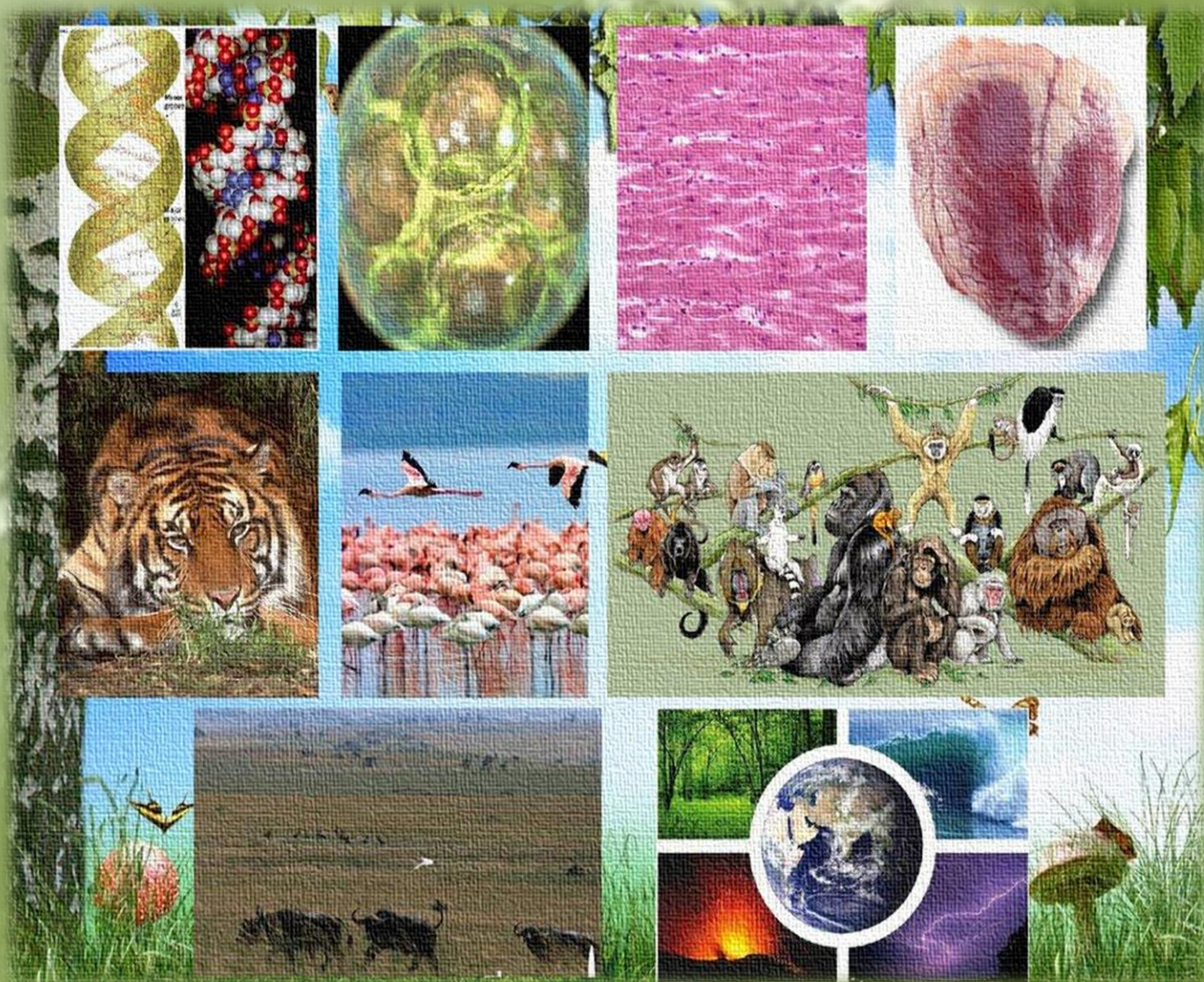


Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Куижева Саида Казбековна
Должность: Ректор
Дата подписания: 13.09.2021 15:10:48
Уникальный программный ключ:
71183e1134ef9cfa69b206d480271b3c1a975e6f

Руководство к лабораторным занятиям по биологии

(учебное пособие для студентов
фармацевтического факультета)



УДК 57 (07)
ББК 28.0
Р-85

Печатается по решению НТС ФГБОУ ВО «МГТУ»

Рецензенты: к. фарм. н., доцент кафедры фармации ФГБОУ ВО «МГТУ»,
Бочкарева И.И;
к. б. н., доцент кафедры физиологии ФГБОУ ВО «АГУ»,
Силантьев М.Н.

Составители: Дьякова И.Н., Артемьева В.В.

Руководство к лабораторным занятиям по биологии (учебное пособие для студентов фармацевтического факультета). – Майкоп: Изд-во «Магарин О.Г.», 2017. – 116с.

Учебное пособие «Руководство к лабораторным занятиям по биологии» предназначено для проведения лабораторных занятий у студентов фармацевтического факультета, составлено в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом в рамках дисциплины «Биология». В данном пособии приведены краткие теоретические сведения по разделам курса биологии, разработаны задания для лабораторных и самостоятельных работ студентов. Пособие иллюстрировано таблицами и рисунками, на которых отображены изучаемые объекты.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	С. 4
<i>Памятка для студента «Правила оформления лабораторной работы в рабочей тетради (альбоме) по биологии»</i>	
6	
<i>Лабораторная работа 1. Микроскопирование биологических объектов: виды микроскопической техники, устройство светового микроскопа, техника микроскопирования</i>	
7	
<i>Лабораторная работа 2. Химический состав клетки. Строение и функции органических соединений: белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот</i>	
13	
<i>Лабораторная работа 3. Клетка – структурная и функциональная единица живой материи</i>	
18	
<i>Лабораторная работа 4. Обмен веществ и превращение энергии - свойства живых организмов</i>	
25	
<i>Лабораторная работа 5. Реализация генетической информации в клетке</i>	
32	
<i>Лабораторная работа 6. Основные формы размножения организмов. Бесполое и половое размножение</i>	
42	
<i>Лабораторная работа 7. Периодизация онтогенеза. Гаметогенез. Эмбриональное развитие. Постэмбриональное развитие</i>	
48	
<i>Лабораторная работа 8. Генетика как наука. Методы и основные понятия генетики. Законы Г. Менделя, их цитологические основы</i>	
55	
<i>Лабораторная работа 9. Хромосомная теория наследственности</i>	
63	
<i>Лабораторная работа 10. Основные закономерности наследственности и изменчивости. Наследственные болезни человека</i>	
70	
<i>Лабораторная работа 11. Основные направления филогенетических изменений систем органов хордовых. Филогенез головного мозга и ЦНС</i>	
75	
<i>Лабораторная работа 12. Основные направления филогенетических изменений сердца и сосудов кровеносной системы хордовых</i>	
78	
<i>Лабораторная работа 13. Основные направления филогенетических изменений мочеполовой системы хордовых</i>	
84	
<i>Лабораторная работа 14. Паразитология как наука. Основные понятия паразитологии. Паразитические организмы типа Простейшие (Protozoa)</i>	
88	
<i>Лабораторная работа 15. Гельминты. Паразитические организмы типа Плоские черви (Plathelminthes), типа Круглые черви (Nemathelminthes)</i>	
95	
<i>Лабораторная работа 16. Основные паразитические представители типа Членистоногие (Arthropoda)</i>	
101	
<i>Лабораторная работа 17. Основы эволюции органического мира</i>	
104	
<i>Лабораторная работа 18. Законы и закономерности экологических отношений организмов</i>	
109	
<i>Литература</i>	
115	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Провизоры – специалисты, областью профессиональной деятельности которых является практическая фармация и фармацевтическая наука, занимающаяся целенаправленным развитием и применением технологий, средств и методов человеческой деятельности, направленных на сохранение и улучшение всей системы обращения лекарственных средств и других товаров фармацевтического ассортимента.

Для осуществления всесторонней подготовки студентов учебный план специальности «Фармация» предусматривает изучение ими гуманитарных, социальных, экономических, математических, естественнонаучных дисциплин и дисциплин профессионального цикла.

«Биология», являясь дисциплиной обязательной базовой части образовательной программы, ставит своей целью овладение студентами знаниями общих биологических закономерностей, представляющих наибольший интерес для фармации. Она позволяет понять суть жизненных процессов и правильно оценить возможности лечебного действия лекарственных веществ на организм человека. Теоретические знания и практические навыки, полученные в ходе освоения «Биологии» дадут возможность в дальнейшем правильно интерпретировать универсальные биологические явления, свойства живого в применении к человеку; вскрывать эволюционные связи в возникновении пороков развития; критически анализировать закономерности и механизмы нормального и патологического онтогенеза в отношении к человеку; владеть основами медико-биологического исследования человека; интерпретировать явление паразитизма.

Полученное системное восприятие фармацевтических, социальных и клинических дисциплин, изучение фундаментальных свойств живого, вопросов цитологии и биохимии, размножения и индивидуального развития организмов, генетики, паразитологии, основ эволюции и экологии будет способствовать формированию у обучающихся логики биологического мышления и навыков, необходимых для последующей практической работы провизора. К последним относятся навыки работы с микроскопической техникой и приготовления временных микропрепаратов, обработки текстовой и графической информации, определения паразитов по микрофотографиям и макроскопической картине болезни; решения задач по молекулярной, общей и медицинской генетике и др.

В соответствии с учебным планом специальности 33.05.01 «Фармация» дисциплина «Биология» изучается посредством лекций, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебное пособие содержит описание 18 лабораторных работ, в структуре которых отражены теоретические основы темы (раздела), приведены цели и задачи работы, указаны необходимые материалы и оборудование, приведены ход работы. Приведен список основной и дополнительной литературы, необходимой

для подготовки к лабораторным занятиям.

Памятка для студента
«Правила оформления лабораторной работы в рабочей тетради
(альбоме) по биологии»

1. Рабочая тетрадь должна быть подписана.
2. Лабораторные работы оформляются следующим образом: с новой (правой) страницы указываются:

Лабораторная работа №...

Тема:

Цель:

Задачи:

Материалы и оборудование:

Ход работы:

Выводы:

3. **Требования к рисункам:** рисунок должен быть крупным, детали – хорошо различимыми; контуры поля зрения микроскопа вокруг рисунка отображать не нужно; рисунок выполнять только простым карандашом; отдельные части рисунка обозначать стрелками и цифрами, соответствующие им надписи делать сбоку (справа) или внизу.

Рисунок подписывается следующим образом:

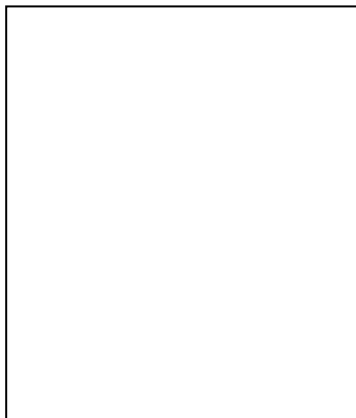


Рис. 1. Устройство светового микроскопа:

1 - окуляр; 2 - тубус; 3 -

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1.

Тема: Микроскопирование биологических объектов: виды микроскопической техники, устройство светового микроскопа, техника микроскопирования

Цель работы: Изучить микроскопирование как один из методов анализа биологических объектов.

Задачи:

1. Ознакомиться с понятием микроскопия и ее видами, значении в фармацевтической практике.
2. Изучить виды микроскопической техники.
3. Разобрать устройство светового микроскопа.
4. Изучить технику микроскопирования: правила работы с микроскопом, изготовление микропрепаратов.

Материалы и оборудование: лупы, световые микроскопы - МБР-1, БИОЛАМ, МИКМЕД-1, МБС-1; комплект постоянных микропрепаратов изображения микроскопической техники, препаровальные принадлежности: лоток, стекло предметное, стекло покровное, препаровальное стекло, препаровальная игла, пинцет, мерный стакан, пипетка, вода, марлевые салфетки, биологический объект.

Учебный материал к освоению темы

1. Понятие о микроскопии, ее видах, значении в фармацевтической практике

Микроскопия – это комплекс методов для наблюдения и визуального изучения биологических объектов с помощью микроскопа.

Оптической микроскопией называют совокупность методов наблюдения и исследования частиц анализируемых образцов лекарственных средств, невидимых невооруженным глазом, с помощью оптического микроскопа.

Размер частиц, которые могут быть исследованы данным методом, определяется разрешающей способностью микроскопа и обычно составляет 1 мкм и более. Однако при необходимости могут быть использованы микроскопы с общим увеличением более 1500, что позволяет характеризовать объекты размером от 0,5 мкм с разрешением отдельных структур объекта до 0,1 мкм.

В фармакопейном анализе оптическую микроскопию применяют для определения размера частиц при контроле мягких лекарственных форм, суспензий, эмульсий, аэрозолей; в технологии лекарственных форм – для определения степени измельчения субстанций, так как форма, окраска и размер кристаллов являются индивидуальными характеристиками веществ.

2. Виды микроскопической техники.

Лупа. Лупу чаще используют при макроскопическом анализе лекарственного растительного сырья, когда надо определить наличие и характер опушенности, наличие железок и т.п., а также при исследовании мелких объектов – семян, цветков, плодов сельдерейных и т.д. Лупа состоит из одной простой или сложной положительной (увеличивающей) линзы. Рассматриваемый предмет должен находиться в передней плоскости или несколько ближе.

Микроскоп (от *микро...* и греч. *skoreo* - смотрю) – оптический прибор, позволяющий получить обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат за пределами разрешающей способности глаза. Наиболее широкое применение находят визуальные микроскопы, в которых изображение рассматривается непосредственно в микроскоп.

Световой, или оптический микроскоп получает изображение с помощью световых лучей и увеличивает объект до 3 тыс. раз (рис. 1А).

Стереомикроскоп. Основным достоинством **стереомикроскопа** является то, что он позволяет видеть предметы объемными и дает прямое изображение. Стереомикроскоп позволяет наблюдать предметы как в проходящем свете (прозрачные объекты и срезы), так и в отраженном (непрозрачные объекты и поверхность сухих частей растения). Благодаря большому полю зрения (до 44 мм) и рабочему расстоянию (до 100 мм) стереомикроскопы удобны для препарирования исследуемых объектов. При исследовании лекарственного растительного сырья с помощью стереомикроскопа изучают различные трихомы (волоски, железки) на поверхности листьев и других частей растения, мелкие цветки, плоды, семена и др. *Стереомикроскопы* обеспечивают подлинно объемное восприятие микрообъекта и увеличивает от 3,5 до 88 раз.

В электронном микроскопе изображение получается с помощью пучков электронов, позволяет давать увеличение в десятки и сотни тыс. раз (рис. 1Б).



А



Б

Рисунок 1. Виды микроскопов: А – световой, Б – электронный.

Микроскоп может быть снабжен дополнительными приспособлениями (фазово-контрастными устройствами, конденсорами темного поля, поляризаторами, анализаторами и др.) и, в зависимости от выбранного метода

наблюдения, может быть светопольным, темнопольным, фазово-контрастным, поляризационным и др.

3. Устройство светового микроскопа.

В микроскопе выделяют две системы: *оптическую* и *механическую* (рис. 2).

К *оптической системе* относят объективы, окуляры и осветительное устройство (конденсор с диафрагмой и светофильтром, зеркало или электроосветитель).

Объектив состоит из металлического цилиндра с вмонтированными в него линзами, число которых может быть различным. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами. В учебных целях используют обычно объективы $\times 8$ и $\times 40$.

Объектив требует очень бережного обращения, особенно это касается объективов с большим увеличением, т.к. у них рабочее расстояние, т.е. расстояние от покровного стекла до фронтальной линзы, измеряется десятymi долями миллиметра. Например, рабочее расстояние для объектива ($\times 40$) составляет 0,6 мм.

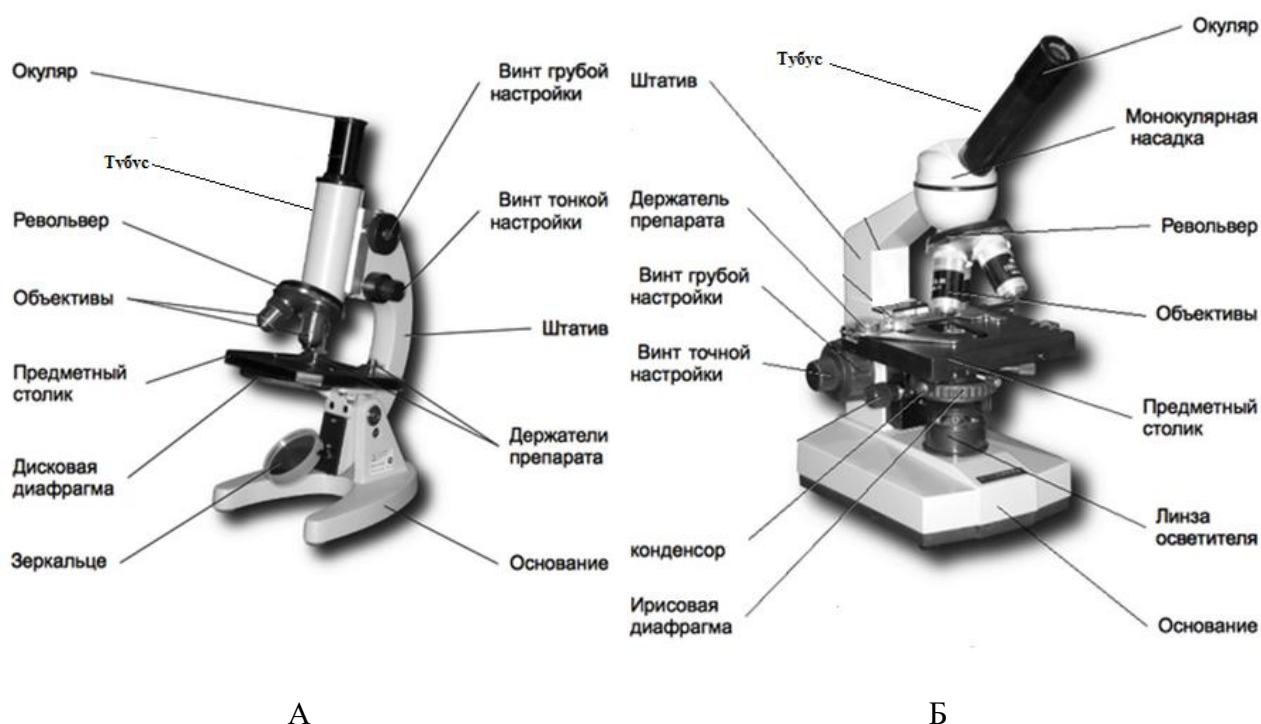


Рисунок 2. Внешний вид микроскопов: А. - Биомед 1; Б - Биомед 2.

Окуляр состоит из 2-3 линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Между линзами расположена постоянная диафрагма, определяющая границы поля зрения. Нижняя линза фокусирует изображение объекта, построенное объективом в плоскости диафрагмы, а верхняя служит непосредственно для наблюдения. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами: $\times 7$, $\times 10$, $\times 15$. Окуляр дает прямое, мнимое, увеличенное изображение наблюдаемого объекта, построенное объективом.

Для определения *общего увеличения микроскопа* следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра. Например, если окуляр дает 10-кратное увеличение, а объектив - 20-кратное, то общее увеличение $10 \times 20 = 200$ раз.

Осветительное устройство состоит из зеркала или электроосветителя, конденсора с ирисовой диафрагмой и светофильтром, расположенных под предметным столиком. Они предназначены для освещения объекта пучком света разной интенсивности.

Зеркало служит для направления света через конденсор и отверстие предметного столика на объект. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. В лабораториях с рассеянным светом используют вогнутое зеркало.

Электроосветитель устанавливается под конденсором в гнездо подставки.

Конденсор состоит из 2-3 линз, вставленных в металлический цилиндр. При подъеме или опускании его с помощью специального винта соответственно конденсируется или рассеивается свет, падающий от зеркала на объект.

Ирисовая диафрагма расположена между зеркалом и конденсором. Она служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект, в соответствии с диаметром фронтальной линзы объектива и состоит из тонких металлических пластинок. С помощью рычажка их можно то соединить, полностью закрывая нижнюю линзу конденсора, то развести, увеличивая поток света.

Кольцо с матовым стеклом или *светофильтром* уменьшает освещенность объекта. Оно расположено под диафрагмой и передвигается в горизонтальной плоскости.

Механическая система микроскопа состоит из подставки, коробки с микрометрическим механизмом и микрометрическим винтом, тубуса, тубусодержателя, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, винта перемещения конденсора, револьвера, предметного столика.

Подставка - это основание микроскопа.

Коробка с микрометрическим механизмом, построенном на принципе взаимодействующих шестерен, прикреплена к подставке неподвижно. Микрометрический винт служит для незначительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива на расстояния, измеряемые микрометрами. Полный оборот микрометрического винта передвигает тубусодержатель на 100 мкм, а поворот на одно деление опускает или поднимает тубусодержатель на 2 мкм. Во избежание порчи микрометрического механизма разрешается крутить микрометрический винт в одну сторону *не более чем на половину оборота*.

Тубус или *трубка* - цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Тубус подвижно соединен с головкой тубусодержателя, его фиксируют стопорным винтом в определенном положении. Ослабив стопорный винт, тубус можно снять.

Револьвер предназначен для быстрой смены объективов, которые ввинчиваются в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера.

Тубусодержатель несет тубус и револьвер.

Винт грубой наводки (макрвинт) используют для значительного перемещения тубусодержателя, а, следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении.

Предметный столик предназначен для расположения на нем препарата. В середине столика имеется круглое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. На столике имеются две пружинистые клеммы - зажимы, закрепляющие препарат.

Кронштейн конденсора подвижно присоединен к коробке микрометричного механизма. Его можно поднять или опустить при помощи винта, вращающего зубчатое колесо, входящее в пазы рейки с гребенчатой нарезкой.

4. Техника микроскопирования: правила работы с микроскопом, изготовление микропрепаратов.

Правила работы с микроскопом

При работе с микроскопом необходимо соблюдать операции в следующем порядке:

1. Работать с микроскопом следует сидя;
2. Микроскоп осмотреть, вытереть от пыли мягкой салфеткой объективы, окуляр, зеркало или электроосветитель;
3. Микроскоп установить перед собой, немного слева на 2-3 см от края стола. Во время работы его не сдвигать;
4. Открыть полностью диафрагму, поднять конденсор в крайнее верхнее положение;
5. Работу с микроскопом всегда начинать с малого увеличения;
6. Опустить объектив 4х в рабочее положение, т.е. на расстояние 1 см от предметного стекла;
7. Установить освещение в поле зрения микроскопа, используя электроосветитель или зеркало. Глядя одним глазом в окуляр и пользуясь зеркалом с вогнутой стороной, направить свет от окна в объектив, а затем максимально и равномерно осветить поле зрения. Если микроскоп снабжен осветителем, то подсоединить микроскоп к источнику питания, включить лампу и установить необходимую яркость горения;
8. Положить микропрепарат на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом. Глядя сбоку, опускать объектив при помощи макровинта до тех пор, пока расстояние между нижней линзой объектива и микропрепаратом не станет 4-5 мм;
9. Смотреть одним глазом в окуляр и вращать винт грубой наводки на себя, плавно поднимая объектив до положения, при котором хорошо будет видно изображение объекта. *Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив.* Фронтальная линза может раздавить покровное стекло, и на ней появятся царапины;
10. Передвигая препарат рукой, найти нужное место, расположить его в центре поля зрения микроскопа;
11. Если изображение не появилось, то надо повторить все операции пунктов 6, 7, 8, 9;
12. Для изучения объекта при большом увеличении, сначала нужно поставить выбранный участок в центр поля зрения микроскопа при малом увеличении. Затем поменять объектив на 10х, поворачивая револьвер, так чтобы он занял рабочее положение. При помощи микрометричного винта добиться хорошего изображения объекта;
13. По окончании работы с большим увеличением, установить малое увеличение, поднять объектив, снять с рабочего столика препарат, протереть чистой салфеткой все части микроскопа, накрыть его полиэтиленовым пакетом и поставить в шкаф.

Техника приготовления временного препарата

Для изготовления временного микропрепарата необходимо взять предметное стекло, держа его за боковые грани. Нанести пипеткой 1–2 капли воды в центр стекла и поместить биологический объект в каплю воды.

Взяв покровное стекло за боковые грани, накрыть объект исследования.

Между стеклами не должно быть пузырьков воздуха. Излишки воды убрать фильтровальной бумагой.

Приготовленный микропрепарат поместить на предметный столик и рассмотреть сначала при малом, затем при большом увеличении.

Ход работы:

1. Изучить учебный материал и выписать основные понятия, характеризующие микроскопию.

2. Изучить виды микроскопической техники и заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Сравнительная характеристика микроскопической техники

Название	Принцип работы	Диапазон увеличения	Области применения
Лупа			
Световой микроскоп			
Стереомикроскоп			
Люминесцентный микроскоп			
Поляризационный микроскоп			
Электронный микроскоп			

3. Самостоятельно зарисовать устройство светового микроскопа в альбоме, подписать и выучить оптическую и механическую части.

4. Изготовить временный микропрепарат и изучив его при малом и большом увеличении, зарисовать в альбоме.

5. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2.

Тема: Химический состав клетки. Строение и функции органических соединений: белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот.

Цель работы: Изучить химический состав живой материи.

Задачи:

1. Ознакомиться с техникой безопасности при проведении лабораторных работ по биологии.
2. Актуализировать знания по группам неорганических и органических соединений живых организмов.
3. Определить элементный состав и свойства белков.
4. Выявить некоторые свойства углеводов и липидов.
5. На основе результатов работы сформулировать выводы.

Материалы и оборудование: раствор яичного белка, глюкоза, крахмал, растительное масло; штатив с пробирками, пипетки, стеклянные палочки, спиртовка, мерный стакан; вода очищенная, 10% раствор NaOH, 1-2% раствор CuSO_4 , этиловый спирт, раствор иода в иодиде калия.

Учебный материал к освоению темы

В состав клетки входит около 70 элементов Периодической системы элементов Менделеева, а 24 из них присутствуют во всех типах клеток. Все присутствующие в клетке элементы делятся, в зависимости от их содержания в клетке, на группы:

макроэлементы – H, O, N, C, Mg, Na, Ca, Fe, K, P, Cl, S;

микроэлементы – B, Ni, Cu, Co, Zn, Mn и др.;

ультрамикроэлементы – U, Ra, Au, Pb, Hg, Se и др.

В состав клетки входят молекулы неорганических и органических соединений. Неорганические соединения клетки – вода и неорганические ионы. Неорганические ионы: катионы K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} и анионы Cl^- , NO_3^- , PO_4^{2-} , CO_3^{2-} , HPO_4^{2-} .

Разность между количеством катионов и анионов (Na^+ , K^+ , Cl^-) на поверхности и внутри клетки обеспечивает возникновение потенциала действия, что лежит в основе нервного и мышечного возбуждения.

Анионы фосфорной кислоты создают фосфатную буферную систему, поддерживающую pH внутриклеточной среды организма на уровне 6-9.

Углекислая кислота и ее анионы создают бикарбонатную буферную систему и поддерживают pH внеклеточной среды на уровне 7-8.

Соединения азота служат источником минерального питания, синтеза белков, нуклеиновых кислот.

Атомы фосфора входят в состав нуклеиновых кислот, фосфолипидов, а также костей позвоночных, хитинового покрова членистоногих.

Ионы кальция входят в состав вещества костей; они также необходимы для осуществления мышечного сокращения, свертывания крови.

Органические соединения: белки, липиды и углеводы, нуклеиновые кислоты.

Белки – это биологические гетерополимеры, мономерами которых являются аминокислоты. Белки синтезируются в живых организмах и выполняют в них

определенные функции. В состав белков входят атомы углерода, кислорода, водорода, азота и иногда серы.

Мономеры белков – **аминокислоты** – вещества, имеющие в своем составе неизменяемые части аминогруппу NH_2 и карбоксильную группу COOH , и изменяемую часть – радикал. Радикалами аминокислоты отличаются друг от друга. Аминокислоты обладают свойствами кислоты и основания (они *амфотерны*), поэтому могут соединяться друг с другом. Их количество в одной молекуле может достигать нескольких сотен. Чередование разных аминокислот в разной последовательности позволяет получать огромное количество различных по структуре и функциям белков.

В белках встречается *20 видов* различных аминокислот, некоторые из которых животные синтезировать не могут. Они получают их от растений, которые могут синтезировать все аминокислоты. Именно до аминокислот расщепляются белки в пищеварительных трактах животных. Из этих аминокислот, поступающих в клетки организма, строятся его новые белки.

Структура белковой молекулы - это ее аминокислотный состав, последовательность мономеров и степень скрученности молекулы.

1. Последовательность аминокислот в молекуле белка образует его **первичную структуру**. Она зависит от последовательности нуклеотидов в участке молекулы ДНК (гене), кодирующем данный белок. Соседние аминокислоты связаны **пептидными связями**, возникающими между углеродом карбоксильной группы одной аминокислоты и азотом аминогруппы другой аминокислоты.

2. Длинная молекула белка сворачивается и приобретает сначала вид спирали – **вторичная структура** белковой молекулы. Между CO- и NH- группами аминокислотных остатков соседних витков спирали, возникают **водородные связи**, удерживающие цепь.

3. Молекула белка сложной конфигурации в виде глобулы (шарика), приобретает **третичную структуру**. Прочность этой структуры обеспечивается **гидрофобными, водородными, ионными и дисульфидными S-S связями**.

4. Некоторые белки имеют **четвертичную структуру**, образованную несколькими полипептидными цепями (третичными структурами). Четвертичная структура так же удерживается слабыми нековалентными связями – *ионными, водородными, гидрофобными*.

Однако прочность этих связей невелика и структура может быть легко нарушена. При нагревании или обработке некоторыми химическими веществами **белок подвергается денатурации** и теряет свою биологическую активность.

Нарушение четвертичной, третичной и вторичной структур обратимо. Разрушение первичной структуры необратимо. Белки имеют **видовую специфичность**: каждый вид организмов обладает белками, не встречающимися у других видов.

Функции белков

Каталитическая (ферментативная) – белки ускоряют все биохимические процессы, идущие в клетке: расщепление питательных веществ в пищеварительном тракте, участвуют в реакциях матричного синтеза. Каждый фермент ускоряет одну и только одну реакцию (как в прямом, так и в обратном направлении). Скорость ферментативных реакций зависит от температуры среды, уровня ее pH, а также от концентраций реагирующих веществ и концентрации фермента.

Транспортная – белки обеспечивают активный транспорт ионов через клеточные мембраны, транспорт кислорода и углекислого газа, транспорт жирных кислот.

Защитная – антитела обеспечивают иммунную защиту организма; фибриноген и фибрин защищают организм от кровопотерь.

Структурная – одна из основных функций белков. Белки входят в состав клеточных мембран; белок кератин образует волосы и ногти; белки коллаген и эластин – хрящи и сухожилия.

Сократительная – обеспечивается сократительными белками – актином и миозином.

Сигнальная – белковые молекулы могут принимать сигналы и служить их переносчиками в организме (гормонами). Следует помнить, что не все гормоны являются белками.

Энергетическая – при длительном голодании белки могут использоваться в качестве дополнительного источника энергии после того, как израсходованы углеводы и жиры.

Углеводы имеют общую формулу $C_n(H_2O)_n$.

Растворимые в воде углеводы. **Моносахариды:** глюкоза – основной источник энергии для легочного дыхания; фруктоза – составная часть нектара цветов и фруктовых соков; рибоза и дезоксирибоза – структурные элементы нуклеотидов, являющихся мономерами РНК и ДНК. **Дисахариды:** сахароза (глюкоза + фруктоза) – основной продукт фотосинтеза, транспортируемый в растениях; лактоза (глюкоза + галактоза) – входит в состав молока млекопитающих; мальтоза (глюкоза + глюкоза) – источник энергии в прорастающих семенах.

Функции растворимых углеводов: транспортная, защитная, сигнальная, энергетическая.

Нерастворимые углеводы, полимерные: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин. Крахмал состоит из разветвленных спирализованных молекул, образующих запасные вещества в тканях растений. Целлюлоза – полимер, образованный остатками глюкозы, состоящими из нескольких прямых параллельных цепей, соединенных водородными связями. Такая структура препятствует проникновению воды и обеспечивает устойчивость целлюлозных оболочек растительных клеток. Хитин состоит из аминопроизводных глюкозы. Основной структурный элемент покровов членистоногих и клеточных стенок грибов. Гликоген – запасное вещество животной клетки.

Функции полимерных углеводов: структурная, запасная, энергетическая, защитная.

Липиды – это природные органические соединения, к которым относятся нейтральные липиды, воска, фосфолипиды, гликолипиды, стероиды. Все липиды нерастворимы в воде, а растворимы в органических растворителях: эфире, хлороформе, бензине, спирте. Нейтральные липиды – это сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и высших жирных кислот, называемые ацилглицеринами. Часто нейтральные липиды называют просто жирами.

Функции липидов

Запасная – жиры, откладываются в запас в тканях позвоночных животных.

Энергетическая – половина энергии, потребляемой клетками позвоночных животных в состоянии покоя, образуется в результате окисления жиров. Жиры

используются и как источник воды. Энергетический эффект от расщепления 1 г жира – 39 кДж, что в два раза больше энергетического эффекта от расщепления 1 г глюкозы или белка.

Защитная – подкожный жировой слой защищает организм от механических повреждений.

Структурная – фосфолипиды входят в состав клеточных мембран.

Теплоизоляционная – подкожный жир помогает сохранить тепло.

Электроизоляционная – миелин, выделяемый клетками Шванна (образуют оболочки нервных волокон), изолирует некоторые нейроны, что во много раз ускоряет передачу нервных импульсов.

Питательная – некоторые липидоподобные вещества способствуют наращиванию мышечной массы, поддержанию тонуса организма.

Смазывающая – воски покрывают кожу, шерсть, перья и предохраняют их от воды. Восковым налетом покрыты листья многих растений, воск используется в строительстве пчелиных сот.

Гормональная – гормон надпочечников – кортизон и половые гормоны имеют липидную природу.

Ход работы:

1. На основе учебного материала к освоению темы самостоятельно (письменно) охарактеризовать группы неорганических и органических соединений живых организмов по плану:

А. Определение группы

Б. Особенности химического строения.

В. Основные физико-химические свойства.

Г. Биологические функции.

2. Определить элементный состав и свойства белка.

Опыт 1. *Наличие в составе белка углерода, кислорода, водорода.* Нагреть в пробирке белок куриного яйца.

Указать результат реакции.

Опыт 2. *Наличие в составе белка азота.* В пробирку с раствором яичного белка добавить 10% раствор NaOH.

Указать результат реакции.

Опыт 3. *Денатурация белка.* В пробирку налить раствор яичного белка несколько капель этилового спирта.

Указать результат реакции.

Опыт 4. *Качественная реакция на белок (биуретовая реакция).* В пробирку с раствором яичного белка (5 капель) добавить 3 капли раствора NaOH и 1 каплю раствора CuSO₄. Биуретовая реакция это реакция на пептидную связь.

Указать результат реакции.

3. Выявить некоторые свойства углеводов и липидов.

Опыт 1. *Растворимость глюкозы в воде.* В пробирку внести несколько кристаллов глюкозы, добавить воду, перемешать.

Указать результат реакции.

Опыт 2. *Растворимость крахмала в воде.* В пробирку внести небольшое количество крахмала, добавить несколько капель холодной воды, перемешать. Затем подогреть пробирку над пламенем спиртовки.

Указать происходящие изменения.

Опыт 3. *Качественная реакция на крахмал.* В пробирку с раствором крахмала внести несколько капель раствора иода в иодиде калия.

Указать результат реакции.

Опыт 4. *Растворимость жиров.* В пробирку с небольшим количеством воды внести несколько капель растительного масла.

Указать результат реакции.

4. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3.

Тема: Клетка – структурная и функциональная единица живой материи

Цель работы: изучить строение и функциональные особенности клеток живых организмов (бактерий, грибов, растений и животных).

Задачи:

1. Ознакомиться с особенностями строения прокариотической и эукариотической клеток.
2. Изучить строение и функции органоидов эукариотической клетки.
3. Разобрать виды транспорта веществ через мембрану и его значение в поддержании гомеостаза клетки.
4. Актуализировать знания о современных положениях клеточной теории.

Материалы и оборудование: световые микроскопы, готовые микропрепараты клеток, препаровальные принадлежности: лоток, стекло предметное, стекло покровное, препаровальное стекло, препаровальная игла, пинцет, мерный стакан, пипетка, вода, марлевые салфетки, биологические объекты (листья мха, культура дрожжей).

Учебный материал к освоению темы

Клетка является основной структурной и функциональной единицей живых организмов, осуществляющей рост, развитие, обмен веществ и энергии, хранящей и реализующей генетическую информацию.

Существующая «фармацевтическая биология» рассматривает живую клетку организма как наименьшую единицу животного организма, а также влияние на неё природных соединений (биогенных лекарственных веществ) и синтезированных лекарственных соединений, их фармакологическое и токсикологическое воздействие.

В таблице 1 приведена сравнительная характеристика прокариотической и эукариотической клеток.

Таблица 1. Признаки строение клеток прокариот и эукариот

Признаки	Прокариоты	Эукариоты
Типичные размеры (диаметр клетки)	1-2 мкм	10-20 мкм
Клеточная стенка	Обычно имеется, у большинства содержит пептидогликан муреин	Часто отсутствует; при наличии не содержит пептидогликана
Наличие цитоскелета	Слабее развит, используется только для деления и поддержания формы клетки	Хорошо развит, часто используется при локомоции
Жгутики	Бактериальный жгутик - флагелла; внутриклеточная трубка из белка флагеллина, при движении вращается	Эукариотический жгутик - ундулиподия; вырост клетки, окруженный мембраной, при движении изгибается

Признаки	Прокариоты	Эукариоты
Эндоцитоз и внутриклеточное пищеварение	У всех отсутствуют	У большинства имеются
Ядерная оболочка	Всегда отсутствует	Всегда имеется, состоит из двух мембран, содержит ядерные поры
ДНК основной части генома	Как правило, одна кольцевая молекула ДНК (генофор)	Как правило, несколько линейных молекул ДНК (хромосомы)
Строение рибосом	70S-типа, содержат 3 молекулы рРНК	В цитоплазме 80S-типа, содержат 4 молекулы рРНК; в митохондриях и хлоропластах 70S-типа, содержат 2 или 3 молекулы рРНК
Эндоплазматическая система	Обычно слабо развита	Обычно хорошо развита, включает ЭПС, аппарат Гольджи, лизосомы и другие мембранные органоиды
Эндосимбиоз с другими клетками	Не встречается	Практически все клетки содержат эндосимбионтов - митохондрии, хлоропласты, симбиотические бактерии
Способы деления клетки	«Прямое» деление (в том числе почкование) без участия веретена деления	Митоз и мейоз с участием веретена деления из микротрубочек
Обмен веществ	Разнообразный, у многих есть азотфиксация и хемосинтез	Гликолиз в цитоплазме, кислородный фотосинтез в хлоропластах, бескислородное (реже нитратное) дыхание в митохондриях.

Прокариоты – одноклеточные и колониальные организмы, также встречаются и многоклеточные (нитчатые) организмы. Это самые древние и примитивные организмы на Земле. Распространены повсеместно: в воде, почве, воздухе, живых организмах. Размеры – от 1 до 10 мкм. Форма бактериальной клетки разнообразна.

Шаровидные бактерии подразделяют на несколько форм: *монококки* – одиночные; *диплококки* – образуют пары; *тетракокки* – образуют тетрады; *стрептококки* – делятся в одной плоскости, образуют цепочки; *стафилококки* – делятся в разных плоскостях, образуют скопления; *сарцины* образуют пакеты по 8 особей.

Вытянутые, палочковидные бактерии называются бациллами. Извитые, в виде запятой – вибрионы, имеющие до 6 витков – *спириллы*, *спирохеты* – длинные и тонкие извитые формы с числом витков от 6 до 15.

Бактериальная клетка (рис. 1) ограничена оболочкой. Внутренний слой оболочки представлен цитоплазматической мембраной, над мембраной находится клеточная стенка, над клеточной стенкой у многих бактерий – слизистая капсула.

Строение и функции цитоплазматической мембраны не отличаются от таковых мембран эукариотической клетки. Мембрана может образовывать складки, называемые *мезосомами*.

Мезосомы могут иметь разную форму (мешковидные, трубчатые, пластинчатые и др.). На поверхности мезосом располагаются ферменты. Мезосомы с фотосинтетическими пигментами называют *хлоросомами*. Клеточная стенка – толстая, плотная, жесткая, состоит из муреина (главный компонент) и других органических веществ. Муреин представляет собой правильную сеть из параллельных полисахаридных цепей, сшитых друг с другом короткими белковыми цепочками. В зависимости от особенностей строения клеточной стенки бактерии подразделяются на грамположительные (окрашиваются по Граму) и грамотрицательные (не окрашиваются). У грамотрицательных бактерий стенка устроена сложнее и над муреиновым слоем снаружи имеется еще одна мембрана.

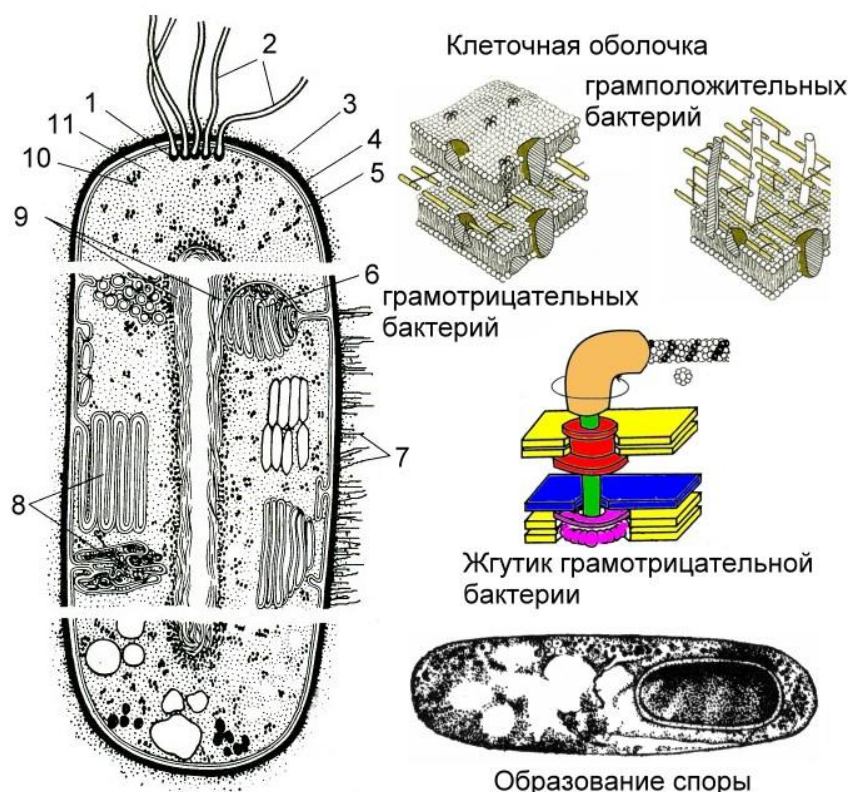


Рисунок 1. Строение бактериальной клетки:

- 1 – базальное тельце; 2 – жгутик; 3 – слизистая капсула; 4 – клеточная стенка;
 5 – цитоплазматическая мембрана; 6 – мезосома; 7 – фимбрии;
 8 – мембранные структуры (ламеллы, хлоросомы); 9 – нуклеоид; 10 – рибосомы;
 11 – цитоплазма.

Внутреннее пространство заполнено цитоплазмой. Генетический материал представлен кольцевыми молекулами ДНК. Эти ДНК можно условно разделить на «хромосомные» и *плазмидные*. «Хромосомная» ДНК – одна, прикреплена к мембране, содержит несколько тысяч генов, в отличие от хромосомных ДНК эукариот она не линейная, а кольцевая и не связана с белками, «голая». В отличие от большинства растений и животных *набор генов у прокариот – гаплоидный*. Зона, в которой расположена эта ДНК называется *нуклеоидом*.

Плазмиды – внехромосомные генетические элементы, представляют собой небольшие кольцевые ДНК, не связаны с белками, не прикреплены к мембране, содержат небольшое число генов. Количество плазмид может быть различным.

Наиболее изучены плазмиды, несущие информацию об устойчивости к лекарственным препаратам (R-факторы) и принимающие участие в половом процессе (F-факторы). Плазмида, способная объединяться с хромосомой, называется *эписомой*.

В бактериальной клетке отсутствуют все мембранные органоиды, характерные для эукариотической клетки (митохондрии, пластиды, ЭПС, аппарат Гольджи, лизосомы). В цитоплазме бактерий находятся рибосомы 70S-типа, включения, могут быть газовые вакуоли. Как правило, рибосомы собраны в полисомы. Каждая рибосома состоит из малой (30S) и большой субъединиц (50S). Включения могут быть представлены глыбками крахмала, гликогена, волютина, липидными каплями.

У многих бактерий имеются *жгутики* и *пили* (фимбрии). Жгутики не ограничены мембраной, это микротрубочки, состоящие из сферических субъединиц белка *флагеллина*.

Эти субъединицы расположены по спирали и образуют полый цилиндр диаметром 10-20 нм. Количество и расположение жгутиков может быть различным. Пили – прямые нитевидные структуры на поверхности бактерий. Они тоньше и короче жгутиков. Представляют собой короткие полые цилиндры из белка *пилина*. Пили служат для прикрепления бактерий к субстрату и друг к другу. Во время конъюгации образуются особые F-пили, по которым осуществляется передача генетического материала от одной бактериальной клетки к другой.

Грибы отличаются от всех эукариотов наиболее простым строением клетки.

Она состоит из оболочки, протопласта, вакуолей (рис. 2). В состав протопласта входит цитоплазма и ядро. Цитоплазма содержит органоиды, находящиеся в гиалоплазме.

Грибы отличаются разнообразным составом клеточной оболочки.

Клеточная оболочка изменяется при переходе из одной фазы роста в другую или зависит от типов роста - дрожжеподобный, гифальный. Она может быть целлюлозно-хитиновой, хитиново-глюкановой.

В ней имеются гетерополимеры, содержащие маннозу, глюкозу, галактозу.

Один из основных компонентов клеточной оболочки - хитин (азотсодержащее, нерастворимое в крепких растворах щелочей вещество). Клеточная оболочка придает форму вегетативным клеткам гиф и органам размножения, ее поверхность является местом локализации некоторых ферментов. Она часто многослойна, устойчива к разрушению. По мере старения оболочка может кутинизироваться, инкрустироваться оксалатом кальция. Наружные слои оболочки могут ослизняться.

Протопласт - сферическое образование клетки, которому свойственны метаболические процессы и способность к регенерации. От клеточной оболочки протопласт отделен плазмалеммой - мембраной, содержащей липиды и белки. Главная ее функция - регуляция поступления растворов из окружающей среды в клетку и наоборот. Поступление веществ может быть пассивным и активным, протекающим с затратами энергии в виде АТФ. В протопласте различают ядро и цитоплазму.

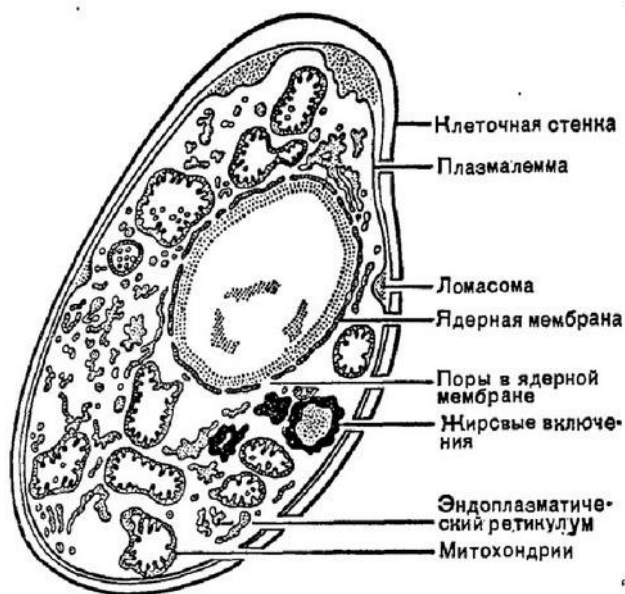


Рисунок 2. Строение грибной клетки.

В состав цитоплазмы входят разнообразные органоиды (митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы), связанные гиалоплазмой. В ней формируются надмолекулярные агрегаты - микрофиламенты и микротрубочки, обуславливающие цитоскелет клетки. У грибов большее значение имеют микрофиламенты. Рибосомы находятся в основном в цитоплазме. Эндоплазматический ретикулум выражен слабо. Митохондрии похожи на митохондрии растений, но кристы сплюснутые или тарелкообразные. Диктиосомы (тельца Гольджи) практически не встречаются. Вместо диктиосом обнаруживаются скопления эндоплазматического ретикулума с небольшим количеством ламелл. Одной из особенностей протопласта клетки грибов является наличие около цитоплазматической мембраны губковидных электронно-прозрачных телец - ломасом, функции которых окончательно не выяснены.

Ядро у большинства грибов обычно небольших размеров, окружено двойной мембраной, круглое, удлиненное, расположено либо в центре, либо у клеточной оболочки или перегородки. Клетки гиф содержат одно или несколько ядер. В ядре обычно находится одно ядрышко, но иногда оно отсутствует. Основная функция ядра - репликация ДНК и перенос генетической информации в цитоплазму через РНК. К особенностям ядерного аппарата грибов относится наличие дикарионов ($n + n$), спаренных ядер в клетке после слияния цитоплазмы. Другая особенность ядер - способность передвигаться из одной клетки в другую. У большинства грибов митоз «закрытый» (без разрушения ядерной оболочки), отсутствуют центриоли. Образование перегородки между разделившимися клетками не всегда происходит сразу после деления ядра, в результате чего могут образоваться многоядерные клетки.

Вакуоли грибной клетки отграничены от протопласта мембраной - тонопластом. В молодых клетках вакуоли мелкие. Впоследствии они сливаются, образуя крупную вакуоль. В вакуолях в коллоидном состоянии находятся полифосфаты, различные питательные вещества. У низкоорганизованных грибов и в зооспорах имеются особые пульсирующие вакуоли, способные сокращаться и вновь расширяться.

Жгутики имеются у представителей отдела хитридиомикота. Они способствуют передвижению зооспор и гамет. В центре жгутика находятся две одиночные, а по периферии - девять двойных фибрилл.

На основе приведенных сведений о строении бактериальной и грибной клеток, а также известных особенностях строения **растительной и животной клеток** (рекомендуемая и дополнительная литература) можно сделать вывод о единстве происхождения прокариотических и эукариотических клеток и различных путях их эволюции.

Важнейшее свойство мембран любой клетки – *избирательная проницаемость*. Это свойство регуляции обмена веществ между клеткой и внешней средой. Процесс прохождения веществ через клеточную мембрану называют *транспортом веществ*. Различают *пассивный транспорт* – процесс прохождения веществ, идущий без затрат энергии и *активный транспорт* – процесс прохождения веществ, идущий с затратами энергии (рис. 3).

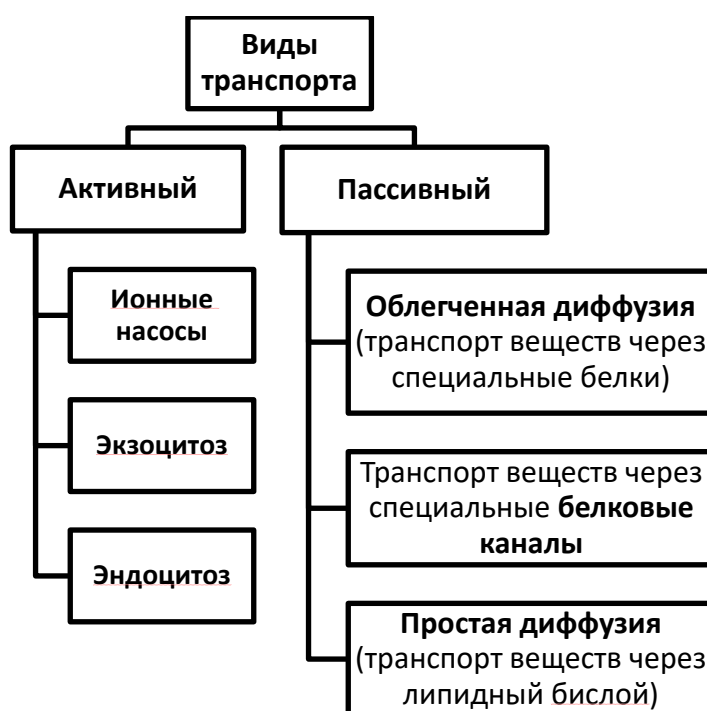


Рисунок 3. Виды транспорта веществ через мембрану клетки.

Ход работы:

1. Изучив учебный материал об особенностях строения прокариотических и эукариотических клеток, установить их общие черты и черты различия и отметить их в лабораторной тетради. Зарисовать прокариотическую клетку.

2. Приготовить и рассмотреть временные микропрепараты клеток растений (клетки листа мха), грибов (клетки дрожжей), а также постоянные микропрепараты животных (эпителиальные клетки животных и эритроциты лягушки). Изучив особенности их строения, зарисовать клетки в лабораторную тетрадь. Привести схемы строения грибной, растительной и животной клеток. На основе изучения дополнительного учебного материала самостоятельно заполнить таблицу 2.

Таблица 2. Строение и функции органоидов клетки

Органоиды	Тип клетки	Строение и химический состав	Функции

3. Используя представленную в учебном материале схему (рис. 3) и дополнительный учебный материал, охарактеризовать виды транспорта веществ. Заполнить таблицу 3.

Таблица 3. Виды транспорта веществ через биологическую мембрану

Вид транспорта	Распространение в природе (тип клетки)	Краткая характеристика	Значение в гомеостазе клетки

4. Перечислить современные положения клеточной теории.

5. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4.

Тема: Обмен веществ и превращение энергии – свойства живых организмов

Цель работы: изучить процессы, составляющие энергетический и пластический обмены различных организмов.

Задачи:

1. Актуализировать знания об обмене веществ (метаболизме) и превращении энергии как фундаментальном свойстве живой материи.
2. Изучить взаимосвязь и этапы энергетического и пластического обменов.
3. Разобрать световую и темновую фазы фотосинтеза, акцентировав внимание на космической роли и значении фотосинтеза.
4. Изучить хемосинтез и роль хемосинтезирующих бактерий на Земле.
5. Формировать навык решения расчетных задач по теме.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

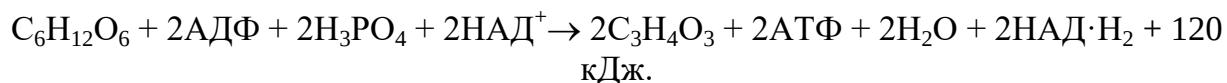
Обмен веществ и превращения энергии (метаболизм) – совокупность протекающих в живых организмах биохимических превращений веществ и энергии, а также обмен веществами и энергией с окружающей средой.

Энергетический обмен (катаболизм, диссимиляция) - совокупность реакций расщепления органических веществ, сопровождающихся выделением энергии. Энергия, освобождающаяся при распаде органических веществ, не сразу используется клеткой, а запасается в форме аденозинтрифосфата (АТФ) и других высокоэнергетических соединений. АТФ, являясь универсальным источником энергообеспечения клетки, синтезируется в клетках всех организмов в процессе *фосфорилирования* - присоединения неорганического фосфата к аденозиндифосфату (АДФ).

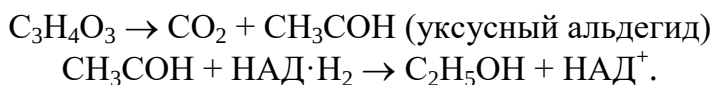
Процесс энергетического обмена можно разделить на три этапа:

1. *Подготовительный этап.* Под действием ферментов пищеварительного тракта или ферментов лизосом углеводы (фермент амилаза) расщепляются до глюкозы, жиры (липаза) - до глицерина и карбоновых кислот, белковые молекулы (пепсин)- до аминокислот, нуклеиновые кислоты - до нуклеотидов. Вся выделившаяся энергия при этом рассеивается в виде тепла.

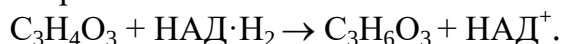
2. *Гликолиз, или бескислородное окисление.* Окисление глюкозы в клетках без участия кислорода происходит путем *дегидрирования*, акцептором водорода служит кофермент никотинамидадениндинуклеотида (НАД⁺). Реакции протекают в цитоплазме, глюкоза с помощью десяти ферментативных реакций превращается в 2 молекулы пировиноградной кислоты (ПВК) и образуется восстановленная форма переносчика водорода никотинамидадениндинуклеотида (НАД·Н₂). При этом образуется 200 кДж энергии, 120 рассеивается в форме тепла, 80 кДж запасается в форме 2 моль АТФ:



Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия O_2 в клетке: если O_2 нет, происходит анаэробное дыхание, причем у дрожжей и растений происходит *спиртовое брожение*, при котором сначала происходит образование уксусного альдегида, а затем этилового спирта:



У животных и некоторых бактерий при недостатке O_2 происходит *молочнокислое брожение* с образованием молочной кислоты:



3. *Третий этап энергетического обмена - кислородное окисление, или дыхание*, происходит в митохондриях. Пировиноградная кислота проникает в митохондрии, происходит ее *дегидрирование* (отщепление водорода) и *декарбоксилирование* (отщепление углекислого газа) с образованием двухуглеродной ацетильной группы, которая вступает в цикл реакций, получивших название реакций *цикла Кребса*. Здесь происходит дальнейшее окисление, связанное с дегидрированием и декарбоксилированием. В результате на каждый разрушенный моль ПВК из митохондрии удаляется 3 моль CO_2 , образуется 5 пар атомов водорода, связанных с переносчиками (4 $НАДН_2$, $ФАДН_2$), а также моль АТФ.

Суммарная реакция гликолиза и разрушения ПВК в митохондриях до водорода и углекислого газа выглядит следующим образом:

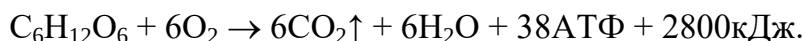


2 молекулы АТФ образовались при гликолизе, две - в цикле Кребса; 2 пары атомов ($2НАД \cdot H_2$) образовались при гликолизе, 10 пар - в цикле Кребса.

Последним этапом является *окисление* пар атомов водорода с участием O_2 до H_2O с одновременным *фосфорилированием* АДФ до АТФ. Этот процесс происходит на внутренней мембране митохондрий. Водород передается по трем большим ферментным комплексам дыхательной цепи (флавопротеин, кофермент Q, цитохромы), расположенным во внутренней мембране митохондрий. У водорода отбираются электроны, а протоны закачиваются в межмембранное пространство митохондрий, в «протонный резервуар».

Внутренняя мембрана непроницаема для ионов водорода. Электроны передаются по ферментам дыхательной цепи на цитохромоксидазу. Когда разность потенциалов на внешней и внутренней стороне внутренней мембраны достигает 200 мВ, протоны ($12H_2$) проходят через канал фермента АТФ-синтазы и с помощью цитохромоксидазы происходит восстановление кислорода до воды ($12H_2O$) с выделением энергии, часть которой (55%) запасается в форме 34АТФ.

Суммарная реакция энергетического обмена выглядит так:



Анаболизм или пластический обмен - совокупность химических процессов направленных на образование высокомолекулярных соединений. Продукты

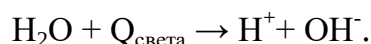
распада различных соединений при катаболизме могут вновь использоваться при анаболизме, образуя в иных сочетаниях новые вещества. Примерами пластического обмена являются фотосинтез в растениях и синтез белка во всех типах клеток.

Фотосинтез - это процесс трансформации поглощенной организмом энергии света в химическую энергию органических (и неорганических) соединений. В процессе фотосинтеза различают две фазы: световую и темновую (рис. 1, 2).

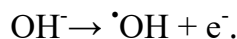
Общая реакция фотосинтеза	$12\text{H}_2\text{O} + 6\text{CO}_2 \xrightarrow{\text{энергия света}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
Фотолиз воды	$12\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{энергия света}} 6\text{O}_2 + 24\text{H}^+ + 24\text{e}^-$
Образование восстановителя	$12\text{НАДФ}^+ + 24\text{H}^+ + 24\text{e}^- \xrightarrow{\text{энергия света}} 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$
Фото-фосфорилирование	$18\text{АДФ} + 18\text{Ф} \xrightarrow{\text{энергия света}} 18\text{АТФ}$
Все световые реакции вместе	$12\text{H}_2\text{O} + 12\text{НАДФ}^+ + 18\text{АДФ} + 18\text{Ф} \xrightarrow{\text{энергия света}} 6\text{O}_2\uparrow + 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2 + 18\text{АТФ} +$
Все темновые реакции	$6\text{CO}_2 + 12\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2 + 18\text{АТФ} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12\text{НАДФ}^+ + 18\text{АДФ} + 18\text{Ф} + 6\text{H}_2\text{O}$

Рисунок 1. Суммарные и частные реакции фотосинтеза.

Световая фаза происходит только в присутствии света в мембранах тилакоидов при участии хлорофилла, белков-переносчиков электронов и фермента - АТФ-синтетазы. Под действием кванта света электроны хлорофилла возбуждаются, покидают молекулу и попадают на внешнюю сторону мембраны тилакоида, которая в итоге заряжается отрицательно. Окисленные молекулы хлорофилла восстанавливаются, отбирая электроны у воды, находящейся во внутритилакоидном пространстве. Это приводит к распаду или *фотолизу* воды:



Ионы гидроксила отдают свои электроны, превращаясь в реакционноспособные радикалы $\cdot\text{OH}$:



Радикалы $\cdot\text{OH}$ объединяются, образуя воду и свободный кислород:



Кислород при этом удаляется во внешнюю среду, а протоны накапливаются внутри тилакоида в «протонном резервуаре». В результате мембрана тилакоида с одной стороны за счет H^+ заряжается положительно, с другой за счет электронов - отрицательно. Когда разность потенциалов между наружной и внутренней сторонами мембраны тилакоида достигает 200 мВ, протоны проталкиваются через

каналы АТФ-синтетазы и происходит *фосфорилирование* АДФ до АТФ; атомарный водород идет на восстановление специфического переносчика никотинамидадениндинуклеотидфосфат (НАДФ⁺) до НАДФ·Н₂:



Кислород диффундирует в атмосферу, АТФ и НАДФ·Н₂ транспортируются в строму хлоропласта и участвуют в процессах темновой фазы.

Темновая фаза протекает в строме хлоропласта. Для ее реакций не нужна энергия света, поэтому они происходят не только на свету, но и в темноте. Реакции темновой фазы представляют собой цепочку последовательных преобразований углекислого газа (поступает из воздуха), приводящую к образованию глюкозы и других органических веществ.

Первая реакция в этой цепочке - фиксация углекислого газа; акцептором углекислого газа является пятиуглеродный сахар рибулозобифосфат (РиБФ); катализирует реакцию фермент рибулозобифосфат-карбоксилаза (РиБФ-карбоксилаза). В результате карбоксилирования рибулозобифосфата образуется неустойчивое шестиуглеродное соединение, которое сразу же распадается на две молекулы фосfogлицириновой кислоты (ФГК). Затем происходит цикл реакций, в которых через ряд промежуточных продуктов фосfogлицириновая кислота преобразуется в глюкозу. В этих реакциях используются энергии АТФ и НАДФ·Н₂, образованных в световую фазу; цикл этих реакций получил название «*цикл Кальвина*»:

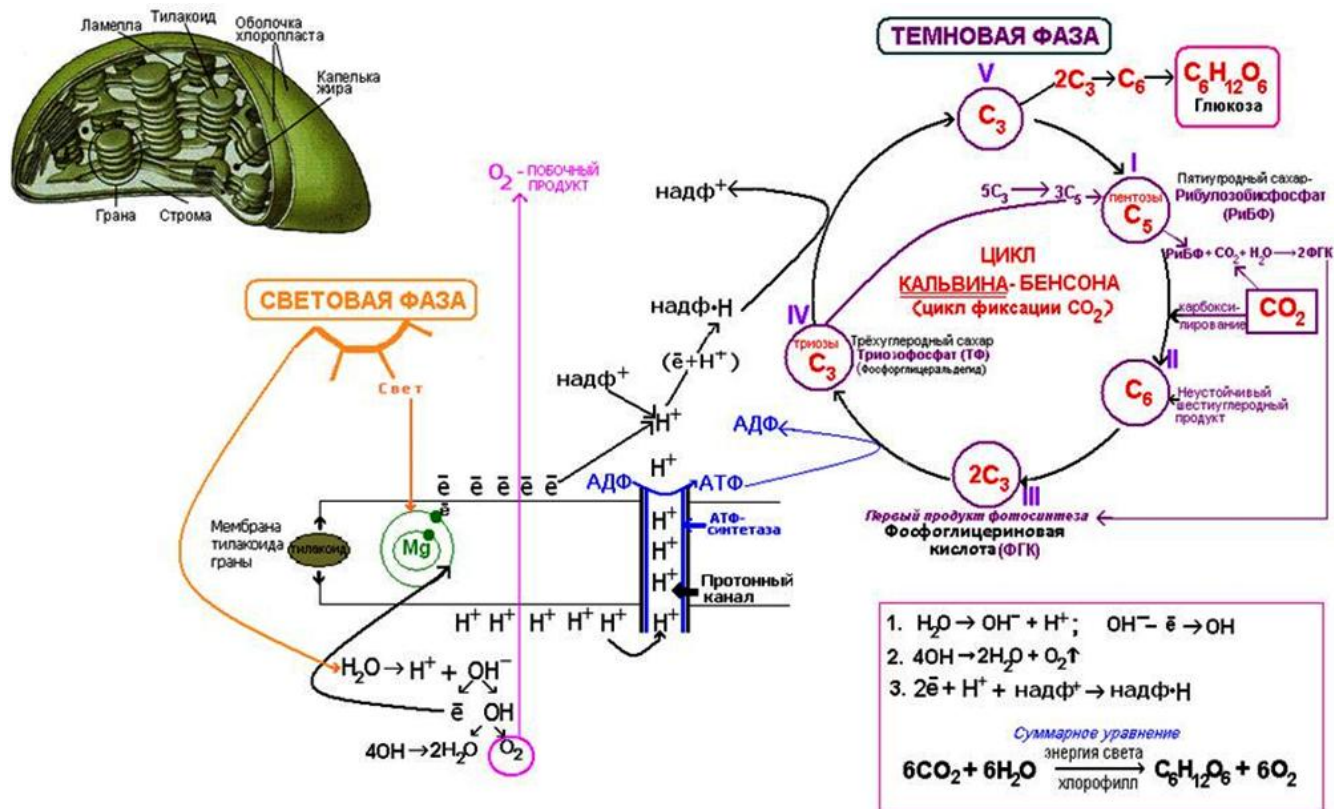
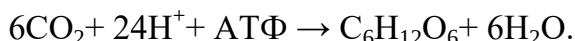


Рисунок 2. Схема фотосинтеза.

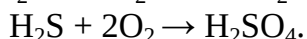
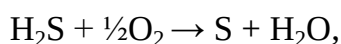
Кроме глюкозы, в процессе фотосинтеза образуются другие мономеры сложных органических соединений - аминокислоты, глицерин и жирные кислоты, нуклеотиды.

Синтез органических соединений из углекислого газа и воды, осуществляемый не за счет энергии света, а за счет энергии окисления неорганических веществ, называется *хемосинтезом*. К хемосинтезирующим организмам относятся некоторые виды бактерий.

Нитрифицирующие бактерии окисляют аммиак до азотистой, а затем до азотной кислоты: $\text{NH}_3 \rightarrow \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$.

Железобактерии превращают закисное железо в окисное: $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$.

Серобактерии окисляют сероводород до серы или серной кислоты:



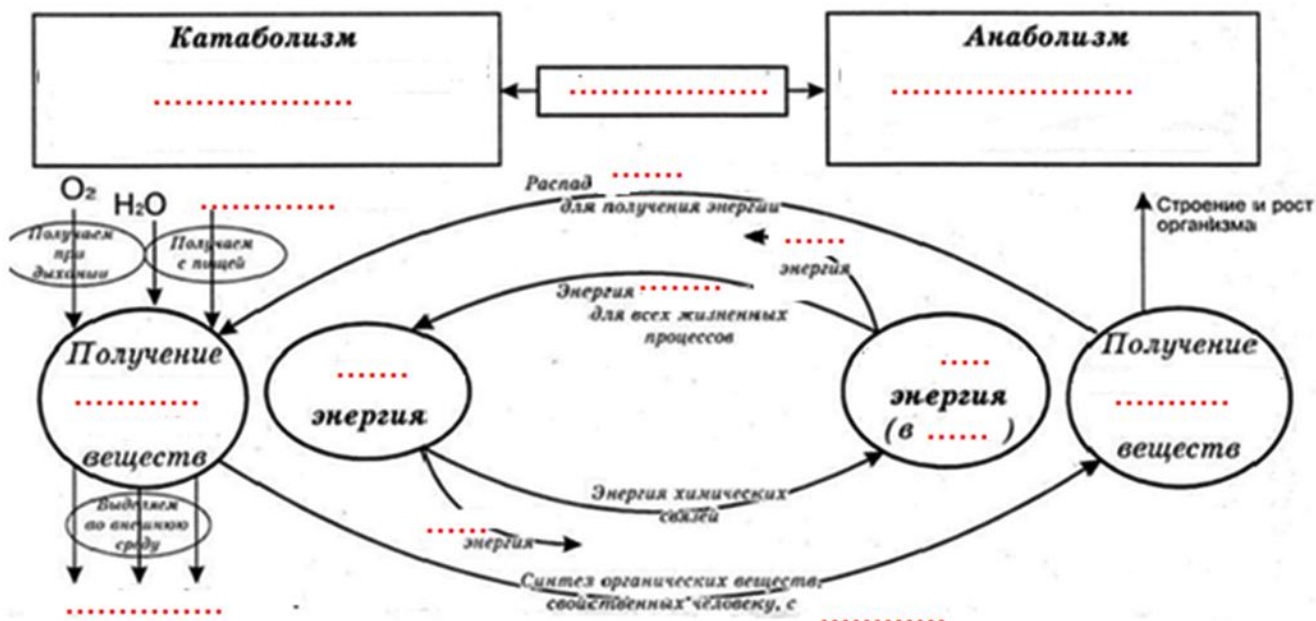
В результате реакций окисления неорганических веществ выделяется энергия, которая запасается бактериями в форме макроэргических связей АТФ. АТФ используется для синтеза органических веществ, который проходит аналогично реакциям темновой фазы фотосинтеза.

Хемосинтезирующие бактерии способствуют накоплению в почве минеральных веществ, улучшают плодородие почвы, способствуют очистке сточных вод и др.

Ход работы:

1. Изучить учебный материал, выписать в рабочую тетрадь определения понятиям: метаболизм, анаболизм, катаболизм, фотосинтез, хемосинтез.

2. Согласно учебному материалу заполнить схему:



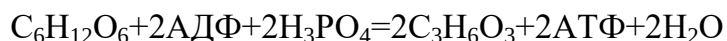
3. Решить задачи по образцу.

Задача (образец).

Гликолизу подверглось две молекулы глюкозы, окислению только одна. Определить количество образованных молекул АТФ и выделившихся молекул углекислого газа при этом

Решение:

Для решения используем уравнения второго этапа (гликолиза):



и третьего этапа кислородного энергетического обмена:



При гликолизе одной молекулы глюкозы образуется 2 молекулы АТФ, а при окислении 36АТФ. По условию задачи гликолизу подверглось 2 молекулы глюкозы: $2 \cdot 2 = 4$, а окислению только одна: $4 + 36 = 40$ АТФ.

Углекислый газ образуется только на 3 этапе, при полном окислении одной молекулы глюкозы образуется 6 CO_2

Ответ: 40 АТФ; CO_2 – 6.

Задача 1.

В процессе гликолиза образовалось 68 молекул пировиноградной кислоты (ПВК). Определить, какое количество молекул глюкозы подверглось расщеплению и сколько молекул АТФ образовалось при полном окислении. Ответ пояснить.

Задача 2.

В результате энергетического обмена в клетке образовалось 5 моль молочной кислоты и 27 моль углекислого газа. Определить:

- а) сколько всего моль глюкозы израсходовано?
- б) сколько из них подверглось полному расщеплению, а сколько гликолизу?
- в) сколько энергии запасено?
- г) Сколько моль кислорода пошло на окисление?

Задача 3.

Мышцы ног при беге со средней скоростью расходуют за 1 минуту 24 кДж энергии. Определить:

- а) сколько всего граммов глюкозы израсходуют мышцы ног за 25 минут бега, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве?
- б) накопится ли в мышцах молочная кислота?

Задача 4.

За сутки 1 человек при дыхании потребляет 30 литров кислорода. Одно 25 летнее дерево (тополь) в процессе фотосинтеза за 5 весенне-летних месяцев поглощает около 42 кг углекислого газа. Сколько человек обеспечит кислородом одно такое дерево?

Задача 5.

Фотосинтез описывается общим уравнением. Рассчитать, сколько литров кислорода выделилось в атмосферу, если известно, что растениями на определённой площади синтезировано 90 тонн глюкозы.

4. Установить и записать в рабочей тетради правильную последовательность процессов, происходящих в световой фазе фотосинтеза

- 1) переход электронов на высшие уровни
- 2) поглощение квантов света
- 3) образование АТФ за счёт энергии возбуждённых электронов
- 4) образование побочного продукта – свободного кислорода
- 5) возбуждение электронов в молекуле хлорофилла
- 6) фотолиз воды

5. Изучив световую и темновую фазы фотосинтеза, заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Сравнение световой и темновой фаз фотосинтеза

Вопросы	Световая фаза	Темновая фаза
Где происходит		
Какие основные процессы происходят		
Какие вещества являются исходными		
Какие вещества образуются в результате данной фазы		
Что является источником энергии		
Какие вещества катализируют реакции фотосинтеза		

6. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5.

Тема: Реализация генетической информации в клетке

Цель работы: изучить нуклеиновые кислоты как генетический материал и их роль в биосинтезе белка.

Задачи:

1. Изучить структуры ДНК, химические связи, функции, механизмы репликации.
2. Разобрать типы РНК, химические связи, особенности организации и локализации, функции.
3. Изучить процессы транскрипции и трансляции.

Материалы и оборудование: учебные таблицы

Учебный материал к освоению темы

В 1868 году швейцарский химик Иоганн Фридерих Мишер выделил из гноя больничных бинтов вещество, которое разделил на две фракции – кислую (названную нуклеином) и основную (щелочную). Кислая азотсодержащая фракция получила название нуклеиновых кислот.

Нуклеиновые кислоты – полимеры, состоящие из мономеров – нуклеотидов. Нуклеотид состоит из азотистого основания, пятиуглеродного сахара - пентозы, и остатка фосфорной кислоты. Азотистые основания – сложные гетероциклические соединения, содержащие в циклах кроме углерода атомы азота. По химической структуре они делятся на две группы: производные пурина (аденин, гуанин) и производные пиримидина (тимин, цитозин, урацил). Названия азотистых оснований отражают историю их открытия: аденин и тимин получили свои имена по тимусу, вилочковой железе (лат. железа - *aden*), название «цитозин» просто отсылает к клетке (греч. цитос - клетка). Гуанин был выделен из перуанского гуано – отложений помета южноамериканских птиц, а урацил – из мочи (корень уротно относится к моче).

Азотистое основание присоединяется к первому углероду пентозы (в циклической форме), а остаток фосфорной кислоты к пятому углеродному атому пентозы. Нуклеотиды объединяются в полимеры – полинуклеотиды – ковалентной связью через остаток фосфорной кислоты (фосфодиэфирной связью), соединяющей между собой третий и пятый атомы углерода пентозы. В цепи нуклеиновой кислоты всегда будет два конца: 5' (со стороны, где нет связи со следующим нуклеотидом у 5-го углеродного атома сахара) и 3' (со свободным 3-м атомом углерода в сахаре). 5' конец принято считать началом полинуклеотидной цепи, 3' концом (5'→3').

В живых клетках встречается два основных типа нуклеиновых кислот: РНК – рибонуклеиновая кислота и ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота. Они отличаются типом пятиатомного сахара (рибоза и дезоксирибоза) и азотистыми основаниями. В состав РНК входят азотистые основания: аденин, урацил, тимин, цитозин. В состав ДНК - аденин, гуанин, тимин и цитозин.

Структурная организация нуклеиновых кислот.

Первичная структура есть последовательность чередования нуклеотидов в цепи ДНК и РНК.

В первой половине XX века Эрвин Чаргафф, анализируя нуклеотидный состав ДНК различных организмов, обнаружил следующие закономерности, получившие названия «Правил Чаргаффа»:

1. Количество аденина равно количеству тимина, а гуанина - цитозину: $A=T$, $G=C$.
2. Количество пуринов равно количеству пиримидинов: $A+G=T+C$.
3. Отношение $(A+T)/(G+C)$ различается у разных организмов.

Вторичная структура ДНК представляет собой свернутые в спираль две комплементарно взаимодействующие и антипараллельные полинуклеотидные цепи. Образование вторичной структуры НК возможно вследствие проявления эффектов *комплементарности* и *стэкинг-взаимодействий*. Джеймс Дью Уотсон и Френсис Крик предложили модель структуры молекулы ДНК в виде «двойной спирали» с шагом в 3,4 нм (10 пар нуклеотидов на виток), в которой две цепи нуклеотидов обращены друг к друг азотистыми основаниями, а наружу – остатками сахаров и фосфорной кислоты (пентозофосфатным остовом). При этом азотистые основания цепей комплементарны друг другу – напротив аденина всегда находится тимин, а напротив гуанина – цитозин.

Природа комплементарности состоит в том, что между комплементарными основаниями образуются водородные связи (две в паре А-Т и три в паре Г-Ц), и в том что комплементарные пары оснований обладают сходными геометрическими характеристиками и могут быть уложены в регулярную структуру, стабилизируемую дополнительными взаимодействиями между гетероциклами (стекинг-взаимодействиями). Стэкинг-взаимодействия - особого рода (Ван-дер-Ваальсовы) взаимодействия между выложенными в стопку (как монеты) друг над другом азотистых оснований.

Комплементарное спаривание нуклеотидов возможно, только если взаимодействующие цепи располагаются антипараллельно (5'-конец первой цепи нуклеотидов напротив 3'-конца второй цепи). Из принципа комплементарности следует, что последовательность нуклеотидов одной цепи определяет последовательность нуклеотидов другой. Этого можно добиться двумя способами. Могут взаимодействовать две комплементарные цепи нуклеиновых кислот или же одна цепь нуклеиновых кислот может содержать комплементарные участки внутри себя самой. Первый вариант использует ДНК, второй - РНК. ДНК имеет формы - линейную, кольцевую, 2-х и 1-цепочечная. Двухцепочечные ДНК с «липкими» концами могут образовывать кольцо, которое далее ковалентно сшивается по сахарофосфатной цепи при помощи ДНК-лигазы.

Третичная структура ДНК образуется в результате дополнительного скручивания в пространстве двуспиральной молекулы - ее суперспирализации. Суперспирализация молекулы ДНК в эукариотических клетках в отличие от прокариот осуществляется в форме комплексов с белками.

ДНК эукариот почти вся находится в хромосомах ядер, лишь небольшое количество ее содержится в митохондриях, а у растений и в пластидах. Основное вещество хромосом эукариотических клеток (в том числе и хромосом человека) - это хроматин, состоящий из двухцепочечной ДНК, гистоновых и негистоновых белков.

Гистоны - простые белки, составляют до 50% хроматина. Во всех изученных клетках животных и растений обнаружено пять основных классов гистонов. Гистоны взаимодействуют с ДНК в основном через ионные связи (солевые мостики), образуемые между отрицательно заряженными фосфатными группами ДНК и положительно заряженными лизиновыми и аргининовыми остатками гистонов.

Негистоновые белки в отличие от гистонов очень разнообразны. Выделено до 590 разных фракций ДНК-связывающих негистоновых белков. Их еще называют кислыми белками, так как в их структуре преобладают кислые аминокислоты. Каждый белок комплементарен определенной последовательности нуклеотидов ДНК.

Хроматин - это комплекс белков с ядерной ДНК и неорганическими веществами. Основная часть хроматина неактивна. Она содержит плотно упакованную, конденсированную ДНК. Это гетерохроматин. Различают конститутивный, генетически неактивный хроматин и активный хроматин (эухроматин) неконденсированный, который упакован менее плотно. В разных клетках его содержание составляет от 2 до 11%. Каждая молекула ДНК упакована в отдельную хромосому. В диплоидных клетках человека содержится 46 хромосом, которые располагаются в ядре клетки. Общая длина ДНК всех хромосом клетки составляет 1,74 м, однако диаметр ядра, в которое упакованы хромосомы, в миллионы раз меньше. Такая компактная укладка ДНК в хромосомах и хромосом в ядре клетки обеспечивается разнообразными, гистоновыми и негистоновыми белками, взаимодействующими в определенной последовательности с ДНК.

Компактизация ДНК в хромосомах позволяет уменьшить ее линейные размеры примерно в 10 000 раз - условно с 5 см до 5 мкм. Выделяют несколько уровней компактизации (рис. 2).

Функции ДНК - хранение наследственной информации, использование этой информации для создания и поддержания клеточной организации, регуляцию считывания наследственной информации, самоудвоение генетического материала, передачу генетического материала от материнской клетки дочерним.

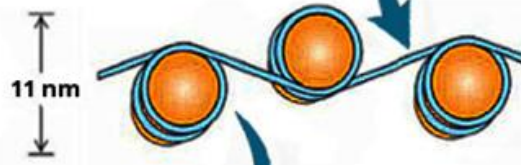
Пространственные структуры молекул РНК это трехмерные конструкции, в состав которых входят спиральные и не спиральные элементы. Комплементарные участки в РНК перемежаются с некоплементарными.

Выделяют РНК: информационная (матричная) РНК - иРНК (мРНК); транспортная РНК - тРНК, рибосомная РНК - рРНК. Информация о строении всех видов РНК хранится в ДНК. Процесс синтеза РНК на матрице ДНК называется *транскрипцией*.

Строение тРНК. Имеет акцептирующий участок (присоединяет АК, при участии АТФ), общий участок (петля дигидроуридина) обеспечивает связь со специфическим ферментом, характерный участок (петля псевдоуридина) всегда содержит последовательность 5'-ТЦГ-3', этой петлей взаимодействует с рибосомой. Антикодоновая петля - содержит 3 нуклеотида, комплементарных кодону данной аминокислоты в мРНК, например, кодону 5'-ГЦЦ-3' в мРНК соответствует антикодон 3'- ЦГГ-5' в тРНК, чем обеспечивается специфичность взаимодействия с матричной РНК (рис. 3, 4).



Участок двойной спирали ДНК



Нуклеосомный уровень

ДНК намотана на белковые "бусины" - белки - гистоны с образованием нуклеосомной нити.



Соленоидный уровень

Скручивание нуклеосомной нити с образованием хроматинового волокна - фибриллы. Компактная укладка "бусин" по типу солениоида или супербида.



Петлевой уровень

Упаковка хроматиновых фибрилл петлями. Петли фиксируются специальным белковым матриксом (скаффолд).



Доменный уровень

Образование петельных доменов, которые своим основанием прикрепляются к белковому матриксу в SAR (scaffold attachment regions) областях - фрагментах ДНК с высоким содержанием А/Т пар нуклеотидов.



Хромосомный уровень

последний (высший) уровень компактизации ДНК. Митотическая хромосома, состоящая из двух хроматид.

Рисунок 2. Структурная организация ДНК в хромосомах (уровни компактизации ДНК).

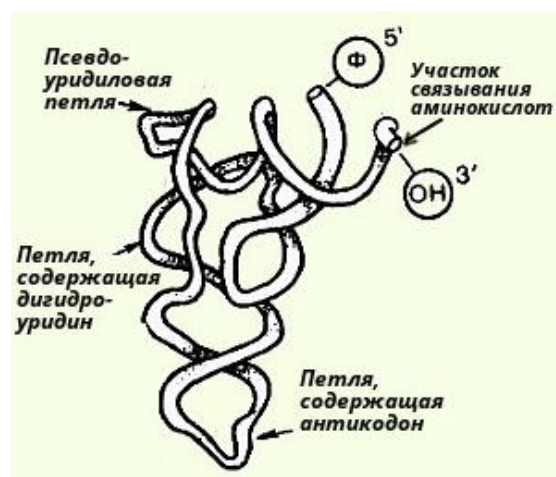
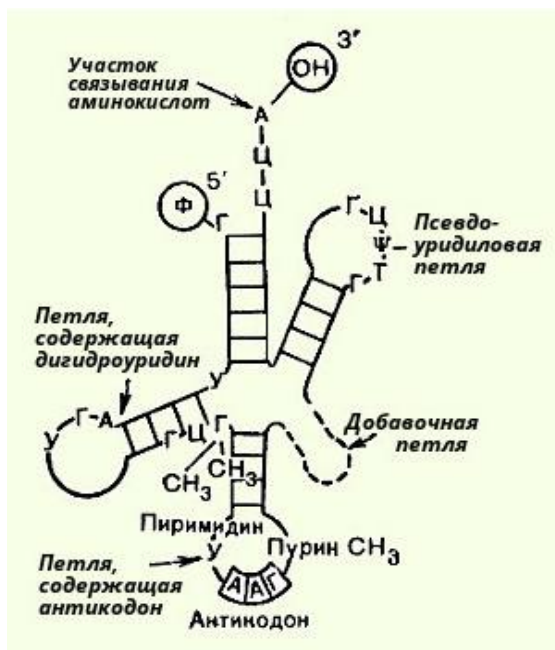


Рисунок 3. Общая структура тРНК.

Рисунок 4. Пространственная структура тРНК.

Функции тРНК: транспорт аминокислот к месту синтеза белка, к рибосомам; трансляционный посредник. **Функции рРНК:** необходимый структурный компонент рибосом и, таким образом, обеспечение функционирования рибосом; обеспечение взаимодействия рибосомы и тРНК; первоначальное связывание рибосомы и кодона-инициатора иРНК и определение рамки считывания, формирование активного центра рибосомы. **Функции иРНК:** перенос генетической информации от ДНК к рибосомам, матрица для синтеза молекулы белка, определение аминокислотной последовательности первичной структуры белковой молекулы.

Центральная догма молекулярной биологии гласит: генетическая информация от ДНК к белкам передается через РНК по схеме ДНК РНК белок (рис. 5). Процесс синтеза РНК на матрице ДНК называется *транскрипцией*, процесс синтеза белка на матрице РНК - *трансляцией*. *Репликация* (от латинского *replicatio* - повторение) означает процесс матричного синтеза молекулы ДНК, ведущий к ее самовоспроизведению (удвоению).

Развитие складывается из двух процессов: размножение и рост. *Размножение* – копирование генотипа путем репликации ДНК и деления клеток. *Рост* – построение фенотипа в результате синтеза белков.

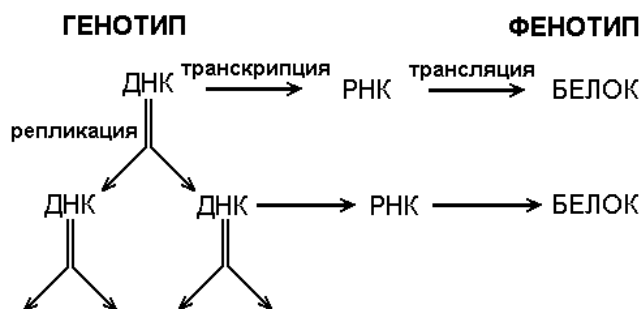
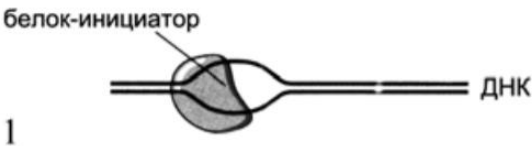
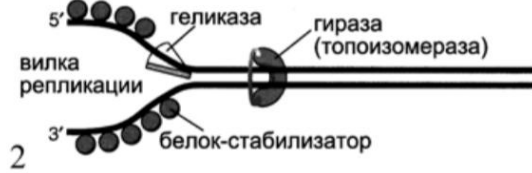
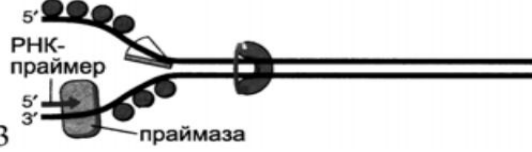
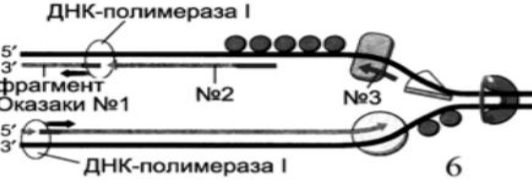
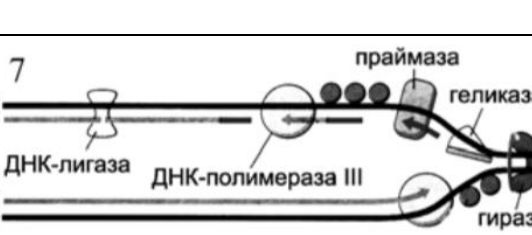


Рисунок 5. Центральная догма молекулярной биологии.

Рассмотрим таблицу 1, иллюстрирующую репликацию ДНК.

Таблица 1. Репликация ДНК

Схема процесса	Описание процесса
 1	Иницирующий белок связывается с ДНК, используя энергию АТФ, локально расширяет ДНК на две полинуклеотидные цепи и образует «глазок» репликации.
 2	Геликаза прикрепляется к ДНК и продолжает ее расширять, а гираза (топоизомераза) раскручивает спираль ДНК. Одноцепочные ДНК удерживаются стабилизирующими белками и служат матрицей для репликации.
 3	Праймаза синтезирует короткий РНК-праймер на 3'-конце, где будет синтезироваться лидирующая цепь дочерней ДНК.
 4	ДНК-полимераза III использует праймер для начала синтеза дочерней нити на 3'-конце. Этот синтез продолжается непрерывно.
 5	РНК-праймер на отстающей цепи ДНК. ДНК-полимераза работает в том же направлении (5'→3'), синтезируя фрагмент дочерней цепи ДНК.
 6	На отстающей цепи ДНК синтезируется фрагментами, что требует серии РНК-праймеров, которые удаляются затем ДНК-полимеразой I. Она же замещает пробел недостающими нуклеотидами.
 7	ДНК-лигаза связывает фрагменты Оказаки, после чего ДНК-лигаза, полимеразы I, III, праймаза, геликаза и гиразы работают в репликационной вилке одновременно.

Для того чтобы хранящаяся в ДНК информация могла быть использована, ее необходимо переписать (транскрибировать) в последовательность РНК. При этом ДНК служит только матрицей, она не меняется в процессе транскрипции. Транскрибируемые последовательности ДНК, т. е. участки ДНК, которые кодируют определенные белки, называются генами. Транскрипция, как и другие процессы синтеза биополимеров, состоит из следующих этапов: *инициации*, *элонгации* и *терминации*.

Ход работы:

1. Изучить учебный материал, зарисовать в рабочую тетрадь химические соединения, фрагмент которых изображен на рисунке 6, определите их. Подписать указанные цифрами 1-8 составляющие.

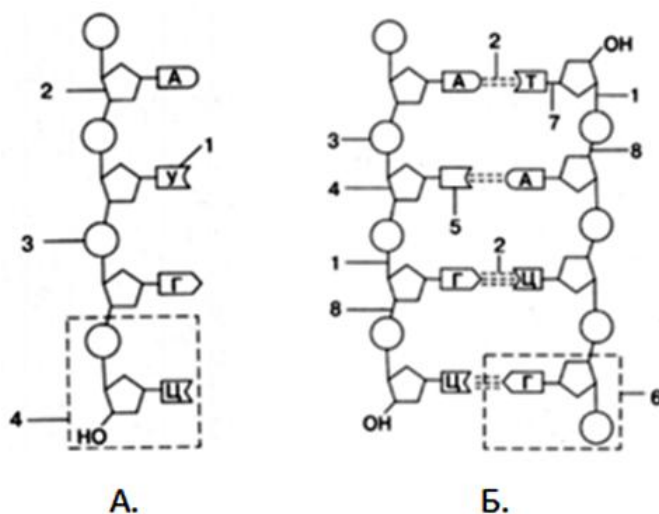


Рисунок 6. Фрагмент биополимера.

2. Изучив характеристику нуклеиновых кислот, заполнить таблицу 2.

Таблица 2. Сравнительная характеристика ДНК и РНК

Признаки	ДНК	РНК
Местонахождение в клетке		
Местонахождение в ядре		
Строение молекулы		
Мономеры		
Состав нуклеотида		
Свойства		
Функции		

3. Выписать определение и зарисовать схему репликации ДНК (рис. 7). Изучить учебный материал и подписать рисунок. Какими цифрами обозначены: репликационная вилка, ДНК-полимераза III, РНК-праймер, праймаза, гираза (топоизомераза), геликаза, лигаза, белок-стабилизатор, лидирующая цепь, отстающая цепь, фрагмент Оказаки.

4. На рисунке 8 схематично изображена трансляция у эукариот. Какими цифрами обозначены: ДНК; фермент РНК-полимераза; рРНК; малая субъединица рибосомы; иРНК; большая субъединица рибосомы; синтезируемый белок; ядерная пора; ядерная мембрана; область ядрышка; рибосома, ядерный матрикс.

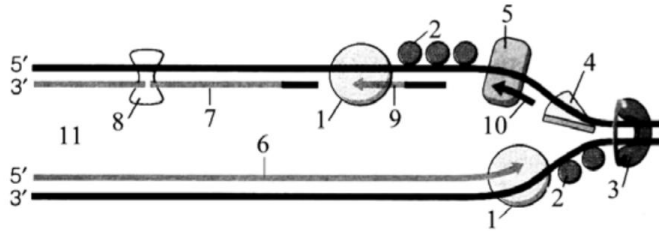


Рисунок 7. Репликация ДНК.

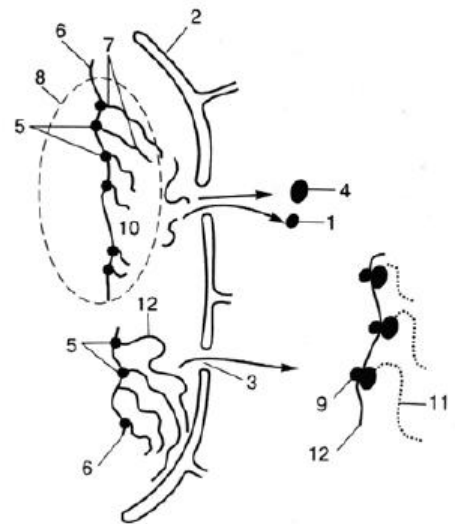


Рисунок 8. Трансляция у эукариот.

5. Рассмотреть схему и зарисовать один из этапов трансляции (рис. 9). Какими цифрами обозначены: тРНК; малая субъединица рибосомы; аминокислота; триплет (кодон); антикодон; нуклеотид; иРНК; большая субъединица рибосомы?

6. Изучить схему строения полисома и зарисовать ее (рис. 10). Какими цифрами обозначены: рибосома; иРНК; синтезированный белок; синтезируемый белок; малая субъединица; большая субъединица; концевой участок иРНК; начальный участок иРНК.

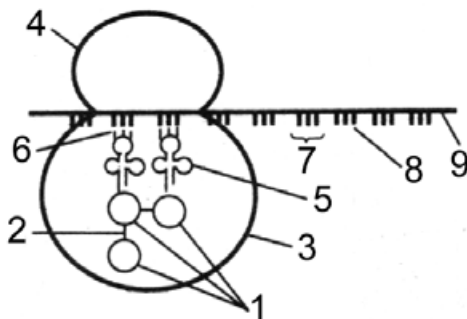


Рисунок 9. Один из этапов трансляции.

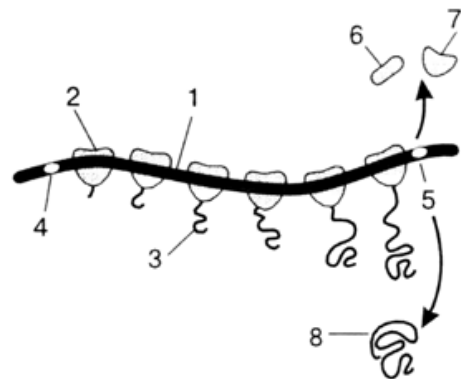


Рисунок 10. Полисома.

7. Решение генетических задач по моделированию этапов реализации наследственной информации (процессов транскрипции и трансляции). Ознакомиться со структурой генетического кода молекул иРНК и названиями аминокислот, входящих в состав белковых молекул (табл. 3). Кодируемую аминокислоту можно найти в таблице на пересечении линий, проведенных от трех нуклеотидов, составляющих тот или иной кодон. Стоп-триплеты (УАА, УАГ и УГА) не кодируют каких-либо аминокислот, они обеспечивают прерывание процесса трансляции на рибосоме (окончание синтеза полипептида).

Таблица 3. Генетический код

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	Г(Ц)	
У(А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У (А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц (Г)
	Лей	Сер	-	-	А (Т)
	Лей	Сер	-	Три	Г (Ц)
Ц(Г)	Лей	Про	Гис	Арг	У (А)
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц (Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А (Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г (Ц)
А(Т)	Иле	Тре	Аси	Сер	У (А)
	Иле	Тре	Аси	Сер	Ц (Г)
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А (Т)
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г (Ц)
Г(Ц)	Вал	Ала	Асп	Гли	У (А)
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц (Г)
	Вал	Ала	Глу	Гли	А (Т)
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г (Ц)

Задача 1. Участок цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов ГГА АЦА ЦТА ГТТ ААА АТА ЦГ... Какую первичную структуру имеет полипептид, синтезируемый при участии этой цепи ДНК, если в результате мутации в этой цепи выпадает 12-й нуклеотид.

Задача 2. Начальная часть молекулы имеет следующую структуру: Цис-Фен-Тир. С какими триплетами тРНК участвуют в синтезе этого белка (табл.)?

Задача 3. Какова последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента молекулы ДНК, кодирующей фрагмент белка следующей структуры: Ала-Тре-Лиз-Асп-Сер (табл.)?

Задача 4. Участок молекулы белка включает следующие аминокислоты: - лей-вал-лиз-алан-. Какова масса участка одной цепи гена, кодирующей данный белок, если масса одного нуклеотида равна 350?

Задача 5. Относительная молекулярная масса белка равна 40 000, масса одного нуклеотида - 350, длина одного нуклеотида 0,34 нм, масса одной аминокислоты 100. Определить массу цепи гена, кодирующей этот белок.

Задача 6. Считая, что средняя относительная молекулярная масса аминокислоты около 110, а нуклеотида - 300, определите, что тяжелее - белок или кодирующий его ген? Во сколько раз?

Задача 7. В ДНК содержится информация о 150 аминокислотах, тимидиловых нуклеотидов в ней в 1,5 раза больше, чем гуаниловых. Определить, сколько нуклеотидов (по отдельности) содержится в ДНК и какова её длина.

Задача 8. Известно, что фрагмент кодирующей цепи гена бактерии содержит 30% гуаниловых, 25% адениловых, 45% цитидиловых нуклеотидов, а его длина составляет 122,4 нм. Определить, сколько аминокислот будет содержаться во фрагменте молекулы белка, кодируемого этим геном? Сколько нуклеотидов каждого вида содержится на участке ДНК, в котором расположен данный ген?

Задача 9. Фрагмент ДНК собаки содержит 600 тимидиловых нуклеотидов. Определить количество аминокислот в белковой молекуле, если экзоны составляют 10% всех нуклеотидов кодирующей цепи гена, а количество гуаниловых нуклеотидов в этом фрагменте ДНК равняется 35%.

Задача 10. Фрагмент кодирующей цепи гена мыши содержит 1800 нуклеотидов. Из них 600 приходятся на интроны. Кодирующая часть (экзоны) данного фрагмента гена содержат 300 адениловых, 200 тимидиловых, 100 гуаниловых нуклеотидов. Определите:

- 1) длину данного фрагмента ДНК;
- 2) количество кодонов в зрелой и-РНК;
- 3) процентное содержание нуклеотидов каждого вида в зрелой и-РНК;
- 4) количество аминокислот в соответствующем фрагменте молекулы белка.

8. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6.

Тема: Основные формы размножения организмов. Бесполое и половое размножение

Цель работы: изучить формы размножения организмов с учетом цитологической основы и биологического значения в природе.

Задачи:

1. Актуализировать знания о механизмах кариокинеза по типу митоза и мейоза, их биологическом значении.
2. Актуализировать знания о формах размножения организмов.
3. Изучить формы бесполого размножения организмов.
4. Изучить формы полового размножения организмов.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Жизненный цикл клетки - это совокупность морфологических и функциональных преобразований, происходящих в ней с момента возникновения клетки в результате деления до ее гибели или последующего вступления в *митоз*. *Митоз* – цитологическая основа бесполого размножения, является универсальным механизмом деления клеток.

Митозу предшествует *интерфаза*, которая подразделяется на три периода (G1, S, G2). Митоз следует за G2-периодом и завершает клеточный цикл. Он длится 1-3 часа и обеспечивает равномерное распределение генетического материала в дочерние клетки. Митоз включает 4 основные фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу (таблица 1).

Таблица 1. Процессы, происходящие в ядре (клетке) при митозе

Периоды интерфазы и митоза	Происходящие процессы	Количество генетического материала (nc)
Пресинтетический (G1)	Активный рост клетки, синтез структурных и функциональных белков.	2n2c
Синтетический (S)	В клетках млекопитающих длится около 6-10 ч. Происходит репликация ДНК. К концу периода каждая хромосома состоит из двух хроматид, двух молекул ДНК.	2n4c
Постсинтетический (G2)	Удваиваются митохондрии, пластиды, центриоли. Накапливаются белки и энергия для деления.	2n4c
Профаза	Происходит спирализация ДНК, хромосомы укорачиваются и утолщаются, исчезают ядрышки, центриоли расходятся, и происходит образование веретена деления. Ядерная оболочка распадается на фрагменты.	2n4c

Периоды интерфазы и митоза	Происходящие процессы	Количество генетического материала (nc)
Метафаза	Хромосомы располагаются в плоскости экватора клетки. К центромерам прикрепляются микротрубочки веретена.	2n4c
Анафаза	Хроматиды растаскиваются к противоположным полюсам, становятся самостоятельными хромосомами.	4n4c
Телофаза	Хромосомы деспирализуются, образуется ядерная оболочка, появляется ядрышко, микротрубочки веретена исчезают. Происходит деление цитоплазмы, у животных клеток путем перетяжки, в растительных клетках образуется перегородка.	2n2c

Половое размножение характеризуется наличием полового процесса, который заключается в слиянии двух клеток – *гамет*, имеющих гаплоидный набор хромосом. Формированию гамет предшествует *мейоз* (таблица 2), посредством которого в природе возникает значительное генетическое разнообразие и большая фенотипическая изменчивость потомства; возникает материал для естественного отбора.

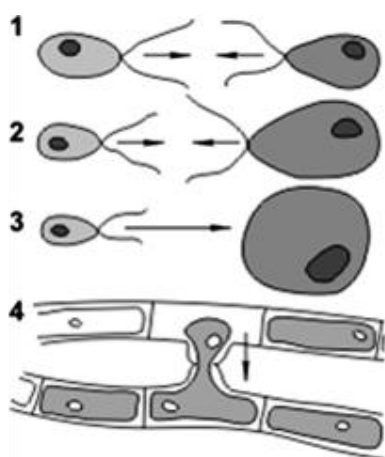
Таблица 2. Процессы, происходящие в ядре (клетке) при мейозе

Деления мейоза	Происходящие процессы	Количество генетического материала (nc)
Профаза-1 <i>Лептотена</i> <i>Зиготена</i> <i>Пахитена</i> <i>Диплотена</i> <i>Диакинез</i>	Происходят обычные для профазы процессы, поведение хромосом делят на фазы: Стадия тонких нитей, начинается спирализация хромосом. Происходит конъюгация гомологичных хромосом. Происходит кроссинговер — обмен участками гомологичных хромосом. Гомологичные хромосомы начинают отталкиваться, но остаются связанными в области хиазм. В овоцитах видны выпетлившиеся гены, хромосомы приобретают морфологическую форму «ламповых щеток». Завершающая стадия профазы. Хромосомы удерживаются только в точках хиазм.	2n4c
Метафаза-1	Гомологичные хромосомы остаются соединенными в некоторых участках и располагаются в плоскости экватора клетки. К центромерам прикрепляются микротрубочки веретена.	2n4c
Анафаза-1	Гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид, растаскиваются к противоположным полюсам, у каждого полюса оказывается гаплоидный набор хромосом. Вторично происходит рекомбинация генетического материала.	2n4c

Деления мейоза	Происходящие процессы	Количество генетического материала (nc)
Телофаза-1	Хромосомы деспирализуются, образуется ядерная оболочка, происходит деление цитоплазмы.	$n2c$
Интерфаза	Короткая, отсутствует S-период.	$n2c$
Профаза-2	Хромосомы укорачиваются и утолщаются, центриоли расходятся и происходит образование веретена деления. Ядерная оболочка разрушается.	$n2c$
Метафаза-2	Хромосомы располагаются в плоскости экватора клетки. К центромерам прикрепляются микротрубочки веретена.	$n2c$
Анафаза-2	Хроматиды растаскиваются к противоположным полюсам, становятся самостоятельными хромосомами. Третья рекомбинация генетического материала.	$2n2c$
Телофаза-2	Хромосомы деспирализуются, образуется ядерная оболочка, появляется ядрышко, микротрубочки веретена исчезают. Происходит деление цитоплазмы.	nc

Бесполое размножение (агамогенез) осуществляется при участии лишь одной родительской особи и происходит без образования гамет. Дочернее поколение у одних видов возникает из одной или группы клеток материнского организма, у других видов - в специализированных органах.

При *половом размножении* потомство генетически отличается от своих родителей, так как между родителями происходит обмен генетической информацией. Родителями являются две особи – мужская и женская, они вырабатывают разные половые клетки. В этом проявляется *половой диморфизм*. Слияние родительских клеток приводит к образованию *зиготы*, из которой в дальнейшем образуется организм-потомок. Половые клетки образуются в *гонадах* – половых железах (в яичниках и семенниках). Процесс образования половых клеток называется *гаметообразованием (овогенезом и сперматогенезом)*. Если мужские и женские гаметы образуются в организме одной особи, то ее называют *гермафродитной*. Гермафродитизм бывает истинный (особь имеет гонады обоих полов) и ложный гермафродитизм (особь имеет половые железы одного типа – мужского или женского, а наружные половые органы и вторичные половые признаки обоих полов).



В зависимости от особенностей строения гамет, можно выделить следующие **формы полового размножения**: *изогамию, гетерогамию и овогамию* (рис. 1).

Рисунок 1. Половое размножение:
1 – изогамия; 2 – гетерогамия;
3 – овогамия; 4 – конъюгация.

Изогамия - форма полового размножения, при которой гаметы (условно женские и условно мужские) являются подвижными и имеют одинаковые морфологию и размеры.

Гетерогамия - форма полового размножения, при которой женские и мужские гаметы являются подвижными, но женские - крупнее мужских и менее подвижны.

Овогамия - форма полового размножения, при которой женские гаметы неподвижные и более крупные, чем мужские гаметы. В этом случае женские гаметы называются **яйцеклетками**, мужские гаметы, если имеют жгутики, - **сперматозоидами**, если не имеют, - **спермиями**.

У одноклеточных организмов выделяют две формы полового размножения – *копуляцию и конъюгацию*.

При *конъюгации* (например, у инфузорий) специальные половые клетки не образуются. При этом процессе не происходит увеличения количества особей, поэтому говорят о половом процессе, а не о половом размножении. Однако происходит обмен (рекомбинация) наследственной информацией, поэтому потомки генетически отличаются от своих родителей.

При *копуляции* (у простейших) происходят образование половых элементов и их попарное слияние. При этом две особи приобретают половые различия и полностью сливаются, образуя зиготу. Происходит объединение и рекомбинация наследственного материала, поэтому особи генетически отличны от родительских.

Особую форму полового размножения представляет собой *партеногенез* — развитие организма из неоплодотворенной яйцеклетки. Данная форма размножения характерна, главным образом, для видов, обладающих коротким жизненным циклом с выраженными сезонными изменениями.

Виды партеногенеза:

1.*облигатный (обязательный) партеногенез*. Встречается в популяциях, состоящих исключительно из особей женского пола. При этом вероятность встречи разнополых особей минимальна

2.*циклический (сезонный) партеногенез* (у тлей, дафний, коловраток). Встречается в популяциях, которые исторически вымирали в больших количествах в определенное время года. У этих видов партеногенез сочетается с половым размножением. При этом в летнее время существуют только самки, которые откладывают два вида яиц – крупные и мелкие. Из крупных яиц партеногенетически появляются самки, а из мелких – самцы, которые оплодотворяют яйца, лежащие зимой на дне. Из них появляются исключительно самки;

3.*факультативный (необязательный) партеногенез*. Встречается у общественных насекомых (ос, пчел, муравьев). В популяции пчел из оплодотворенных яиц выходят самки (рабочие пчелы и царицы), из неоплодотворенных – самцы (трутни).

Ход работы:

1. Изучить учебный материал, зарисовать и подписать этапы жизненного цикла клетки (рис. 2). Написать набор генетического материала в эти фазы.

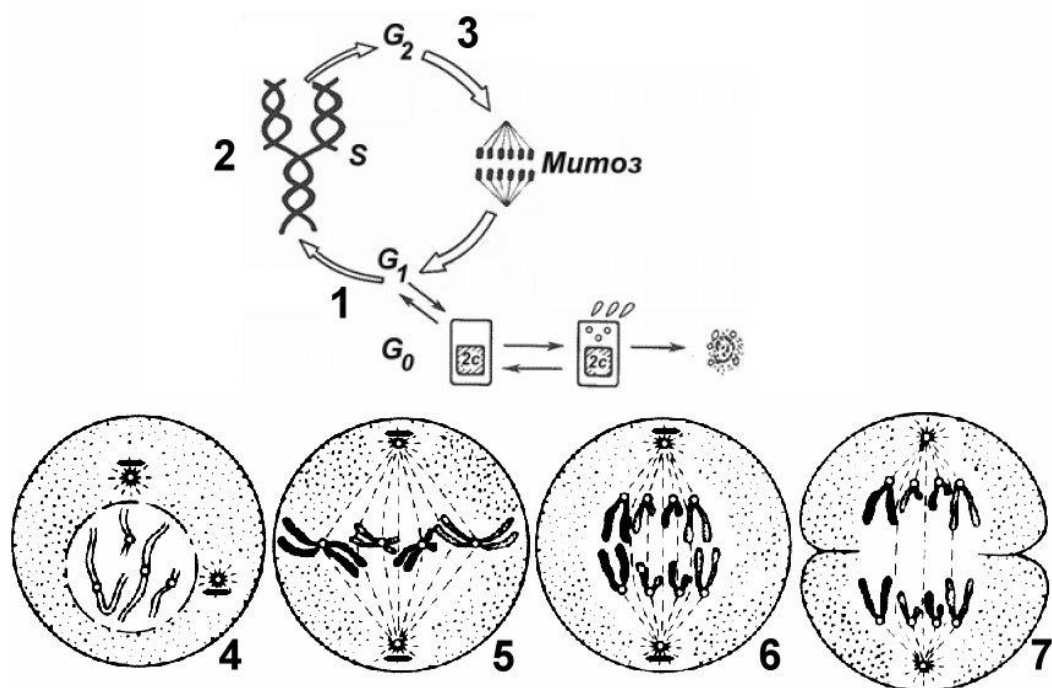


Рисунок 2. Жизненный цикл клетки.

2. Используя рисунок 3, приведенный ниже, указать фазы мейоза I и мейоза II, написать набор генетического материала в эти фазы.

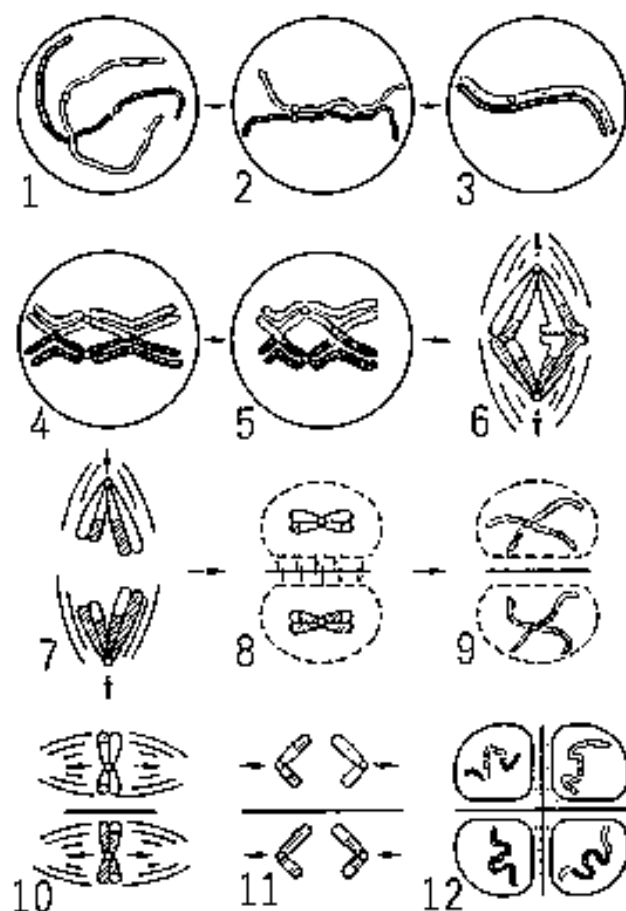


Рисунок 3. Фазы мейоза.

3. Изучить учебный материал и заполнить таблицу 3.

Таблица 3. Общая характеристика бесполого и полового размножения

Показатель	Способ размножения	
	бесполое	половое
Клеточные источники наследственной информации		
Родители		
Потомство		
Главный клеточный механизм		
Эволюционное значение		

4. Решить задачи:

Задача 1. Диплоидный набор клетки составляет 12 хромосом. Сколько хроматид направляется к каждому полюсу в анафазе второго мейотического деления?

Задача 2. В клетках эндосперма семян лилии 21 хромосома. Как изменится число хромосом и молекул ДНК в конце телофазы мейоза 1 и мейоза 2 по сравнению с интерфазой у этого организма? Ответ пояснить.

Задача 3. Каково количество хромосом и хроматид в клетке в конце метафазы II мейоза для организма с кариотипом 18 хромосом?

Задача 4. Хромосомный набор соматических клеток речного рака равен 116. Определить хромосомный набор и число молекул ДНК в одной из клеток в профазе митоза, в метафазе митоза и телофазе митоза. Пояснить, какие процессы происходят в эти периоды и как они влияют на изменение числа ДНК и хромосом.

Задача 5. Общая масса молекул ДНК в 46 хромосомах ядра соматической клетки человека составляет $6 \cdot 10^{-9}$ мг. Определить, чему равна масса всех молекул ДНК в ядрах в конце интерфазы, конце телофазы мейоза I и телофазы мейоза II. Ответ пояснить.

6. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7.

Тема: Периодизация онтогенеза. Гаметогенез. Эмбриональное развитие. Постэмбриональное развитие

Цель работы: Изучить этапы онтогенеза.

Задачи:

1. Актуализировать знания о типах онтогенеза.
2. Актуализировать знания о механизмах гаметогенеза.
3. Изучить этапы эмбриогенеза.
4. Изучить процесс оплодотворения и этапы постэмбрионального развития.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Типы и периоды онтогенеза

Онтогенез – процесс индивидуального развития особи от зиготы при половом размножении (или появлении дочерней особи при бесполом) до конца жизни. Термин «онтогенез» в 1866г. предложил немецкий ученый Э. Геккель. В основе онтогенеза лежит реализация наследственной информации на всех этапах развития.

Различают 3 типа онтогенеза:

1. Прямое развитие (неличиночное) характерно для рыб, рептилий, птиц.
2. Непрямое развитие (личиночное). Личиночный тип развития сопровождается метаморфозом, который характеризуется структурными преобразованиями особи. Различают развитие с неполным метаморфозом: 3 стадии (земноводные, прямокрылые) и с полным метаморфозом: 4 стадии (двукрылые, чешуекрылые).
3. Внутритробное развитие (млекопитающие, человек).

Онтогенез многоклеточных организмов подразделяют на 3 периода:

- прогенез (предэмбриональный) – формирование гамет, их слияние и образование зиготы,
- эмбриональный начинается с момента образования зиготы и заканчивается рождением или выходом из яйцевых оболочек.
- постэмбриональный период начинается после рождения или выхода из яйцевых оболочек и завершается старением и смертью.

Гаметогенез. Гаметы формируются в половых железах – *гонадах*. Процесс развития гамет называется *гаметогенезом*. Процесс образования сперматозоидов называется *сперматогенезом*, а образование яйцеклеток – *овогенезом* (*оогенезом*). Предшественники гамет – *гаметоциты* образуются на ранних стадиях развития зародыша за пределами половых желез, а затем мигрируют в них. В половых железах различают три разных участка (или зоны) – зона размножения, зона роста, зона созревания половых клеток. В этих зонах происходят фазы размножения, роста и созревания гаметоцитов. В сперматогенезе имеется еще одна фаза – фаза формирования.

Общая характеристика сперматогенеза

Общие черты сперматогенеза.

- Мужские половые клетки никогда не развиваются в одиночку, а растут в виде **синцитиально связанных клонов**, где все клетки оказывают друг на друга влияние.

- У большинства животных в процессе сперматогенеза принимают участие вспомогательные соматические клетки фолликулярного эпителия гонады – **клетки Сертоли (суспензоциты)**.

- Половые клетки и связанные с ними вспомогательные на ранней стадии развития отделяются от сомы слоем пограничных клеток, выполняющих барьерную функцию. *Внутри гонады образуются цисты или каналы, где вспомогательные клетки создают специфическую среду сперматогенеза.*

Период размножения. Сперматогонии размножаются в течение всего периода половой зрелости самца непрерывно (у гомойотермных животных) или с сезонной периодичностью (у пойкилотермных и части гомойотермных животных), и число их огромно.

После постоянного числа делений сперматогонии перемещаются к просвету канала и вступают сначала в S-фазу, а затем в профазу I мейоза, получая наименование **сперматоциты I порядка (первичные)**.

Период роста. Начинается с S-фазы первого мейотического деления. В профазе I мейоза происходит увеличение объемов ядра и цитоплазмы. Этот этап делится на стадии по изменению состояния хромосом - лептотена, зиготена, пахитена, диплотена.

Период созревания. Начинается с метафазы I мейоза. После первого деления созревания образуются **сперматоциты II порядка (вторичные)**, которые почти сразу проходят второе деление, в результате которого образуются **сперматиды**. Таким образом, из *одного сперматоцита I порядка образуется 4 одинаковые сперматиды*.

Процесс образования сперматоцитов от S-фазы первого мейотического деления до конца второго мейотического деления называется **сперматоцитогенез**.

Период формирования. В это время происходит процесс преобразования сперматид в сперматозоиды – **спермиогенез**.

Строение сперматозоида: *Головка сперматозоида (caput spermatozoidi)* включает небольшое плотное ядро с гаплоидным набором хромосом. Передняя половина ядра покрыта плоским мешочком, составляющим *чехлик* сперматозоида. В нем располагается *акросома* (от греч. *acron* - верхушка, *soma* - тело). Акросома содержит набор ферментов, среди которых важное место принадлежит гиалуронидазе и протеазам, способным растворять при оплодотворении оболочку, покрывающую яйцеклетку. Чехлик и акросома являются производными комплекса Гольджи. В ядре сперматозоида человека содержится 23 хромосомы, одна из которых является половой (X или Y), остальные - аутосомами. За головкой имеется кольцевидное сужение, переходящее в хвостовой отдел.

Хвостовой отдел (*flagellum*) сперматозоида состоит из связующей, промежуточной, главной и терминальной частей. В связующей части (*pars conjungens*), или шейке (*cervix*), располагаются центриоли - проксимальная, прилегающая к ядру, и остатки дистальной центриоли

Промежуточная часть (pars intermedia) содержит 2 центральных и 9 пар периферических микротрубочек, окруженных расположенными по спирали митохондриями.

Женские половые клетки - *яйцеклетки*, или *овоциты* (от лат. *ovum* - яйцо). Выход овоцита из яичника называется овуляцией. Вышедший из яичника овоцит окружен венцом фолликулярных клеток, число которых достигает 3-4 тыс. Яйцеклетка имеет шаровидную форму, больший, чем у спермия, объем цитоплазмы, не обладает способностью самостоятельно передвигаться.

Классификация яйцеклеток основывается на признаках наличия, количества и распределения *желтка (lecithos)*, используемого для питания зародыша.

Различают *безжелтковые* (алецитальные), *маложелтковые* (олиголецитальные), *среднежелтковые* (мезолецитальные), *многожелтковые* (полилецитальные) яйцеклетки. В маложелтковых яйцеклетках желточные включения (гранулы, пластинки) распределены равномерно, поэтому они называются *изолецитальными* (греч. *isos* - равный). Яйцеклетка человека *вторично изолецитального типа* (как и у других млекопитающих животных) содержит небольшое количество желточных гранул, расположенных более или менее равномерно.

Строение. Яйцеклетка человека имеет диаметр около 130 мкм. К плазмолемме прилежат прозрачная (блестящая) зона и далее слой фолликулярных эпителиоцитов. Ядро женской половой клетки имеет гаплоидный набор хромосом с X-половой хромосомой, хорошо выраженное ядрышко, в оболочке ядра много поровых комплексов. В цитоплазме развиты аппарат синтеза белка (эндоплазматическая сеть, рибосомы) и комплекс Гольджи. Количество митохондрий умеренно, они расположены около ядра, где идет интенсивный синтез желтка, клеточный центр отсутствует. Комплекс Гольджи на ранних стадиях развития располагается около ядра, а в процессе созревания яйцеклетки смещается на периферию цитоплазмы. Здесь располагаются производные этого комплекса - *кортикальные гранулы*. Они содержат ферменты участвующие в кортикальной реакции, защищая яйцеклетку от полиспермии.

Включения овоплазмы - *желточные гранулы*, содержащие белки, фосфолипиды и углеводы. Каждая гранула желтка окружена мембраной, имеет плотную центральную часть, состоящую из фосфопротеина, и более рыхлую периферическую часть, состоящую из липопротеина.

Прозрачная зона состоит из гликопротеинов. Плазмолемма яйцеклетки в свою очередь формирует микроворсинки, располагающиеся между отростками фолликулярных эпителиоцитов. Последние выполняют трофическую и защитную функции.

Эмбриология - наука о закономерностях развития зародышей. Медицинская эмбриология изучает закономерности развития зародыша человека. Эмбриогенез человека - часть его онтогенеза, включающая следующие основные стадии: I - оплодотворение и образование зиготы; II - дробление и образование бластулы (бластоцисты); III - гастрюляцию - образование зародышевых листков и комплекса осевых органов; IV - гистогенез и органогенез зародышевых и внезародышевых органов; V - системогенез.

Оплодотворение - слияние мужской и женской половых клеток, в результате чего восстанавливается диплоидный набор хромосом, характерный для данного вида животных, и возникает качественно новая клетка - зигота (оплодотворенная яйцеклетка, или одноклеточный зародыш).

Рассмотрим этапы эмбриогенеза (рис. 1).

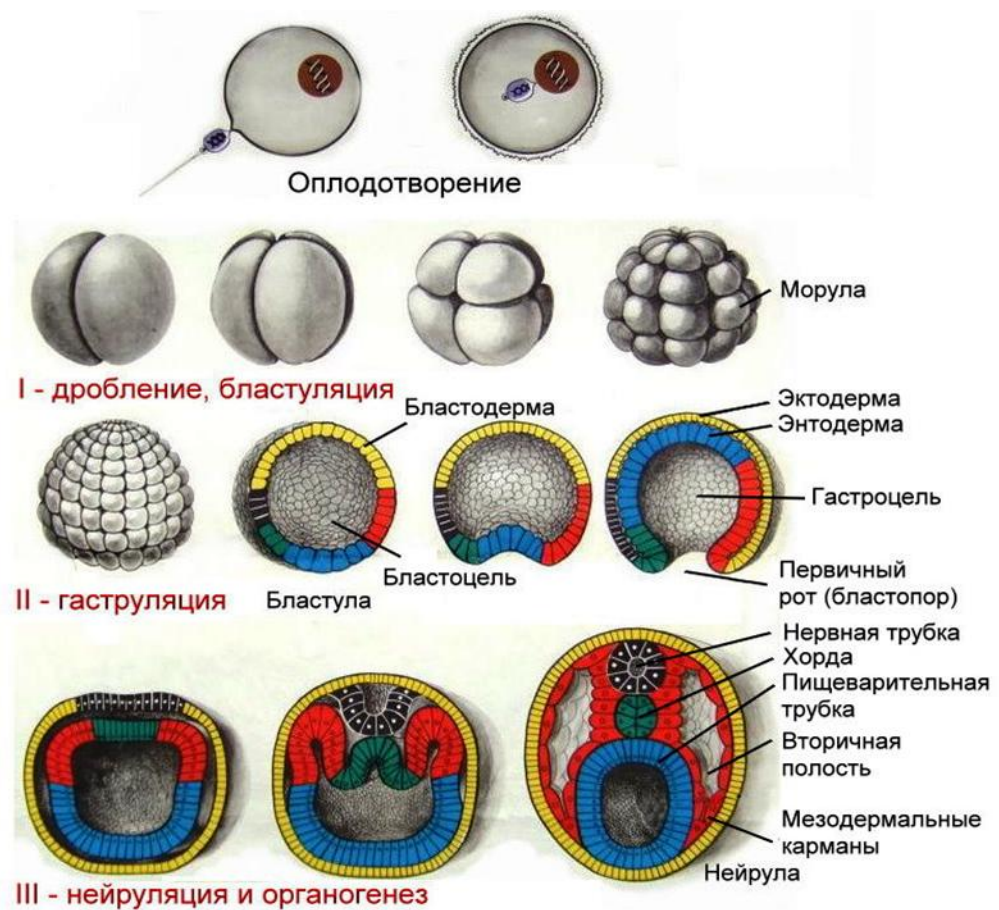


Рисунок 1. Этапы эмбриогенеза.

Ход работы:

1. Изучить учебный материал, подписать этапы сперматогенеза по рисунку 2.
2. Изучить учебный материал, зарисовать строение сперматозоида и яйцеклетки, подписать (рис. 3, 4).
3. Изучить учебный материал, подписать этапы овогенеза по рисунку 5.

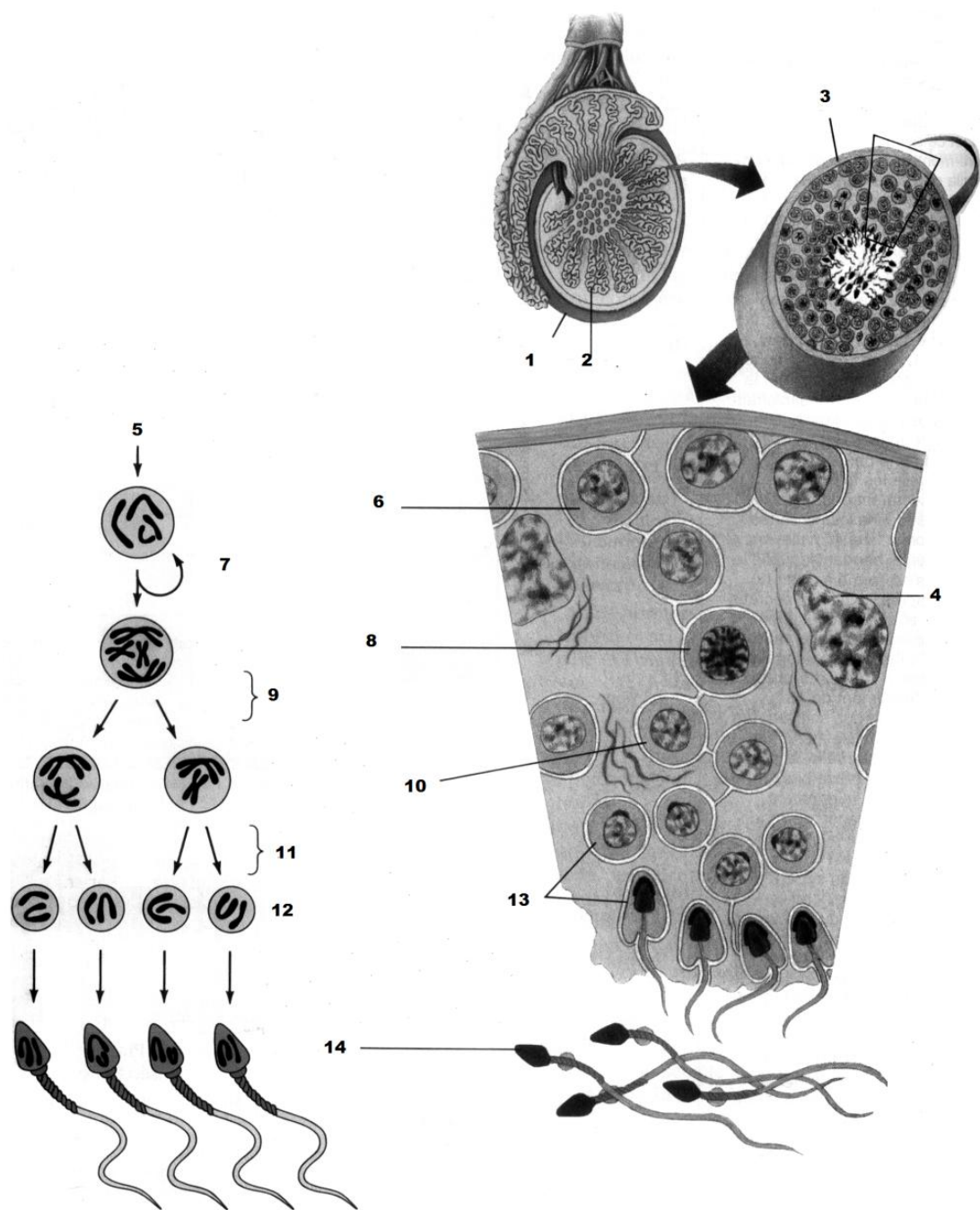


Рисунок 2. Этапы сперматогенеза.

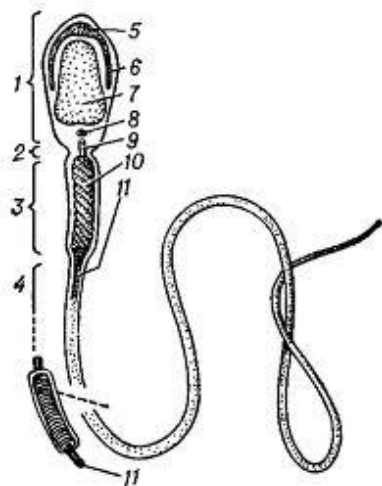


Рисунок 3. Схема строения сперматозоида.

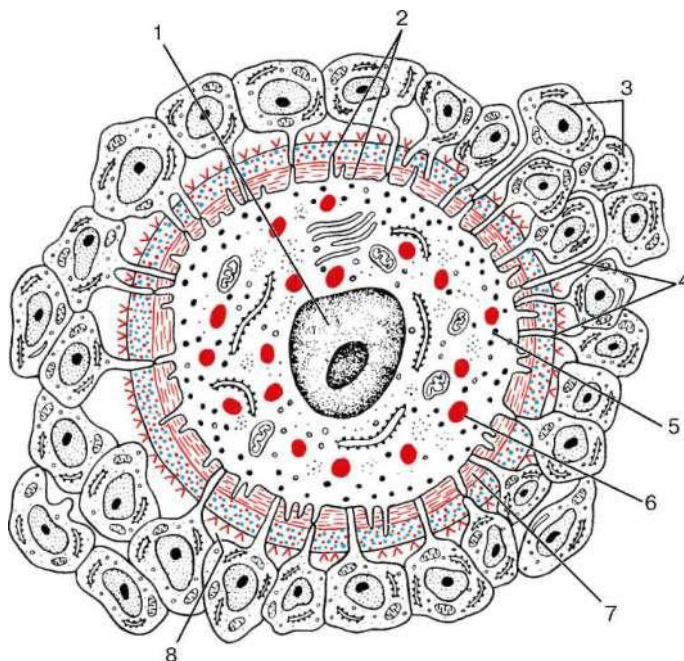


Рисунок 4. Схема строения яйцеклетки.

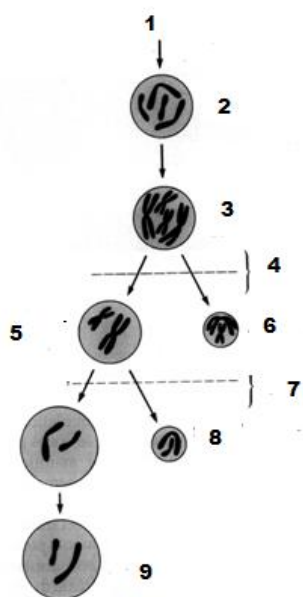
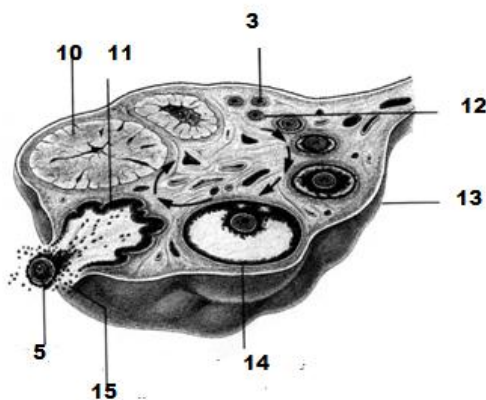


Рисунок 5. Этапы овогенеза.



4. Зарисовать и подписать стадии развития зародыша (I, II, III) (рис. 6).

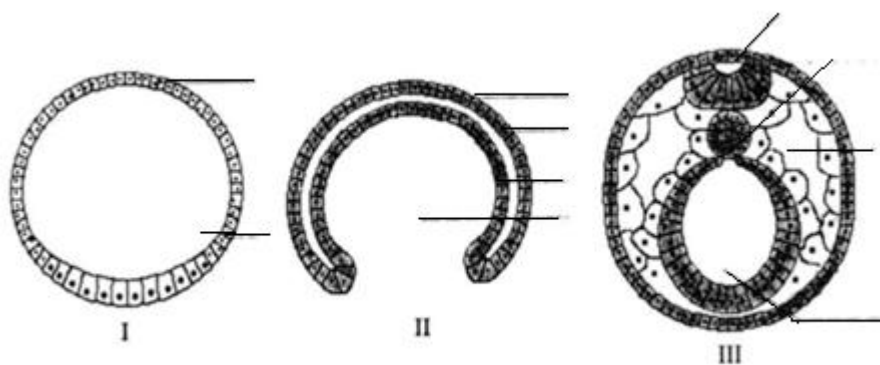


Рисунок 6. Стадии развития зародыша.

Найти на рисунке и подписать: 1 – бластодерма 2 – бластоцель 3 – эктодерма 4 – энтодерма 5 – гастроцель (первичная кишка) 6 – мезодерма 7 – формирующаяся нервная трубка 8 – хорда 9 – целом.

5. Воспользовавшись учебной литературой и списком, записать в таблицу 1 органы и ткани, которые развиваются у животных из соответствующих зародышевых листков.

Список тканей, органов и систем органов животных: выделительная система, кровеносная система, лимфатическая система, гипофиз, плавательный пузырь у рыб, дентин зубов, нервная система, хрусталик глаз, эмаль зубов, дерма, железы желудка, скелет, эпидермис кожи, мускулатура, органы чувств, печень, поджелудочная железа, целомический эпителий, подкожная жировая клетчатка, половая система, жабры, легкие, производные эпидермиса (когти, ногти, рога, копыта, волосы, потовые и сальные железы, чешуйки рептилий, перья птиц), сердце, эпителий кишечной трубки, сетчатка глаз, передняя и задняя кишка у беспозвоночных животных, средняя кишка у беспозвоночных животных, хорда, щитовидная железа, эпифиз

Таблица 1. Производные зародышевых листков

Эктодерма	Энтодерма	Мезодерма

6. Выписать этапы постэмбрионального развития человека, охарактеризовать.

7. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8.

**Тема: Генетика как наука. Методы и основные понятия генетики.
Законы Г. Менделя, их цитологические основы.**

Цель работы: Изучить основные понятия и методы генетики; ознакомиться с особенностями гибридологического метода;

Задачи:

1. Актуализировать знания о методах и основных понятиях генетики.
2. Изучить законы Г. Менделя, рассмотреть цитологические основы и условия их выполнения
3. Актуализировать умения и навыки в решение генетических задач.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Генетика - наука изучающая механизмы и закономерности наследственности и изменчивости организмов, методы управления этими процессами.

Предмет генетики – наследственность и изменчивость организмов.

Основные понятия генетики

Наследственность - это неотъемлемое свойство всех живых существ сохранять и передавать в ряду поколений характерные для вида или популяции особенности строения, функционирования и развития.

Наследственность обеспечивает постоянство и многообразие форм жизни и лежит в основе передачи наследственных задатков, ответственных за формирование признаков и свойств организма.

Изменчивость - способность организмов в процессе онтогенеза приобретать новые признаки и терять старые.

Изменчивость выражается в том, что в любом поколении отдельные особи чем-то отличаются и друг от друга, и от своих родителей.

Ген - это участок молекулы ДНК, отвечающий за определенный признак.

Генотип - это совокупность всех генов организма, являющихся его наследственной основой.

Фенотип - совокупность всех признаков и свойств организма, которые выявляются в процессе индивидуального развития в данных условиях и являются результатом взаимодействия генотипа с комплексом факторов внутренней и внешней среды.

Аллельные гены - различные формы того же гена, занимающие одно и то же место (локус) гомологичных хромосом и определяющие альтернативные состояния одного и того же признака.

Доминантность - форма взаимоотношений между аллелями одного гена, при которой один из них подавляет проявление другого.

Рецессивность – отсутствие (непроявление) у гетерозиготного организма одного из пары противоположных (альтернативных) признаков.

Гомозиготность – состояние диплоидного организма, при котором в гомологичных хромосомах находятся идентичные аллели генов.

Гетерозиготность – состояние диплоидного организма, при котором в гомологичных хромосомах находятся разные аллели генов.

Гемизиготность - состояние гена, при котором в гомологичной хромосоме полностью отсутствует его аллель.

Основные типы наследования признаков.

I. Моногенное (такой тип наследования, когда наследственный признак контролируется одним геном)

1. Аутосомное

а. Доминантное (прослеживается в каждом поколении; у больных родителей больной ребенок; болеют и мужчины и женщины; вероятность наследования – 50-100%)

б. Рecessивное (не в каждом поколении; проявляется в потомстве у здоровых родителей; встречается и у мужчин и у женщин; вероятность наследования – 25-50-100%)

2. Геносомное

а. Х-сцепленное доминантное (сходен с аутосомным доминантным, но мужчины передают признак только дочерям)

б. Х-сцепленное recessивное (не в каждом поколении; болеют преимущественно мужчины; у здоровых родителей с вероятностью 25% - больные сыновья; больные девочки, если отец болен, а мать носительница)

в. Y-сцепленное (голандрическое) (в каждом поколении; болеют мужчины; у больного отца все сыновья больные; вероятность наследования – 100% у всех мужчин)

II. Полигенное

В основе генетики стоят законы: первый закон Менделя (единообразия гибридов), второй закон Менделя (расщепления гибридов второго поколения), третий закон Менделя (независимого наследования признаков), закон чистоты гамет.

Менделирование - распределение генов в потомстве в соответствии с законами Менделя.

Условия менделирования:

- в наборе хромосом есть парные гомологичные хромосомы
- расхождение гомологичных хромосом в анафазу мейоза I идет независимо
- при оплодотворении сочетание гамет происходит случайно
- разные гены находятся в разных хромосомах
- 1 ген контролирует 1 признак (моногенность)
- признаки качественные, не количественные

Менделирующими признаками называются те, наследование которых происходит по закономерностям, установленным Г. Менделем. Менделевские законы справедливы для аутосомных генов с полной пенетрантностью (от лат. *penetrans* - проникающий, достигающий) и постоянной экспрессивностью (степенью выраженности признака).

Если гены локализованы в половых хромосомах (за исключением гомологичного участка в X- и Y-хромосомах), или в одной хромосоме сцеплено, или в ДНК органоидов, то результаты скрещивания не будут следовать законам Менделя.

Общие законы наследственности одинаковы для всех эукариот.

Типы наследования менделирующих признаков:

I. Аутосомно-доминантный тип наследования. По аутосомно-доминантному типу наследуются некоторые нормальные и патологические признаки

II. Аутосомно-рецессивный тип наследования.

Сущность анализирующего скрещивания.

Анализирующее скрещивание - скрещивание, проводящееся для определения генотипа организма. Для этого подопытный организм скрещивают с организмом, являющимся рецессивной гомозиготой по изучаемому признаку.

Множественный аллелизм. Наследование групп крови.

Множественный аллелизм - один из видов взаимодействия аллельных генов, при котором ген может быть представлен не двумя аллелями (как в случаях полного или неполного доминирования), а гораздо большим их числом; при этом члены одной серии аллелей могут находиться в различных доминантно-рецессивных отношениях друг с другом.

Примером множественного аллелизма у человека является наличие трех аллелей гена, определяющего наследование групп крови системы АВО.

- система определяется тремя аллелями одного гена I (I^A , I^B , I^0); ген I расположен в 9-й хромосоме

- из всей серии аллелей одновременно в генотипе диплоидного организма находятся два аллеля (I^0I^0 , I^AI^A , I^AI^0 , I^BI^B и др.);

- аллели I^A , I^B доминантны по отношению к аллелю I^0 - полное доминирование, между собой аллели I^A и I^B - кодоминантны;

- доминантный аллель гена может проявлять свое действие в гомо- (I^AI^A , I^BI^B) и гетерозиготном организмах (I^AI^0 , I^BI^0), а рецессивный аллель гена - только в гомозиготном организме (I^0I^0);

- различные сочетания аллелей в генотипе дают разные фенотипы: 4 группы крови I (0), II (A), III (B), IV (AB), которые различаются между собой антигенными свойствами эритроцитов. Антигены (агглютиногены) находятся на поверхности эритроцитов (гликокаликс);

Виды взаимодействия аллельных генов.

1. Полное доминирование

2. Неполное доминирование – ослабление действия доминантного гена в присутствии рецессивного (при этом у гетерозигот наблюдается промежуточный характер признака)

3. Сверхдоминирование – доминантный ген в гетерозиготном состоянии проявляется сильнее, чем в гомозиготном

4. Кодоминирование – гены одной аллельной пары равнозначны и если оба присутствуют в генотипе, то оба проявляют свое действие (IV группа крови)

5. Межаллельная комплементация – нормальный признак формируется в результате сочетания двух мутантных генов в гетерозиготе. Причина в том, что продукты рецессивных генов, взаимодействуя, и дополняя друг друга, формируют признак идентичный деятельности доминантного аллеля.

6. Аллельное исключение – вид взаимодействия, при котором инактивируется один из аллелей гена, что приводит к проявлению в клетках разных аллелей

Характеристика основных типов взаимодействия неаллельных генов.

1. **Комплементарность** – вид взаимодействия, при котором новый признак возникает при взаимодействии двух доминантных неаллельных генов,

находящихся в одном генотипе, тогда как, присутствуя в генотипе по отдельности, они влияют на признак по-другому (рис. 1). Расщепления в F₂: 9:6:1, 9:3:4, 9:3:3:1, 9:7.

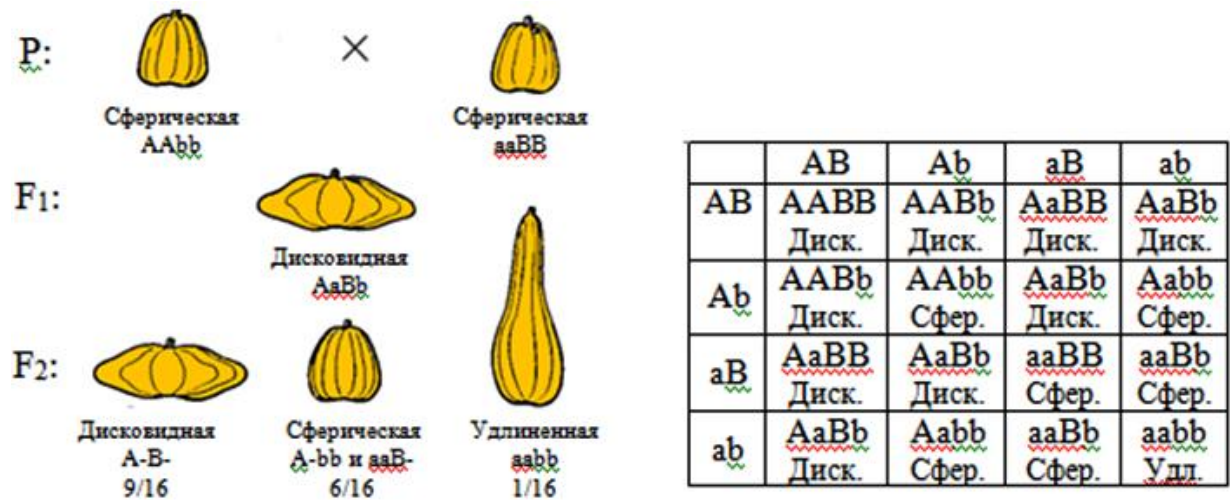


Рисунок 1. Комплементарность.

2. Эпистаз – подавление аллелей одного гена действием аллелей других генов (рис. 2, 3).

Подавляющий ген называется эпистатическим, подавляемый - гипостатическим.

Эпистатическое взаимодействие неаллельных генов может быть доминантным (13:3, 12:3:1 доминантные аллели одного гена подавляют проявление доминантной аллели другого гена) и рецессивным (9:3:4 или 9:7 гомозиготные рецессивные аллели одного гена подавляют проявление доминантной или рецессивной аллели другого типа).

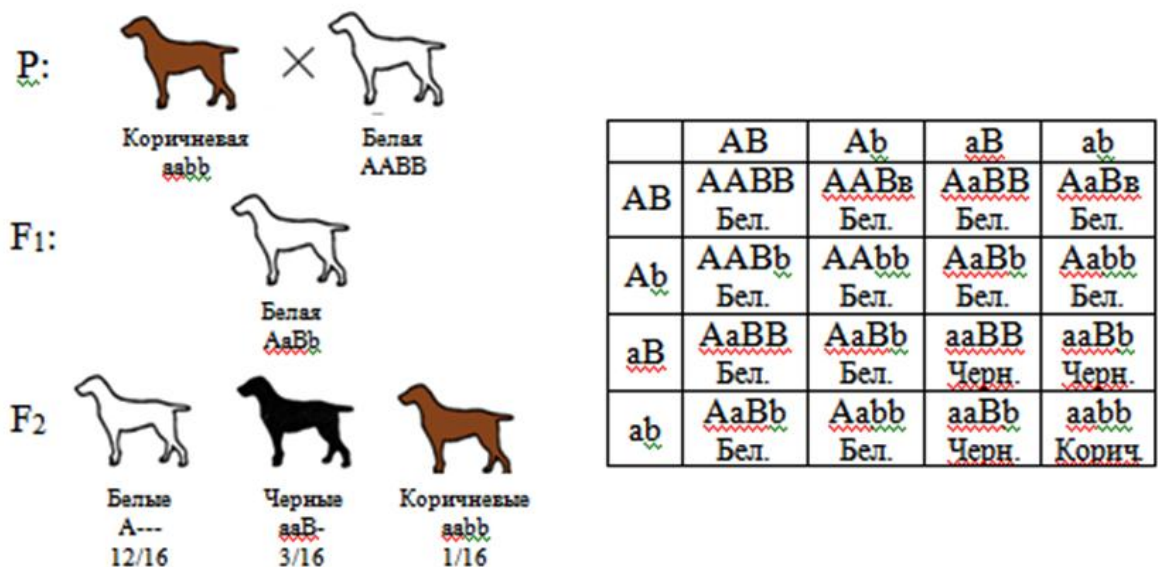


Рисунок 2. Эпистаз доминантный.

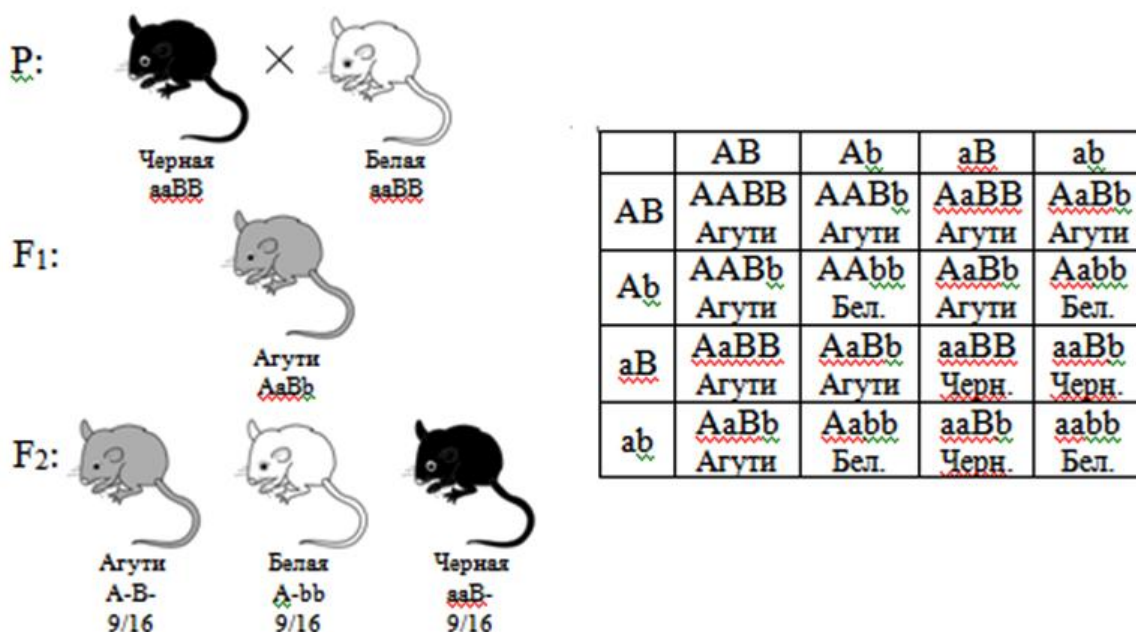


Рисунок 3. Эпистаз рецессивный.

3. Полимерия – несколько доминантных неаллельных генов определяют один и тот же признак. Такие гены обозначают одинаковыми буквами с разными индексами.

Полимерия бывает:

- некумулятивной – влияние оказывает не количество доминантных генов в генотипе, а присутствие хотя бы одного (15:1)
- кумулятивной – количество доминантных генов влияет на степень выраженности признаков (1:4:6:4:1)

Ход работы:

1. Записать буквенной символикой:
 - а) гетерозигота при моногибридном скрещивании
 - б) доминантный аллель
 - в) дигетерозигота при дигибридном скрещивании
 - г) гибридное потомство
 - д) родительские организмы
 - е) рецессивный аллель
 - ж) доминантная гомозигота
 - з) рецессивная гомозигота

2. Установить соответствие законов генетики и их формулировки (таб. 1).

Таблица 1. Формулировки генетических законов

Законы генетики	Формулировки
Закон единообразия гибридов первого поколения (I)	При дигибридном скрещивании гибридов каждая пара аллелей наследуется независимо друг от друга и дает расщепление 3:1, в результате образуется четыре фенотипические группы в соотношении 9:3:3:1 и девять генотипических групп в соотношении 4:2:2:2:1:1:1:1:1.
Закон расщепления (II)	Находящиеся в каждом организме пары альтернативных признаков не смешиваются и при образовании гамет по одному от каждой пары переходят в них в чистом виде.
Закон независимого наследования (III)	При моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки – оно фенотипически и генотипически единообразно.
Закон чистоты гамет	При скрещивании гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление по фенотипу 3:1 – образуются две фенотипические группы (доминантная и рецессивная) и по генотипу 1:2:1 три генотипические группы.

3. Выписать методы генетики и охарактеризовать их.

4. Решить задачи.

Моногибридное скрещивание

Задача 1. У человека кареглазость – доминантный признак, а голубоглазость – рецессивный. Один супруг кареглазый гетерозиготный, а другой голубоглазый. Какое потомство можно ожидать от этого брака?

Задача 2. У человека праворукость доминирует над леворукостью. Оба супруга праворукие гетерозиготы. Можно ли от этого брака ожидать рождение леворукого ребенка?

Дигибридное скрещивание

Задача 3. Альбинизм (инактивация тирозиназы) и фенилкетонурия наследуются аутосомно-рецессивно. Здоровая женщина гетерозиготная по фенилкетонурии, её мать страдала альбинизмом, а отец – гетерозиготен по фенилкетонурии, выходит замуж за мужчину такого же генотипа, как и она сама. Какие дети возможны от этого брака?

Задача 4. У человека владение преимущественно правой рукой доминирует над умением владеть преимущественно левой рукой. Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родились двое детей: кареглазый левша и голубоглазый правша. Определить вероятность рождения в этой семье голубоглазых детей, владеющих преимущественно левой рукой.

Задача 5. Глаукома взрослых наследуется несколькими путями. Одна форма определяется доминантным аутосомным геном, другая – рецессивным тоже аутосомным несцепленным с предыдущим геном. Какова вероятность рождения ребенка с аномалией в случае, если оба родителя гетерозиготны по обоим парам патологических генов?

Неполное доминирование при дигибридном скрещивании

Задача 6. У человека доминантная мутация брахидактилия проявляется в виде укорочения пальцев в гетерозиготном состоянии, а в гомозиготном она приводит к гибели на ранних стадиях развития эмбриона. Нормальная длина фаланг обусловлена рецессивным геном. Нормальная пигментация кожи – доминантный признак, альбинизм – рецессивный. Какое потомство можно ожидать в семье, где оба родителя дигетерозиготны?

Задача 7. У человека крупный размер носа – доминантный признак, маленький нос – рецессивный признак, нормальный нос средних размеров проявляется у гетерозигот. Карие глаза доминируют над голубыми. Голубоглазая женщина с носом средних размеров вышла замуж за мужчину с крупным носом и карими глазами. Определить вероятность того, что их дети будут иметь:

1. карие глаза с носом средних размеров;
2. голубые глаза и маленький нос.

Задача 8. У человека курчавые волосы – доминантный признак, а прямые (гладкие) – рецессивный признак. У гетерозигот волосы волнистые. Крупные, выступающие вперед зубы доминируют над обычной формой и положением зубов. В семье жена имеет волнистые волосы и нормальные зубы, а муж крупные выступающие вперед зубы и прямые волосы, мать мужа имеет нормальные зубы. Определить:

1. генотипы родителей и потомства.
2. тип волос и форму зубов у детей, если оба родителя имеют волнистые волосы и нормальные зубы?

Задача 9. Серповидноклеточная анемия наследуется как неполностью доминантный аутосомный признак. Гомозиготные особи умирают обычно до полового созревания, гетерозиготные жизнеспособны, анемия у них чаще всего проявляется субклинически. Такие больные устойчивы к малярии, так как малярийный плазмодий не может использовать для своего питания гемоглобин эритроцитов их крови. Полидактилия (шестипалость) – аутосомно доминантный признак, нормальное строение кисти – рецессивный. Женщина устойчивая к малярии имеет нормальное строение кисти выходит замуж за мужчину, прооперированного в детстве по поводу полидактилии и гетерозиготного по серповидноклеточной анемии. Какое потомство можно ожидать в этой семье?

Взаимодействие неаллельных генов

Задача 10. У человека нормальный слух обусловлен двумя неаллельными доминантными генами которые взаимодействуют по принципу комплементарности. Дигетерозиготный мужчина женился на глухой женщине, глухота которой обусловлена наличием одного рецессивного гена, а по второй паре генов она гетерозиготна. Какое потомство можно ожидать от этого брака?

Задача 11. У человека различия в цвете кожи обусловлены в основном двумя парами неаллельных генов В и В1. Люди с генотипом ВВВ1В1 имеют черную кожу, с генотипом ввв1в1 – белую кожу. Различные сочетания доминантных генов В и В1 обеспечивают пигментацию кожи разной интенсивности. Какие дети могут быть в семье мулатов?

Задача 12. Красная окраска луковицы лука определяется доминантным геном, желтая – его рецессивным аллелем. Однако проявление гена окраски возможно лишь при наличии другого, несцепленного с ним доминантного гена,

рецессивный аллель которого подавляет окраску и луковицы оказываются белыми. Краснолуковичное растение было скрещено с желтолуковичным. В потомстве оказались особи с красными, желтыми и белыми луковицами. Расписать и объяснить это явление.

Задача 13. Цветы душистого горошка могут быть белыми и красными. При скрещивании двух растений с белыми цветами все потомство оказались с красными цветами. При скрещивании потомков между собой оказались растения с красными и с белыми цветами в соотношении 9:7. Расписать и указать тип взаимодействия неаллельных генов.

Задача 14. У тыквы желтая окраска плодов определяется доминантным геном, его рецессивный аллель определяет зеленую окраску плодов. Другой неаллельный ген подавляет действие этих генов и плоды имеют белую окраску. При скрещивании желтоплодной тыквы с белой все потомство дало белые плоды. При скрещивании полученных особей между собой получилось следующее потомство; растения с белыми плодами – 204; с желтыми – 53; с зелеными – 17. Расписать и объяснить данное явление.

Множественные аллели.

Наследование групп крови человека по системе АВО

Группа крови	Фенотип		Генотип	Аллели
	агглютиногены	агглютинины		
I	0	α, β	$J^0 J^0$	J^0
II	A	β	$J^A J^0; J^A J^A$	J^A
III	B	α	$J^B J^0; J^B J^B$	J^B
IV	A, B	0	$J^A J^B$	$J^A; J^B$

Задача 15. Мать со II группой крови имеет ребенка с I группой крови. Установить возможные группы крови отца.

Задача 16. У матери I группа крови, а у отца III. Могут ли дети унаследовать группы крови своих родителей?

Задача 17. В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имеют I и II группы крови, другого II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и IV группы крови. Определить, кто чей сын?

Задача 18. У женщины со II группой крови родился ребенок с I группой. Определить возможный генотип отца. Может ли быть отцом ребенка мужчина с IV группой крови?

Задача 19. В семье, где жена имеет I группу крови по системе АВО, а муж IV, родился глухой ребенок. Определить вероятность рождения здорового ребенка и его возможные группы крови, если известно, что глухота – признак рецессивный, а нормальный слух – доминантный.

Задача 20. В семье у кареглазых родителей имеется четверо детей. Двое голубоглазых имеют I и IV группы крови, двое кареглазых III и II. Определить вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с I группой крови. Карий цвет глаз доминирует над голубым. Ген, обуславливающий пигментацию радужки расположен в аутосомах.

5. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9.

Тема: Хромосомная теория наследственности

Цель работы: Изучить наследование признаков, сцепленных с полом, основные положения хромосомной теории наследственности

Задачи:

1. Научиться определять пол у разных организмов.
2. Рассмотреть пол как наследственный признак.
3. Рассмотреть наследование признаков, сцепленных с полом и ограниченных полом.
4. Актуализировать явление сцепления генов, опыты и правило Моргана.
3. Изучить основные положения хромосомной теории наследственности.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Пол - это совокупность морфологических, физиологических, биохимических и поведенческих признаков организма, которые обуславливают репродукцию (воспроизведение). Пол - это генетически обусловленный признак, т.е. пол зародыша определяется генетическими механизмами - комбинацией половых хромосом. Половые хромосомы определяют первичные половые признаки.

Под их влиянием формируются половые железы (семенники и яичники), выделяющие мужские и женские половые гормоны. Половые гормоны определяют развитие вторичных половых признаков того или другого пола и проявляются у организмов в период полового созревания (у человека в 12-15 лет). Вторичные половые признаки - различие в размерах и пропорциях тела, тембр голоса, степень развития волосяного покрова и др.

Определение пола. У большинства организмов пол определяется в момент оплодотворения (сингамно) и регулируется хромосомным набором зиготы, его называют хромосомный тип определения пола (табл. 1).

У человека и млекопитающих женские особи имеют в кариотипе две X - хромосомы (XX), а мужские X- и Y- хромосомы. Женские особи являются *гомогаметными*, поскольку формируют лишь один тип гамет, а мужские - *гетерогаметными*, т.к. образуют два типа гамет.

У птиц и бабочек гетерогаметным полом является женский пол, а гомогаметными - мужской. У них половые хромосомы обозначают как Z и W.

У некоторых клопов, жуков самки имеют состав половых хромосом XX, самцы же несут всего одну из них - (XO).

Совершенно особый тип определения пола имеется у перепончатокрылых, в частности, у пчел. У этих насекомых самки развиваются из оплодотворенных яиц и клетки их тела диплоидны, а самцы развиваются партеногенетически из неоплодотворенных яиц и имеют гаплоидные клетки.

Хромосомная теория наследования пола утверждает, что гены определяющие развитие пола, локализованы в половых хромосомах. У человека гены, обуславливающие развитие женского пола, находятся в X - хромосоме, а гены мужского пола - в Y - хромосоме.

Иначе обстоит дело у дрозофилы. При изучении наследования пола у мухи - дрозофилы было установлено, что у самки две одинаковые X - хромосомы, а у

самца X- и Y- - хромосомы. У дрозофилы гены, определяющие женский пол, находятся в X - хромосоме, а Y-хромосома генетически инертна и гены, определяющие развитие мужского пола, находятся в аутосомах. Оплодотворенные яйцеклетки, имеющие диплоидный набор хромосом и две X-хромосомы дают начало самкам ($2A + XX$), а имеющие диплоидный набор аутосом и одну X-хромосому дают самцов($2A+XY$).

Опыты подтвердили, что чем больше наборов аутосом, тем больше были выражены признаки мужского пола. Из этого был сделан вывод, что Y-хромосома у мухи - дрозофилы не имеет существенного значения для определения мужского пола.

Кроме сингамного способа определения пола существует эпигамный способ дифференцировки пола, который определяется воздействием условий окружающей среды, например, у морского кольчатого червя *Bonnellia* определяется условиями развития яйцеклеток (прогамный способ, как у коловраток).

Таблица 1. Хромосомное определение пола

Типы хромосомного определения пола	Сочетание половых хромосом		типы гамет	
	♂	♀	♂	♀
Гетерогаметность мужского пола				
Прямокрылые насекомые (клопы <i>Protenor</i> , жуки, пауки, кузнечики)	X0	XX	X, 0	X
Дрозофилы, позвоночные (млекопитающие, в том числе человек)	XY	XX	X,Y	X
Гетерогаметность женского пола				
Птицы, рыбы, бабочки, шелкопряд, рептилии, земноводные	ZZ	ZW	Z	Z,W
Моли и другие беспозвоночные	ZZ	Z0	Z	Z,0

Наследование признаков, сцепленных с полом и ограниченных полом.

Сцепленными с полом называют признаки, развитие которых обусловлено генами, расположенными в половых хромосомах. Если ген находится в Y-хромосоме, то он наследуется у человека, млекопитающих - от отца к сыну, а у птиц - от матери к дочери.

Если ген располагается в X-хромосоме, наследование будет более сложным. Результаты скрещивания зависят от того, какой пол несет доминантный признак. Наследование, сцепленное с полом, необходимо отличать от наследования, ограниченного полом.

Развитие признаков (ограниченных полом) обусловлено генами, расположенными в аутосомах (а не в половых хромосомах), но на проявление признаков в фенотипе сильно влияет пол, т.е. развитие признака зависит от влияния половых гормонов.

Например, облысение со лба, типично для мужчин. У мужчин под действием мужских половых гормонов (тестостерона) ген ведет себя как доминантный. Еще пример, тембр голоса - баритон и бас - характерны только для мужчин.

Сцепление генов. Опыты и правило Моргана. Для любого организма характерно видовое постоянство хромосом в кариотипе. Генов, определяющих

признаки, у организмов намного больше, чем хромосом. Например, у мухи дрозофилы 8 хромосом в соматических клетках, а генов около 1000. Значит, в каждой хромосоме находится много генов. Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют группы сцепления.

Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом. Наследование генов, локализованных в одной хромосоме, называется сцепленным наследованием.

В начале XX века Т. Морган и его сотрудники описали явление сцепления генов - совместную передачу групп генов из поколения в поколение.

Опыты проводились на мухах дрозофилах с учетом двух пар альтернативных признаков:

Цвет тела – серый (B) и черный (b)

Длина крыльев – нормальные (V) и короткие (v)

У мухи - дрозофилы окраски тела и длины крыльев находятся в одной паре гомологичных хромосом, т.е. относятся к одной группе сцепления, что и было доказано в опытах. Запись генотипов при сцеплении видоизменяется: генотип записывается:

$$\frac{BV}{bv}$$

(две черточки означают, что организм диплоидный).

При скрещивании мух, имеющих серый цвет тела и нормальные крылья с мухами черного цвета и короткими крыльями в F₁ все мухи имели серый цвет тела и нормальные крылья.

Запись схемы скрещивания:

$$\begin{array}{l} \text{P} \quad \text{♀} \frac{BV}{BV} \quad \times \quad \text{♂} \frac{bv}{bv} \\ \quad \text{сер. нор.} \quad \quad \text{чер. кор.} \\ \text{G} \quad (\underline{BV}) \quad \quad (\underline{bv}) \end{array}$$

$$\text{F}_1 \frac{BV}{bv}$$

Провели анализирующее скрещивание. В первом случае скрестили гибридного самца с серым телом и нормальными крыльями с черной самкой, имеющей короткие крылья, и в результате скрещивания получили 2 типа потомков, похожих на родителей в соотношении 1:1. Ген серого цвета тела и ген нормального строения крыльев передаются вместе, а ген черного цвета тела и ген коротких крыльев тоже вместе. Этот опыт демонстрирует *полное сцепление*. Причина его заключается в том, что гены, обуславливающие два различных признака, лежат в одной хромосоме. Это видно на схеме полного сцепления:

$$\begin{array}{l} \text{P} \quad \text{♀} \frac{bv}{bv} \quad \times \quad \text{♂} \frac{BV}{bv} \\ \text{G} \quad (\underline{bv}) \quad (\underline{BV}) \quad (\underline{bv}) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{F}_1 \quad \frac{BV}{bv} \quad \frac{bv}{bv} \\ \quad \quad \quad 1:1 \end{array}$$

Другой результат получается, если для анализирующего скрещивания брать гибридную самку с серым телом и нормальными крыльями и рецессивного по обоим признакам самца. В этом случае появилось четыре типа потомков в соотношении:

серых длиннокрылых - 41, 5 %; серых короткокрылых - 8, 5 %,
черных длиннокрылых - 8, 5 % , черных короткокрылых - 41, 5 %.

В этом случае имеет место неполное сцепление:

$$\begin{array}{rcccl}
 & P & \text{♀} \frac{BV}{bv} & \times & \text{♂} \frac{bv}{bv} \\
 & G & (\underline{BV}) & & (\underline{bv}) \\
 & & G & (\underline{BV}) & (\underline{bv}) \\
 & & \text{некроссов.} & & (\underline{bv}) \\
 & & (\underline{Bv}) & & (\underline{bV}) \\
 & & \text{кроссов.} & & \\
 F_1 & \frac{BV}{bv} & \frac{bv}{bv} & \frac{Bv}{bv} & \frac{bV}{bv} \\
 & 41,5\% & 41,5\% & 8,5\% & 8,5\%
 \end{array}$$

Причиной неполного сцепления генов является кроссинговер (перекрест хромосом) и обмен участками между гомологичными хромосомами в профазе I деления мейоза при созревании половых клеток. Кроссинговер происходит у самок, у самцов дрозофил кроссинговер не происходит (установлено, что для особей гетерогаметного пола характерна более низкая частота кроссинговера).

При изучении результатов скрещивания получается 4 фенотипа среди потомков:

17% (8,5+8,5) особей образовались из кроссоверных гамет

83% (41,4+41,5) особей образовались из некроссоверных гамет.

Частота кроссинговера зависит от расстояния между генами в хромосоме. Расстояние между генами выражается в процентах кроссинговера между ними и обозначается в морганидах. Изучение Морганом сцепления генов представляет собой закономерное биологическое явление. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются, сцеплено, причем сила сцепления зависит от расстояния между генами. Эта закономерность получила название *правило Моргана*.

Для измерения расстояния между генами путем анализирующего скрещивания можно применять формулу:

$$X = \frac{a+b}{n} \cdot 100\%, \text{ где:}$$

X – расстояние между генами в % кроссинговера или в морганидах;

a – количество особей 1-й кроссоверной группы;

b – количество особей 2-й кроссоверной группы;

n – общее количество гибридов в опыте;

100% – коэффициент для перевода в проценты.

Сцепленные гены расположены в линейном порядке и частота кроссинговера между ними прямо пропорциональна расстоянию между ними. Однако, этот тезис характерен только для близко лежащих друг к другу генов. В случае же

относительно удаленных генов наблюдается некоторое отклонение от такой зависимости.

Морган предложил выражать расстояние между генами в процентах кроссинговера между ними. Расстояние между генами также выражают в морганидах или сантиморганидах. Морганида – генетическое расстояние между генами, где происходит кроссинговер с частотой 1%.

По частоте кроссинговера между двумя генами можно судить об относительном расстоянии между ними. Так, если между генами **A** и **B** кроссинговер составляет 3%, а между генами **B** и **C** – 8% кроссинговера, то между **A** и **C** кроссинговер должен происходить с частотой либо $3+8=11\%$, либо $8-3=5\%$, в зависимости от того, в каком порядке эти гены расположены в хромосоме.

3% 8% 3% 5%
 A — — — B — — — — — — — — — C B — — — A — — — — — — — — — C
 11% 8%

Основные положения хромосомной теории наследственности

1. Гены локализованы в хромосомах. При этом различные хромосомы содержат неодинаковое число генов. Кроме того, набор генов каждой из негомологичных хромосом уникален.

2. Аллельные гены занимают одинаковые локусы в гомологичных хромосомах.

3. Гены расположены в хромосоме в линейной последовательности.

4. Гены одной хромосомы образуют группу сцепления. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом у гомогаметных особей и $n+1$ у гетерогаметных особей. При этом сила сцепления находится в обратной зависимости от расстояния между генами.

5. Между гомологичными хромосомами может происходить обмен участками (кроссинговер); в результате кроссинговера возникают гаметы, хромосомы которых содержат новые комбинации генов.

6. Частота кроссинговера между гомологичными хромосомами зависит от расстояния между генами, локализованными в одной хромосоме. Чем это расстояние больше, тем выше частота кроссинговера. За единицу расстояния между генами принимают 1 морганиду (1% кроссинговера) или процент появления кроссоверных особей. При неполном сцеплении в сумме вероятность некроссоверных гамет (гибридов) всегда больше, чем 50%, при расстоянии в 50 морганид и больше признаки наследуются независимо, несмотря на то, что локализованы в 1 хромосоме

7. Для выяснения характера расположения генов в хромосомах и определения частоты кроссинговера между ними строят генетические карты. Карта отражает порядок расположения генов в хромосоме и расстояние между генами одной хромосомы.

8. Каждый биологический вид характеризуется определенным набором хромосом - кариотипом.

Ход работы:

1. Изучить учебный материал, выписать основные положения хромосомной теории наследственности.
2. Рассмотреть рисунок 1 и ответить на вопросы. Какой способ определения пола у этого животного. Может ли из личинки развиваться самка, а не самец.

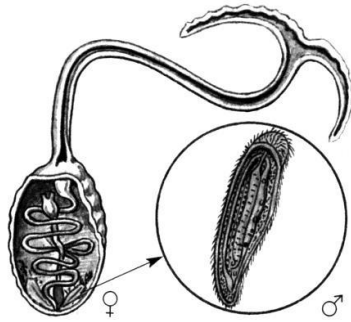


Рисунок 1. Морской червь бонеллия.

3. Написать в схемах кариотипы обоих полов, генетический материал гамет и потомства (рис. 2).

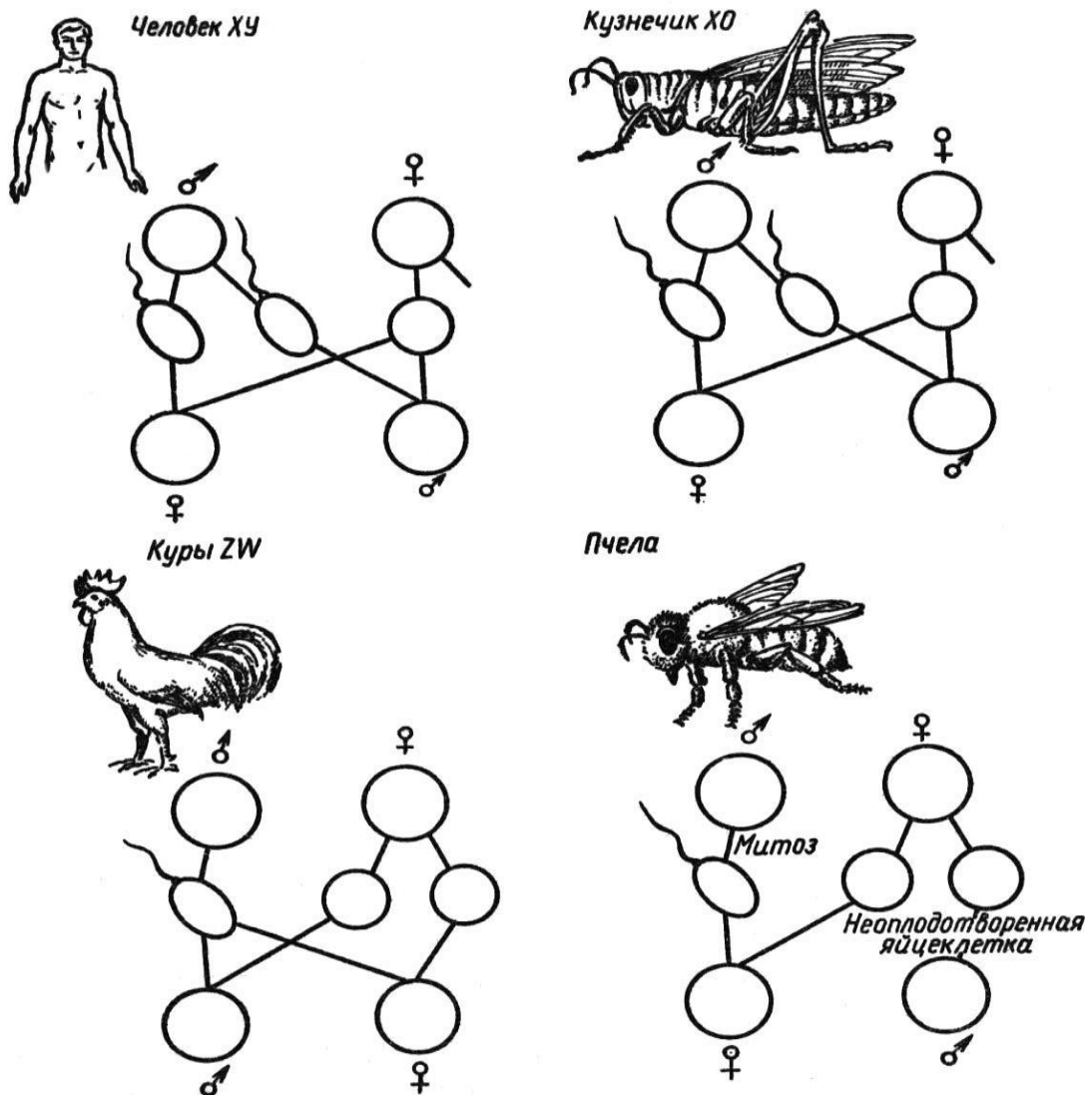


Рисунок 2. Определение пола у разных организмов.

4. Решить задачи.

Задача 1. У человека гемофилия определяется сцепленным с полом рецессивным геном h . Мать и отец здоровы. Их ребенок страдает гемофилией. Кто из родителей передал ребенку заболевание? Какова вероятность того, что их второй ребенок также будет страдать гемофилией?

Задача 2. У кошек рыжая окраска шерсти определяется геном B , черная – b . Гетерозигота (Bb) имеет черепаховую (черно-рыжую пятнистую) окраску. Ген B сцеплен с полом. Какими могут быть котята, если кот черный, а кошка рыжая; если кот черный, а кошка черепаховая? В каком случае можно с первого взгляда определить пол кошки и почему? Могут ли быть исключения?

Задача 3. У молодых цыплят нет внешне заметных половых признаков. Нельзя ли для выявления пола использовать то обстоятельство, что ген, определяющий черную или рябую окраску находится в Z -хромосоме, причем рябая окраска доминирует? Различия в окраске проявляются сразу.

Задача 4. Женщина с нормальным зрением, имеющая отца-дальтоника, выходит замуж за мужчину с нормальным зрением. Какова вероятность рождения в этой семье дочери с цветной слепотой и сына с цветной слепотой, если известно, что дальтонизм определяется рецессивным сцепленным с полом геном?

Задача 5. Здоровый мужчина женится на здоровой женщине, отец которой был гемофилик. Какие дети могут быть от этого брака и в какой пропорции, если гемофилия определяется рецессивным сцепленным с полом геном?

Задача 6. Какие типы гамет, и в каком численном соотношении образуются у родителей, имеющих генотип: $AaBb$, при независимом наследовании, при сцепленном и неполносцепленном наследовании

Задача 7. Катаракта и полидактилия наследуются как доминантные аутосомные признаки. Женщина унаследовала катаракту от отца, полидактилию от матери. Гены сцеплены, расстояние между ними 3М. Каковы генотипы и фенотипы детей от брака этой женщины и мужчины нормального по этим признакам? Какова вероятность рождения здоровых детей?

Задача 8. Пусть гены A и B сцеплены и расстояние между ними составляет 40 морганид. Сколько и каких гамет будет образовываться у особей с генотипом $\frac{AB}{ab}$ и генотипом $\frac{Ab}{aB}$?

Задача 9. У дрозофилы доминантные гены, контролирующие серую окраску тела и развитие щетинок, локализованы в одной хромосоме и находятся на расстоянии около 6 морганид. Рецессивные аллели этих генов, обуславливающие черную окраску тела и отсутствие щетинок, находятся в другой гомологичной хромосоме. Какое потомство, и в каком процентном соотношении можно ожидать от скрещивания дигетерозиготной серой самки, имеющей развитые щетинки, с черным самцом, не имеющим щетинок?

Задача 10. Расстояние между генами AB равно 24 морганиды. Какова доля генотипов:

ab aB

$=$ и $=$

ab aB

и во втором поколении от скрещивания организмов $AAвв$ и $aaBB$?

5. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10.

Тема: Основные закономерности наследственности и изменчивости. Наследственные болезни человека.

Цель работы: Изучить основные закономерности наследственности и изменчивости

Задачи:

1. Актуализировать знания о модификационной и комбинативной изменчивости.
2. Рассмотреть классификацию мутаций.
3. Изучить геномные, хромосомные и генные мутации у человека.
3. Разобрать методы изучения генетики человека: генеалогический, близнецовый, популяционно-статистический, цитогенетический, биохимический, соматической гибридизации, дерматоглифика и пальмоскопия.
4. Изучить наследственные болезни человека.
5. Формировать навык составления родословных.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Изменчивость - свойство организмов приобретать новые признаки и особенности индивидуального развития под влиянием факторов среды.

Изменчивость - один из важнейших факторов эволюции, обеспечивающих все многообразие живой природы.

Различают два вида изменчивости:

1. Фенотипическую (ненаследственную, модификационную);
2. Генотипическую (наследственную):
 - а) комбинативную;
 - б) мутационную.

Модификационная изменчивость – форма изменчивости, не связанная с изменением генотипа и вызванная влиянием факторов среды.

Модификационная изменчивость имеет особенности:

- не затрагивает наследственную основу организма и поэтому модификации не передаются по наследству, то есть от родителей к потомству,
- изменения направлены, происходят закономерно, их можно предсказать,
- имеют адаптивное (приспособительное) значение,
- имеют массовый (групповой) и обратимый характер,
- определенный фактор внешней среды вызывает сходное изменение у всех особей данного вида.

Модификационная изменчивость имеет предел. Границы изменчивости признака, обусловленные генотипом называются *нормой реакции*. Она может быть узкой, когда признак изменяется незначительно (цвет глаз), и широкой, когда признак изменяется в широких пределах (рост, масса тела).

В медицине часто приходится устанавливать норму реакции для оценки max и min количественных показателей (уровень гормонов, ферментов, гемоглобина и др.)

Комбинативная изменчивость – это наследственная изменчивость, обусловленная рекомбинацией имеющихся генов и хромосом, без изменения

структуры генов и хромосом (наследственного материала). Этот тип изменчивости проявляется уже на стадии образования половых клеток.

Источниками комбинативной изменчивости являются процессы, происходящие в мейозе и в результате оплодотворения:

1. Рекомбинация генов при кроссинговере в профазе I мейоза.
2. Рекомбинация хромосом в ходе мейоза (независимое расхождение хромосом и хроматид при мейозе)
3. Комбинация хромосом в результате слияния гамет при оплодотворении (случайное сочетание гамет при оплодотворении).

Комбинативная изменчивость обеспечивает генотипическое разнообразие людей, объясняет наличие признаков у детей и внуков от родственников по отцовской и материнской линии.

Мутационная изменчивость – способность генетического (наследственного) материала изменяться и эти изменения наследуются в потомстве.

В основе мутационной изменчивости лежат мутации.

Мутации – это внезапные изменения генетического материала под влиянием среды и передающиеся по наследству. Классификация мутаций представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Классификация мутаций.

Ход работы:

1. При подготовке раздела «Внешние признаки» фармакопейной статьи «Березы листья» необходимо установить значение длины листа лекарственного растения березы повислой (*Betula pendula*). Выписать в таблицу 1 и найти по формуле среднее статистическое значение длины листа, а также построить вариационную кривую по данным вариационного ряда.

Таблица 1. Вариационный ряд признака

Длина листа (v)	14	15	16	17	18	19	20	
Количество листьев (p)	2	7	22	32	24	8	5	n =
v p								Σ =

$$M = \frac{\sum VP}{n}$$

Сделать вывод.

2. Изучив геномные мутации, заполнить таблицу 2.

Таблица 2. Виды геномных мутаций

Виды геномных мутаций	Характеристика	Примеры
1. Полиплоидия		
а) Автоплоидия		
б) Аллоплоидия (или амфиплоидия)		
2. Гетероплоидия (или анеуплоидия)		
а) Трисомия		
б) Тетрасомия		
в) Моносомия		
г) Нуллисомия		

3. Изучить учебный материал и дать характеристику методам изучения генетики человека. Генеалогический метод. Близнецовый метод. Метод дерматоглифики. Цитогенетический метод. Метод гибридизации соматических клеток. Онтогенетический метод. Популяционно-статистический метод. Метод моделирования. Иммунологический метод. Биохимический метод.

4. Решить задачи.

Задача 1. Описать кариотип: 1) общее число хромосом, 2) число аутосом, 3) число половых хромосом, 4) пол (мужской или женский), 5) число глыбок X-хроматина, 6) норма или патология (какое заболевание) (рис. 2).



Рисунок 2. Кариограмма человека.

Задача 2. Описать кариотип: 1) общее число хромосом, 2) число аутосом, 3) число половых хромосом, 4) пол (мужской или женский), 5) число глыбок Х-хроматина, 6) норма или патология (какое заболевание) (рис. 3).



Рисунок 3. Кариограмма человека.

Задача 3. Близнецовый метод изучает проблемы «генотип и среда».

Сравнивают три группы близнецов: дизиготные (ДБ) в одинаковых условиях, монозиготные (МБ) в одинаковых условиях, (МБ) в разных условиях.

При изучении близнецов определяют частоту, степень совпадения (конкордантности) тех или иных признаков. При изучении роли наследственности в происхождении того или иного признака производят расчет по формуле К. Хольцингера.

Коэффициент наследуемости – Н:

$$H = \frac{K_{MB} - K_{DB}}{100 - K_{DB}}, \text{ где}$$

Н – коэффициент наследуемости, доля вклада наследственности в формирование изучаемого признака;

КМБ - коэффициент конкордантности монозиготных близнецов по изучаемому признаку;

КДБ - коэффициент конкордантности дизиготных близнецов по изучаемому признаку.

При Н=1 вся изменчивость в популяции обусловлена наследственностью.

При Н=0 вся изменчивость вызвана средовыми факторами. Влияние среды С выражается формулой:

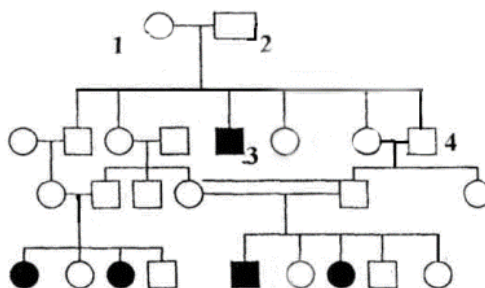
$$C = 100\% - H, \text{ где}$$

Н – коэффициент наследуемости.

Изучены 40 пар монозиготных и 80 пар дизиготных близнецов. Во всех этих парах хотя бы у одного из близнецов имелся изучаемый признаков. При этом в 32-х парах монозиготных близнецов и в 16-и парах дизиготных близнецов этот признак имелся и у второго близнеца. Определить коэффициент наследуемости изучаемого признака.

5. Составление родословных. Символы, используемые при составлении графического изображения родословной:

- Задача 5.** Определить тип наследования признака. Установить возможные генотипы всех членов родословной.



7. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11.

Тема: Основные направления филогенетических изменений систем органов хордовых. Филогенез головного мозга и ЦНС.

Цель работы: Изучить филогенез головного мозга и ЦНС.

Задачи:

1. Актуализировать знания о филогенезе головного мозга.
2. Изучить пути преобразования ЦНС в эмбриогенезе.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Термин филогенез происходит от двух греческих слов «фиλος» - род племя; генез - происхождение.

Филогенез - это процесс развития органического мира в целом или отдельных его форм с момента возникновения жизни. Этот термин был предложен Геккелем в 1886 году. Согласно современным представлениям особенности строения (морфологии) и жизнедеятельности (физиологии) организмов, формирующиеся в онтогенезе есть нечто иное, как результат исторического развития - филогенеза соответствующего таксона. Онтогенетические преобразования отражают те изменения, которые происходили с предковыми формами на протяжении многих поколений. Проблема связи между онтогенезом и филогенезом рассматривалась в трудах Бэра, Дарвина. Мюллера, Геккеля, Северцова. Основываясь на работах Мюллера, Геккель сформулировал основной *биогенетический закон* в соответствии, с которым онтогенез представляет собой краткое и быстрое повторение филогенеза. В доказательство он приводил рекапитуляции, как правило, характерные лишь для отдельных органов. Они заключаются в повторении структур органов взрослых предков в эмбриогенезе современных организмов. Так, в эмбриогенезе человека закладываются жаберные щели и соответствующие им скелетные образования и кровеносные сосуды. Эпидермис кожи в эмбриогенезе сначала представлен однослойным цилиндрическим (что соответствует эпидермису ланцетника), многослойным неороговевающим (костные рыбы и хвостатые амфибии), многослойным слабо ороговевающим (бесхвостые амфибии) и типичным ороговевающим (рептилии, птицы, млекопитающие). Примером рекапитуляции также является смена закладок почки (предпочка, первичная почка, вторичная почка) у млекопитающих.

Особенности филогенеза нервной системы у позвоночных.

У представителей 5 основных классов позвоночных, обобщая можно выделить три типа организации нервной системы.

1. Ихтиопсидный (рыбоподобный) тип строения - такой тип организации характерен для рыб и амфибий. В этом случае главным отделом головного мозга является средний мозг (сильнее развит, координирует все процессы жизнедеятельности на уровне головного мозга). Масса головного мозга меньше массы спинного мозга. Черепно-мозговых нервов (ЧМН) - 10 пар.

2. Зауropsидный (ящероподобный) тип строения - характерен для рептилий и птиц. Главным отделом головного мозга становится конечный, увеличивающийся в размерах за счет разрастания дна. У рептилий масса головного

мозга приблизительно равна массе спинного мозга. ЧМН - 11 пар. У птиц масса головного мозга больше массы спинного мозга. ЧМН – 12 пар.

3. Тиреопсидный или мамалиопсидный (млекопитающеподобный) тип строения - характерен для млекопитающих. Главным отделом головного мозга является конечный мозг, увеличивающийся в размерах за счет разрастания крыши (мантии). На поверхности больших полушарий появляются борозды и извилины, увеличивающие площадь коры. У

Млекопитающих масса головного мозга > массы спинного мозга. ЧМН - 12 пар.

Развитие ЦНС у человека состоит из 4 основных процессов: появление нервной пластинки с последующим смыканием ее краев и формированием нервной трубки, образование мозговых пузырей и разделение передних из них на парные отделы, миграция и дифференцировка нервных клеток, последовательная миелинизация проводящих путей головного и спинного мозга.

У человека нервная пластинка появляется на 16 -й день внутриутробного развития под влиянием хордомезодермы. На 18-20 день возникает центральная (продольная) борозда, которая разделяет нервную пластинку на левую и правую половины. Их края утолщаются и приподнимаются над остальной эктодермой, а затем сливаются и образуют нервную трубку. Передняя часть этой трубки расширяется и делится на три мозговых пузыря, к 5-й недели передний и задний пузыри делятся вновь, вследствие чего образуются: конечный мозг (*telencephalon*), промежуточный (*diencephalons*), средний (*mesencephalon*), задний (*metencephalon*), продолговатый (*myelencephalon*). На 30-й день внутриутробного развития телэнцефалон начинает делиться продольно и к 33-му дню из него образуется два параллельных пузыря, из которых к 42-му дню формируются большие полушария. Закладка гиппокампа появляется на 37-й день, после чего через 4 дня начинается дифференцировка его отделов.

Таким образом, к моменту рождения все основные отделы головного мозга практически сформированы. После рождения происходит совершенствование синаптического аппарата и дальнейшая миелинизация проводящей системы, которая к 7-8 месяцам постнатальной жизни приближается к состоянию взрослого человека. Масса головного мозга к концу внутриутробного периода составляет 11-12% от общей массы тела ребенка, в то время как у взрослого - 2,5%.

Особенности нервной системы человека:

1. КЭ (коэффициент энцефализации - отношение массы мозга к массе тела, %) - 7,3-7,7 (у млекопитающих в среднем - 1,0; у высших обезьян 2,0).
2. Относительно большой объем (масса) головного мозга примерно равна 1400 см.
3. Относительно большая площадь поверхности коры примерно 2090 см.
4. Наличие на поверхности больших полушарий дополнительных борозд и извилин.
5. Сильное развитие лобных долей.
6. Наличие в левом полушарии двигательного центра речи (ц. Брока) и чувствительного центра речи (ц. Вернике).
7. Сильно выраженная асимметрия - у правшей левое полушарие больше правого (у левшей наоборот).
8. Наличие второй сигнальной системы.
9. Способность к абстрактно - логическому мышлению.

Ход работы:

1. Зарисовать головной мозг представителей основных классов позвоночных: рыбы, лягушки, ящерицы, птицы, собаки. Подписать к каждому рисунку: тип мозга, ведущий отдел, интегрирующий центр. На рисунке сделать обозначения и подписать все возможные отделы головного мозга.

2. Изучить функциональные особенности мозга позвоночных и заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Функциональные особенности мозга позвоночных

Группа позвоночных	Количество отделов головного мозга	Тип мозга	Ведущий отдел головного мозга	Наличие и вид коры в крыше переднего отдела мозга	Виды мышления (абстрактно-логическое, наглядно-действенное, наглядно-образное)
Класс Земноводные					
Класс Пресмыкающиеся					
Класс Птицы					
Класс Млекопитающие					

3. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12.

Тема: Основные направления филогенетических изменений сердца и сосудов кровеносной системы хордовых

Цель работы: Изучить основные направления филогенетических изменений сердца и сосудов кровеносной системы хордовых.

Задачи:

1. Актуализировать знания о филогенезе сосудов кровеносной системы хордовых.

2. Изучить филогенез сердца позвоночных.

3. Разобрать примеры пороков развития сердца в эмбриогенезе.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Основу кровеносной системы позвоночных составляют брюшной и спинной сосуды, соединенные анастомозами в стенках кишки и в стенках тела. Существует сходство между строением кровеносной системы бесчерепных и низших позвоночных (рыб). Это является доказательством единого происхождения всего типа хордовых.

У низших хордовых – **ланцетник** - кровеносная система замкнутая. Один круг кровообращения. Сердце отсутствует и его роль выполняет пульсирующий сосуд - брюшная аорта. В брюшную аорту поступает венозная кровь от органов и направляется в жаберные артерии. Оттуда уже окисленная (артериальная) кровь поступает в спинную аорту, которая дает многочисленные ветви всем органам. В органах эти ветви распадаются на капилляры, где кровь становится венозной. Из капилляров кровь собирается в брюшную аорту.

Кровеносная система **рыб** почти полностью повторяет схему кровеносной системы ланцетника. Отличиями прогрессивного характера являются:

1. Появление специального мышечного органа - сердца, состоящего из 2-ух камер: предсердия и желудочка. Сердце рыб содержит венозную кровь, которая поступает от органов по венозным сосудам в предсердие через венозный синус, затем в желудочек и далее по брюшной аорте в жаберные артерии, где окисляется.

2. Жаберные артерии рыб, в отличие от жаберных артерий ланцетника, распадаются на капилляры в жабрах, что увеличивает дыхательную поверхность.

3. Благодаря сокращениям сердца кровь рыб движется по сосудам быстрее, чем у ланцетника, что обеспечивает (вместе с жаберными капиллярами) более высокую скорость обменных процессов.

Класс Земноводные. У представителей этого класса появляется второй (легочный) круг кровообращения. Сердце амфибий состоит из трех камер: двух предсердий и одного желудочка. В сердце поступает кроме венозной и артериальная кровь. От сердца амфибий отходит только один сосуд - артериальный конус, гомологичный брюшной аорте рыб. От него начинается три пары сосудов:

1. Кожно-легочные артерии - несут венозную кровь в легкие и отдают крупную ветвь к коже. В легких венозная ветвь окисляется и возвращается по легочным венам в левое предсердие. Кожно-легочные вены и легочные артерии образуют малый или легочный круг кровообращения.

2. Пара сосудов (самого крупного диаметра), названных дугами аорты огибает сердце слева и справа, а затем соединяется в непарный сосуд - спинную аорту. Она идет по средней линии тела назад, отдавая многочисленные артерии внутренним органам.

3. Пара сосудов - сонные артерии, несущих кровь к головному мозгу.

В этих трех парах сосудов течет разная кровь: в кожно-легочных артериях - венозная, в дугах аорты - смешанная, в сонных артериях - артериальная.

Для дифференциального распределения крови по сосудам в сердце амфибий имеется специальный механизм. В единственный желудочек амфибий поступает артериальная кровь из левого предсердия и венозная - из правого предсердия. Предсердия сокращаются одновременно и оба вида крови попадают в желудочек. Однако полного смешения крови не происходит поскольку:

1. Стенки желудочка имеют многочисленные мышечные выросты - гребни (трабекулы), образующие мягкие пристеночные камеры и препятствуют смешиванию крови в камере желудочка. В левой половине желудочка находится артериальная кровь, в правой - венозная, а по середине смешанная.

2. Сокращение желудочка происходит очень быстро, что так же уменьшает смешивание крови в камере желудочка

3. Наличие клапанов закрывающих лёгочные артерии.

Заканчивается большой круг кровообращения 2 полыми венами (задняя полая вена - от задней половины тела и внутренних органов, передняя полая вена - от головы). Полые вены впадают в правое предсердие.

Класс Пресмыкающиеся. У рептилий отмечаются прогрессивные изменения, направленные на разделение артериальной и венозной крови, связанные как с изменением сердца, так и основных сосудов. Сердце рептилий 3-х камерное, но в желудочке появляется неполная перегородка, которая препятствует смешиванию крови. В момент сокращения желудочка перегородка практически полностью разделяет его на две камеры - правую и левую. У крокодила же 4-х камерное.

У рептилий происходит редукция артериального конуса и те сосуды, которые отходили от него (дуги кожно-легочных и сонных артерий) теперь отходят от желудочка самостоятельно. У рептилий в отличие от амфибий от сердца отходит не один сосуд, а три, каждый из них берет начало от определенного отдела желудочка и выносит неодинаковую по составу кровь. От левой половины желудочка отходит **правая дуга** аорты, несущая артериальную кровь (она огибает сердце с правой стороны). От нее отходят сосуды к голове и передним конечностям. От середины желудочка (над перегородкой) начинается левая дуга аорты (огибает сердце слева) - несет смешанную кровь к органам задней части тела. От правой половины желудочка отходит легочная артерия, несущая венозную кровь к легким. Правая и левая дуги аорты соединяются позади сердца и образуют спинную аорту. Кровь в ней смешанная, но отличается более высоким содержанием кислорода по сравнению со смешанной кровью амфибий.

Класс Птицы. Прогрессивные изменения у представителей класса заключаются в появлении полной перегородки в желудочке (сердце 4-х камерное), что приводит к полному разделению артериальной и венозной крови. Этому способствует также редукция одной из дуг аорты, а именно левой, несущей у рептилий смешанную кровь. У птиц остается только правая дуга аорты, которая начинается от левого желудочка, огибает сердце справа и переходит в спинную

аорту, несущую артериальную кровь. Легочная артерия начинается от правого желудочка и несет венозную кровь.

Класс Млекопитающие. Кровеносная система млекопитающих принципиально не отличается от кровеносной системы птиц. Из сердца выходит два кровеносных сосуда - дуга аорты и легочная артерия. Дуга аорты огибает сердце с левой стороны.

Приведенный материал показывает, что эволюция кровеносной системы идет по следующим путям:

1. Увеличение количества камер сердца.
2. Дифференцировка сосудов, отходящих от сердца.
3. Повышение содержания кислорода в крови.

У различных классов позвоночных в эмбриогенезе закладываются гомологичные или жаберные дуги. Схема закладки этих сосудов общая. От сердца отходит непарный сосуд - брюшная аорта и от нее к жаберным перегородкам направляются 6 пар крупных сосудов охватывающих глотку и соединяющихся на спинной ее стороне в спинной аорте.

У зародышей рыб - две пары из образовавшихся жаберных дуг быстро исчезают, т.к. две первые жаберные перегородки (висцеральные дуги), включаются в состав черепа. Оставшиеся 4 пары артериальных сосудов функционируют в качестве жаберных артерий. У двоякодышащих рыб от последней пары жаберных артерий обособляется легочная артерия.

У наземных позвоночных - первые две пары жаберных дуг также рано исчезают, а оставшиеся 4 пары, в связи с переходом к атмосферному дыханию подвергаются характерным преобразованиям.

Так, третья пара жаберных дуг у всех наземных теряет одну связь со следующей парой артерий и несет кровь только вперед к головному мозгу, превращаясь в сонные артерии (*a. carotis*).

Четвертая пара сосудов достигает наибольшего развития и во взрослом организме становится основным сосудом, несущим кровь к органам. В соответствии с этим они получили название «дуги аорты». У амфибий и рептилий оба сосуда четвертой пары развиты одинаково (это две дуги аорты), у птиц развивается правая дуга аорты, а левая редуцируется; у млекопитающих же наоборот.

Пятая пара жаберных дуг у наземных позвоночных редуцируется.

Шестая пара превращается в легочные артерии.

Таким образом, сонные артерии гомологичны III паре жаберных дуг; дуги аорты - IV паре; легочные артерии - VI паре.

Проток, соединяющий в эмбриональном состоянии сонные артерии и дуги аорты, носит название сонного протока и сохраняется во взрослом состоянии у рептилий.

Что касается человека, то у 2-х недельного эмбриона сердце представлено однокамерной трубкой, расположенной в передненижней части шеи, в которую впадает венозный синус и выходит первичный артериальный ствол - трункус. На 3-ей неделе происходит закладка первичной перегородки предсердий которая до конца 6-ой недели имеет первичное межпредсердное отверстие а затем оно закрывается и вместо него формируется овальное окно (оно закрывается ко второму полугодию после рождения). Образование основных анатомических структур предсердий заканчивается к 8-ой недели эмбриогенеза. В этот же период

формируются клапаны сердца и крупных сосудов. Разделение общего желудочка на правый и левый происходит также до конца 8-ой недели.

Пороки сердца и сосудов одна из распространенных групп пороков и составляет 6-10 случаев на 1000 новорожденных. Их имеют 6,6% детей умерших в возрасте до 1 года. Для некоторых пороков прослеживаются и половые различия.

I. Пороки положения сердца

1. Эктопия сердца - расположение сердца вне грудной полости. Различают: шейную, абдоминальную, экстрастернальную.

Шейную форму объясняют задержкой дислокации сердца с места формирования его зачатка (шея) в переднее средостение. Плод погибает сразу же после рождения.

Абдоминальная форма связана с аномалиями развития диафрагмы. Сердце при этом располагается в эпигастрии или в области одной из почек. Протекает бессимптомно.

Экстрастернальная форма является следствием аномалий развития грудины (аплазия, щель). Составляет 51,2% от всех случаев эктопий.

2. Декстрокардия - расположение сердца справа.

II. Пороки сердца и его камер

1. Акардия - отсутствие сердца (полное или зачаточный вид). Т.Т.П. - до 3 недели.

2. Микрокардия - как самостоятельный порок неизвестна. Обычно сочетается с гипоплазией других висцеральных органов.

3. Макрокардия (кардиомегалия) - избыточное развитие миокарда. Как правило, сочетанный порок.

4. Двухкамерное сердце - отсутствие межпредсердной и межжелудочковой перегородок. Редкий летальный порок. ТТП - до 3-4-го дня беременности.

5. Трехкамерное сердце с одним общим желудочком - полное отсутствие межжелудочковой перегородки.

6. Трехкамерное сердце с одним общим предсердием - отсутствие межпредсердной перегородки.

7. Дефект межпредсердной перегородки - один из наиболее часто встречающихся пороков сердца. Различают дефекты первичной и вторичной межпредсердных перегородок.

III. Пороки сосудов.

1. Общий артериальный ствол - сохранен первичный эмбриональный артериальный ствол (ТРУНКУС), в результате чего из сердца выходит один сосуд, располагающийся над дефектом в межжелудочковой перегородке.

2. Правосторонняя дуга аорты - самая частая аномалия из всех пороков дуги. Развивается из эмбриональной правой дуги при редукции левой. Располагается позади пищевода.

3. Аортальное кольцо - дуга аорты представлена двумя стволами: один располагается впереди трахеи второй - позади пищевода. Слева от них оба ствола соединяются вновь.

4. Транспозиция сосудов - отхождение аорты от правого желудочка, легочной артерии - от левого.

5. Персистирование (незаращение) артериального (Баталова) протока - встречается с частотой 0,5-1,2 случая на 1000 новорожденных. Боталов проток - это дистальный отрезок левой VI жаберной дуги, соединяющий легочную артерию с дугой аорты.

Ход работы:

1. Зарисовать развитие артериальных дуг позвоночных основных классов позвоночных, подписать основные кровеносные сосуды (рис. 1).

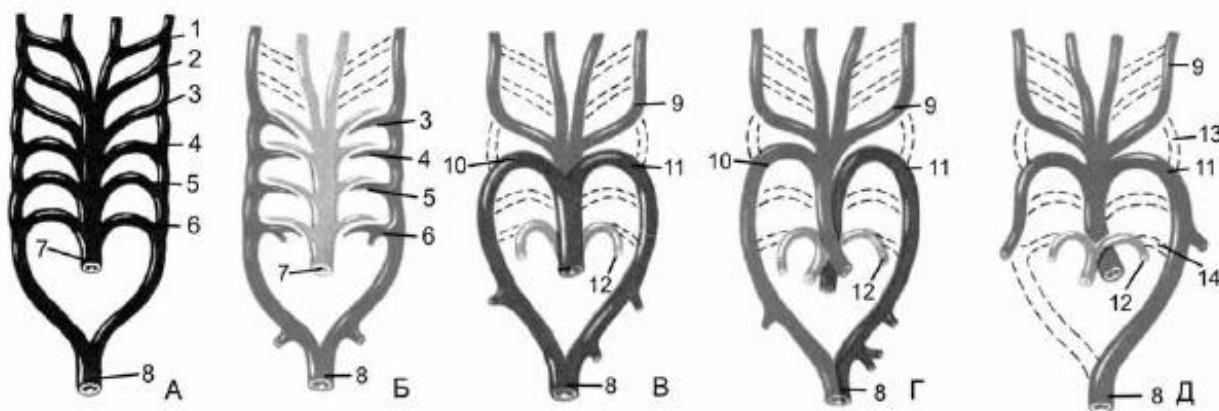


Рисунок 1. Развитие артериальных дуг позвоночных:
А - зародыш позвоночных, Б - рыба, В - бесхвостая амфибия, Г - рептилия,
Д – млекопитающее.

2. Определить по рисунку 2 принадлежность сердца к классу позвоночных, зарисовать и раскрасить камеры сердца в соответствии с цветом крови, которая в нем находится, и обозначить элементы строения сердца.

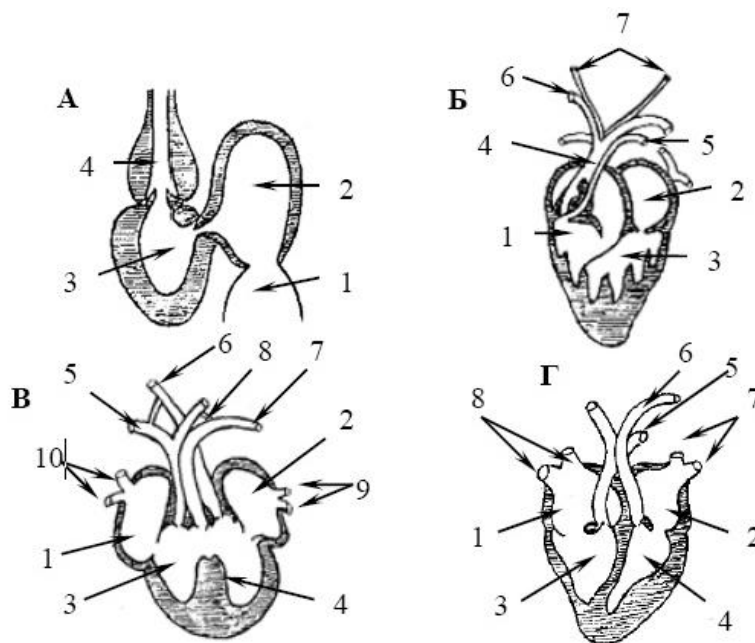


Рисунок 2. Филогенез сердца позвоночных.

3. Изучить эволюцию кровеносной системы и заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Эволюция кровеносной системы позвоночных

Группа позвоночных	Количество кругов кровообращения	Количество камер сердца	Вид крови в каждой камере	Количество сосудов отходящих от сердца	Вид крови в каждом сосуде, отходящем от сердца
Класс Земноводные					
Класс Пресмыкающиеся					
Класс Птицы					
Класс Млекопитающие					

4. Изучить связь пороков развития сердца и сосудов человека с этапами филогенеза и заполнить таблицу 2.

Таблица 2. Связь пороков развития сердца и сосудов человека с этапами филогенеза

Порок развития сердца и сосудов человека	Характер нарушения	Рекапитуляция признака класса
Эктопия сердца		
Двухкамерное сердце		
Трехкамерное сердце с одним общим желудочком		
Общий артериальный ствол		
Правосторонняя дуга аорты		
Транспозиция сосудов		
Аортальное кольцо		

5. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13.

Тема: Основные направления филогенетических изменений мочеполовой системы

Цель работы: Изучить основные направления филогенетических изменений мочеполовой системы хордовых

Задачи:

1. Разобрать этапы эволюции мочеполовых протоков позвоночных.
2. Изучить этапы эволюции почки позвоночных.
3. Изучить филогенез половой системы человека, пороки развития.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Выделительная система имеет мезодермальное происхождение и построена по типу видоизмененных метанефридиев у ланцетника, а у позвоночных представлена почками. Почки выполняют функции: выделительную, участвуют в регуляции объема крови, лимфы, тканевой жидкости, постоянства осмотического давления и ионного состава жидкостей внутренней среды организма, кислотно-щелочного равновесия, в поддержании артериального давления, в обмене углеводов и белков, секретируют биологически активные вещества.

У ланцетника имеется 100-150 пар нефридий коротких трубочек, которые одним концом открываются в целом, а другим в околожаберную полость. В стенке целома вблизи канальцев расположен клубочек капилляров.

В филогенезе позвоночных последовательно сменяются три поколения почек: предпочка (головная) - *pronephros*, первичная (туловищная) - *mesonephros*, вторичная (тазовая) - *metanephros*. У низших в процессе эмбриогенеза закладывается два поколения почек: предпочка и первичная почка. Три почки последовательно закладываются при развитии зародыша высших позвоночных и человека. Основной структурно – функциональной единице почки является нефрон (рис. 1).

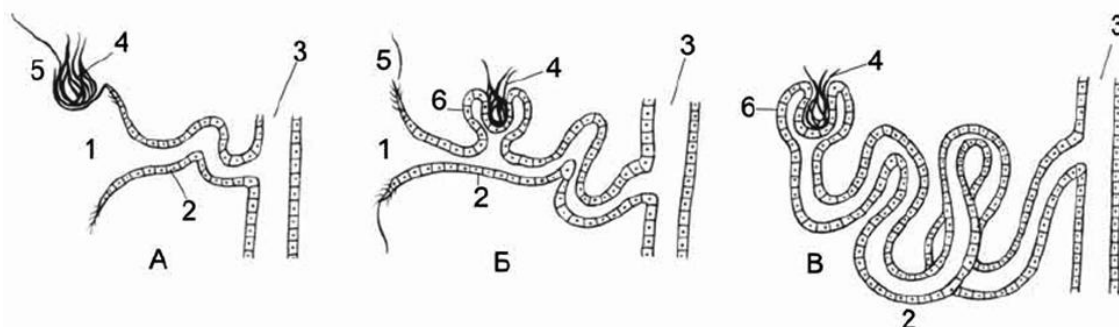


Рисунок 1. Эволюция нефрона:

А - предпочки; Б - первичной почки; В - вторичной почки: 1 - нефростом, 2 - каналец нефрона, 3 - мочеточник, 4 - сосудистый клубочек, 5 - целом, 6 - капсула нефрона.

Предпочка (пронефрос) закладывается в головной части тела, состоит из небольшого числа (10-12) структурно-функциональных единиц - воронок с выделительными канальцами. Воронки открываются в целом, а выделительные

канальцы открываются в общий пронефрический канал. Непосредственной связи между выделительной и кровеносной системами в такой почке нет, так как капиллярная сеть (мальпигиево тело) развивается забрюшинно. Продукты метаболизма из крови выделяются в целом, а из него попадают в воронку. Эффективность работы такой почки низкая. Предпочка закладывается в эмбриогенезе у всех позвоночных, но функционирует в постэмбриональном онтогенезе только у некоторых круглоротых (миксин).

Первичная почка (мезонефрос) закладывается в туловищной части тела. Прогрессивные черты развития:

- 1) увеличение числа структурно-функциональных единиц (около 100);
- 2) образование выпячиваний дорсальных стенок выделительных канальцев в виде бокалов (формирование капсул Боумена-Шумлянского);
- 3) образование сосудистых клубочков внутри бокалов;
- 4) удлинение выделительных канальцев, появление обратной адсорбции.

Воронка еще сохраняется, но не имеет функционального значения. Такой тип почки закладывается у всех позвоночных, а в постэмбриональном онтогенезе функционирует у круглоротых (миног), рыб и амфибий.

Вторичная почка (метанефрос) закладывается в тазовом отделе тела. Формируется огромное количество структурно-функциональных единиц - нефронов (до 1 млн.) Нефроны состоят из клубочков (сеть капилляров, окруженных капсулой Боумена-Шумлянского) и извитых канальцев, имеющих большую протяженность, дифференцированных на разные отделы, в которых происходят различные процессы. В результате образуется первичная, а затем вторичная моча, происходит утилизация нужных организму веществ и полное удаление шлаков. Такой тип почки закладывается только у высших позвоночных (первичноназемных) - рептилий, птиц, млекопитающих. В эмбриональном периоде у высших позвоночных попеременно функционирует предпочка, затем первичная почка, а затем вторичная почка, что отражает филогенетическое родство всех позвоночных животных. Таким образом, эволюционные преобразования выделительной системы у хордовых были направлены на:

1. достижение тесного контакта между кровеносной и выделительной системами;
2. увеличение числа структурно-функциональных единиц (увеличение выделительной поверхности);
3. избирательное удаление из организма только ненужных веществ.

Связь мочевой и половой системой обусловлена филогенетически (рис. 2).

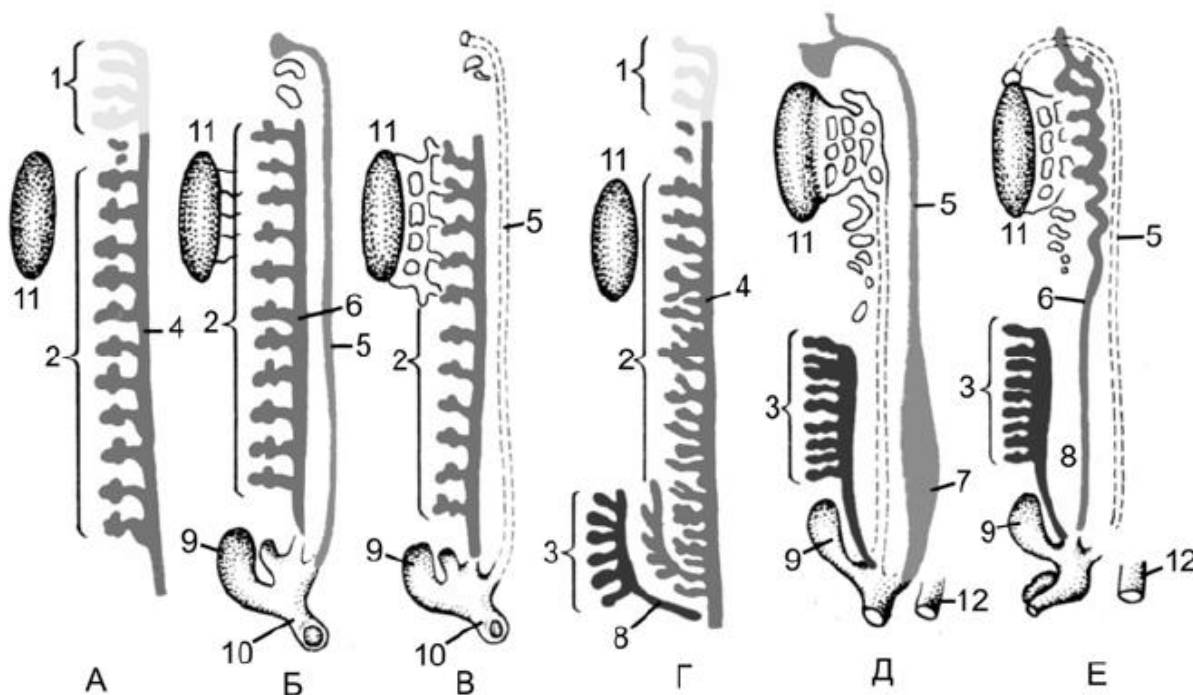


Рисунок 2. Развитие выделительной и половой систем у позвоночных:

А - нейтральное зародышевое состояние у низшего позвоночного; Б - самка низшего позвоночного; В - самец низшего позвоночного; Г - нейтральное зародышевое состояние высшего позвоночного; Д - самка высшего позвоночного; Е - самец высшего позвоночного: 1 - пронефрос, 2 - мезонефрос, 3 - метанефрос, 4 - пронефральный канал, 5 - мюллеров канал, служащий у самок яйцеводом, 6 - вольфов канал, служащий у самцов семяпроводом, 7 - матка, 8 - мочеточник, 9 - мочевого пузыря, 10 - клоака, 11 - половая железа, 12 - задняя кишка.

Для позвоночных животных характерно объединение в ходе филогенеза выделительной и половой систем, не связанных функционально, единую мочеполовую систему. Это определяется, во-первых, единством эмбрионального развития (нефрогонотом). Во-вторых, обе системы на ранних этапах эволюции хордовых были связаны с целомом. Половые продукты и продукты выделения первоначально попадали во вторичную полость тела и затем выводились через канал с воронкой. Использование общих протоков для выделительной и половой систем наблюдается на протяжении всего филогенеза хордовых животных.

Ход работы:

1. Изучить схему развития нефрона. Отметить его основные ароморфозы. Зарисовать схемы строения: предпочки, первичной почки, вторичной почки (рис. 1).

2. Изучить филогенез выделительной и половой систем хордовых животных и заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Филогенез выделительной и половой систем хордовых животных

Признаки	Рыбы	Амфибии	Рептилии	Млекопитающие
1. Тип почки во взрослом состоянии				
2. Место расположения почки				
3. Строение нефрона: а) связь с целомом б) наличие сосудистого клубочка в) отделы извитого канальца				
4. Количество нефронов в почках				
5. Название канала, выполняющего функцию мочеточника у самцов; у самок				
6. Название канала, выполняющего функцию выведения половых продуктов у самцов; у самок				
7. Наличие матки и влагалища				

3. Изучить онтофилогенетические предпосылки пороков развития мочеполовой системы у человека и заполнить таблицу 2.

Таблица 2. Пороки развития мочеполовой системы у человека

Порок развития	Филогенетическая предпосылка	Онтогенетическая предпосылка
1. Персистирование клоаки	Наличие клоаки у рептилий	Нарушение механизмов дифференцировки клоаки после 8-й недели эмбриогенеза
2. Тазовая эктопия почки		
3. Сегментированная почка		
4. Крипторхизм (неопущение яичек в мошонку)		
5. Двойной половой член		
6. Двурогая и двойная матка		
7. Нарушение редукции вольфовых каналов (у плодов женского пола)		

4. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 14.

Тема: Паразитология как наука. Основные понятия паразитологии. Паразитические организмы типа простейшие (*Protozoa*)

Цель работы: Изучив основные термины паразитологии, рассмотреть паразитических представителей типа простейшие (*Protozoa*).

Задачи:

1. Изучить морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей *Sarcodina*, профилактику заражения.
2. Рассмотреть морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей *Flagellata*, профилактику заражения.
3. Ознакомиться с морфологией, циклом развития, способом заражения, патогенным действием, диагностикой представителей *Infusoria*, профилактику заражения.
4. Изучить морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей *Sporozoa*, профилактику заражения.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Класс саркодовые (*Sarcodina*) насчитывает около 10 000 видов. Обитают в морях, пресных водоемах и могут вызывать заболевания человека. Представители класса Саркодовых: амeba протей (*Amoeba proteus*), амeba дизентерийная (*Entamoeba histolytica*), ротовая амeba (*Entamoeba gingivalis*). В толстом кишечнике человека паразитируют 6 видов амeb. Пять видов обитают в просвете кишечника, питаются бактериями и не оказывают патогенных влияний на организм человека. Один вид - дизентерийная амeba (*Entamoeba histolytica*, рис. 1) может вызвать тяжелое заболевание - амeбиаз (амебная дизентерия). Это заболевание встречается чаще всего в районах с жарким и теплым климатом.

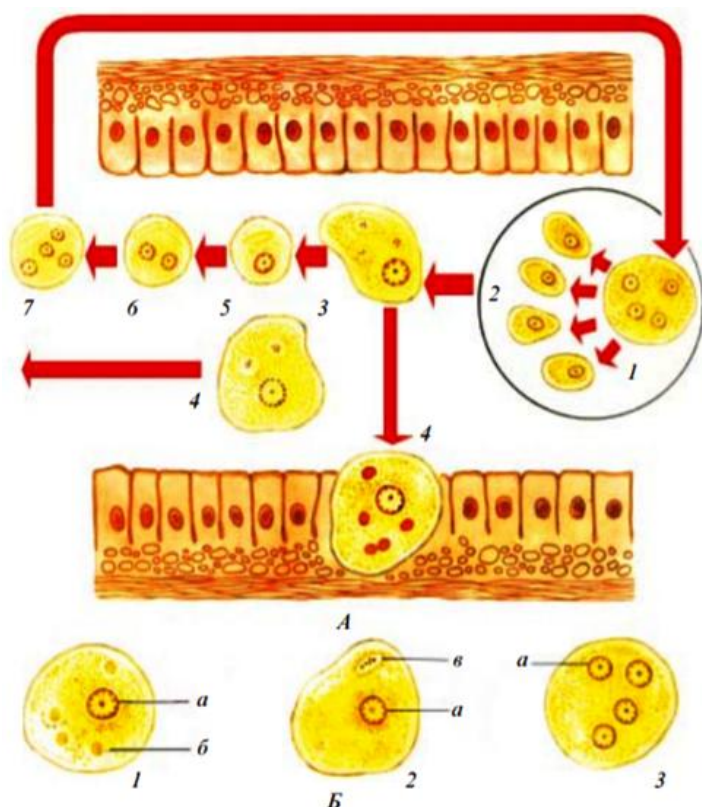


Рисунок 1. Дизентерийная амeba (*Entamoeba histolytica*).

А. Схема жизненного цикла:

- 1- циста, попавшая в кишки человека;
- 2 - метацистические формы;
- 3 - просветная форма;
- 4 - тканевая форма; 5-7 – одно-двух- и четырехъядерная циста;

Б. Строение (окраска раствором Люголя): 1 - тканевая форма;

2 - просветная форма;

- 3 - четырехъядерная циста; а - ядро;
- б - фагоцитированные эритроциты;
- в – бактерии.

При лечении крупные вегетативные формы снова превращаются в малые, которые инцистируются. Больной выздоравливает или заболевание переходит в хроническую форму. Лабораторную диагностику амебиаза проводят путем нахождения в фекалиях крупных вегетативных форм, содержащих эритроциты. При хронической форме и цистоносительстве в фекалиях обнаруживают 4 - ядерные цисты. Профилактика амебиаза предполагает мытье овощей, фруктов, питье кипяченой воды, соблюдение правил личной гигиены, а также выявление больных и цистоносителей.

Класс Жгутиковые (*Flagellata*) Лямблия (*Lambliа intestinalis*) - возбудитель лямблиоза (рис. 2). Встречается повсеместно. Паразитирует только у человека. *Инвазионная форма* - циста, попадает в организм через грязные руки, пищу и воду; механизм передачи - фекально-оральный. Через 30 мин после попадания в организм из цисты выходят 2 трофозои, которые активно размножаются; инфекция развивается при условии попадания в кишечник человека более 100 цист.

Локализация: слизистая верхних отделов тонкого кишечника, особенно двенадцатиперстной кишки (пристеночное расположение паразита). Образование цист происходит периодически; они сохраняются инвазионными до месяца, при высыхании быстро погибают.

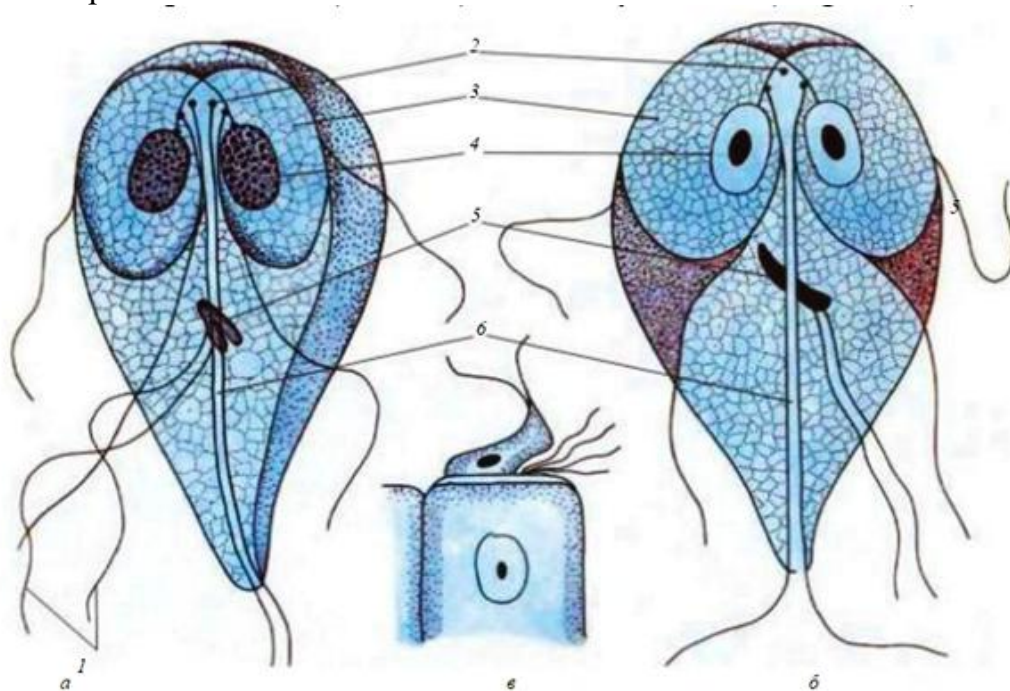


Рисунок 2. Лямблия: а) вид с боку; б) вид с брюшной стороны; в) лямблия присосавшаяся к эпителиальной клетке; 1 - жгутики; 2 - базальные тельца; 3 - присасывательные диски; 4 - ядро; 5 - параболическое тельце; 6 - аксостиль.

Патогенное действие. Раздражают нервные рецепторы слизистой кишечника, вызывают формирование патологических пищеварительных рефлексов; нарушают процессы пристеночного пищеварения и всасывания, особенно жировых жирорастворимых витаминов, способствуют развитию холецистита и рефлексной дискинезии желчевыводящих путей; вызывают токсико-аллергические процессы (результат всасывания продуктов обмена веществ лямблий и веществ, образующихся при их гибели). Инкубационный период 10-

15 дней. Характерны периодическая тошнота и боли в животе, жидкий стул. Температура тела остается нормальной.

Тип Простейшие (Protozoa) Класс Инфузории (Infusoria)

Балантидий (*Balantidium coli*) - возбудитель балантидиаза.

Морфология. Существует в двух формах: трофозоит и циста. *Трофозоит (вегетативная форма)* (рис. 3, а) - крупная, 30-200 мкм в длину, 20-70 мкм в ширину. Тело яйцевидное, покрыто ресничками. На переднем конце тела находится клеточный рот (цитостом), ведущий в клеточную глотку (цитофаринкс). Реснички околоротового пространства (перистомы) более длинные. Возле заднего конца тела находится анальная пора (цитопрокт). В цитоплазме расположены пищеварительные и 2 сократительные вакуоли. В эндоплазме 2 ядра - бобовидный макронуклеус, на вогнутой стороне которого расположен шаровидный микронуклеус. Макронуклеус часто полиплоидный, регулирует жизнедеятельность клетки, микронуклеус всегда диплоидный, сохраняет генетическую информацию и участвует в половом размножении. Питается углеводами, оформленными пищевыми частицами, бактериями, лейкоцитами. Размножается поперечным делением надвое, возможна конъюгация.

Циста (рис. 3, б) овальная или шаровидная, диаметр 50-60 мкм, покрыта двухслойной оболочкой. В цитоплазме обнаруживается макро- и микронуклеус, есть задняя сократительная вакуоль.

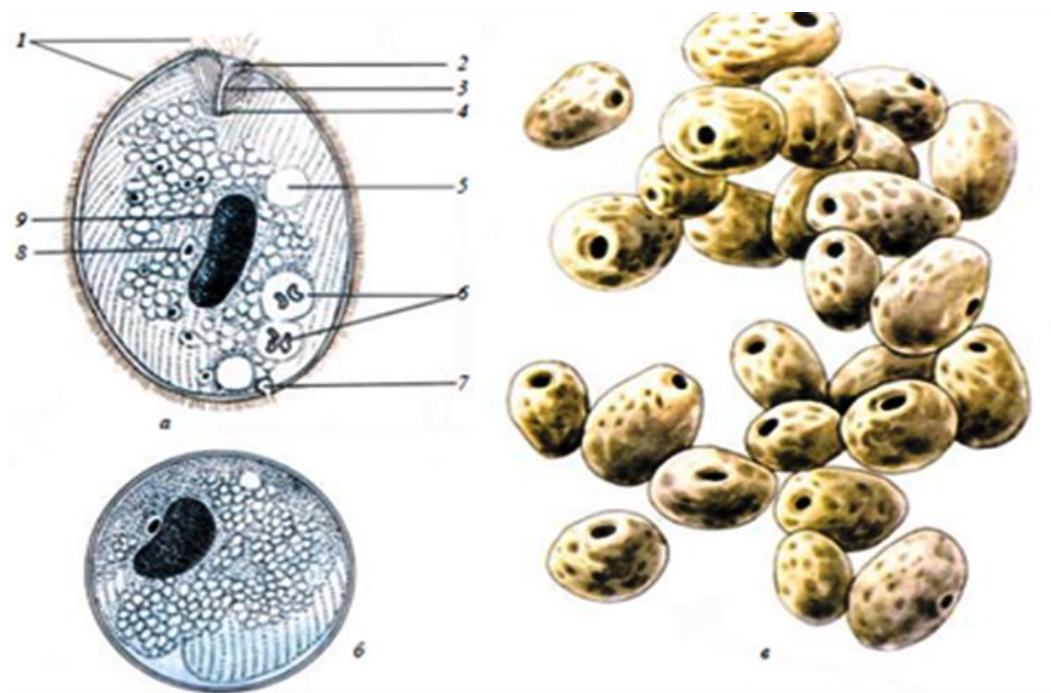


Рисунок 3. Балантидий: а) строение; б) циста; в) колония:

1 - реснички; 2 - перистом; 3 - цитостом; 4 - цитофаринкс; 5 - сократительная вакуоль; 6 - пищеварительная вакуоль; 7 - порошица; 8 - микронуклеус; 9 - макронуклеус.

Жизненный цикл. Паразитирует в основном у свиней, реже - у человека, крыс. Человек заражается через загрязненную воду или пищу, грязные руки. *Инвазионная форма* - циста. Главный источник заражения - свиньи, могут быть крысы, собаки, кошки. *Локализация:* толстая кишка (преимущественно слепая), где балантидий может длительно существовать в просвете, не вызывая заболевания

(здоровое носительство). При недостатке углеводной пищи, сопутствующих глистных инвазиях и других неблагоприятных для человека факторах балантидии внедряются в стенку кишки, активно размножаются и вызывают образование язв. Цисты балантидия в организме человека образуются редко и в небольших количествах.

Патогенное действие. Образование язв и некроз слизистой оболочки толстой кишки; по кровеносным и лимфатическим сосудам не распространяются.

Клиника. Болезнь может протекать в острой и хронической форме. *Острый балантидиоз* характеризуется общей интоксикацией (слабость, головная боль, умеренная лихорадка) и признаками колита (боли в животе схваткообразного характера, жидкий стул со слизью и примесью крови). *Хронический балантидиоз* протекает с нормальной температурой и при отсутствии выраженной интоксикации. Характерен жидкий стул 2-5 раз в сутки с примесью слизи, редко с кровью. Болезнь протекает с обострениями и ремиссиями.

Диагностика. *Клиническая:* признаки колита в сочетании с общей интоксикацией; данные ректороманоскопии. *Лабораторная:* микроскопия нативного мазка фекалий, посев фекалий на питательную среду.

Профилактика. *Личная:* соблюдение правил личной гигиены, особенно при уходе за свиньями. *Общественная:* содержание свиноферм в чистоте для предотвращения инфицирования свиней, регулярное обследование работников свиноферм, защита водоемов от загрязнения нечистотами, дератизация.

Класс Споровики – *Sporozoa*. Для человека патогенны четыре вида малярийного плазмодия:

Plasmodium vivax - возбудитель трехдневной малярии;

Plasmodium ovale – возбудитель *ovale*-малярии (малярия типа трехдневной);

Plasmodium malariae - возбудитель четырехдневной малярии;

Plasmodium falciparum - возбудитель тропической малярии.

Географическое распространение - во всех странах Африки и Среднего Востока, Юго-Восточной Азии, на островах Тихого океана, Центральной и Южной Америке.

Морфология - малярийный плазмодий проходит сложный жизненный цикл с несколькими стадиями развития. В организме человека обнаруживают следующие стадии:

Спорозоит - веретеновидной формы.

Тканевый (преэритроцитарный) шизонт - округлой формы.

Тканевый мерозоит округлый или овальный, с эксцентрично расположенным ядром.

Эритроцитарный трофозоит проходит следующие стадии развития:

- *кольцевидный трофозоит* занимает не более 1/3-1/5 диаметра эритроцита.

- *амебовидный трофозоит* занимает более половины эритроцита, имеет причудливую форму за счет появившихся ложноножек, подвижен.

- *зрелый трофозоит* занимает почти весь эритроцит, имеет округлую форму.

Вакуоль небольшая или отсутствует. Ядро крупное, количество зерен пигмента увеличивается.

Шизонт характеризуется разделившимся ядром. Вокруг каждого дочернего ядра обособляется цитоплазма с образованием мерозоитов. Пигмент выталкивается из цитоплазмы и собирается в кучку сбоку от центра эритроцита. Эта стадия называется *морулой*.

Эритроцитарный мерозоит напоминает по строению тканевый.

Женские и мужские гаметоциты - незрелые половые клетки округлой формы.

Жизненный цикл Характерен сложный жизненный цикл со сменой хозяев и чередованием полового и бесполого размножения (рис. 4).

Промежуточный хозяин - человек. Окончательный хозяин и специфический переносчик - самка комара рода *Anopheles*. Заражение человека происходит при укусе самки комара рода *Anopheles*. Инвазионная стадия - спорозоит. Со слюной комара они попадают в кровяное русло и через 30-40 мин в место первичной локализации - клетки печени. Там внутриклеточно происходит бесполое размножение паразита - *тканевая (экзоэритроцитарная) шизогония*. Из каждого спорозоита образуется несколько тысяч мерозоитов, которые разрушают гепатоцит и попадают в кровяное русло. Длительность этого периода 6-9 суток, в зависимости от вида плазмодия. Тканевые мерозоиты внедряются в эритроциты и начинается *эритроцитарная шизогония*. В эритроцитах трофозоит последовательно проходит стадии кольца, амёбовидного и зрелого трофозоита, шизонта и мерозоита. После образования мерозоитов эритроцит разрывается, в кровоток попадают продукты жизнедеятельности плазмодия, оболочки эритроцитов и другие пирогенные вещества, а высвободившиеся мерозоиты проникают в новые эритроциты. Период эритроцитарной шизогонии длится от 48 ч до 72 ч. После накопления определенного количества возбудителя (пирогенный порог) у больного начинаются малярийные приступы. При трехдневной малярии (*Pl. vivax* и *Pl. ovale*) приступы повторяются каждые 48 ч (через день), при четырехдневной (*Pl. malariae*) - каждые 72 ч (через 2 дня). При тропической малярии синхронности в окончании эритроцитарной шизогонии нет, поэтому лихорадка постоянная, неправильная.

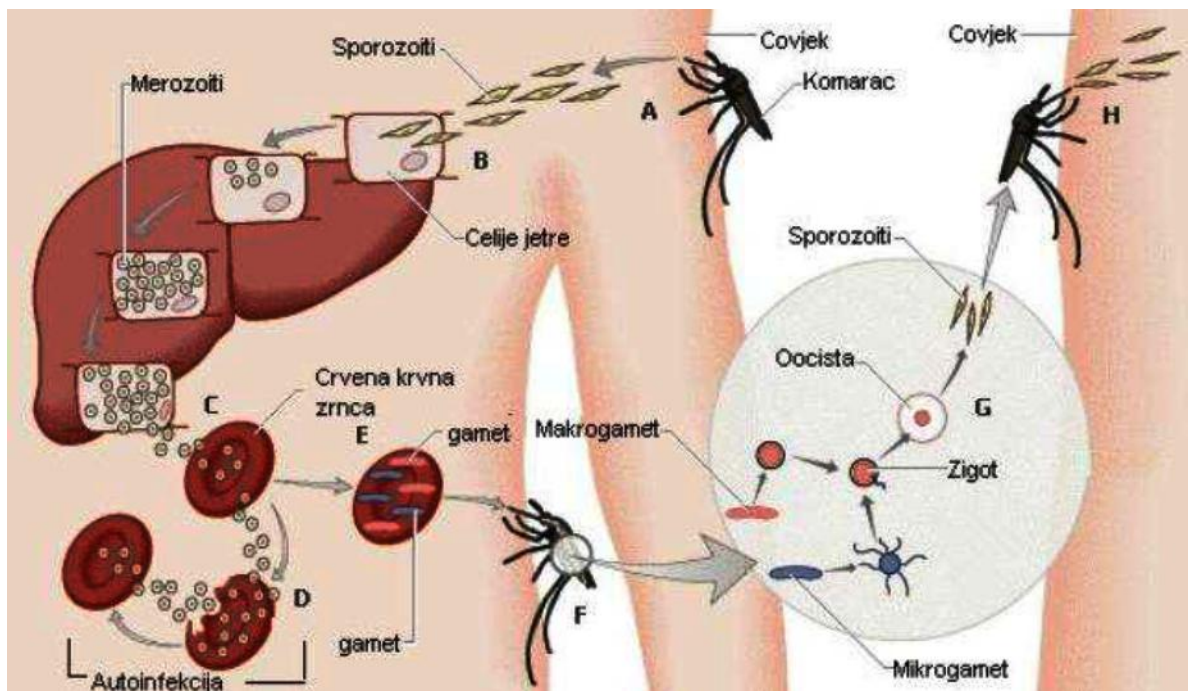


Рисунок 4. Жизненный цикл малярийного плазмодия.

После нескольких циклов эритроцитарной шизогонии в эритроцитах начинается *гаметогония* - образуются микро и макро гаметоциты. Они являются

инвазионными для комара, и, если не попадут в его организм, гибнут через несколько дней. *Гаметоциты* вместе с кровью больного попадают в желудок комара и созревают, образуя гаплоидные гаметы. Мужские гаметоциты изменяются более существенно: их ядро делится на 8 частей, из цитоплазмы образуется соответствующее количество жгутикоподобных нитей, которые отделяются и свободно плавают в желудке комара. Мужские и женские гаметы сливаются с образованием зиготы (половое размножение). Через 18-24 ч она становится подвижной, образует оокинету, которая проходит сквозь стенку желудка комара и на его наружной поверхности образует ооцисту. Внутри ооцисты проходит *спорогония* - образование нескольких тысяч спорозоитов. Затем оболочка ооцисты разрывается, спорозоиты с током гемолимфы попадают в слюнные железы самки комара.

Профилактика. *Личная:* защита от укусов комаров, профилактический прием противомаларийных препаратов. Профилактические приемы начинают за неделю до приезда в очаг, продолжают все время пребывания и после выезда в течение 3–4 недель при трех- и четырехдневной малярии и 6-8 недель - при тропической малярии. *Общественная:* оздоровление местности с помощью мелиоративных мероприятий, уничтожение комаров и их личинок с помощью инсектицидов, разведение биологических врагов комаров, выявление и лечение больных.

Ход работы:

1. Дописать предложения:

Паразитология – это раздел биологии, изучающий

Паразитизм – форма

Хозяин – это организм, который

Паразитоценоз – в организме хозяина

Сверхпаразитизм – паразит

Трансмиссивные заболевания

Природно-очаговые заболевания

Эпидемический очаг – место где

2. Записать классификации:

а) паразитологии;

б) паразитов;

в) хозяев;

г) способов заражения.

3. Изучить учебный материал и заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Простейшие паразиты человека

Название паразита (латинское)	Географическое распространение	Локализация в организме человека	Морфологическая форма паразита	Пути заражения, инвазионная стадия	Окончательные, промежуточные хозяева	Название заболевания, диагностика	Профилактика
Тип Простейшие - <i>Protozoa</i> . Класс Саркодовые - <i>Sarcodina</i> .							
Амеба дизентерийная (<i>Entamoeba histolytica</i>)							
Тип Простейшие - <i>Protozoa</i> . Класс Жгутиковые – <i>Flagellata</i> .							
Лямблия							
Трихомонада кишечная							
Трихомонада вагинальная							
Лейшмания кожная							
Лейшмания висцеральная							
Трипаносома южноамериканская							
Тип Простейшие - <i>Protozoa</i> . Класс Споровики – <i>Sporozoa</i> .							
Токсоплазма							
Малярийные плазмодии							
Тип Простейшие - <i>Protozoa</i> . Класс Инфузории – <i>Infusoria</i> .							
Балантидий							

4. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 15.

Тема: Гельминты. Паразитические организмы типа Плоские черви (*Plathelminthes*), типа Круглые черви (*Nemathelminthes*)

Цель работы: Изучить профилактику заражения, морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей плоских червей,

Задачи:

1. Изучить морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей *Plathelminthes*, профилактику заражения.
2. Изучить морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей *Nemathelminthes*, профилактику заражения.
3. Изучить морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей *Annelida*, профилактику заражения.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Систематика типа Плоские черви:

Класс: *Digenea* = Трематоды, или дигенетические сосальщики

Класс: *Cestoda* = Ленточные черви, или цестоды

Класс: *Turbellaria* = Ресничные черви, или турбеллярии

Представители класса Трематоды (*Trematoda*), или сосальщики имеют плоское нечленистое тело листовидной формы, на котором находятся органы прикрепления - две мускулистые присоски (рис. 1). Ротовая присоска окружает ротовое отверстие, брюшная расположена на брюшной стороне тела. Тело покрыто кожно-мускульным мешком. Кутикула, выделяемая эпителием, часто имеет шипы. Мышечные волокна расположены в три слоя: наружный - кольцевой, средний - диагональный, внутренний - продольный.

Пищеварительная система состоит из передней и средней кишок, дифференцированных на мускулистую глотку, короткий пищевод и кишечник. Кишечник имеет два парных ствола, ветвистых либо простых, заканчивается слепо. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Выделительная система протонефридиального типа.

Нервная система состоит из двух нервных узлов, расположенных возле глотки и соединенных в окологлоточное кольцо. От них отходят три пары нервных стволов, соединенных перемычками. Половая система сложная. Большинство трематод - гермафродиты. Мужской половой аппарат включает два семенника овальной формы, парные семяпроводы, семяизвергательный канал, заканчивающийся совокупительным органом циррусом. Женская половая система включает в себя яичник с яйцеводом, парные желточники, тельце Мелиса, лауреров канал, семяприемник. Все эти органы связаны с полостью оотипа. У молодых трематод сперматозоиды проникают в полость оотипа и семяприемник через матку. Оплодотворение происходит в оотипе. Из оотипа яйцо поступает в матку

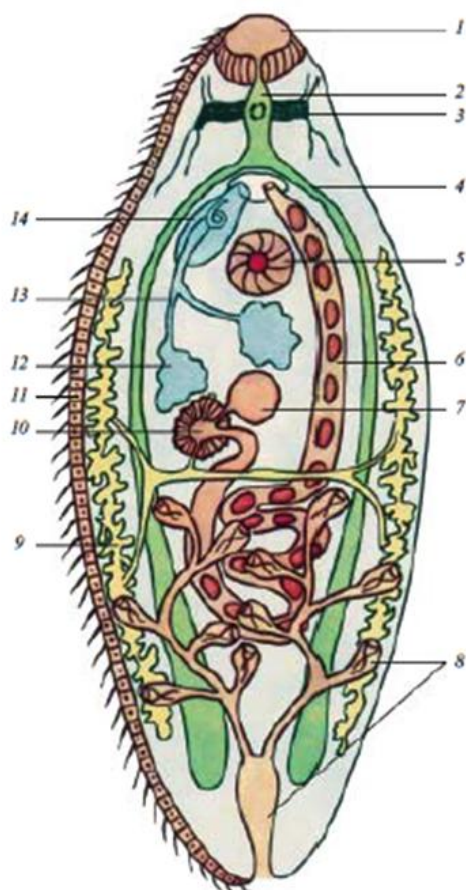


Рисунок 1. Анатомическое строение трематод:

- 1 - ротовая присоска; 2 - глотка;
- 3 - окологлоточное нервное кольцо; 4 - средняя кишка; 5 - брюшная присоска; 6 - влагалище (матка); 7 - яичник; 8 - выделительная система;
- 9 - желточник; 10 - оотип; 11 - тегумент;
- 12 - семенники; 13 - семяпровод; 14 - циррус.

Трематоды являются биогельминтами и проходят сложный цикл развития с несколькими личиночными стадиями и сменой хозяев (трематодный тип развития). Переходы от одного хозяина к другому разделены периодами свободной жизни. Во внешнюю среду из организма окончательного хозяина выделяются яйца. Отличительная особенность яиц трематодного типа - крышечка на одном из полюсов. Из яйца в воде высвобождается личинка мирацидий, напоминающая по внешнему виду ресничных червей. Мирацидий активно плавает с помощью ресничек, имеет светочувствительный глазок и апикальную железу для проникновения в тело промежуточного хозяина - моллюска определенного вида. В теле моллюска происходит образование мешковидной спороцисты, внутри которой путем партеногенеза развивается большое количество редий (1-2 поколения), а затем церкариев.

Церкарии активно покидают тело хозяина, плавают в воде с помощью мускулистого хвоста. У видов, развивающихся с одним промежуточным хозяином, церкарии являются инвазионными для окончательного хозяина либо инцистируются в воде или на листьях водных растений, образуя инвазионные для окончательного хозяина адолескарии. При развитии с двумя промежуточными хозяевами церкарии проникают в тело второго промежуточного хозяина (рыбы, ракообразные и др.), где превращаются в метацеркариев. Окончательный хозяин заражается, съев второго промежуточного хозяина, зараженного метацеркариями.

К типу **Круглые черви (*Nemathelminthes*)** классу собственно круглые черви (*Nematoda*) относятся гельминты с удлинённым несегментированным телом цилиндрической формы. Это первичнополостные животные, полость не имеет

собственной выстилки и заполнена жидкостью под давлением. Покровы тела представляют собой кожно-мускульный мешок, состоящий из наружной кутикулы, гиподермы и мускулатуры. Пищеварительная система имеет вид трубки, состоит из трех отделов: передней, средней и задней кишки. Ротовое отверстие окружено несколькими кутикулярными выростами - губами, либо ведет в ротовую капсулу с кутикулярными зубцами или пластинками. Пищевод может иметь одно или два расширения (бульбуса). Дыхательная и кровеносная системы отсутствуют. Выделительная система - одноклеточные кожные железы (видоизмененные протонефридии). Кроме того, имеются фагоцитарные клетки, выполняющие функцию «почек накопления». Нервная система ганглионарно-лестничного типа, представлена окологлоточным нервным кольцом, четырьмя нервными стволами, соединенными комиссурами. Органы чувств развиты слабо, есть хеморецепторы на переднем конце тела и чувствительные железы - на заднем. Нематоды раздельнополые. Самки крупнее самцов, половая система у них - трубчатая. У самцов непарные семенник, семяпровод, семяизвергательный канал, копулятивный орган (спикулы). У самок парные яичники, яйцеводы, матки, объединяющиеся в непарное влагалище.

Большинство нематод - геогельминты (развитие яйца происходит во внешней среде, промежуточный хозяин не требуется), но есть и биогельминты. Некоторые нематоды живородящие.

Тип Кольчатые, или вторичнополостные

Класс 1. Многощетинковые кольчецы, или полихеты

Подкл. I. Свободно-подвижные полихеты

Подкл. II. Сидяче-прикрепленные полихеты

Класс 2. Малощетинковые кольчецы, или олигохеты

Класс 3. Пиявки
Отряды: Щетинконосные пиявки, Хоботные пиявки,

Челюстные.

Кольчатые черви обитают в водной и наземной среде. Их тело имеет метамерное строение, так как оно состоит из множества сегментов заключенных в кожно-мускульный мешок. Тело кольчатых червей складывается из головной лопасти (простомиума), сегментированного туловища и задней анальной лопасти (пигидия). На головной лопасти большей частью располагаются органы чувств. Вторым, после сегментации, характерным признаком кольчатых червей является наличие на их теле *хитиновых щетинок*, вырастающих из кутикулы. На каждом сегменте могут быть примитивные конечности (*параподии*) - боковые выросты, снабжённые щетинками и иногда жабрами. Передвижение осуществляется за счёт сокращения мускулатуры у одних видов и движений параподий у других. Ротовое отверстие лежит на брюшной стороне первого сегмента туловища. Пищеварительная система, состоит из ротовой полости, глотки, средней кишки и задней кишки, открывающейся анальным отверстием на конце анальной лопасти. У большинства кольчецов имеется хорошо развитая замкнутая кровеносная система. Функция выделения выполняется сегментарными органами - нефридиями. Обычно в каждом сегменте имеется одна пара нефридиев. Нервная система состоит из парного головного мозга, пары окологлоточных нервных стволов, огибающих глотку с боков и соединяющих мозг с брюшной частью нервной системы. Большинство червей *раздельнополы*. Половые железы имеются почти в каждом сегменте. Зрелые половые клетки (у самок - яйцеклетки, у самцов-сперматозоиды) попадают в целом, а потом через каналы выделительной системы - в воду. Оплодотворение

наружное. Из яйца развивается личинка (*трохофора*), которая плавает с помощью ресничек. Затем она оседает на дно и превращается во взрослого червя. Некоторые виды размножаются и бесполым путем. У одних видов червь делится поперек, и каждая половина восстанавливает недостающую часть.

Гирудотерапия - лечение пиявками. Присосавшаяся пиявка вызывает местное капиллярное кровотечение, которое может ликвидировать венозный застой, усилить кровоснабжение участка тела, кроме этого, в кровь попадают вещества, оказывающие обезболивающий и противовоспалительный эффект. В результате улучшается микроциркуляция крови, уменьшается вероятность тромбозов, спадают отеки. Предполагается рефлексогенное воздействие.

Ход работы:

1. Рассмотреть рисунок 2, подписать обозначения.

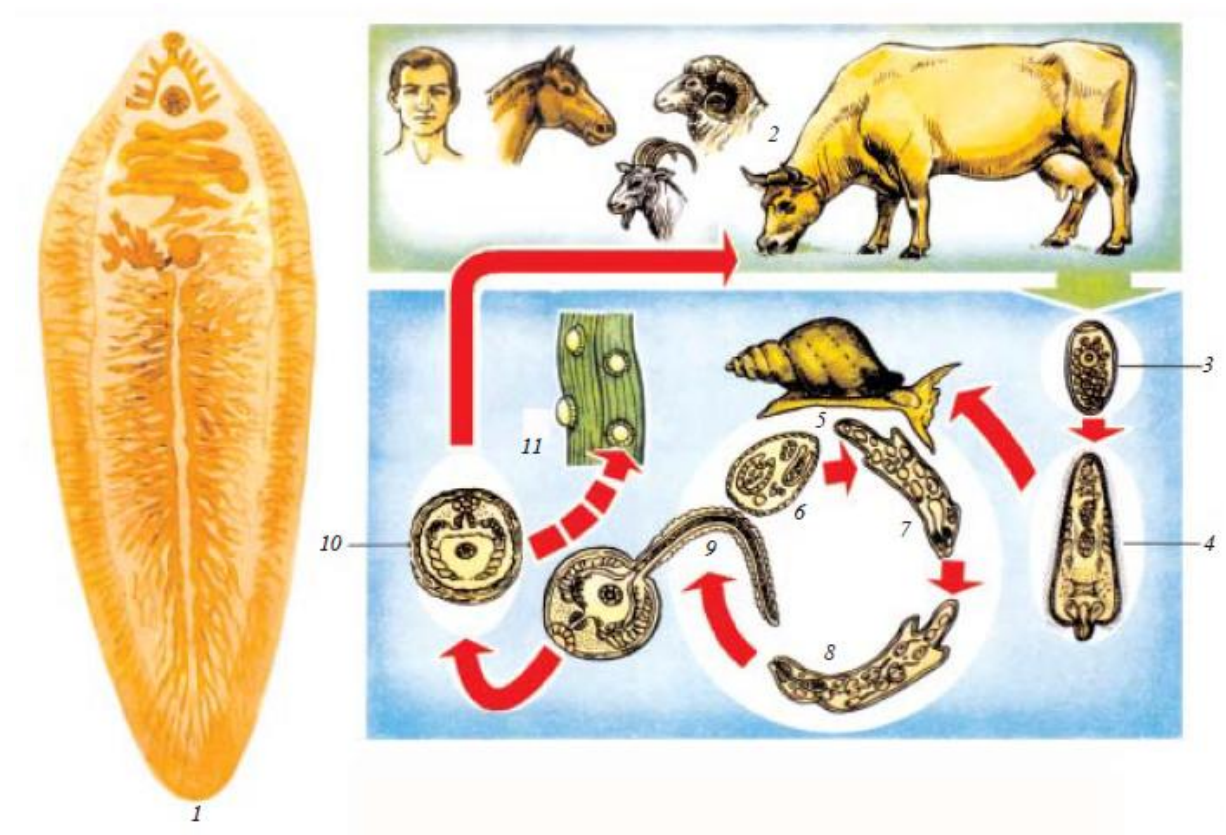


Рисунок 2. Внешний вид и жизненный цикл печеночного сосальщика (*Fasciola hepatica*).

2. Рассмотреть рисунок 3, подписать обозначения.

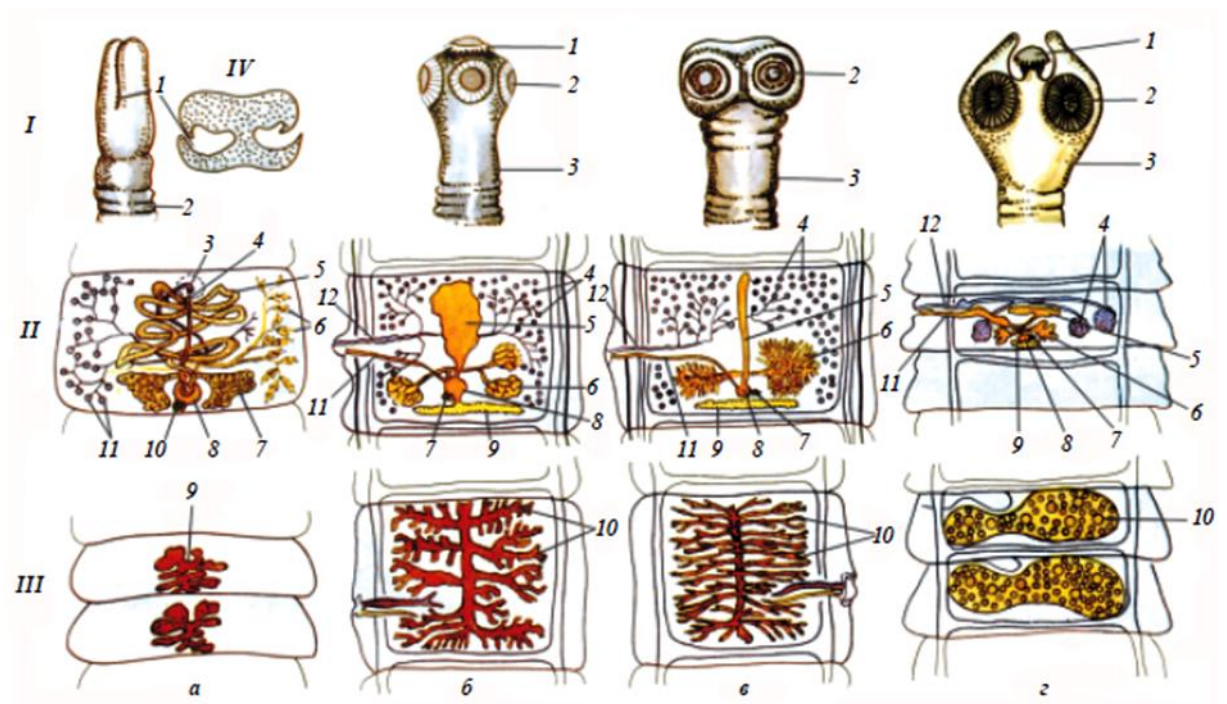


Рисунок 3. Тип Плоские черви (*Plathelminthes*). Класс Ленточные черви (*Cestoidea*)

3. Рассмотреть рисунок 4, подписать обозначения.

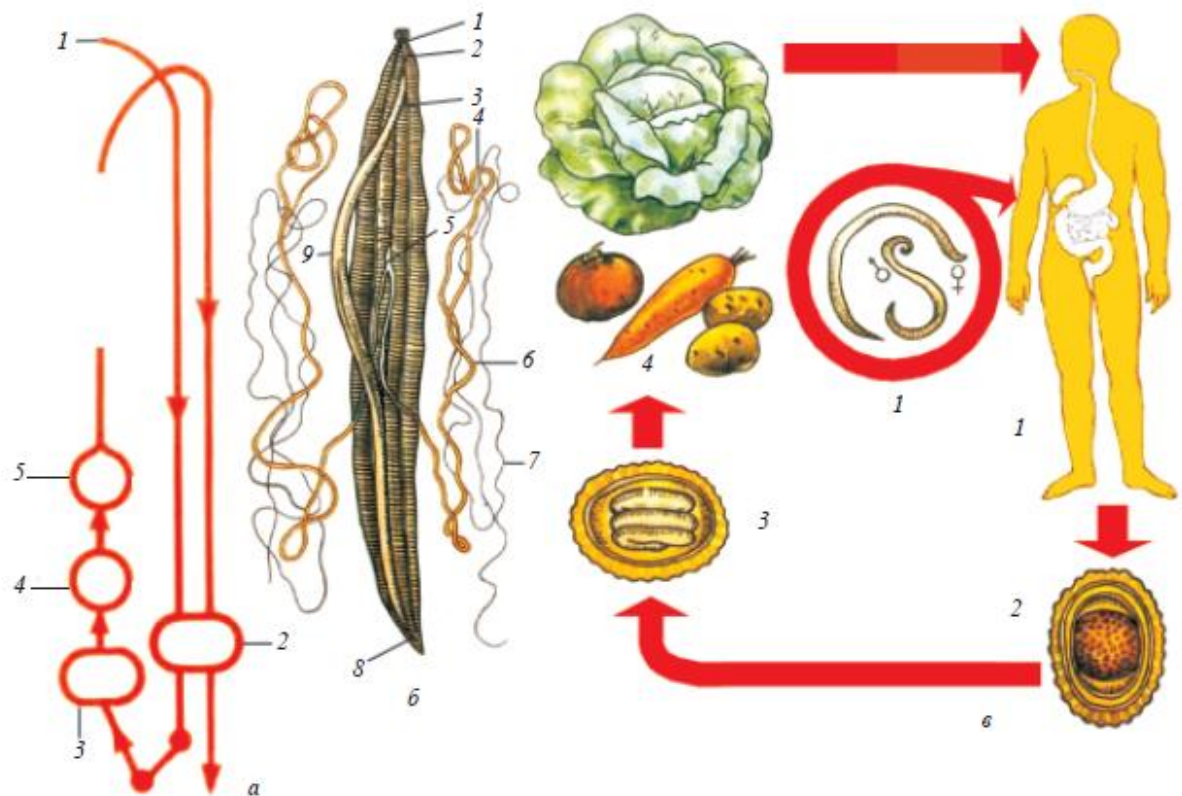


Рисунок 4. Цикл развития аскариды человеческой (*Ascaris lumbricoides*).

4. Изучить учебный материал и заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Тип Плоские черви (*Plathelminthes*). Класс Ленточные черви (*Cestoda*).

Особенности	Эхинококк <i>Echinococcus</i> <i>granulosus</i>	Альвеококк <i>Alveococcus</i> <i>multilocularis</i>	Широкий лентец <i>Diphyllobothrium latum</i>
Болезнь			
Распространение			
Локализация			
Морфология			
Жизненный цикл			
Заражение			
Патогенное действие			
Диагностика			
Профилактика			

5. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 16.

Тема: Основные паразитические представители типа Членистоногие (Arthropoda)

Цель работы: Изучить морфологию, цикл развития, способ заражения, патогенное действие, диагностику представителей *Arthropoda*, профилактику заражения.

Задачи:

1. Изучить представителей подкласса Клещи класса паукообразных (*Arachnida*): классификацию, морфологию, развитие, патогенное действие и медицинское значение.
2. Изучить основных представителей семейства Комары и подсемейства Москиты: морфологию, развитие, географическое распространение; отличительные особенности малярийных и немалярийных комаров, а также медицинское значение и меры борьбы с ними.
3. Изучить основных представителей отрядов Таракановые и Двукрылые: морфологию, развитие, медицинское значение и меры борьбы с ними.
4. Изучить представителей отряда Блохи: морфологию, цикл развития, медицинское и эпидемиологическое значение, а также меры борьбы с ними.
5. Изучить представителей подотряда Вши: морфологию, развитие, географическое распространение, медицинское и эпидемиологическое значение, а также меры борьбы с ними.
6. Изучить представителей семейства Мошки, Слепни, подотряда Мокрицы: морфологию, развитие, географическое распространение, медицинское значение и меры борьбы с ними.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Клещи (*Acarina*) имеют слитное несегментированное тело, в котором выделяют идиосому (собственно тело) и гнатосому (хоботок). Ротовой аппарат грызущего, режуще-сосущего или других типов. Дыхание трахейное либо всей поверхностью тела (у мелких клещей). Развитие с метаморфозом: яйцо - личинка - нимфа - половозрелая особь. Количество нимфальных стадий от одной до шести.

Различают подотряды паразитиформных и саркоптиформных (акариформных) клещей. Паразитиформные (*Parasitiformes*) клещи - временные эктопаразиты человека и животных, переносчики инфекционных заболеваний. К паразитиформным относятся иксодовые (*Ixodidae*), аргасовые (*Argasidae*) и гамазовые (*Gamasidae*) клещи.

Длина тела голодных клещей до 6–8 мм, сытая самка может достигать 2–3 см в длину (рис. 1). Тело (идиосома) овальной формы, слитное. Хоботок, служащий для выбора места присасывания. Средняя кишка у самок имеет большое количество слепо заканчивающихся выростов, служащих резервуарами для выпитой крови. На концах лапок находится пара коготков и присоски. Обитатели леса, пастбищ, лугов. Активны с ранней весны до поздней осени, паразитируют на крупных и мелких наземных позвоночных. Жертву находят при помощи термо-, вибро- и хеморецепторов. Общая продолжительность жизни иксодовых клещей – 3–6 лет, могут голодать в течение 2–3 лет. Медицинское значение Временные

эктопаразиты человека и животных. При кровососании клещ вводит хоботок глубоко в кожу хозяина, впрыскивает слюну. Это вызывает механическое повреждение глубоких слоев кожи, разрушение стенок капилляров, что приводит к развитию геморрагической воспалительной реакции.

Переносчики инфекционных заболеваний. Таежный клещ - переносчик таежного клещевого энцефалита. Собачий клещ - переносчик туляремии, весенне-летнего энцефалита, шотландского энцефалита, омской геморрагической лихорадки. Клещи *Dermacentor* - переносчики бруцеллеза, клещевого сыпного тифа, туляремии. Клещи *Hyalomma* - переносчики крымской геморрагической лихорадки.

Личная профилактика: осмотр после пребывания в лесу и в поле, применение репеллентов, ношение закрытых комбинезонов. *Общественная:* уничтожение клещей в природе и на домашних животных с помощью акарицидов.

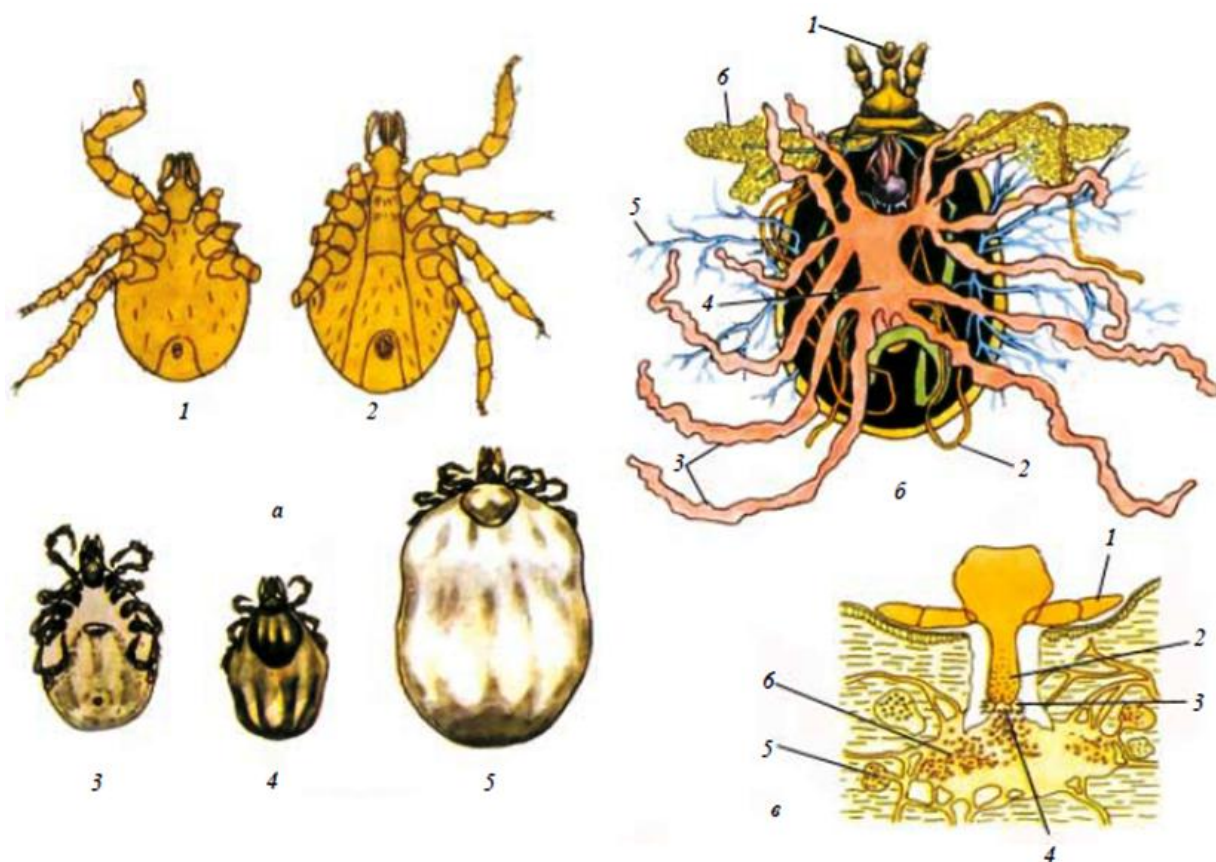


Рисунок 1. Иксодовые клещи:

a - собачий клещ (*Ixodes ricinus*) (1 - личинка; 2 - нимфа; 3 - голодная самка (вид снизу); 4 - голодная самка (вид сверху); 5 - сытая самка (вид сверху); *б* - вскрытая самка собачьего клеща (1 - хоботок; 2 - мальпигиевы сосуды; 3 - слепые выросты средней кишки; 4 - средняя кишка; 5 - трахея; 6 - слюнные железы); *в* - хоботок клеща, погруженный в кожные покровы хозяина (1 - пальпы; 2 - футляры хелицер; 3 - хелицеры; 4 - гипостом; 5 - кровеносные сосуды; 6 - внутритканевая полость с воспалительным инфильтратом).

Ход работы:

1. Изучить особенности типа Членистоногие и заполнить таблицы 1 и 2.

Таблица 1. Тип Членистоногие (*Arthropoda*). Класс Насекомые (*Insecta*).
Отряд Двукрылые (*Diptera*)

Представитель	Комнатная муха	Осенняя жигалка	Мухи Це-Це	Мошки (латынь)	Мокрецы (латынь)	Слепни (латынь)
Место обитания						
Морфологические особенности						
Цикл развития						
Значение и профилактика						

Таблица 2. Тип Членистоногие (*Arthropoda*). Класс Насекомые (*Insecta*).

Представитель	Отряд Вши			Отряд Блохи
	Головная вошь	Платяная вошь	Лобковая вошь	Человеческая блоха и крысиные блохи
Место обитания				
Морфологические особенности				
Цикл развития				
Значение и профилактика				

2. Выписать отличительные особенности малярийного комара от комара обыкновенного. Перечислить меры профилактики.

3. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 17.

Тема: Основы эволюции органического мира

Цель работы: Изучить основные понятия и законы эволюционного развития живой природы.

Задачи:

1. Актуализировать общую характеристику теории эволюции Ч. Дарвина.
2. Изучить вид как биологическую систему: критерии вида, ареал вида; понятие об эндемиках и космополитах.
3. Рассмотреть общую характеристику синтетической теории эволюции: предпосылки (элементарные факторы) эволюции; роль мутационной и комбинативной изменчивости; поток и дрейф генов; волны жизни; эволюционную роль модификаций; изоляцию.
4. Изучить адаптации организмов, способы видообразования и факторы, обуславливающие их.
5. Рассмотреть главные направления и пути эволюции, изучить основные ароморфозы в эволюции органического мира.

Материалы и оборудование: учебные таблицы, микроскопы, препаратные принадлежности, гербарии лекарственных растений.

Учебный материал к освоению темы

Основные принципы эволюционной теории Ч. Дарвина.

1. В пределах каждого вида живых организмов существует огромный размах индивидуальной наследственной изменчивости по морфологическим, физиологическим, поведенческим и любым другим признакам. Эта изменчивость может иметь непрерывный, количественный, или прерывистый качественный характер, но она существует всегда.
2. Все живые организмы размножаются в геометрической прогрессии.
3. Жизненные ресурсы для любого вида живых организмов ограничены, и поэтому должна возникать борьба за существование либо между особями одного вида, либо между особями разных видов, либо с природными условиями.
4. В условиях борьбы за существование выживают и дают потомство наиболее приспособленные особи, имеющие те отклонения, которые случайно оказались адаптивными к данным условиям среды.
5. Выживание и преимущественное размножение приспособленных особей Дарвин назвал естественным отбором.
6. Естественный отбор отдельных изолированных разновидностей в разных условиях существования постепенно ведет к дивергенции (расхождению) признаков этих разновидностей и, в конечном счете, к видообразованию.

Основные положения синтетической теории эволюции.

1. Материалом для эволюции служат, как правило, мелкие дискретные изменения наследственности - мутации.
2. Мутационный процесс, волны численности - факторы-поставщики материала для отбора - носят случайный и ненаправленный характер.
3. Единственный направляющий фактор эволюции - естественный отбор, основанный на сохранении и накоплении случайных и мелких мутаций.

4. Наименьшая эволюционная единица - популяция, а не особь, отсюда особое внимание к изучению популяции как элементарной структурной единицы вида.

5. Эволюция носит дивергентный характер, т.е. один таксон может стать предком нескольких дочерних таксонов, но каждый вид имеет единственный предковый вид, единственную предковую популяцию.

6. Эволюция носит постепенный и длительный характер. Видообразование как этап эволюционного процесса представляет собой последовательную смену одной временной популяции чередой последующих временных популяций.

7. Вид состоит из множества соподчиненных морфологически, биохимически, экологически, генетически отличных, но репродуктивно не изолированных единиц - подвидов и популяций. Однако известно немало видов с ограниченными ареалами, в пределах которых не удастся расчленить вид на самостоятельные подвиды, а реликтовые виды могут состоять из единственной популяции. Судьба таких видов, как правило, недолговечна.

8. Обмен аллелями, «поток генов» возможны лишь внутри вида. Если мутация имеет положительную селективную ценность на территории ареала вида, то она может распространиться по всем его популяциям и подвидам. Отсюда определение вида как генетически целостной и замкнутой системы.

9. Поскольку основной критерий вида - его репродуктивная изоляция, то этот критерий не применим к формам без полового процесса (огромному множеству прокариот, низшим эукариотам).

10. Макроэволюция, или эволюция на уровне выше вида, идет лишь путем микроэволюции. Не существует закономерностей макроэволюции, отличных от микроэволюционных.

11. Исходя из всех упомянутых положений ясно, что эволюция непредсказуема, имеет ненаправленный к некоей конечной цели характер. Иначе говоря, эволюция не носит финалистический характер.

Ход работы:

1. Провести расчеты и пояснить результаты: каждая мышь рождает в год 50-60 мышат. Для простоты расчета будем считать, что каждая мышь рождает в год 25 самок и 25 самцов. Рассчитать количество потомства от одной самки на 10 год. Почему число мышей на Земле заметно не увеличивается? Какой закон иллюстрирует данная задача?

2. Рассмотрев гербарные образцы лекарственных растений одних видов, собранных с разных мест обитания, выявить признаки изменчивости их листьев. Заполнить таблицу 1.

3. Указать и пояснить формы борьбы за существования на примере развития колоний болезнетворных бактерий. В чем состоит феномен суперустойчивости современных микроорганизмов к антибиотическим препаратам?

4. Составить характеристику форм естественного отбора в свете современных научных представлений. Заполнить таблицу 2.

Таблица 1. Выявление изменчивости листьев
_____ (название вида)

Сравниваемые признаки листа	Образцы растений разных мест обитания (указать)		
Форма			
Длина			
Ширина			
Форма клеток эпидермы (с нижней и верхней стороны)			
Количество устьиц			
Характер опушения			
Наследственные признаки			
Ненаследственные признаки			

Таблица 2. Формы естественного отбора

Форма отбора	Условия действия	Графическое изображение действия отбора	Результат	Примеры
Движущий				
Стабилизирующий				
Дизруптивный				

5. Привести доказательства утверждению: «Вид – генетически закрытая система». Какую эволюционную роль для вида играют мутации, комбинативная изменчивость, поток и дрейф генов, волны жизни, различные формы изоляции?

6. Дать общую характеристику синтетической теории эволюции.

7. Изучить адаптации предложенных лекарственных растений разных мест обитания. Заполнить таблицу 3.

Таблица 3. Адаптации лекарственного растения
_____ к условиям обитания

Объект изучения	Адаптации			Условия обитания
	Морфологические	Анатомические	Биохимические	
				Растение засушливых мест обитания
				Растение увлажненных мест обитания (водное)
				Растение-мезофит

8. Подобрать примеры различных типов видообразования и факторов, их обуславливающих. Заполнить таблицу 4.

Таблица 4. Типы видообразования

Типы видообразования	Факторы/Форма изоляции	Графическая схема	Примеры
Аллопатрическое			
Симпатрическое			

9. Дать определения главным направлениям эволюции:

Ароморфоз –

Идиоадаптация –

Дегенерация –

Дивергенция –

Конвергенция –

Параллелизм –

Аналогичные органы –

Гомологичные органы –

Биологический прогресс –

Биологический регресс –

10. Кратко описать крупные ароморфозы, произошедшие в развитии живых организмов, заполнить таблицу 5.

Таблица 5. Ароморфозы живых организмов

Ароморфоз	Краткая характеристика	Время возникновения	Эволюционный результат
Гетеротрофность			
Автотрофность			
Анаэробность			
Аэробность			
Возникновение прокариот			
Возникновение эукариот			
Фотосинтез			
Митоз			
Многоклеточность			
Диплоидность			
Мейоз			
Гаплоидность			

11. Используя знания курса ботаники, показать изменения в строении наземных растительных организмов в процессе эволюции. Заполнить таблицу 6.

12. Используя знания филогенеза позвоночных (земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих), показать изменения кровеносной, дыхательной, нервной систем в процессе эволюции. Заполнить таблицу 7.

Таблица 6. Ароморфозы наземных растений

Отделы растений	Основные черты строения и биологии	Ароморфозы	Эволюционный результат
Мохообразные			
Плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные			
Голосеменные			
Покрывтосеменные			

Таблица 7. Ароморфозы позвоночных

Классы позвоночных	Система органов	Строение системы органов	Ароморфозы	Эволюционный результат
Земноводные				
Пресмыкающиеся				
Птицы				
Млекопитающие				

13. Сформулировать выводы по работе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 18.

Тема: Законы и закономерности экологических отношений организмов

Цель работы: Изучить основные понятия и законы экологии

Задачи:

1. Изучить цели и задачи экологии
2. Рассмотреть экологические факторы и их классификацию
3. Проанализировать лимитирующий закон Ю. Либиха и закон толерантности В. Шелфорда.

Материалы и оборудование: учебные таблицы.

Учебный материал к освоению темы

Термин «экология» происходит от двух греческих слов «ойкос» - дом и «логос» - наука. Этот термин впервые ввел в науку Эрнст Геккель в 1866 г. Экология – наука о взаимоотношениях живых организмов и среды их обитания. В последние годы в условиях глобального экологического кризиса в термин «экология» вносится в значительной степени социальный аспект, и она уже трактуется как междисциплинарная область знания об устройстве и функционировании многоуровневых систем в природе, обществе и их взаимосвязи.

Задачи экологии:

- исследование закономерностей организации жизни;
- регуляция численности популяций;
- прогнозирование изменений окружающей среды под влиянием деятельности человека;
- восстановление разрушенных природных систем;
- сохранение эталонных участков биосферы.

Экология связана с биологией, физиологией, химией, генетикой, географией, математикой, правом и другими дисциплинами. Главным объектом изучения экологии являются экосистемы.

Разделы экологии:

1. Аутэкология - занимается изучением отдельных организмов и их индивидуальными взаимоотношениями с окружающей средой
2. Дэмэкология или экология популяций - рассматривает закономерности жизнедеятельности и функционирования организмов-популяций
3. Синэкология (экология сообщества) - наука о закономерностях динамики групп организмов, как составляющих элементов в каких-либо природных или искусственных систем.

Экологические факторы, их классификация.

Под *экологическими факторами* понимается любой элемент или условие среды, на которые организмы реагируют приспособительными реакциями, или адаптациями. За пределами приспособительных реакций лежат летальные (гибельные для организмов) значения факторов.

Классификация факторов:

1. Факторы неживой природы (абиотические, или физико-химические). К ним относятся климатические, атмосферные, почвенные (эдафические), геоморфологические (орографические), гидрологические и другие.

2. Факторы живой природы (биотические) - влияние одних организмов или их сообществ на другие. Эти влияния могут быть со стороны растений (фитогенные), животных (зоогенные), микроорганизмов (микробигенные), грибов (микогенные).

3. Факторы человеческой деятельности (антропогенные). В их числе различают прямое влияние на организмы (например, промысел), косвенное - влияние на местообитание (например, загрязнение среды, уничтожение кормовых угодий, строительство плотин на реках и т. п.), условное – воздействие биотических и абиотических факторов, усиленных или ослабленных воздействием человека.

Лимитирующие факторы. Закон минимума Ю. Либиха.

Закон минимума Ю. Либиха – все экологические факторы действуют совместно на организм, но развитие его будет определяться лишь тем фактором, который находится в минимуме

В экологии под лимитирующим (ограничивающим) фактором понимается любой фактор, который ограничивает процесс развития или существования организма, вида или сообщества. Им может быть любой из действующих в природе экологических факторов: вода, тепло, свет, ветер, рельеф, содержание в почве необходимых для жизнедеятельности растений солей и химических элементов, а в водной среде - химизм и качество воды, количество доступного кислорода и углекислого газа. Такими факторами могут быть конкуренция со стороны другого вида, присутствие хищника или паразита.

Изучая лимитирующее действие экологических факторов на насекомых, американский зоолог В. Шелфорд пришел к выводу, что лимитирующим фактором, ограничивающим развитие организма, может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия.

Закон совокупного действия факторов, закон Митчерлиха-Бауле, закон, выражающийся в том, что величина урожая зависит не только от какого-нибудь одного (пусть даже лимитирующего) фактора, но и от всей совокупности действующих факторов одновременно. Повышенная температура способствует ускорению испарения влаги, снижение освещенности обуславливает снижение потребностей растений в содержании цинка в почве, животные труднее переносят высокие температуры при большой влажности.

Толерантность. Закон толерантности В. Шелфорда. Экологический оптимум и пессимум.

В 1913 году американский эколог В. Шелфорд обобщил закон минимума Либиха, открыв, что кроме нижнего предела интенсивности существует также и верхний предел интенсивности факторов внешней среды, определяющий верхнюю границу диапазона интенсивностей, соответствующего условиям нормальной жизнедеятельности организмов. В этой формулировке закон, названный экологическим законом толерантности, стал иметь более общий универсальный характер.

Закон толерантности (лат. *tolerantia* - терпение): Каждый организм характеризуется экологическим минимумом и экологическим максимумом интенсивности каждого фактора внешней среды, в пределах которых возможна жизнедеятельность (рис. 1).

Диапазон экологического фактора между минимумом и максимумом называется диапазоном или областью толерантности. Несмотря на большое разнообразие экологических факторов, в характере их воздействия и в ответных реакциях живых организмов можно выявить ряд общих закономерностей. Количественный диапазон фактора, наиболее благоприятный для жизнедеятельности, называется экологическим оптимумом (лат. *optimus* - наилучший). Значения фактора, лежащие в зоне угнетения, называются экологическим пессимумом (лат. *pessimum* - наихудший). Минимальные и максимальные значения фактора, при которых наступает гибель, называются соответственно экологическим минимумом и экологическим максимумом.

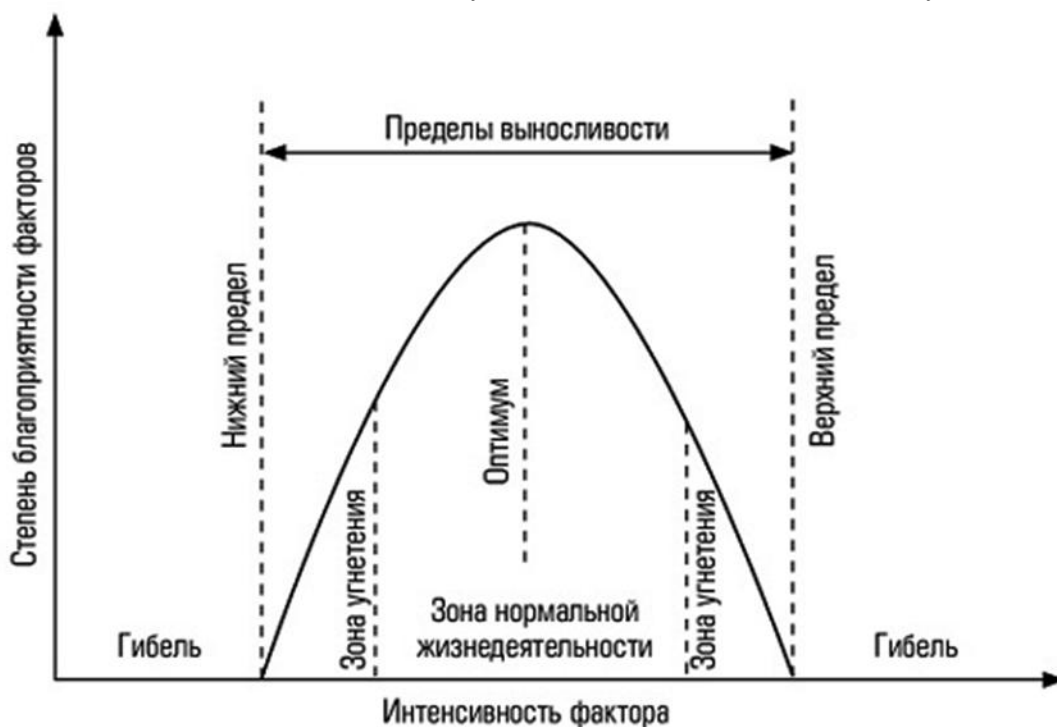


Рисунок. 1. Зависимость действия экологического фактора от его интенсивности.

Эффект компенсации факторов или, закон Рюбеля (1930), согласно которому отсутствие или недостаток некоторых экологических факторов может быть компенсирован каким – либо другим близким (аналогичным) фактором. При дефиците кальция некоторые моллюски строят раковины из стронция; недостаток света в парнике может быть компенсирован увеличением концентрации CO_2 . Такая компенсация факторов, относительна, так как основные экологические факторы (свет, вода азот, CO_2 , фосфор, калий) в принципе незаменимы.

Закон незаменимости и равнозначимости факторов жизни растений. Закон впервые был высказан В.Р. Вильямсом (1949). Отсутствие фундаментальных экологических факторов в жизни растений не могут быть заменены другими и поэтому все они равнозначимы. Нельзя заменить воду светом или азот калием, так как каждый фактор жизни выполняет определенные физиологические функции.

Эврибионты - организмы, способные существовать в широком диапазоне природных условий окружающей среды и выдерживать их значительные изменения.

Стенобионты - организмы, которые способны существовать в относительно постоянных, узких условиях окружающей среды.

Экологическая ниша; местообитание

Любая популяция (вид) занимает определенное местообитание и определенную экологическую нишу. *Местообитание* – это территория или акватория, занимаемая популяцией (видом), с комплексом присущих ей экологических факторов. Местообитание вида является компонентом его экологической ниши. Местообитание сообщества – *биотоп*. *Экологическая ниша* – совокупность всех факторов среды, в пределах которых возможно существование вида в природе. То есть экологическая ниша – это место вида в природе, включающее не только его положение в пространстве и отношение к абиотическим факторам, но и его функциональную роль в сообществе (прежде всего трофический статус). Для характеристики экологической ниши обычно используют два важных показателя: ширина ниши и степень перекрывания ее с соседними. Экологические ниши разных видов могут быть разной ширины и перекрываться в различной степени.

Популяцию определяют как группу организмов одного вида, занимающую конкретное пространство (ареал) и функционирующую как часть биотического сообщества. Основным признаком популяции как функциональной единицы эволюции - вероятность обмена генетической информацией, которая существенно выше, чем средняя внутривидовая. Популяция представляет собой форму существования вида, обеспечивающую приспособленность его к конкретным условиям среды обитания, включая взаимоотношения с другими видами.

Основными экологическими характеристиками популяции являются:

Величина популяции по занимаемому пространству (ареалу) и по численности особей;

Структура популяции - возрастная, половая, пространственная;

Динамика популяции - изменение признаков с течением времени.

Популяция обладает многими признаками, которые характеризуют ее как целое: численность, рождаемость, смертность, возрастной и половой состав, характер распределения в пределах ареала.

Численность популяции - число особей на единицу площади или объёма - никогда не бывает произвольной и постоянной в течение длительного времени, и изменяется в пределах определенного диапазона, согласно правилу Ю. Одум:

Существуют определённые верхние и нижние пределы численности популяции, которые соблюдаются в природе в условиях стабильности среды обитания.

Трофическая цепь, цепь питания, взаимоотношения между организмами, перенос энергии происходящий путем поедания одних организмов другими из более высоких трофических уровней.

Цепи выедания или пастбищные - основу составляют автотрофные организмы, затем идут консументы.

Детритные или цепи разложения, начинаются от детрита, идут к микроорганизмам, а затем к детритофагам и их потребителям - хищникам. При переносе энергии от звена к звену большая ее часть (до 80-90%) теряется в виде теплоты.

Экологические пирамиды - это графические модели, отражающие число особей (пирамида чисел), количество их биомассы (пирамида биомасс) или

заклѳченной в них энергии (пирамида энергии) на каждом трофическом уровне и указывающие на понижение всех показателей с повышением трофического уровня.

Ход работы:

1. Изучить комплексное действие экологических факторов на организм и заполнить таблицу 1.

Таблица 1. Действие факторов на организм

Комплексное действие факторов	Характеристика
1. Принцип совокупного действия факторов	
2. Принцип незаменимости факторов	
3. Эффект компенсации	
4. Закон биологического оптимума	
5. Правило лимитирующего фактора Ю. Либиха	

2. Выполнить задания:

	А) На графике отражено различное отношение организмов к содержанию CO_2 в воздухе. Расположить данные организмы в порядке усиления их эврибионтности.
	Б) На графике отражено различное отношение обитателей морей и океанов к солености воды. Расположить данные организмы в порядке усиления их стенобионтности.

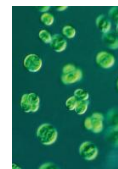
3. Рассмотреть схему ярусности в биоценозе леса (рис. 2). Записать ярусы, описать их значение.



Рисунок 2. Ярусность леса.

4. Рассмотреть схемы цепей питания. Правильно составить и написать вид цепи питания.

I цепь



II цепь



5. Изучив особенности протекания обменных процессов у животных, заполнить таблицу 2.

Таблица 2. Группы животных в зависимости от интенсивности их обменных процессов

Группа животных	Характеристика	Примеры
Холоднокровные (пойкилотермные; эктотермные)		
Теплокровные (гомойотермные; эндотермные)		
Гетеротермные		

6. Изучив экологические особенности растений по отношению к интенсивности освещения и длине светового дня, заполнить таблицу 3.

Таблица 3. Группы растений по отношению к интенсивности освещения и длине светового дня

Группа растений	Характеристика	Примеры
А) Интенсивности освещения		
Светолюбивые (гелиофиты)		
Теневыносливые		
Тенелюбивые (сциофиты)		
Б) Длине светового дня		
Длиннодневные		
Короткодневные		
Нейтральные		

7. Изучив экологические особенности растений по отношению к воде, заполнить таблицу 4.

Таблица 4. Экологические группы растений по отношению к воде.

Группа	Характеристика	Примеры
1. Гигрофиты		
2. Мезофиты		
3. Ксерофиты: а) Суккуленты б) Склерофиты		

8. Решить задачи:

1. Полевки за лето съели 95 кг зерна. Рассчитать оставшийся урожай зерна в (кг), если известно, что прирост биомассы полевок к концу лета составил 0,01% от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания составляет 15%.

2. Вес каждого из двух новорожденных детенышей летучей мыши составляет 1 г. За месяц выкармливания детенышей молоком вес каждого из них достигает 4,5 г. Какую массу насекомых должна потребить самка за это время, чтобы выкормить потомство. Чему равна масса растений, сохраняющаяся за счет истребления самкой растительноядных насекомых.

3. В экосистеме 1 м² дает 800 г сухой биомассы за год. Построить цепь питания (4 трофических уровня) и определить, сколько гектаров необходимо, чтобы прокормить человека массой 70 кг (из них 63% составляет вода).

4. Определить, какая площадь (га) соответствующей экосистемы может прокормить одну особь последнего звена в цепи питания: планктон→мелкая рыба→щука (300 кг). Сухая биомасса планктона с 1 м² моря составляет 600 г. Из указанной в скобках массы 60 % составляет вода.

5. Один волк съедает в сутки 5 кг пищи. Какое максимальное количество волков выживет в лесу с биомассой 20850 тонн в год, при количестве доступной пищи 0,1%.

9. Сформулировать выводы по работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

1. Биология. В 2 кн. Кн.1. Жизнь. Гены. Клетка. Онтогенез. Человек: учебник для студентов мед. вузов / под ред. В.Н. Ярыгина. - М.: Высшая школа, 2005. - 432 с.
2. Биология. В 2 кн. Кн.2. Эволюция. Экосистема. Биосфера. Человечество: учебник для студентов мед. вузов / под ред. В.Н. Ярыгина. - М.: Высшая школа, 2005. - 334 с.
3. Пехов, А.П. Биология: учебник / Пехов А.П. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 664 с.

Дополнительная литература:

1. Биология: руководство к практическим занятиям: учеб. пособие / под ред. В.В. Маркиной. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 448 с.
2. Биология. Современный курс: учеб. пособие / под ред. А.Ф. Никитина.- СПб.: СпецЛит, 2008.-494 с.
3. Биология: руководство к лабораторным занятиям: учебное пособие / под ред. О.Б. Гигани. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. - 272 с.
4. Биология: учебник для студентов вузов / Н.В. Чебышев [и др.]. - М.: Медицинское информационное агентство, 2010. - 568 с.
5. Воробьев А.В., Быков А.С., Пашков Е.П., Рыбакова А.М. Микробиология: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Медицина, 2003. - 336 с.
6. Горбунов П.С., Иудина Т.А. Практикум по общей биологии (для студентов биологических специальностей). Учебное пособие. 3-е изд. испр. и доп. – СПб: ТЕССА, 2009. – 180 с.
7. Задачи по биологии: Задачник / сост. Т.Г. Рысьева, С.В. Дедюхин, Ю.А. Тюлькин. – 2-е изд., перераб. и доп. / Ижевск: Издательство «Удмуртский университет», 2010, 157с.
8. Калыгина Т.А. Биология: Курс лекций по биологии для иностранных студентов, обучающихся на русском языке. - Рязань: РИО Ряз.ГМУ, 2008. - 150 с.
9. Медицинская биология и общая генетика: учебное пособие для студентов I курса, обучающихся по специальностям лечебное дело и медико-диагностическое дело / Л.П. Гаврилова, В.В. Потенко, Е.М. Бутенкова. - Гомель: УО «Гомельский государственный медицинский университет», 2011. - 213 с.
10. Медицинская паразитология: Атлас. Учебное пособие / Ю.И. Бажора, А.Д. Тимченко, М.М. Чеснокова, В.В. Костюшов, О.Л. Тимчишин. - Одеса: Одес. держ. мед. ун-т, 2001. - 110 с.
11. Общая биология: практикум для слушателей подготовительного отделения / В.Э. Бутвиловский [и др.]. – 4-е изд., испр. – Минск: БГМУ, 2015. – 211 с.
12. Пименова И.Н., Пименов А.В. Лекции по общей биологии - М: Лицей, 2003. - 208 с.
13. Попов, Б.В. Введение в клеточную биологию стволовых клеток : учеб.-метод. пособие для студентов мед. вузов / Б.В. Попов. - СПб.: СпецЛит, 2010. - 319 с.
14. Рабочая тетрадь к практическим занятиям для обучающихся по дисциплине «Биология» для специальностей 31.05.01 – Лечебное дело; 31.05.02 – Педиатрия; 31.05.03 – Стоматология / Т.Я. Орлянская, А.С. Аверчук. – Красноярск: КрасГМУ, 2015. – 192 с.
15. Рожкова И.С., Фельдман Б.В. Онтогенез и филогенетически обусловленные пороки развития различных органов и систем / И.С. Рожкова, Б.В. Фельдман; М-во здравоохранения и соц. развития Рос. Федерации, Астрах. гос. мед. акад. - Астрахань: Астрах. гос. мед. акад., 2004. - 117 с.
16. Чебышев, Н.В. Биология: учебное пособие/ Н.В. Чебышев, Г.Г. Гринева. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. - 416 с.
17. Ченцов, Ю.С. Введение в клеточную биологию: учебник для студентов ун-тов / Ю.С. Ченцов. - М.: Академкнига, 2005. - 495 с.

РУКОВОДСТВО К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО БИОЛОГИИ
(Учебное пособие для студентов фармацевтического факультета)

Составители Дьякова И.Н., Артемьева В.В.

**Подписано в печать 28.04.2017. Бумага офсетная. Формат бумаги 60X84 1/16 Печать цифровая
Гарнитура Таймс. Усл.печ.л.9.0. Тираж 100 экз. Заказ 050.**

**Отпечатано с готового оригинала-макета в типографии ИП Магарин О.Г.
385008, г. Майкоп, ул. 12 Марта, 146. Тел. 89064382807**