молока, рыбы и т.д.

Методы получения антибиотиков:

1. Химический синтез.
2. Биосинтез (прямая ферментация микроорганизма – продуцента).
3. Мутационный биосинтез (мутасинтез).

Производство белка

Для получения кормового белка используются дрожжи, бактерии, микроскопические грибы, одноклеточные водоросли, различные почвенные беспозвоночные – дождевые черви и др.

Основные этапы получения кормового белка:

- 1) подготовка питательной среды;
- 2) ферментация (культивирование продуцента);
- 3) сгущение биомассы;
- 4) сепарация и промывка;
- 5) сушка;
- 6) упаковка.

**Белок одноклеточных организмов (БОО)** – это белок дрожжей, водорослей.

Кормовые водоросли:

- 1) хлорелла;
- 2) сценедесмус;
- 3) спирулина.

Водоросли выращивают в открытых или закрытых культиваторах, товарный продукт приготавливают в виде порошка, суспензии или пасты.

***Использование микроорганизмов в сельском хозяйстве***

В животноводстве используются пробиотики, пребиотики, гербиотики, симбиотики и другие микробиологические препараты для получения кормовых продуктов.

Пробиотики - это живые микробные культуры или споры полезных микроорганизмов, которые заселяют желудочно-кишечный тракт и улучшают микробный баланс.

Пребиотики -это неперевариваемые кормовые ингредиенты, которые выборочно стимулируют рост и активность полезных бактерий в толстом кишечнике, что способствует улучшению состояния здоровья.

Гербиотики - это растительные экстракты, которые оказывают мембраностабилизирующее, противовоспалительное и анаболизирующее действие. Также они подавляют патогенную микрофлору и стимулируют иммунитет.

Симбиотики - это смесь пробиотиков и пребиотиков.

## **Практическая часть** – 20 минут:

**Задание 1.** Изучить этапы технологии производства неочищенных антибиотиков.

Этапы технологии производства неочищенных антибиотиков:

1. Посуду, инструменты, материалы стерилизуют, используя для этой цели автоклав. В него закладывают стеклянную посуду, затем герметически закрывают и проводят стерилизацию водяным паром в течение 30-45 минут. Наиболее эффективным способом стерилизации рабочего бокса является ультрафиолетовое облучение его бактерицидной лампой в течение 60 минут.
2. Для размножения гриба используют его исходную культуру, расфасованную в стеклянные флаконы. Для расплодки посевного материала производят посев грибка в колбу над пламенем спиртовой горелки. Колбы с посевным материалом ставят на специальную качалку для лучшей аэрации с целью более интенсивного роста грибка при температуре от 26 до 28° С на 18-24 ч.
3. Переносят посевной материал в большие бутылки и вновь помещают на качалку и подвергают встряхиванию при температуре 26-28° С в течение 18-24 ч.
4. Производят загрузку расплодки гриба и необходимых компонентов питательной среды в специальные реакторы для ферментации.

При изготовлении кормового нативного антибиотика ферментация протекает 24—36 ч. Через каждые 6-12 ч из ферментатора отбирают пробу для проверки антибиотика на активность. В процессе развития грибка в ферментаторе скапливаются газообразные продукты его жизнедеятельности, которые удаляются через шланг.

5. По окончании процесса ферментации антибиотиков культуральную жидкость проверяют на активность преимущественно следующими микробиологическими методами:

- **методом перпендикулярных штрихов на агаре.** Для этого вырезанную в питательной среде канавку заполняют средой с антибиотиком. Перпендикулярно канавке засевают различные виды микроорганизмов. Длина белых полосок указывает на неодинаковую чувствительность микробов к антибиотику.
- **методом бумажных дисков.** Для этого на питательную среду, засеянную микробами, накладывают диски из фильтровальной бумаги, пропитанные антибиотиком. В центре наложен диск без антибиотиков (контрольный). Вокруг диска с антибиотиками роста микроорганизмов не наблюдается (зона угнетения);
- **методом цилиндриков.** Для этого в питательную среду, засеянную бактериями, погружают стеклянные или металлические незапаянные цилиндрики, которые заполняют антибиотиками. Ширина зоны угнетения вокруг цилиндриков указывает на антимикробные свойства антибиотиков.

Антибиотики выпускаются в жидком и сухом виде. После проверки на активность их расфасовывают в соответствующую посуду и этикетируют. Каждая серия антибиотиков обязательно снабжается наставлением о способе их использования.

**Задание 2.** Изучить и записать нормы введения антибиотиков на 1 т корма:

Таблица 1 - Нормы введения антибиотиков (г) на 1 т корма

Вид животных	Бацитрацин	Гризин	Тетрациклин
Телята: 1-12 месяцев	40	4	40
12-18 месяцев	20	2	20
Молодняк овец	30	3	30
Свиньи на откорме	20	2,5	20
Поросята - отъемыши (1-4 мес.)	20	2,5	20
Поросята-сосуны	50	5	40

**Задание 3.** Изучить названия и механизм действия белковых препаратов, аминокислот и заменителей белка, применяемых в животноводстве.

**Глобулины неспецифические** - представляют собой водный раствор глобулиновой фракции белка сыворотки крови животных. Прозрачный раствор. Содержит  $\gamma$ - и  $\beta$ -глобулины. Белковый препарат.

*Действует* стимулирующе, ускоряет рост и развитие животных.

*Применяют* для ускорения развития молодняка животных и предупреждения желудочно-кишечных заболеваний. Препарат назначают внутримышечно с первых дней жизни.

*Дозы* для ускорения роста и развития (на 1 кг живой массы): телятам - 0,7 мл, ягнтям и поросятам - 1 мл; с профилактической целью применяют: телятам - 0,5 мл, ягнтям - 0,7, поросятам - 2 мл.

**Метионин** - белый кристаллический порошок, растворимый в воде. Получают синтетически. Метионин - незаменимая аминокислота, постоянно присутствующая в организме.

*Действие:* участвует в обмене веществ, обезвреживании в организме ядов и продуктов обмена, синтезе многих гормонов и витаминов.

*Применяют* для ускорения роста и развития свиней. Большое количество метионина содержит творог, который также используют цыплятам для ускорения их развития.

*Дозы* внутрь: поросятам - 0,15 г на 1 кг живой массы.

**Мочевина (карбамид)** - белый кристаллический порошок, хорошо растворимый в воде. Выпускают для кормовых целей в полиэтиленовых мешках, а для лечебных - во флаконах по 30 г, 60 и 90г. К каждому флакону прилагается флакон с 10-процентным раствором глюкозы для получения 30-процентного раствора мочевины.

Является заменителем кормового протеина в рационе жвачных животных. В преджелудках жвачных животных бактерии рубца превращают белковый и небелковый азот рациона, в том числе азот мочевины, в аммиак, который затем используется для синтеза белка бактериальной клетки. В кишечнике бактерии перевариваются

и белок усваивается организмом.

*Действует* мочегонно. В больших дозах мочеви́на токсична. Токсичность обуславливается образованием в рубце жвачных животных больших количеств аммиака. Избыток его не успевает утилизироваться в печени, поступает в кровяное русло и действует как сильный яд.

*Применяют* в качестве подкормки при недостатке протеина в рационе жвачных. Для лучшего прироста массы и продуктивности она должна обеспечить не более одной трети потребности животного в белке. Ежедневное применение бычкам по 60-70 г мочевины с рационом, богатым грубыми кормами, дает хорошие привесы при их выращивании. На рационе, богатом кукурузой, бычки могут усваивать до 100 г мочевины в сутки и давать хороший привес. Лактирующим коровам ее можно назначать до 1% от всего рациона или до 3% от массы концентратов.

При силосовании кукурузы в фазе молочно-восковой спелости добавляют на 1 т силоса 4-5 кг мочевины и 2 кг аммония сернокислого. В фазе восковой спелости применяют по 2 кг мочевины и аммония сернокислого на 1 т силоса. Такая добавка значительно повышает питательную ценность корма.

***Подведение итогов занятия:*** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## **Тема № 9. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА АМИНОКИСЛОТ, ГОРМОНОВ, ВИТАМИНОВ, ЛИПИДОВ, ФЕРМЕНТОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

**Вид занятия:** семинар.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** изучить способы получения аминокислот, гормонов, витаминов, липидов, ферментов.

**Литература:** 1, 2, 3, лекция № 6.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) - 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** – 60 минут:

1. Аминокислоты, принципы получения.
2. Использование аминокислот в пищевой промышленности и животноводстве.
3. Применение витаминов и гормонов в животноводстве. Способы получения.
4. Перспективы применения липидов и ферментов в сельскохозяйственном производстве.

### **Производство аминокислот**

Составные части белка – аминокислоты – человек и высшие животные могут синтезировать лишь ограниченно, некоторые из них являются незаменимыми, т.е. они или не синтезируются в организме или синтезируются с недостаточной скоростью.

К незаменимым аминокислотам относятся - *валин, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин.*

Аминокислоты можно получать следующими способами:

- 1) гидролизом природного белоксодержащего сырья;
- 2) химическим синтезом;
- 3) микробиологическим синтезом;
- 4) химико-микробиологическим методом.

Аминокислоты в большом количестве используются в пищевой промышленности, являются вкусовыми добавками, дезодорантами пищевых продуктов, пищевыми красителями, консервирующими агентами и т.д.

Аминокислоты применяются в животноводстве для сбалансирования кормов. При добавлении 2-4 дефицитных аминокислот к 1т комбикорма общий расход кормов уменьшается на 10-20%, а выход продукции увеличивается на 20%. Аминокислоты используются в растениеводстве (могут ускорять или замедлять рост растений, используются в качестве средств защиты).

**Практическая часть** – 20 минут:

**Задание 1.** Изучить и записать содержание незаменимых аминокислот в различных белках:

Таблица 1- Содержание незаменимых аминокислот в различных белках (в г на 100г белка)

Аминокислоты	Молоко от коровы	Эталон ФАО	Соя	Горох	Рис	Пшеница	Кукуруза	Ячмень
Лизин	6,6	4,2	6,6	6,5	3,5	2,6	2,5	3,2
Триптофан	1,4	1,4	1,3	0,8	1,3	1,3	0,6	1,2
Метионин	2,4	2,2	1,4	1,4	2,9	1,7	2,1	1,7
Треонин	4,6	2,8	3,8	3,8	3,5	2,6	3,2	2,9
Валин	6,9	4,2	5,4	4,5	6,5	4,6	4,4	5,4
Лейцин	9,9	4,8	7,9	6,5	8,0	6,9	11,2	7,2
Изолейцин	6,6	4,2	5,3	5,0	4,6	3,4	2,7	3,5
Фенилаланин	4,9	2,8	5,1	4,8	5,2	4,3	4,1	5,1

**Задание 2.** Изучить и записать содержание незаменимых аминокислот в белках некоторых микроорганизмов:

Таблица 2 - Содержание незаменимых аминокислот в белках некоторых микроорганизмов (на 100 г белка)

Аминокислота	Микроорганизмы				
	дрожжи	водоросли	бактерии	грибы	актиномицеты
Валин	5-7	5-7	4-6	5-7	5,5
Лейцин	6-9	6-10	5-11	6-9	7,7
Изолейцин	4-6	4-7	5-7	3-6	5,3
Треонин	4-6	3-6	4-5	3-6	4
Метионин	1-3	1,5-2,5	2-3	2,5	1,3
Лизин	6-8	5-10	6-7	3-7	6,4
Фенилаланин	3-5	3-5	3-4	3-6	5
Триптофан	1-1,5	до 2	1,5	1,5-2	1,4

**Задание 3.** Зарисовать схему используемых в животноводстве средств:



Рисунок 1 – Средства, используемые в животноводстве



**Задание 4.** Изучить важнейшие ферментные препараты, применяемые в животноводстве:

Таблица 3 - Важнейшие ферментные препараты, применяемые в животноводстве

Препарат	Область применения
Амилосубтилин Г3х	Добавление в кормовые рационы сельскохозяйственных животных и птиц; получение ферментативных гидролизатов; лечение и профилактика желудочных, паразитарных заболеваний
Протосубтилин Г3х	Добавление в кормовые рационы сельскохозяйственных животных, птиц и рыбы; получение ферментативных гидролизатов; лечение и профилактика желудочных и паразитарных заболеваний
Глюкаваморин Пх	Добавление в кормовые рационы телят и ягнят, свиней, крупного рогатого скота; при силосовании картофеля, бобовых трав
Пектаваморин Пх	Добавление в кормовые рационы сельскохозяйственных животных и птиц; при силосовании картофеля, бобовых трав
Пектофоедин Г3х	Добавление в кормовые рационы сельскохозяйственных животных и птиц; гидролиз БВК, дрожжей и растительных отходов; силосование бобовых трав;
Амилоризин Пх	Добавление в кормовые рационы ягнят и при откорме свиней
Дрожжелитин Г3х	Получение ферментативных гидролизатов
Целловиридин Г3х	Добавление в кормовые рационы крупного рогатого скота и птиц; гидролиз растительных отходов; силосование бобовых трав
Гликозидаза Г3х	Добавление в кормовые рационы сельскохозяйственных животных и птиц; получение ферментативных гидролизатов
Лизосубтилин Г10х	Получение ферментативных гидролизатов; лечение и профилактика паразитарных заболеваний крупного рогатого скота
Протезим Г3х	Добавление в кормовые рационы свиней и птиц
Лизоцеллюлозин Г10х	Гидролиз дрожжей и растительных отходов; добавление в кормовые рационы птиц
Лизогризеин Г10х	Гидролиз дрожжей и растительных отходов
Мальтаваморин Г10х	Гидролиз растительных отходов
Целлолигнорин Пх	Гидролиз растительных отходов, силосование бобовых трав
Целлокандин Г3х	Гидролиз растительных отходов, силосование бобовых трав
Лизоцим Г3х	Добавление в кормовые рационы сельскохозяйственных животных и птиц; лечение и профилактика паразитарных заболеваний

**Примечание.** Буква Г означает, что препарат получен при глубинном выращивании микроорганизмов, П - получен из поверхностной культуры микроскопических грибов, 2- показывает, что это конц. сироп, 3 — сухой ферментный препарат, 10- очищенный фермент. препарат, Пх — высушенная поверхностная культура грибов.

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## Тема № 10. БИОТЕХНОЛОГИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

**Вид занятия:** семинар.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** изучить основные аспекты проблемы защиты окружающей среды.

**Литература:** 1,2,3, лекция № 7.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) – 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** – 65 минут:

1. Проблема утилизации навоза и отходов растениеводства.
2. Биотехнологическая переработка навоза.
3. Типы загрязнений поверхностных и подземных вод. Основные источники загрязнения водоёмов.
4. Методы очистки сточных вод.
5. Переработка твердых отходов. Биодegradация ксенобиотиков.
6. Биотехнологические методы утилизации целлюлозы, крахмала и жировых отходов.
7. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

Биотехнология переработки органических отходов направлена на решение таких важных задач, как:

- защита окружающей среды от токсических отходов животноводства,
- получение экологически чистого удобрения – зоогумуса,
- получение белково-липидного концентрата, который используется при разведении птицы, рыб, тутового шелкопряда, свиней, а также микроорганизмов.

### **Основные методы биотехнологической переработки навоза:**

1. Компостирование.
2. Получение биогаза из навоза.
3. Использование птичьего помета.
4. Извлечение полезных веществ (воды, кормов для животных, удобрений, витаминов и др.) в процессе биотехнологической переработки навоза.
5. Получение органического удобрения – метанизированного навоза крупного рогатого скота в виде гранул.
6. Метод биологической переработки навоза с помощью личинок комнатной мухи – получение зоогумуса.

### ***Типы загрязнения поверхностных и подземных вод:***

- 1) механическое, сопровождающееся повышением содержания механических примесей и относящееся в основном к поверхностным видам загрязнений;
- 2) химическое, обусловленное присутствием в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия;
- 3) биологическое, связанное с наличием в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей;
- 4) радиоактивное;
- 5) тепловое.

### ***Основные источники загрязнения и засорения водоёмов:***

- недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке рудных ископаемых (воды шахт, рудников);
- сбросы водного и железнодорожного транспорта;
- пестициды и загрязняющие вещества, попадая в природные водоёмы, качественно изменяют их состав.

### ***Методы очистки сточных вод:***

1. *Механические методы.* Путём отстаивания и фильтрации удаляют механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решётками, ситами, песколовками, навозоуловителями, нефтеловушками. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных – до 95%, многие из которых как ценные примеси используются в производстве.

2. *Химические методы.* Добавление в сточные воды различных химических реагентов, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химическая очистка уменьшает количество нерастворимых примесей до 95%, а растворимых – до 25%.

3. *Физико-химические методы* (электролиз, окисление, адсорбция, экстракция, ионообменная хроматография, ультразвук, высокое давление) используют для удаления тонкодисперсных и растворённых неорганических примесей, а также для разрушения органических и плохо окисляемых веществ.

4. *Биологические методы* основаны на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоёмов. Для очистки сточных вод используют биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

### ***Отстой сточных вод***

В зависимости от степени обработки отстой городских сточных вод обычно делят на:

- первичный (необработанный), состоящий из твёрдых веществ;
- вторичный – твёрдые вещества, выделяющиеся после вторичного отстоя, или отстой с биофильтров очистных сооружений;
- третичный – результат третичного отстоя сточных вод (известь и глина);
- отстой, перегнивший в анаэробных условиях.

### ***Переработка твердых отходов***

Наиболее простым техническим решением проблемы твердых отходов при весьма низких финансовых затратах является их захоронение. Но этот способ экологически бесперспективен: на десятки лет занимаются огромные площади, идет загрязнение окружающей среды. Органическое вещество в таких захоронениях разлагается достаточно медленно до 30-50 лет.

В начальной стадии переработки твердых отходов преобладают аэробные процессы, в ходе которых наиболее легко разрушаемые молекулы используются беспозвоночными (клещами, червями, нематодами), низшими грибами и микроорганизмами.

На следующей стадии происходит разложение таких макромолекул, как лигноцеллюлозы, лигнина, танина и меланина, которые способны только к медленной деградации. Продолжительность этого периода сильно варьируется и частично зависит от предобработки. Высокая температура (до 80°C) и присутствие антибиотиков микробного происхождения приводят к гибели или инаktivации патогенных микроорганизмов и вирусов, личинок насекомых и семян растений. Через некоторое время кислород поглощается аэробной микрофлорой, накапливается CO<sub>2</sub> и начинается деятельность анаэробной микрофлоры, образующей метан, а затем метаногены. В зависимости от местных условий через несколько месяцев или через год наступает стабильное метановое брожение, в выделяющемся газе содержится 50 – 55% CH<sub>4</sub>, около 40% CO<sub>2</sub> и 5% N<sub>2</sub>.

Использование газа, образующегося на свалках, имеет огромные перспективы, так как его можно получать в больших количествах. Однако в настоящее время он не находит сбыта, представляет собой только отходы и создает неудобства в эксплуатации свалок. Газ, образующийся на свалках, научились извлекать с помощью труб из полиэтилена. После удаления конденсата и пыли этот биогаз можно использовать как топливо.

### ***Биодеградация ксенобиотиков***

***Ксенобиотики*** - это чужеродные вещества, непригодные, химические, синтетические, попавшие в окружающую среду.

Биодеградация органических соединений (ксенобиотиков) в среде – полная минерализация, частичное разрушение и детоксикация, которая может быть достигнута путем всего лишь одной модификации структуры молекулы.

К трудноразлагаемым веществам относят: хлорпроизводные углеводородов, нафталины, эмульгаторы, азокрасители, полиароматические углеводороды, полистирол. Судьба ксенобиотика зависит как от его внутренних особенностей (устойчивости к различным воздействиям, растворению в воде, размера и заряда молекулы, летучести), так и от внешних факторов (рН, фотоокисления, выветривания).

Шины, изготовленные из стирол-бутадиеновой резины, частично разлагаются микроорганизмами при тонком предварительном измельчении. Но антиозонаты, антиоксиданты и ускорители существенно замедляют биодеградацию. При удалении ингибитора полимеризации из технологии изготовления шин полистирол разрушается соответствующим сообществом микроорганизмов. Для успешного разложения ксенобиотиков их структура должна быть близкой к природным веществам.

В сообществе микроорганизмов создаются идеальные условия для обмена генетической информацией за счет переноса плазмид между организмами, так как в плаз-

мидах кодируется информация о синтезе ферментов, разрушающих ксенобиотики.

Микроорганизмы, растущие на одном субстрате (ксенобиотике), превращают его в источник питания для других членов сообщества. Таким образом, микробное сообщество осуществляет совместную «метаболическую атаку» на субстрат-ксенобиотик.

Образцы из нескольких мест на свалках культивируют в течение нескольких месяцев, постепенно увеличивая концентрацию ксенобиотика. Если в сообществах микроорганизмов со свалок имеются организмы, способные к деградации ксенобиотика, они начинают активно развиваться. В дальнейшем из наиболее активных вариантов удается выделить активные штаммы с плазмидами инактивации данного ксенобиотика.

Токсичность пестицидов утрачивается уже на первой стадии их преобразования. Для этого успешно можно использовать такие внеклеточные ферменты, как гидролазы, эстеразы, ациламидазы, фосфоэстеразы. Описаны гидролазы для деградации некоторых пестицидов. Ферменты в виде аэрозолей можно использовать для удаления пестицидов с поверхностей установок, реакторов и тары.

Чтобы осуществить биodeградацию ядохимикатов, в них рекомендуется вносить микродобавки (специально подобранные микробные сообщества) для быстрой ликвидации самого вредного агента и, таким образом, его позитивного воздействия на вредителя.

Моющие средства подразделяются на «жесткие» и «мягкие». Созданные в 80-е годы анионные «жесткие» моющие вещества (алкилбензол сульфонаты) с разветвленными алкильными цепями накапливались в окружающей среде в значительных количествах.

Сейчас в быту применяют неионные моющие вещества, содержащие 30 % поверхностно-активных веществ, а также отбеливатели, ферменты и антикоррозийные добавки. Такие составы быстрее и полностью разлагаются.

***Практическая часть*** – 15 минут:

***Задание 1.*** Изучить этапы биотехнологической переработки навоза.

***Задание 2.*** Изучить основные методы очистки сточных вод.

***Подведение итогов занятия:*** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## Тема № 11. БИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГАЗА

**Вид занятия:** практическое.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** изучить основные этапы метаногенеза.

**Литература:** 1, 2, 3, лекция № 7.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

### **Содержание и методика проведения занятия**

*Организационные вопросы* (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) – 5 минут.

*Контрольные вопросы и сообщения* – 40 минут:

1. Биотехнология получения биогаза из биомассы (навоза).
2. Практическая реализация полученного биогаза.
3. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

### **Биотехнология получения биогаза из биомассы (навоза).**

**Биогаз** – это смесь, содержащая 50-80% метана и 20-50% углекислого газа, также содержащая 1% сероводорода и примеси азота, кислорода, водорода и угарного газа.

Производство биогаза осуществляется периодическим или непрерывным способом в железобетонных или металлических аппаратах для анаэробного культивирования, которые называются *биореакторы* или *метантенк*.

**Биометаногенез** – это процесс превращения биомассы в энергию. Это сложный микробиологический процесс, при котором органическое вещество разлагается до диоксида углерода и метана в анаэробных условиях. В анаэробном процессе биометаногенеза участвуют свыше 190 различных микроорганизмов.

### **Стадии биометаногенеза:**

- 1) Ферментативный гидролиз. Под действием экстрацеллюлярных ферментов гидролизу подвергаются сложные многоуглеродные соединения – белки, липиды, полисахариды. Около 76% органических веществ переходит в высшие жирные кислоты, до 20% - в ацетат и 4% в водород.
- 2) Ацидогенез (кислотообразование). На этой стадии участвуют две группы микроорганизмов: 1-ацетогенные (ферментируют моносахариды, спирты и органические кислоты с образованием  $H_2$  и  $CO_2$ , низших жирных кислот, в основном ацетата, спиртов и некоторых других низкомолекулярных соединений) и 2-гомоацетатные (усваивают  $H_2$  и  $CO_2$ , образуют водород). Образуется 52% ацетата и 24% водорода.
- 3) Метаногенез. Метаногенные бактерии образуют из ацетата 72% метана, из  $H_2$  и  $CO_2$  - 28% метана.

Для получения биогаза используются отходы сельскохозяйственного производства, испорченные продукты, стоки крахмалоперерабатывающих предприятий, отходы сахарных и спиртовых заводов, бытовые отходы, сточные воды городов.

**Практическая часть** – 40 минут:

**Задание 1.** Зарисовать схему биогазовой установки:

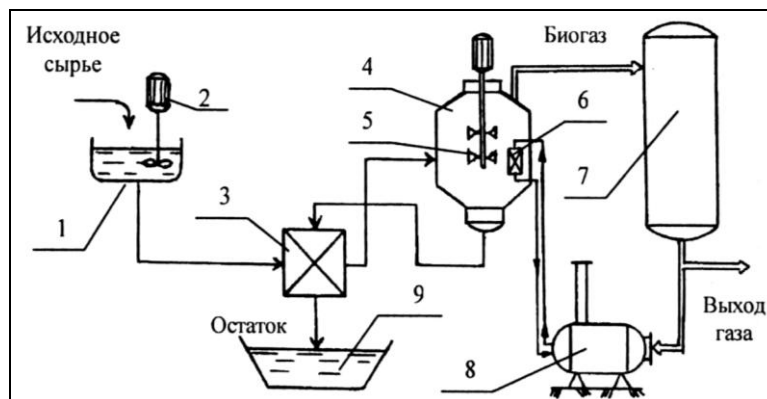


Рисунок 1 - Схема биогазовой установки

**Задание 2.** Изучить схему действия микробного сообщества при получении биогаза:

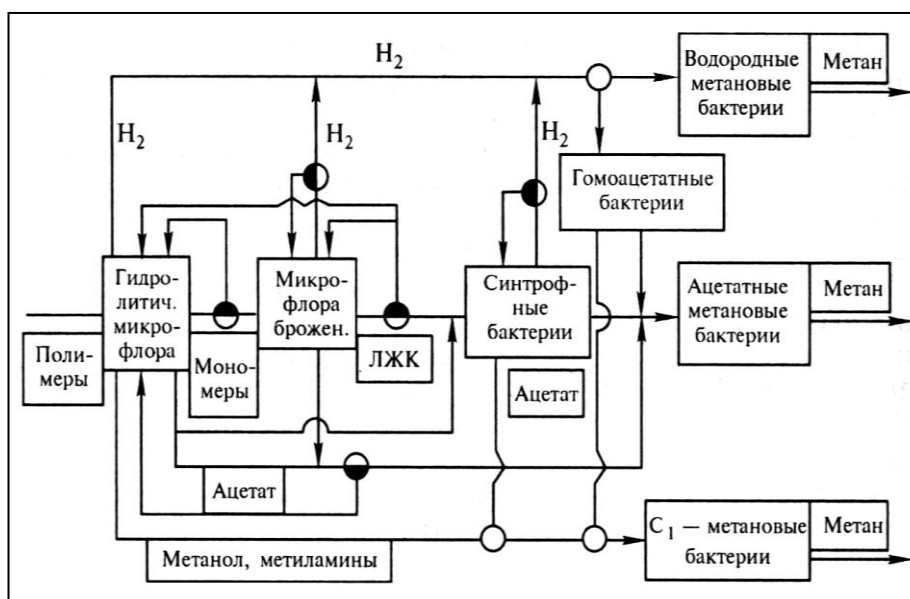


Рисунок 2 - Схема действия микробного сообщества при получении биогаза

**Задание 3.** Изучить классификацию биогазовых установок:

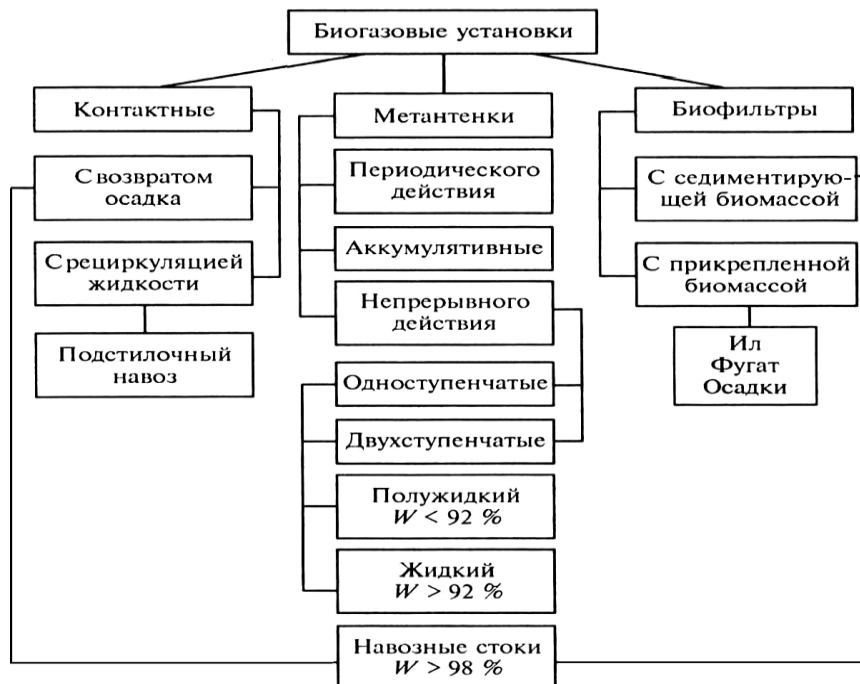


Рисунок 3 – Классификация биогазовых установок

**Задание 4.** Изучить соотношение теплоты сгорания топлива различных видов:

Таблица 1– Соотношение теплоты сгорания топлива различных видов

Вид топлива (теплота сгорания)	Биогаз (на 1 м <sup>3</sup> ) с содержанием СН <sub>4</sub> , %			Природный газ (на 1 м <sup>3</sup> )	Пропан (на 1 кг)	Котельное топливо (на 1 кг)	Дизельное топливо (на 1 л)	Электрический ток (на кВт·ч)
	56	62	70					
Биогаз с 56% СН <sub>4</sub> (20,0 МДж / м <sup>3</sup> )	1,00	0,91	0,80	0,60	0,44	0,47	0,56	5,6
Природный газ (33,5 МДж / м <sup>3</sup> )	1,68	1,52	1,34	1,00	0,73	0,79	0,93	9,3
Котельное топливо (42,3 МДж / м <sup>3</sup> )	2,12	1,91	1,69	1,26	0,78	1,00	1,17	11,7

**Задание 5.** Изучить показатели выхода биогаза из навоза животных и птицы:

Таблица 2 – Показатели выхода биогаза из навоза животных и птицы

Показатель	Молочные коровы	Птица	Свиньи
Выход навоза, кг/гол/сут	55,0	0,2	3,5
Выход биогаза, м <sup>3</sup> /гол/сут	1,62	0,02	0,32
Объём биогаза, м <sup>3</sup> на 1 т сухого вещества навоза	300	600	500

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, прием выполнения практической части, замечания, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.



**Тема № 12. БИОТЕХНОЛОГИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ.  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ  
ГЕННО-ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Вид занятия:** семинар.

**Время:** 90 минут.

**Место проведения:** учебный класс.

**Цель занятия:** изучить основные аспекты проблемы защиты окружающей среды.

**Литература:** 1, 2, 3, лекция № 8.

**Материальное обеспечение:** таблицы, учебно-методическое пособие.

**Формы и методы контроля:** устный опрос и проверка выполненных заданий.

**Содержание и методика проведения занятия**

**Организационные вопросы** (учет наличия студентов, формулирование темы и цели занятия) – 5 минут.

**Контрольные вопросы и сообщения** – 70 минут:

1. Неблагоприятные последствия генно-инженерной деятельности.
2. Государственное регулирование и биобезопасность в системе международных отношений. Картахенский протокол.
3. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности в Республике Беларусь.
4. Особенности оценки безопасности генетически модифицированных продуктов для здоровья человека.
5. Самостоятельная подготовка студентов (сообщения по теме).

**Потенциальные неблагоприятные последствия генно-инженерной деятельности:**

**1. Неблагоприятные эффекты генно-инженерных организмов (ГИО) для здоровья человека:**

- изменение активности отдельных генов живых организмов под влиянием вставки чужеродной ДНК, в результате которого может произойти ухудшение потребительских свойств продуктов питания, получаемых из этих организмов;
- горизонтальная передача трансгенов другим организмам;
- синтез новых белков-продуктов трансгенов, которые могут быть токсичными и/или аллергенными.

**2. Неблагоприятные последствия высвобождения ГИО в окружающую среду:**

- разрушительное воздействие на биологические сообщества и утрата ценных биологических ресурсов в результате засорения местных видов генами, перенесенными от ГИО;
- создание новых паразитов и усиление вредоносности уже существующих;
- выработка веществ-продуктов трансгенов, которые могут быть токсичными для организмов, живущих или питающихся не ГИО (например, пчел, других полезных или охраняемых видов);
- неблагоприятное воздействие на экосистемы токсичных веществ, производных неполного разрушения опасных химикатов.

### ***Основные направления государственного регулирования биобезопасности в системе международных отношений:***

- работы по созданию, испытанию и использованию генно-инженерных организмов в закрытых (изолированных) системах;
- высвобождение ГИО в окружающую среду с целью испытания;
- экспорт и импорт ГИО;
- использование ГИО в хозяйственной деятельности.

#### ***Биобезопасность в системе международных отношений***

В 2000 г. странами - Сторонами Конвенции о биологическом разнообразии (в т.ч. и Беларусь) принят ***Картахенский протокол по биобезопасности***.

Основная цель Картахенского протокола - содействие обеспечению надлежащего уровня защиты в области безопасной передачи, обращения и использования живых измененных организмов, являющихся результатом современной биотехнологии, способных оказывать неблагоприятное воздействие на сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия, с учетом также рисков для здоровья человека и с уделением особого внимания трансграничному перемещению» (Картахенский протокол, Статья 1).

Основное положение Протокола состоит в требовании использовать процедуру заблаговременного обоснованного согласия до первого преднамеренного трансграничного перемещения ГИО, предназначенных для преднамеренного высвобождения в окружающую среду Стороны импорта.

Присоединение к Картахенскому протоколу какой-либо страны не только обеспечивает возможность урегулирования вопросов, связанных с экспортом и импортом ГИО, но и создает предпосылки для создания национальной системы биобезопасности, которая является важнейшим атрибутом эффективного и безопасного использования достижений современных биотехнологий, развития генетической инженерии как одного из наиболее перспективных научных направлений.

#### ***Государственное регулирование генно-инженерной деятельности в Республике Беларусь***

В Беларуси создан Национальный координационный центр биобезопасности (***Постановление Совета Министров Республики Беларусь № 963 от 19 июня 1998 г.***)

Центр успешно функционирует в качестве структурного подразделения Института генетики и цитологии НАН Беларуси с 1 января 1999 г.

#### ***Обязанности Национального координационного центра биобезопасности:***

- осуществление сбора, анализа и систематизации информации о законодательстве, научных исследованиях, полевых испытаниях, ввозе/вывозе, коммерческом использовании генно-инженерных организмов и продуктов на их основе (далее ГИО) в Беларуси;
- создание, поддержание и пополнение национальной Базы данных по биобезопасности;
- предоставление информации по биобезопасности заинтересованным министерствам и другим органам государственного управления, средствам массовой информации,
- обмен информацией по биобезопасности с координационными центрами других стран, международными организациями;
- обеспечение проведения научной экспертизы безопасности ГИО использование которых предполагается на территории Республики Беларусь;
- оказание консультативных услуг министерствам и другим республиканским органам

государственного управления в разработке законодательных актов и руководств по био-безопасности;

-оказание консультативных услуг министерствам и другим республиканским органам государственного управления в подготовке предложений по заключению двусторонних и региональных соглашений, в разработке международных соглашений по био-безопасности;

-учет лабораторий генетической инженерии.

**Этапы оценки риска возможных неблагоприятных последствий использования ГИО:**

- 1) выявление любых новых генотипических и фенотипических практик, связанных с присутствием трансгенов, которые могут оказать неблагоприятное воздействие ГИО на здоровье человека и окружающую среду;
- 2) оценка вероятности возникновения неблагоприятных последствий, исходя из интенсивности и характера воздействия ГИО на потенциальную принимающую среду;
- 3) оценка последствий в том случае, если такое неблагоприятное воздействие действительно будет иметь место;
- 4) оценка совокупного риска, вызываемого ГИО, на основе оценки вероятности возникновения и последствий выявленных неблагоприятных последствий;
- 5) вынесение рекомендации относительно того, являются ли риски приемлемыми или регулируемыми, включая, если это необходимо, определение стратегий для регулирования таких рисков.

Для оценки потенциальной токсичности/аллергенности продуктов трансгенов используют:

- изучение происхождения трансгена (что известно о безопасности организма-донора ДНК);
- анализ структуры трансгенов и их продуктов, оценка гомологии с известными токсинами, аллергенами (по базам данных);
- анализ регуляторных элементов и характера экспрессии трансгенов (время и тканеспецифичность, концентрация продуктов трансгенов);
- анализ физико-химических и каталитических особенностей продуктов трансгенов (молекулярная масса, термостабильность, оптимум pH и т.п.);
- определение времени переваривания продуктов трансгенов в пищеварительном соке желудка и тонкого кишечника;
- острый (до 15 дней, ежедневная доза до 5000 мг/кг веса) и хронический (до одного года) эксперименты на лабораторных и/или сельскохозяйственных животных для оценки неблагоприятных эффектов продуктов трансгенов;
- иммунологические тесты для оценки аллергенности продуктов трансгенов.

**Практическая часть – 10 минут:**

**Задание 1.** Изучить этапы оценки риска возможных неблагоприятных последствий использования ГИО;

**Задание 2.** Изучить основные аспекты государственного регулирования генно-инженерной деятельности в Республике Беларусь.

**Подведение итогов занятия:** выставление оценок по теоретической части, проверка выполнения практической части, задание для подготовки к следующему занятию – 5 минут.

## **СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### ***Основная литература:***

1. Биотехнология: в 8 т. / под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – Москва: Высшая школа, 1987. – 1988. – 8 т.
2. Биотехнология. Принципы и применение / под ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса. – Москва: Мир, 1988. – 473 с.
3. Герасименко, В.Г. Биотехнология / В.Г. Герасименко. – Киев: Выща школа, 1989. – 324 с.
4. Завертяев, Б.П. Биотехнология в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота / Б.П. Завертяев. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 255 с.
5. Основы генетической инженерии и биотехнологии / Ю. А. Горбунов [и др.] – Гродно, 2009. – 646 с.
6. Сельскохозяйственная биотехнология / В.С. Шевелуха [и др.] – Москва: Высшая школа, 2003. – 709 с.

### ***Дополнительная литература:***

1. Валюшкин, К.Д. Акушерство, гинекология и биотехника размножения животных / К.Д. Валюшкин, Г.Ф. Медведев. – Минск: Ураджай, 2001. – 869 с.
2. Государственная Программа возрождения и развития села на 2005-2010 годы. – Минск, 2005. – 96 с.
3. Гудилин, И.И. Биотехнология переработки органических отходов и экология / И.И. Гудилин, А.Ф. Кондратов. – Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1999. – 392 с.
4. Эрнст, Л.К. Трансплантация эмбрионов сельскохозяйственных животных / Л.К. Эрнст, Н.И. Сергеев. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 302 с.

## СЛОВАРЬ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ

**АДВЕНТИВНЫЕ ПОЧКИ** (Adventives bud) – почки, возникшие из клеток и тканей в растениях, обычно их не образующие.

**АЛЛЕЛИ** (Alleles) – гены, занимающие одинаковые места в гомологичных молекулах ДНК и выполняющие сходные функции.

**АМПЛИФИКАЦИЯ** (Amplification) – образование дополнительных копий хромосомных последовательностей ДНК.

**АНАЭРОБНОЕ БРОЖЕНИЕ** (Anaerobic fermentation) – процесс разложения субстрата анаэробными микроорганизмами (не нуждающимися для нормальной жизнедеятельности в наличии кислорода).

**АНДРОГЕНЕЗ** (Androgenesis) – процесс возникновения растения из микроспоры или пыльцевого зерна через соматический эмбриогенез, либо через образование каллуса.

**АНТИГЕНЫ** (Antigens) – белки, индуцирующие образование в иммунной системе антитела, способного к специфическому взаимодействию с веществом, вызывающим образование антитела.

**АПИКАЛЬНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ** (Apical domination) – явление подавления роста боковых почек побега в присутствии терминальной почки.

**АНТИСТРЕССОВЫЕ ПРЕПАРАТЫ** (Antistress preparation) – препараты, повышающие устойчивость растения в стрессовых условиях. Как правило, их действие связано с активацией синтеза организмом стрессовых белков.

**АНТИСЫВОРОТКА** (Antiserum) – сыворотка иммунизированного животного (человека), содержащая антитела против чужеродных агентов.

**АНТИТЕЛА** (Antibodies) – белки, вырабатываемые иммунной системой, блокирующие действие чужеродных патогенных агентов.

**АУКСОТРОФНЫЕ МУТАНТЫ** (Auxotrophic mutans) – мутантные штаммы микроорганизмов, не способные к синтезу определенных ферментов.

**АУТОСОМЫ** (Autosomes) – набор хромосом, не включающий половые хромосомы (обозначаются цифрами: 1, 2, 3 и т. д.).

**БЕЛКОВО-ВИТАМИННАЯ ПАСТА** (Protein-vitamin paste) – белковый коагулят, образующийся в процессе ферментации растительного сока.

**БЕЛКОВО-ВИТАМИННЫЙ КОНЦЕНТРАТ** (БВК) – белковый концентрат из кормовых дрожжей.

**БЕССМЫСЛЕННЫЙ КОДОН** – один из трех триплетов, UAG, UAA, UGA, вызывающих терминацию синтеза белка (UAG известен как amber-кодон, UAA – как ochre-кодон, UGA – как opal-кодон).

**БИБЛИОТЕКА ГЕНОМА** (Genome library) – набор клонированных фрагментов ДНК, содержащий весь геном.

**БИОБЕЗОПАСНОСТЬ** – (Biosafety) – защищенность человека, общества, цивилизации и окружающей среды от вредного воздействия токсических и аллергенных биологических веществ и соединений, содержащихся в природных или генно-инженерно-модифицированных биологических объектах и полученных из них продуктах

**БИОГАЗ** (Biogas, biofuel) – биологический газ, образующийся в результате анаэробного брожения органического субстрата, состоит в основном из метана (до 60%), углекислого газа (35-40%) и незначительного количества других газов: сероводород, водород (до 2%).

**БИОГЕНЕЗ** (Biogenesis) – образование органических соединений живыми организмами.

**БИОКОНВЕРСИЯ** (Bioconversion) – получение биогаза (метана) из органических отходов – навоза и других методом их сбраживания.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКОВ** (Biological nutrition value of proteins) – показатель, выражающий сбалансированность по содержанию незаменимых аминокислот.

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПОСЕВАМИ** (Crop biological monitoring) – система мониторинга показателей биологических процессов у растений в онтогенезе, коррелирующих

с ходом формирования урожая посевами в конкретных условиях выращивания.

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ БЕЛКОВ** – показатель, выражающий сбалансированность белков по содержанию незаменимых аминокислот.

**БИОМАССА (Biomass)** – общая масса особей одного вида, группы видов или сообщества в целом на единицу поверхности или объема местообитания.

**БИОТЕХНОЛОГИЯ КЛАССИЧЕСКАЯ (Classic or traditional biotechnology)** – наука о методах и технологиях производства, хранения и переработки сельскохозяйственной и другой продукции с использованием обычных, нетрансгенных растений, животных, микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в природных (естественных) и искусственных условиях.

**БИОТЕХНОЛОГИЯ НОВЕЙШАЯ (Modern biotechnology)** – наука о генно-инженерных и клеточных методах и технологиях создания и использования генетически трансформированных (модифицированных) растений, животных, микроорганизмов и вирусов в целях интенсификации производства и получения новых видов продуктов различного назначения.

**БИОФИЛЬТР (Biofilter)** – сооружение для биологической очистки сточных вод. Представляет собой круглый или прямоугольный резервуар с двойным дном, наполненный фильтрующими материалами.

**БИОЦЕНОЗ** – совокупность растений, животных и микроорганизмов, входящих в состав организмов, их структуре, взаимодействии, распределении, превращениях и функциях, а также о химических процессах, лежащих в основе жизнедеятельности организмов.

**БИОЭНЕРГЕТИКА (Bioenergy)** – раздел науки о закономерностях накопления и преобразования энергии в процессах жизнедеятельности организмов.

**БЛАСТУЛА (Blastula)** – вторая, после морулы, стадия развития эмбриона, содержащая полость (бластоцель).

**БЛОТТИНГ ДНК ПО САУЗЕРНУ (Southern blotting)** – процедура переноса денатурированной ДНК из агарозного геля на нитроцеллюлозный фильтр для гибридизации с комплементарными нуклеотидными последовательностями.

**БЛОТТИНГ РНК (Blotting RNA, northern blotting)** – перенос РНК из агарозного геля на нитроцеллюлозный фильтр для последующей гибридизации с комплементарной ДНК.

**ВЕДУЩАЯ ЦЕПЬ (Leading chain)** – цепь ДНК, синтезирующаяся в 5'-3'-направлении.

**ВЕКТОР (Vector)** – саморегулирующаяся (автономная) молекула ДНК, используемая в генной инженерии для переноса генов от организма-донора в организм-реципиент, а также для клонирования нуклеотидных последовательностей.

**ВЕРТИКАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС ГЕНОВ (Vertical genes transfer)** – перенос генетической информации от клетки или организма к потомству при помощи обычных генетических механизмов.

**ВРЕМЯ ГЕНЕРАЦИИ КЛЕТКИ** – интервал между последовательными клеточными делениями.

**ВРЕМЯ УДВОЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ** – интервал времени, за который число клеток в популяциях увеличивается вдвое.

**ВТОРИЧНЫЙ ПОСРЕДНИК (Secondary mediator)** – физиологически активное регуляторное вещество, специфически стимулирующее активность протеинкиназ – ферментов, переносящих остаток фосфорной кислоты на другие белки, что приводит к изменению их конформации и биологической активности.

**ВЫСОКОЛИЗИНОВЫЕ ГЕНОТИПЫ РАСТЕНИЙ (High lysine genotypes of plants)** – генотипы растений с повышенным содержанием в белках лизина.

**ГАПЛОИД (Haploid)** – ядро, клетка, организм, характеризующиеся набором хромосом, представляющим половину полного набора, свойственного виду (символ  $n$ ).

**ГЕН (Gene)** – элементарная единица наследственного вещества и информации; локализованный участок хромосомы (локус), содержащий ДНК и обуславливающий передачу наследственной информации от клетки к клетке и ее реализацию путем синтеза информационной, матричной и рибосомальной РНК; участок хромосомы (молекулы ДНК), кодирующей струк-

туру одной или нескольких полипептидных цепей, или молекулу РНК, или определенную регуляторную функцию (см. АЛЛЕЛИ).

**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД (ГК) (Genetic code, GC)** – система записи наследственной информации в виде последовательности нуклеотидов в молекулах нуклеиновых кислот. Единицей ГК служит кодон, или триплет (тринуклеотид). ГК определяет порядок включения аминокислот в синтезирующуюся полипептидную цепь.

**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ РИСК (Genetic risk)** – возможность проявления непредсказуемых, опасных для здоровья и жизни человека и для окружающей среды наследственных изменений генома и качества организмов.

**ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ – (Gene engineering)** – совокупность приемов, методов и технологий, в том числе технологий получения рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот, по выделению единичных или нескольких генов из организма, осуществлению манипуляций с генами и введению их в другие организмы.

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ (Gene engineering)** – совокупность приемов, методов и технологий, используемых для перенесения в реципиентную клетку и организм генетических структур от единичного гена до локусов ДНК, хромосом, ядер клеток и всего генома.

**ГЕННО-ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ (Gene-engineering activity)** – деятельность ученых, специалистов, научных организаций и государственных органов, направленная на получение, испытание, транспортировку и использование генетически модифицированных организмов (ГМО) и полученных из них продуктов.

**ГЕНОМ (Genome)** – совокупность генов, содержащихся в гаплоидном (одинарном) наборе хромосом данного организма; гаплоидный набор хромосом с локализованными в нем генами. В более широком понимании это совокупность ядерных элементов генетической конституции организма.

**ГЕНОТЕРАПИЯ (Gene therapy)** – лечение наследственной болезни прямым воздействием на ген.

**ГЕНОТИП (Genotype)** – конкретный набор генов особи.

**ГЕНОФОНД (Gene pool, genofond)**– совокупность генов популяции.

**ГЕТЕРОЗИС (Heterosis)** – повышение уровня жизнеспособности особей гибридов первого поколения в результате скрещивания исходных родительских форм, отличающихся по ряду признаков и свойств.

**ГИНОГЕНЕЗ (Gynogenesis)** – процесс возникновения растения из клеток зародышевого мешка пестика.

**ГМО (GMO)** – см. **ТРАНСГЕННЫЕ, ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ.**

**ГМР (GMR)** – генетически модифицированные растения.

**ГОЛЬДЖИ АППАРАТ (Goldgi apparatus, Goldgi body)** – высокоспециализированная мембранная структура клетки, локализованная у ее полюсов.

**ГОНАДОТРОПНЫЕ ГОРОМОНЫ (Gonadotropic hormones)** – гормоны, регулирующие секрецию половых гормонов яичника.

**ГОМОЗИГОТНОСТЬ (Homozygosity)** – отсутствие различий между идентичными генами родителей.

**ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ПЕРЕНОС ГЕНОВ (Horizontal gene transfer)** – механизм передачи генов между одновременно существующими организмами.

**ГОРМОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСТЕНИЙ (Hormone system of plants)** – регуляторный комплекс, фитогормоны, их рецепторы и вторичные посредники.

**ГОРМОНАЛЬНЫЙ СТАТУС (Hormone status)** – соотношение между фитогормонами, главным образом стимуляторного и ингибиторного действия, присущее определенному состоянию растений.

**ГОРМОН-РЕЦЕПТОРНЫЙ КОМПЛЕКС (Hormon-receptor complex)** – соединение гормона и белкового рецептора, первый необходимый шаг в реализации действия фитогормона.

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ГЕННО-ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

(State (official, governmental) regulation of gene-engineering activities) – регулирование государственными органами в соответствии с законами и другими правовыми актами отношений между участниками генно-инженерной деятельности в сфере разработки и использовании трансгенных технологий, организмов и продуктов их жизнедеятельности в целях эффективного природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

**ДЕСТРУКЦИЯ (Destruction)** – разрушение вещества, сопровождаемое потерей его физиологической активности.

**ДЕДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ (De-differentiation)** – переход специализированных клеток к пролиферации и неорганизованному каллусному росту.

**ДЕТЕРМИНАЦИЯ РАЗВИТИЯ (Determination of development)** – приобретение клеткой, тканью, органом или организмом состояния готовности к развитию по определенному пути, сопровождающееся одновременным ограничением возможностей развития в других направлениях. В период детерминации создаются необходимые внутренние условия для последующей морфологической реализации нового направления развития.

**ДИПЛОИД (Diploid)** – ядро, клетка, организм, характеризующиеся двойным набором гомологичных хромосом, представленных числом, характерным для данного вида (символ  $2n$ ).

**ДИПЛОИДИЗАЦИЯ (Diploidization)** превращение гаплоидного набора хромосом в диплоидный путем удвоения каждой хромосомы.

**ДИПЛОИДНЫЙ НАБОР ХРОМОСОМ (Diploid chromosome number)** – два гаплоидных набора хромосом, содержащие хромосомы только одного или обоих родителей.

**ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ (Differentiation)** – комплекс процессов, приводящих к различиям между дочерними клетками, а также между материнскими и дочерними клетками.

**ДНК (DNA)** – молекула дезоксирибонуклеиновой кислоты, состоящая из нуклеотидов (аденин, гуанин, цитозин, Тимин), дезоксирибозы и остатков фосфорной кислоты.

**ЖЕЛТОЕ ТЕЛО (Yellow body)** – железистая ткань, возникающая на месте разорвавшегося фолликула при наступлении беременности.

**ЗИГОТА (Zygote)** – оплодотворенная яйцеклетка.

**ЗАТРАВКА (Primer)** – короткая последовательность (часто это РНК), комплементарно взаимодействующая с одной из цепей ДНК; образует свободный 3-ОН-конец, используя который ДНК-полимераза начинает синтез дезоксирибонуклеотидной цепи.

**ИНВЕРТИРОВАННЫЕ ПОВТОРЫ (Inverted repeats, IR)** – две копии одной и той же последовательности ДНК в составе одной молекулы, находящиеся в противоположной ориентации. Прилежащие друг к другу инвертированные повторы образуют палиндром.

**ИНТРОН (Intron)** – транскрибируемый участок ДНК, который удаляется из состава транскрипта при сплайсинге; в результате последовательности, находящиеся по обе стороны от интрона (экзоны), объединяются.

**КАЛЛУС** – ткань, возникшая *in vivo* или *in vitro* путем неорганизованной пролиферации клеток растений и эксплантов.

**КАЛЬМОДУЛИН (Calmodulin)** – вторичный посредник гормонов растений и животных. После присоединения двух ионов кальция из него выделяется активная субъединица, активирующая определенные протеинкиназы.

**КАРИОТИП (Karyotype)** – набор хромосом, характерных для данного вида.

**КЛЕТКИ-МИШЕНИ (Cells targets)** – клетки, имеющие рецепторы того или иного фитогормона и изменяющие метаболизм при изменении концентрации фитогормона.

**КЛЕТочНАЯ СЕЛЕКЦИЯ (Cell selection)** – метод выделения мутантных клеток и соматоклональных вариаций с помощью селективных условий

**КЛОН (Clone)** – культура, возникшая из одной клетки.

**КЛОНАЛЬНОЕ МИКРОРАЗМНОЖЕНИЕ (Clonally micro propagation)** – получение *in vitro* неполовым путем растений, генетически идентичных исходному.

**КЛОНИРОВАНИЕ (Cloning)** – получение генетически идентичных популяций организмов.

**КОДОН (Codon, triplet, coding triplet)** – триплет нуклеотидов, соответствующий опреде-



ленной аминокислоте или терминирующему сигналу.

**КОМБИКОРМА** – белковые концентраты, предназначенные для балансирования кормов по содержанию белков и незаменимых аминокислот.

**КОМПЕТЕНЦИЯ (Competence)** – способность клетки, ткани, органа, организма воспринимать индуцирующее воздействие и специфически реагировать на него изменением развития.

**КОМПЛЕМЕНТАРНАЯ ЦЕПЬ (Complementary strand)** – одна из цепей ДНК, используемая в качестве матрицы для синтеза РНК и комплементарная ей.

**КОРМОВОЙ КОНЦЕНТРАТ ЛИЗИНА (ККЛ) (Fodder (feed) concentrate of lysine)** – промышленный кормовой препарат, обогащенный лизином (до 10%).

**КОРМОВОЙ КОНЦЕНТРАТ ТРИПТОФАНА (ККТ) (Fodder (feed) concentrate of tryptophane)** – промышленный кормовой препарат, обогащенный триптофаном (до 3%)

**КОРМОВЫЕ ВИТАМИННЫЕ ПРЕПАРАТЫ (Feed vitamin preparation)** – промышленные кормовые препараты, обогащенные витаминами.

**КОРМОВЫЕ ДРОЖЖИ (Feed yeasts)** – отселектированные штаммы дрожжей, используемые для промышленного получения кормовых белков.

**ЛАКТОГЛОБУЛИН (Lacto globulin)** – один из белков молока.

**ЛИГИРОВАНИЕ (Ligation)** – образование фосфодиэфирной связи между двумя основаниями одной цепи ДНК, разделенными разрывом. Этот термин употребляют также в случае соединения тупых концов и при образовании связи в РНК.

**ЛИНИЯ** – культура, возникшая из штамма путем селекции или клонирования, имеющая маркерные признаки.

**ЛИПКИЙ КОНЕЦ (Stricky end)** – свободный одноцепочечный конец двуцепочечной ДНК, комплементарной одноцепочечному концу, принадлежащему этой же или другой молекуле ДНК.

**ЛЮТЕИНИЗИРУЮЩИЙ ГОРМОН (Luteinizing hormone, LH)** – гормон передней доли гипофиза, вызывающий овуляцию.

**МАРКЕР (ДНК) (Marker)** – фрагмент ДНК известного размера, используемый для калибровки фрагментов в электрофоретическом геле.

**МАРКЕРНЫЙ ГЕН (Marker gene)** – ген, идентифицированный по месту расположения и имеющий четкое фенотипическое проявление.

**МАРКИРОВКА ПРОДУКТОВ ИЗ ГМО (Labeling of GMO products)** – нанесение специальных меток-обозначений (символов) на упаковке товаров и продуктов, полученных с использованием ГМО и продуктов их переработки при реализации

**МЕЙОЗ (Meiosis)** – процесс деления, происходящий в развивающихся половых клетках и приводящий к редукции числа хромосом и к рекомбинации генов.

**МЕРИСТЕМА (Meristem)** – образовательные ткани с активно делящимися клетками.

**МЕТАБОЛИЗМ (Metabolism)** – промежуточный обмен, т.е. превращение веществ внутри клеток с момента их поступления до образования конечных продуктов.

**МЕТАН (Methane)** – болотный или рудничный газ ( $\text{CH}_4$ ) – простейший насыщенный углеводород. Газ без цвета и запаха.

**МЕТАНТЕНК (Methane tank)** – резервуар для получения биогаза (метана) из навоза и других органических отходов и их обеззараживания с помощью бактерий и других микроорганизмов без доступа воздуха.

**МОНОЗИГОТИЧЕСКИЕ БЛИЗНЕЦЫ (Monozygotic twins)** – близнецы, развивающиеся из одной зиготы в результате ее деления на две равные или неравные части.

**МОНОПЛОИД** – ядро, клетка, организм, характеризующиеся основным числом хромосом в полиплоидной серии (символ X).

**МОРУЛА (Morula)** – эмбрион начальной стадии развития образующийся в результате дробления зиготы.

**МОРФОГЕНЕЗ (Morphogenesis)** – процесс формирования роста и развития органов (органогенез), тканей (гистогенез) и клеток (цитогенез, или клеточная дифференцировка).

**МУТАЦИЯ (Mutation)** – изменение в генетическом материале клеток путем перестройки ДНК ядер и органелл, изменения структуры хромосом или полиплоидизации.

**МИТОЗ (Mitosis)** – деление эукариотической соматической клетки.

**МУТАГЕНЫ (Mutagenes)** – факторы, увеличивающие частоту возникновения мутаций, вызывая изменения в ДНК.

**НЕЗАМЕНИМЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ (Essential amino acids)** – аминокислоты, которые не синтезируются в организме человека и животных.

**НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ (Nucleic acids)** – это наиболее высокомолекулярные природные соединения (полимеры), состоящие из остатков различных нуклеотидов. Существует два типа нуклеиновых кислот: РНК, ДНК.

**ОВУЛЯЦИЯ (Ovulation)** – высвобождение созревающей яйцеклетки из фолликула.

**ОМОЛОЖЕНИЕ (Rejuvenation)** – усиление жизнедеятельности, связанное с интенсификацией синтеза белков и нуклеиновых кислот, активацией роста и клеточных делений, возникновением и накоплением эмбриональных тканей и общим усилением физиологических функций.

**ОПЕРОН (Operon)** – единица генетической экспрессии, в состав которой входят один или несколько связанных между собой структурных генов, а также промоторный, операторный и другие регуляторные участки, контролирующие транскрипцию оперона.

**ОРГАНОГЕНЕЗ (Organogenesis)** – процесс возникновения в неорганизованно растущей массе каллусных клеток зачатков органов (корней и побегов).

**ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ СУПЕРСПИРАЛИЗАЦИЯ (Negative supercoiling)** – введение в двухцепочечную ковалентно замкнутую ДНК супервитков, направление которых противоположно направлению витков цепей молекулы.

**ПАРТЕНОГЕНЕЗ (Parthenogenesis)** – развитие особи с участием только материнских генов.

**ПЛАВЛЕНИЕ ДНК (DNA melting)** – денатурация ДНК.

**ПЛАЗМИДА (Plasmid)** – кольцевая внехромосомная ДНК, способная к автономной репликации.

**ПОЛИПЛОИД (Polyploid)** – ядро, клетка, организм, характеризующиеся умноженным основным числом хромосом (символы 3X, 4X и т. д.).

**ПОЛОВОЙ ПРОЦЕСС (Sexual process)** – слияние мужской спермии и женской (яйцеклетка) половой клетки, в ходе которого образуется диплоидная клетка (зигота) и определяется пол будущей особи.

**ПОЛОВЫЕ ХРОМОСОМЫ (Sexual chromosomes)** – хромосомы, определяющие пол особи (обозначаются буквами: X, Y, W, Z и т. д.).

**ПРОМОТОР (Promotor)** – участок гена, ответственный за начало его транскрипции.

**ПРОНУКЛЕУС (Pronucleus)** – ядро (мужское, женское) оплодотворенной яйцеклетки.

**ПРОТОННАЯ ПОМПА (Proton pump)** – белки-переносчики протонов, переносящие их через клеточные мембраны.

**ПРОЛИФЕРАЦИЯ (Proliferation)** – новообразование клеток и тканей путем размножения.

**ПРОТОПЛАСТ (Protoplast)** – растительная клетка, лишенная клеточной стенки с помощью ферментативного разрушения или механическим способом.

**ПРОФАГ (Prophage)** – фаговый геном, интегрированный в бактериальную хромосому.

**РЕЖИМЫ СБРАЖИВАНИЯ (Fermentation regimes)** – (психрофильный, мезофильный и термофильный) температурные режимы, обеспечивающие наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности соответственно психрофильных, мезофильных и термофильных микроорганизмов.

**РЕПЛИКАЦИЯ ДНК (DNA replication)** – самоудвоение молекулы ДНК путем образования ее копии при помощи набора ферментов (ДНК-полимераз, лигаз и др.).

**РЕКОМБИНАНТНЫЙ ГЕН (Recombinant gene)** – ген, состоящий из компонентов различных генов.

**РЕКОМБИНАЦИЯ (Recombination)** – изменение положения генов в хромосомах.

**РЕПРЕССОР (Repressor)** – вещество, образуемое геном-регулятором и способное само по

себе, либо совместно с корепрессором репрессировать структурные гены соответствующего оперона

**РЕТИКУЛУМ ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКИЙ (ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ СЕТЬ) (Endoplasmic reticulum)** – система мелких трубчатых или пузырьвидных плазматических образований (диаметр 70-150 мкм), окруженных непрерывной мембраной и гомогенным бесструктурным содержимым (цитоплазматическим матриксом). В большинстве клеток эти элементы составляют единую сеть, связанную с другими компонентами клеток.

**САМКА-ДОНОР (Female-donor)** – донор яйцеклеток или эмбрионов – самка в начальной стадии беременности, из половых путей которой извлекают яйцеклетки (эмбрионы).

**САМКА-РЕЦИПИЕНТ (Female recipient)** – самка, в половые пути которой вводятся яйцеклетки (эмбрионы) для дальнейшего вынашивания (синонимы: приемная мать, ложнобеременная самка).

**СИНЕРГИЗМ (Synergism)** – эффект взаимоусиления факторов.

**СОМАКЛОНЫ (Soma clones)** – растения, полученные из любых форм вегетативных культивируемых клеток.

**СОМАТИЧЕСКАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ (Somatic hybridization)** – процесс получения гибридных клеточных линий путем слияния изолированных протопластов.

**СОМАТИЧЕСКИЙ ГИБРИД (Somatic hybrid)** – растение, полученное путем гибридизации изолированных протопластов.

**СОМАТИЧЕСКИЙ ЭМБРИОГЕНЕЗ (Somatic embryogenesis)** – процесс образования зародышеподобных структур (эмбриоидов) в культуре ткани и клеток.

**СУБЪЕДИНИЦЫ (Sub-units)** – белковые глобулы, из которых составляются молекулы белков (четвертичная структура).

**СУБКУЛЬТИВИРОВАНИЕ (Sub-cultivation)** – перенос транспланта (инокулюма) в другой культуральный сосуд на свежую питательную среду.

**СУБПРОТОПЛАСТ** – изолированный протопласт, потерявший часть цитоплазмы, сохранивший ядро.

**СУПЕРОВУЛЯЦИЯ (Super ovulation)** – вызываемая гормонами, множественная овуляция у самок.

**СУСПЕНЗИОННАЯ КУЛЬТУРА (Suspension culture)** – выращивание отдельных клеток или небольших групп их во взвешенном состоянии в жидкой среде при использовании аппаратуры, обеспечивающей их аэрацию и перемешивание.

**ТЕХНОЛОГИЯ ГЛУБИННОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ (Deep fermentation technology)** – выращивание микроорганизмов в жидкой питательной среде.

**ТЕХНОЛОГИЯ ТВЕРДОФАЗНОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ (Solid phase fermentation technology)** – выращивание микроорганизмов на твердой питательной среде.

**ТОТИПОТЕНТНОСТЬ (Totipotency)** – свойство соматических клеток растений полностью реализовывать свой потенциал развития при определенных условиях выращивания.

**ТРАНСГЕН (Transgene)** – ген, перенесенный в геном клеток и организмов в результате трансгенеза.

**ТРАНСГЕНОЗ (Transgenesis)** – перенос генов в клетки и организмы многоклеточных организмов.

**ТРАНСГЕННЫЕ, ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ОРГАНИЗМЫ (ГМО) (Transgenic, genetic modified organisms)** – растения, животные, микроорганизмы и вирусы с измененной наследственностью, вызванной включением их в геном чужеродных генов при помощи генно-инженерных методов.

**ТРАНСЛЯЦИЯ (Translation)** – синтез белка на рибосомах при участии информационной, транспортной РНК и других факторов.

**ТРАНСКРИПЦИЯ (Transcription)** – образование РНК копии ДНК с помощью фермента РНК-полимеразы.

**ТРАНСПЛАНТ (Transplant, (Inoculum))** – часть каллусной ткани, используемая для переноса на свежую среду.

**ФЕНОТИП (Phenotype)** – набор признаков организмов, определяемых генотипом и условиями внешней среды.

**ФЕРМЕНТИРОВАННЫЙ СОК (Fermented Juice)** – жидкий раствор, образующийся в процессе ферментации растительного сока.

**ФИТОАЛЕКСИНЫ (Phytoalexins)** – компоненты системы устойчивости («иммунитета») растений к болезням, замедляющие развитие патогена.

**ФИТОРЕГУЛЯТОРЫ (Phytoregulators)** – природные и синтетические препараты, вызывающие ростовые и формативные эффекты и не обладающие действием удобрений и гербицидов.

**ФОЛЛИКУЛ (Follicle)** – полость в яичнике, в которой происходит развитие и созревание женской половой клетки.

**ФОЛЛИКУЛОСТИМУЛИРУЮЩИЙ ГОРМОН (Follicle-stimulation hormone, FSH)** – гормон передней доли гипофиза, вызывающий рост фолликулов яичника и секрецию эстрогенов.

**ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА (Gene expression)** – проявление генетической информации, записанной в гене, в форме рибонуклеиновой кислоты, белка и фенотипического признака.

**ЭЛЕКТРОПОРАЦИЯ (Electroporation)** – метод переноса генов в клетки с помощью электрического разряда, вызывающего образование пор в клеточной мембране.

**ЭЛЕКТРОФОРЕЗ (Electrophoresis)** – движение частиц (ионов, заряженных или амфотерных молекул) в электрическом поле. На основе электрофореза разработаны методы разделения веществ, отличающихся своей подвижностью в электрическом поле.

**ЭЛЕКТРОФОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДВИЖНОСТЬ (Electrophoresis mobility)** – скорость движения частиц в электрическом поле в расчете на единицу потенциала. На различиях электрофоретической подвижности веществ основано их разделение при электрофорезе.

**ЮВЕНИЛЬНАЯ ФАЗА РАЗВИТИЯ (Juvenile stage of development)** – период заложения, роста и развития вегетативных органов от прорастания семени или вегетативной почки до появления способности к образованию репродуктивных органов.

**АТТ-САЙТЫ (Att sites)** – участки фаговой и бактериальной хромосом, рекомбинация между которыми приводит к интеграции или исключению фага.

**СААТ (SAAT)** – участок консервативной последовательности, расположенной примерно на расстоянии 75 пар оснований перед стартовой точкой в транскрипционных единицах эукариот.

**G-БЕЛКИ (G-proteins)** – регуляторные белки, активирующие фермент, синтезирующий вторичный посредник.

**IN VITRO** – выращивание растительных объектов «в стекле» (пробирке, колбе, биореакторе) на искусственных питательных средах в асептических условиях.

**IN VIVO** – выращивание живого материала в естественных условиях.

**LD<sub>50</sub>** – смертельная концентрация, вызывающая гибель 50% опытных животных.

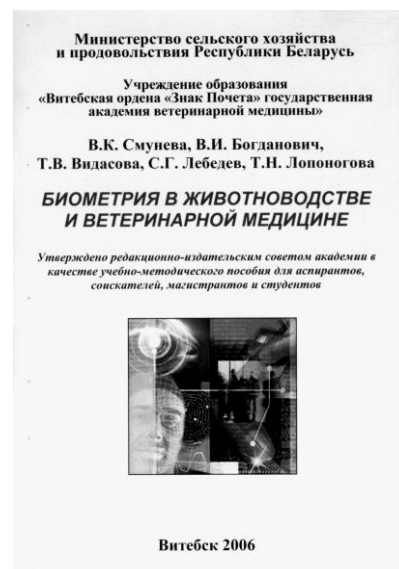
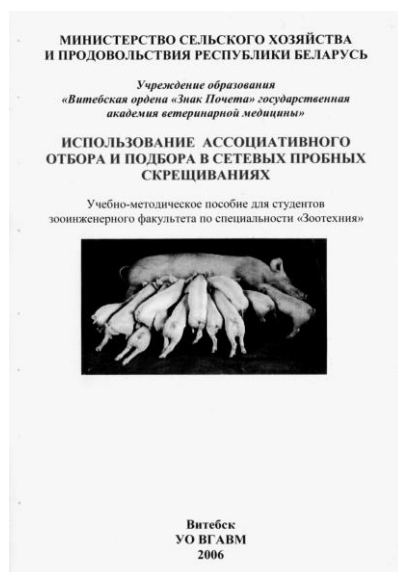
**УО «ВИТЕБСКАЯ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
АКАДЕМИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ МЕДИЦИНЫ»**

**КАФЕДРА ГЕНЕТИКИ И РАЗВЕДЕНИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ  
ИМ. ПРОФЕССОРА О.А. ИВАНОВОЙ**

210026, РБ  
г. Витебск  
ул. 1-я Доватора, 7/11  
тел.: 37-47-07

***СОТРУДНИКАМИ КАФЕДРЫ ПОДГОТОВЛЕНЫ И ИЗДАНЫ:***

1. Богданович, В.И. Частная генетика: учебно-методическое пособие для студентов зооинженерного факультета по специальности «Зоотехния»/ В.И. Богданович, С.Е. Базылев, В.Ф. Соболева, А.В. Коробко.- Витебск: УО ВГАВМ, 2006.- 24 с.
2. Генетика с основами биометрии : учеб.-метод. пособие / Р.В. Бекиш, М.В. Красюк. - Витебск: ВГАВМ, 2008. – 28 с.
3. Выполнение контрольных работ по разведению сельскохозяйственных животных : учеб.-метод. пособие / В.К. Смунова [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2009. – 24 с.
4. Выполнение курсовых работ по разведению сельскохозяйственных животных : учеб.-метод. пособие / В.К. Смунова [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2009. – 44 с.
5. Выполнение контрольных работ по генетике: учеб.– метод. пособие для студентов факультета заочного обучения по специальности I – 74 03 02 «Ветеринарная медицина» / М.В. Красюк [и др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2008. – 20 с.
6. Коробко, А.В. Частная генетика: учебно-методическое пособие для студентов по специальности «Зоотехния»/ А.В. Коробко, В.И. Богданович.- Витебск: УО ВГАВМ, 2006.- 143 с.
7. Разведение сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / В.И. Караба [и др.]. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – 368 с.
8. Смунова, В.К. Использование ассоциативного отбора и подбора в сетевых пробных скрещиваниях: учебно-методическое пособие по выполнению практических занятий для студентов зооинженерного факультета по специальности «Зоотехния» /В.К. Смунова [и др.]. – Витебск: УО ВГАВМ, 2006.- 32 с.
9. Смунова, В.К. Биометрия в животноводстве и ветеринарной медицине: учебно-методическое пособие по выполнению практических занятий для аспирантов, соискателей, магистрантов и студентов/ В.К. Смунова, В.И. Богданович, Т.В. Видасова, С.Г. Лебедев, Т.Н. Лопоногова.- Витебск: УО ВГАВМ, 2006.- 38 с.



## КАФЕДРА ГЕНЕТИКИ И РАЗВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ИМ. О. А. ИВАНОВОЙ

В 1933 году с открытием зоотехнического факультета была организована кафедра разведения, генетики и частной зоотехнии, которую возглавил доцент Павлов Федор Алексеевич.

В 1934 году кафедра была разделена на две самостоятельные кафедры: разведения, генетики и кафедру частной зоотехнии.

С 1934 по 1936 год заведующим кафедрой разведения и генетики был исполняющий обязанности профессора Бурцев Алексей Васильевич.

С 1937 по 1938 год кафедру разведения и генетики возглавил доцент Игнатьев Борис Петрович, который работал на этой должности до перевода зоотехнического факультета в Ленинградский сельскохозяйственный институт.

После восстановления зоотехнического факультета с 1950 года по 1952 год исполнял обязанности заведующего кафедрой разведения сельскохозяйственных животных и частного животноводства доцент Сильяндер Александр Андрианович. В 1952 году кафедра была снова разделена на две кафедры: генетики и разведения сельскохозяйственных животных (и.о. заведующего кафедрой Сильяндер А.А.) и частного животноводства.

С 1953 по 1974 год кафедрой заведовала профессор, Заслуженный деятель науки БССР Ольга Алексеевна Иванова. В 1974 – 1985 годах заведовала кафедрой доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Антонина Семеновна Гурьянова. В 1985 – 2000 годах заведовал кафедрой доцент, кандидат биологических наук Владимир Васильевич Пилько. С 2000 по 2006 годы заведующей кафедрой работала доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Ванда Казимировна Смунова. С 2006 по 2008 годы кафедрой заведовал доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Красюк Михаил Викторович. В феврале 2009 года на должность заведующего кафедрой генетики и разведения сельскохозяйственных животных избран доцент, кандидат сельскохозяйственных наук Вишневец Андрей Васильевич.

Большой вклад в развитие кафедры внесла профессор Ольга Алексеевна Иванова. Помимо курсов «Разведение сельскохозяйственных животных» (1953 – 1972) и «Дарвинизм» (1953 – 1956), она после большого перерыва преподавания генетики в вузах организовала и начала читать дисциплину «Генетика» на ветеринарном (1966) и зоотехническом факультетах (1966 – 1976). Ивановой О.А. в 1967 году издан учебник по курсу «Генетика» для зооветеринарных факультетов. Под ее руководством выполнили и защитили кандидатские диссертации 18 аспирантов. Иванова О.А. награждена орденом Трудового Красного Знамени (1961), орденом Ленина (1966), в 1971 году ей было присвоено звание «Заслуженный деятель науки Белорусской ССР». В 2001 году кафедре присвоено имя О.А. Ивановой.

На кафедре изданы четыре учебника по генетике для зооветеринарных факультетов: «Генетика» – О.А. Иванова (в соавт., 1969), «Генетика» – О.А. Иванова (1973); «Ветеринарная генетика с основами вариационной статистики» - Г.А. Назарова (в соавт., 1985), «Ветеринарная генетика» – Г.А. Назарова (в соавт., 1996), учебное пособие «Основы животноводства и пчеловодства» Пилько В.В. (в соавт., 2002 г) «Разведение сельскохозяйственных животных» Пилько В.В. (в соавт., 2005 г)

Опубликовано более 600 научных работ. Под руководством преподавателей кафедры выполнено более 640 дипломных работ. При кафедре имеется аспирантура.

Сотрудники кафедры оказывают практическую и консультативную помощь производству. Научную работу проводят по теме: «Совершенствование племенных и продуктивных качеств чернопестрого скота Витебской области». Ежегодно при кафедре по линии ФПК проходят повышение квалификации директора и главные зоотехники райплемстанций, зоотехники-селекционеры из всех областей Республики Беларусь.

***Приглашаем к сотрудничеству!***  
***Телефон для справок: 8 (0212) 37-47-07***

*Учебное издание*

**Вишневец** Андрей Васильевич,  
**Соболева** Валентина Федоровна,  
**Базылев** Сергей Евгеньевич и др.

# **Основы генетической инженерии и биотехнологии**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск А.В. Вишневец  
Технический редактор Р.И. Тихонова  
Верстка и макетирование О.Л. Будревич  
Корректор Л.С. Пименова

Подписано в печать 2010 г. Формат 60x90 1/16. Бумага писчая.  
Гарнитура Times New Romans. Ризография.  
Усл. печ. л. 4,5. Уч.-изд. л. 3,55. Тираж \_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_.

Издатель и полиграфическое исполнение УО «Витебская ордена  
«Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»

ЛИ № : 02330/0494345 от 16.03.2009 г.  
210026, г. Витебск, ул. 1-я Доватора 7/11.  
Тел. 8(0212) 35-99-82.

