

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования**
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине **«БИОЛОГИЯ»**
для студентов направления подготовки
19.03.03 Продукты питания животного происхождения
направленность (профиль) «Биоинженерия и технологии»

Ставрополь, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	2
ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ	3
Лабораторная работа № 1. Занятие 1. Организация работы в биологической лаборатории. Устройство микроскопа и правила работы с ним.	4
Лабораторная работа № 1. Занятие 2. Виды микроскопии.	7
Лабораторная работа № 2. Методы приготовления биологических препаратов.	8
Лабораторная работа № 3. Методы количественной оценки модификационной изменчивости признаков.	11
Лабораторная работа № 4. Изучение закономерностей наследственности: законы Менделя, взаимодействие аллельных генов.	14
Лабораторная работа № 5. Изучение закономерностей наследственности: законы Моргана, взаимодействие неаллельных генов.	19
Лабораторная работа № 6. Изучение строения клеток грибов и растений.	26
Лабораторная работа № 7. Изучение строения клеток животных.	28
Лабораторная работа № 8. Изучение систематики и закономерностей эволюции растений.	30
Лабораторная работа № 9. Изучение систематики и закономерностей эволюции животных.	40

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Биология» является дисциплиной основной образовательной программы высшего профессионального образования. Изучение «Биология» и последующий экзамен являются обязательными для каждого студента.

Цель - Цель освоения дисциплины «Биология» - формирование общекультурных и профессиональных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 19.03.03 - Продукты питания животного происхождения.

Задачи освоения дисциплины:

- изучение вопросов общей биологии, выявляющих единые физико-химические основы жизни и единство в организации, превращении веществ и энергии;
- изучение принципов воспроизводства и развития живых систем;
- применение биологических знаний в технологии пищевых продуктов.

ПЛАН ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ Темы дисциплины	Наименование тем лабораторных работ	Объем часов	Интерактивная форма проведения
3 семестр			
Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В БИОЛОГИЮ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВЫХ СИСТЕМ			
1	Организация работы в биологической лаборатории. Виды микроскопии. Устройство светового микроскопа и правила работы с ним.	6.00	лабораторная работа
2	Методы приготовления биологических препаратов.	6.00	лабораторная работа
Тема 2. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ.			
3	Методы количественной оценки модификационной изменчивости признаков.	6.00	лабораторная работа
4	Изучение закономерностей наследственности (законы Менделя, взаимодействие аллельных генов).	6.00	лабораторная работа
5	Изучение закономерностей наследственности (законы Моргана, взаимодействие неаллельных генов).	6.00	лабораторная работа
Тема 3. КЛЕТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ.			
6	Изучение строения клеток грибов и растений.	6.00	лабораторная работа
Тема 6. ОНТОГЕНЕЗ. ТКАНЕВЫЙ И ОРГАННЫЙ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ.			
7	Изучение строения клеток и тканей животных.	6.00	лабораторная работа
Тема 9. ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ БИОСФЕРЫ.			
8	Изучение систематики и закономерностей эволюции растений.	6.00	лабораторная работа
9	Изучение систематики и закономерностей эволюции животных.	6.00	лабораторная работа
Итого за семестр		54.00	
	Итого	54.00	

Лабораторная работа № 1. Занятие 1.

Организация работы в биологической лаборатории. Устройство микроскопа и правила работы с ним.

Цель: изучить устройство и назначение оборудования микробиологической лаборатории, усвоить правила работы в ней.

Теоретическое обоснование

К оборудованию биологической лаборатории относятся: микроскопы, штативы с инструментами - бактериологическими петлями, иглами, пинцетами, скальпелями; стерильная посуда, в т.ч. чашки Петри, пипетки, пробирки.; спиртовки, штативы с капельницами, содержащими красители и иммерсионное масло; стеклянные кюветы со стеклодержателями; предметные и покровные стекла; электронные счетчики для подсчета колоний микроорганизмов; термостаты для создания оптимальных условий развития культур; холодильники для хранения биологических образцов; автоклавы.

Основным рабочим инструментом в лаборатории является биологический световой монокулярный **микроскоп** марки «Биолам» или «Микмед». Микроскоп состоит из двух основных частей:

- ♦ **механической**, включающей штатив (основание, тубусодержатель), предметный столик с клеммами для закрепления предметного стекла, макрометрический (для перемещения тубуса и грубой настройки изображения) и микрометрический (для тонкой настройки) винты, вращающийся револьвер для крепления объективов, тубус и кронштейн конденсора;
- ♦ **оптической**, включающей в свою очередь две системы:
 - осветительную, в которую входит **источник света** (лампочка или зеркало), **ирис-диафрагма** (диск, состоящий из тонких подвижных металлических пластин-сегментов и предназначенный для регулирования интенсивности освещения) и **конденсор** (система линз, которые собирают лучи света в пучок в плоскости просматриваемого препарата);
 - наблюдательную, в которую входят объективы и окуляры.

Объектив является основной оптической частью микроскопа, состоит из системы линз, заключенных в металлическую оправу. Увеличение объектива зависит от фокусного расстояния передней (**фронтальной**) линзы, остальные линзы являются **коррекционными**, т.е. служат для устранения дефектов изображения оптических систем - сферической и хроматической аберраций. На оправе объектива указаны цифры, показывающие увеличение данного объектива: x8, x20, x40, x60, x90. Объективы бывают **сухие** (между фронтальной линзой и препаратом находится воздух) и **иммерсионные** (специальное иммерсионное масло).

К иммерсионным относятся объективы с большим увеличением (x90), для которых необходима максимальная освещенность препарата. Для устранения светорассеивания применяют жидкости, показатель преломления которых близок к показателю стекла, например, кедровое или касторовое масло. Фокусное расстояние объективов большого увеличения (1,9⁻2,1 мм) позволяет исследовать объект, не поднимая объектив из капли иммерсионного масла, что создает однородную оптическую среду между линзой и препаратом.

Окуляр состоит из двух линз: глазной (верхней) и собирающей (нижней), увеличивающих изображение, данное объективом, в 7, 10 или 15 раз.

Общее увеличение микроскопа равно произведению увеличения объектива на увеличение окуляра: например, $90 \times 15 = 1350$ - максимальное увеличение оптического микроскопа.

Разрешающая способность микроскопа - минимальное расстояние между двумя точками рассматриваемого предмета, при котором они не сливаются в одну и предмет виден отчетливо (0,21 мкм).

Аппаратура и материалы: биологический световой микроскоп, готовые временные и постоянные биологические препараты; иммерсионное масло.

Техника безопасности

Для получения достоверных результатов исследований, обеспечения личной безопасности и безопасности окружающих при выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила.

1. Приходить на занятия подготовленным, с оформленной предыдущей работой и выученным теоретическим материалом.
2. Работать только в чистых халатах и головных уборах.
3. Строго соблюдать общие правила техники безопасности работы с электроприборами, химическими веществами и спиртовками, а также специальные правила техники выполнения микробиологических работ.
4. В лаборатории нельзя находиться в верхней одежде, принимать пищу, курить; на столах не должно быть посторонних предметов.
5. В конце занятия студент обязан привести в порядок рабочее место, сдать его дежурному. Дежурный сдает аудиторию лаборанту.

Порядок и методика выполнения работы

1. Ознакомиться с оборудованием биологической лаборатории.
2. Записать, выучить и соблюдать основные правила техники безопасности работы в лаборатории.
3. Изучить устройство микроскопа «Биолам» и заполнить таблицу.

Таблица 1.1 - Устройство светового монокулярного микроскопа

Часть, система	Устройство, назначение

4. Записать в тетради и выучить последовательность действий при работе с микроскопом, обратив особое внимание на работу с иммерсионным объективом.

Правила работы с микроскопом:

- > снять защитный чехол, поднять тубус, включить вилку в розетку;
- > поместить препаратное стекло с каплей иммерсионного масла на предметный столик, закрепить его клеммами;
- > проверить установку объектива вращением револьвера до щелчка;
- > под контролем глаза (вид сбоку) с помощью макрометрического винта опустить тубус

- до соприкосновения фронтальной линзы с предметным стеклом;
- > включить лампочку; глядя в окуляр, медленно поднимать тубус макрометрическим винтом до появления изображения; настроить резкость изображения с помощью микрометрического винта;
 - > с помощью ручек кронштейна конденсора и ирис-диафрагмы отрегулировать освещение;
 - > просмотреть препарат в разных полях зрения, не поднимая объектива и осторожно перемещая стекло в разных направлениях;
 - > закончив работу, выключить лампочку, отключить электричество, протереть салфеткой объектив, опустить объектив, надеть чехол.
5. Просмотреть под микроскопом при разных увеличениях и зарисовать в тетради готовые временные и постоянные препараты в соответствии с заданием преподавателя. Зарисовка препарата проводится в круге диаметром 5 см или в квадрате 5х5 см. Справа от рисунка должна быть подпись, содержащая необходимую информацию о препарате (как правило, название объекта исследования, тип препарата, вид окраски, выводы о структуре и свойствах рассматриваемого объекта), под рисунком указывается общее увеличение, при котором препарат просматривался.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе оформляется в специальной тетради и содержит: дату, название, цель работы*, правила техники безопасности выполнения работ в биологической лаборатории; схему устройства микроскопа; заполненную таблицу с подробным описанием всех частей микроскопа; определения общего увеличения и разрешающей способности микроскопа; правила работы со световым микроскопом; зарисовки препаратов, просмотренных под микроскопом. При оформлении работы сокращения не допускаются!

Контрольные вопросы и защита работы

1. Основное оборудование биологической лаборатории и его назначение.
2. Правила техники безопасности в биологической лаборатории.
3. Устройство светового микроскопа (части и системы).
4. Устройство и назначение конденсора и ирис-диафрагмы.
5. Устройство и назначение объективов и окуляров.
6. Общее увеличение и разрешающая способность микроскопа.

Защита работы проводится в форме письменного опроса на следующем занятии*.

* - правила оформления и защиты являются общими для всех работ.

Лабораторная работа № 1. Занятие 2.

Виды микроскопии

Цель работы: изучить сущность разных видов световой и электронной микроскопии, освоить методику работы с бинокулярным микроскопом.

Теоретическое обоснование

Для исследования объектов малой величины, лежащей за пределами видимости обычных световых микроскопов, используют специальные виды световой микроскопии, в т.ч. темнопольную, фазово-контрастную, люминесцентную, а также электронную микроскопию.

Для **темнопольной** микроскопии применяют специальные устройства - конденсор и диафрагму темного поля, которые пропускают только боковые лучи и создают резкий боковой контраст на темном поле, просматриваемые объекты при этом выглядят светлыми. **Фазово-контрастная** микроскопия позволяет получать изображения неконтрастных неокрашенных объектов за счет преобразования невидимых изменений световой волны по фазе в видимые изменения по амплитуде. **Люминесцентная** микроскопия основана на освещении способного к свечению объекта сине-фиолетовыми лучами (460 нм) или ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 300[^]-400 нм. Собственная (первичная) люминесценция биологических объектов бывает часто слабо выражена, поэтому обычно препарат обрабатывают веществами-флюорохромами, которые создают наведенную (вторичную) флюоресценцию.

Электронная микроскопия позволяет получать увеличение в десятки и сотни тысяч раз. Роль световых лучей играет поток электронов, а линз - электромагнитные поля. Электронные микроскопы делятся на просвечивающие (трансмиссионные), в которых поток электронов проходит сквозь тонкий срез объекта (30СМ-600А), и сканирующие, которые дают возможность получить изображение рельефа поверхности объекта.

Аппаратура и материалы: бинокулярный микроскоп, готовые препараты, плакаты и атласы по теме «Виды микроскопии».

Порядок и методика выполнения работы:

1. Изучить сущность разных видов световой и электронной микроскопии по плакатам и атласам.
2. Зарисовать в тетради схему электронного микроскопа.
3. Используя бинокулярный микроскоп, просмотреть готовые препараты в разных полях зрения, зарисовать увиденные объекты в тетради.

Содержание отчета по лабораторной работе: описание сущности разных видов микроскопии; схема электронного микроскопа; зарисовки просмотренных препаратов.

Контрольные вопросы

1. Виды микроскопии.
2. Сущность фазово-контрастной микроскопии.
3. Сущность темнопольной микроскопии.
4. Сущность люминесцентной микроскопии.
5. Виды и сущность электронной микроскопии.
6. Устройство электронного микроскопа

Лабораторная работа № 2.

Методы приготовления биологических препаратов

Цель работы: освоить методы приготовления и особенности изучения препаратов живых и фиксированных клеток.

Теоретическое обоснование

Выбор метода приготовления биологических препаратов зависит от цели и объекта исследования. В микробиологии чаще всего используют **фиксированные препараты**, в которых клетки убиты и прикреплены к предметному стеклу.

Фиксированный мазок может быть окрашен методом простой или сложной окраски. При **простой окраске** используется один краситель и выявляются морфологические свойства - форма, взаимное расположение и размер клеток. **Сложная окраска** препаратов заключается в последовательном окрашивании препарата несколькими красителями и позволяет дифференцировать виды клетки или выявить отдельные клеточные структуры. Примером сложной окраски является окраска по Граму, которая является важным этапом определения вида микроорганизма. Бактериальные клетки, способные образовывать с генцианвиолетом и йодом прочное, нерастворимое в спирте соединение фиолетового цвета, называются грамположительными. Другие после аналогичной обработки обесцвечиваются спиртом и называются грамотрицательными.

Для окраски препаратов применяют анилиновые красители в виде водных или спиртовых растворов. Различают основные, кислые и нейтральные красители. Окраска микроорганизмов - это сложный физико-химический процесс, связанный с явлениями адсорбции, капиллярности, химического сродства между красителем и веществом клетки. В микробиологии чаще всего используют основные красители, которые обладают наибольшим сродством к соединениям кислой природы, составляющим основу бактериальной клетки. Некоторые красители обладают избирательностью по отношению к отдельным компонентам клетки (ядерному веществу, включениям) и применяются для их выявления. К наиболее часто употребляемым красителям относятся метиленовый синий (раствор Леффлера), фуксин, генцианвиолет, нейтральрот, сафранин, пикрин, гематоксилин-эозин, судан III. В качестве вспомогательных средств применяют растворы йода (Люголя), кислот и щелочей, спирт и др.

При изучении **живых** клеток используют препараты **«раздавленная капля»** и **«висячая капля»**, которые позволяют изучать не только форму, размеры, взаимное расположение, но и подвижность клеток и организмов. При этом не следует путать собственное движение объекта с броуновским (беспорядочное колебательное) или механическим (с током жидкости, в одном направлении) движением.

Описанные выше операции применяются для приготовления **временных** препаратов. Для приготовления **постоянного** препарата на мазок наносят специальный клей (смолу), после чего сверху накладывают покровное стекло, придавливают его и удаляют излишки клея. Такой препарат может длительно храниться и использоваться.

Аппаратура и материалы: микроскоп, штатив с набором красителей, тушь, бактериологические петли, пипетки, предметные и покровные стекла, культуры микроорганизмов на плотных питательных средах (чашки Петри) и в жидких питательных средах (пробирки), вода из открытых водоемов; вспомогательное оборудование и материалы (спиртовки, стеклянные кюветы, емкости с дистиллированной водой, фильтровальная бумага и т.п.)

Техника безопасности

Так как в работе используется открытое пламя спиртовой горелки, следует особое внимание уделить правильной подготовке рабочего места для того, чтобы не было перекрестных движений рук над спиртовкой. Халаты должны быть застегнуты, волосы убраны под косынку или шапочку. Все работы с микроорганизмами ведутся только в стерильной атмосфере зажженной спиртовки! При работе с чашками Петри, в которых находятся колонии микроорганизмов, следует слегка приоткрывать, а не открывать крышку!

Порядок и методика выполнения работы:

1. Изучить назначение и сущность методов приготовления и окраски препаратов фиксированных и живых биологических объектов.

2. Приготовить фиксированные мазки из колоний микроорганизмов на плотных и жидких питательных средах, окрасить их простым методом, просмотреть под микроскопом при разном увеличении и зарисовать.

Приготовление фиксированного окрашенного препарата включает 4 основных этапа.

- > **Приготовление мазка.** На предметное стекло наносят каплю воды, стерильной бактериологической петлей вносят небольшое количество исследуемого материала, взятого из плотной питательной среды. Материал аккуратно перемешивают с каплей и равномерно, тонким слоем распределяют (размазывают) ее петлей на площади 2-3 см². При использовании жидких биологических объектов или культур, выращенных на жидких питательных средах, каплю воды не наносят.
- > **Сушка.** Мазок высушивают на воздухе или в струе теплого воздуха над пламенем спиртовки.
- > **Фиксация.** Полностью высушенный мазок фиксируют, проводя 3-4 раза через верхнюю часть пламени. При фиксации клетки погибают, чем обеспечивается безопасность работы и лучшее их прокрашивание, мазок прикрепляется к стеклу и при окрашивании не смывается. Иногда используют химическую фиксацию, например, обработку препарата спиртом.
- > **Окраска.** На мазок наливают краситель, выдерживают определенное время (в зависимости от препарата и вида красителя), после чего сливают краску, промывают мазок водой, аккуратно обсушивают фильтровальной бумагой, досушивают мазок окончательно на воздухе и микроскопируют.

3. Приготовить неокрашенные препараты живых биологических объектов «раздавленная капля» или «висячая капля»; просмотреть под микроскопом и зарисовать.

Для приготовления препарата «**раздавленная капля**» на предметное стекло стерильной пипеткой наносят каплю жидкого биологического объекта или воды, в которую стерильной бактериологической петлей вносят исследуемый биологический объект (например, культуру микроорганизмов). Каплю накрывают покровным стеклом

так, чтобы в жидкости не образовалось пузырьков воздуха. Избыток жидкости удаляют фильтровальной бумагой. Для приготовления препарата прижизненно окрашенных микроорганизмов к капле суспензии добавляют краситель, что позволяет дифференцировать живые и мертвые клетки. Для приготовления препарата **«висячая капля»** каплю исследуемого объекта наносят на покровное стекло и осторожно накладывают на него специальное предметное стекло с луночкой, края которой предварительно смазывают вазелином. Капля должна свободно уместиться в центре углубления. Препарат переворачивают и просматривают при разном увеличении.

Содержание отчета по лабораторной работе: подробное описание назначения, сущности методик и последовательности приготовления препаратов фиксированных и живых биологических объектов; зарисовки самостоятельно выполненных и просмотренных препаратов.

Контрольные вопросы

1. Назначение и этапы приготовления фиксированного препарата.
2. Назначение и этапы приготовления препаратов живых клеток
3. Простая и сложная окраска препаратов. Сущность окраски по Граму.
4. Назначение и виды красителей.

Лабораторная работа № 3.

Методы количественной оценки модификационной изменчивости признаков.

Цель: изучить методы количественной оценки модификационной изменчивости признаков живых организмов.

Теоретическое обоснование

Генотип – наследственная информация, закодированная в генах, полученных организмом от родителей.

В результате реализации наследственной информации формируется организм с определенным **фенотипом**. Так называется весь комплекс внешних и внутренних признаков организма (форма, размеры, окраска, химический состав, поведение, биохимические особенности и др.).

Фенотип является результатом взаимодействия генотипа и среды. Для реакции организма с определенным генотипом на воздействие фактора внешней среды характерен определенный диапазон разнообразия фенотипов, который называется нормой реакции (размер растения, вес человека и т.д.).

Наследственность – свойство клеток (организмов) передавать новому поколению общие признаки и свойства данного типа клеток и вида организмов, а также некоторые индивидуальные особенности родителей. Обеспечивает определенный консерватизм организации живых систем, закрепляет в ряду поколений биологически полезные эволюционные приобретения, возникающие в результате изменчивости. Виды и типы наследования, законы Менделя и Моргана будут изучены на лабораторных занятиях.

Изменчивость – свойство клеток (организмов) приобретать изменения и существовать в различных вариантах. Наследственность и изменчивость разнонаправлены, но в природе образуют неразрывное единство, определяют фенотип и генотип организма.

Различают две основные формы изменчивости – фенотипическую и генотипическую.

1. **Фенотипическая (модификационная)** – охватывает изменения различных признаков, происходящих под влиянием условий внешней среды, носит обратимый характер, не затрагивает гены.

2. **Генотипическая** – связана с изменением генов, передается по наследству. Различают два вида генотипической изменчивости: мутационную и комбинативную (или комбинационную).

Мутации - внезапные, скачкообразные изменения структуры наследственного материала, могут быть генные, хромосомные, геномные; они могут происходить под влиянием физических, химических, биологических факторов; могут быть спонтанными и индуцированными.

Генотипическая комбинационная изменчивость – связана с процессами, происходящими при мейозе (кроссинговере). Этот вид изменчивости обусловлен рекомбинацией генов, в результате меняется характер их взаимодействия, что проявляется в изменении признака.

У прокариот обнаружены особые формы комбинативной изменчивости: трансформация, трансдукция, конъюгация.

Аппаратура и материалы: биологический световой микроскоп, готовые временные и постоянные биологические препараты; иммерсионное масло.

Техника безопасности

Для получения достоверных результатов исследований, обеспечения личной безопасности и безопасности окружающих при выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила.

6. Приходить на занятия подготовленным, с оформленной предыдущей работой и выученным теоретическим материалом.
7. Работать только в чистых халатах и головных уборах.
8. Строго соблюдать общие правила техники безопасности работы с электроприборами, химическими веществами и спиртовками, а также специальные правила техники выполнения микробиологических работ.
9. В лаборатории нельзя находиться в верхней одежде, принимать пищу, курить; на столах не должно быть посторонних предметов.
10. В конце занятия студент обязан привести в порядок рабочее место, сдать его дежурному. Дежурный сдает аудиторию лаборанту.

Порядок и методика выполнения работы

1. Ознакомиться с оборудованием биологической лаборатории.
2. Записать, выучить и соблюдать основные правила техники безопасности работы в лаборатории.
3. Изучить методы количественной оценки модификационной изменчивости признаков живых организмов.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе оформляется в специальной тетради и содержит: дату, название, цель работы*, правила техники безопасности выполнения работ в биологической лаборатории; схему устройства микроскопа; заполненную таблицу с подробным описанием всех частей микроскопа; определения общего увеличения и разрешающей способности микроскопа; правила работы со световым микроскопом;

зарисовки препаратов, просмотренных под микроскопом. При оформлении работы сокращения не допускаются!

Контрольные вопросы и защита работы

1. Понятие генотипа и фенотипа.
2. Наследственность и изменчивость.
3. Генотипическая и фенотипическая изменчивость.
4. Мутации.

Лабораторная работа № 4.

Изучение закономерностей наследственности: законы Менделя, взаимодействие аллельных генов.

Цель: изучить закономерности наследственности: законы Менделя, взаимодействие аллельных генов.

Теоретическое обоснование

Химический состав живых систем

Из 110 элементов Периодической системы Д.И.Менделеева в составе организмов обнаружено более половины, 24 являются обязательными.

Четыре – углерод С, кислород О, водород Н и азот N – составляют 98% живого вещества. Вместе с серой S и фосфором Р образуют группу **биогенных элементов**. В существенных количествах (макроэлементы) в организмах обнаружены калий К, натрий Na, кальций Са, магний Mg, железо Fe, хлор Cl. Остальные – микроэлементы (Zn, Cu, F, I) и ультрамикроэлементы.

К макроэлементам относят кислород (65—75 %), углерод (15—18 %), водород (8—10 %), азот (2,0—3,0 %), калий (0,15—0,4 %), сера (0,15—0,2 %), фосфор (0,2—1,0 %), хлор (0,05—0,1 %), магний (0,02—0,03 %), натрий (0,02—0,03 %), кальций (0,04—2,00 %). Такие элементы, как С, О, Н, N, S, Р входят в состав органических соединений.

Углерод входит в состав всех органических веществ; скелет из атомов углерода составляет их основу. Кроме того, в виде CO₂ фиксируется в процессе фотосинтеза и выделяется в ходе дыхания, в виде СО (в низких концентрациях) участвует в регуляции клеточных функций, в виде СаСО₃ входит в состав минеральных скелетов.

Кислород входит в состав практически всех органических веществ клетки. Образуется в ходе фотосинтеза при фотолизе воды. Для аэробных организмов служит окислителем в ходе клеточного дыхания, обеспечивая клетки энергией. В наибольших количествах в живых клетках содержится в составе воды.

Водород входит в состав всех органических веществ клетки. В наибольших количествах содержится в составе воды. Некоторые бактерии окисляют молекулярный водород для получения энергии.

Азот входит в состав белков, нуклеиновых кислот и их мономеров — аминокислот и нуклеотидов. Из организма животных выводится в составе аммиака, мочевины, гуанина или мочевой кислоты как конечный продукт азотного обмена. В виде оксида азота NO (в низких концентрациях) участвует в регуляции кровяного давления.

Сера входит в состав серосодержащих аминокислот, поэтому содержится в большинстве белков. В небольших количествах присутствует в виде сульфат-иона в цитоплазме клеток и межклеточных жидкостях.

Фосфор входит в состав АТФ, других нуклеиновых кислот (в виде остатков фосфорной кислоты), в состав костной ткани и зубной эмали (в виде минеральных солей), а также присутствует в цитоплазме и межклеточных жидкостях (в виде фосфат-ионов).

Магний кофактор многих ферментов, участвующих в энергетическом обмене и синтезе ДНК; поддерживает целостность рибосом и митохондрий, входит в состав хлорофилла. В животных клетках необходим для функционирования мышечных и костных систем.

Кальций участвует в свёртывании крови, а также служит одним из универсальных вторичных посредников, регулируя важнейшие внутриклеточные процессы (в том числе участвует в поддержании мембранного потенциала, необходим для мышечного сокращения и экзоцитоза). Нерастворимые соли кальция участвуют в формировании костей и зубов позвоночных и минеральных скелетов беспозвоночных.

Натрий участвует в поддержании мембранного потенциала, генерации нервного импульса, процессах осморегуляции (в том числе в работе почек у человека) и создании буферной системы крови. Калий участвует в поддержании мембранного потенциала, генерации нервного импульса, регуляции сокращения сердечной мышцы, содержится в межклеточных веществах. Хлор поддерживает электронейтральность клетки.

К микроэлементам, составляющим от 0,001 % до 0,000001 % массы тела живых существ, относят ванадий, германий, йод (входит в состав тироксина, гормона щитовидной железы), кобальт (витамин В12), марганец, никель, рутений, селен, фтор (зубная эмаль), медь (входит в состав окислительных ферментов, участвующих в синтезе цитохромов), хром, цинк (входит в состав ферментов, участвующих в спиртовом брожении, в состав инсулина).

Ультрамикроэлементы составляют менее 0,0000001 % в организмах живых существ, к ним относят золото, серебро, которые оказывают бактерицидное воздействие, ртуть, подавляющую обратное всасывание воды в почечных канальцах, оказывая воздействие на ферменты. Также к ультрамикроэлементам относят платину и цезий. Некоторые к этой группе относят и селен, при его недостатке развиваются раковые заболевания. Функции ультрамикроэлементов ещё малопонятны.

История развития и методы генетики

Чем и как обеспечивается передача наследственных признаков? Первые попытки ответить на этот вопрос обоснованно были сделаны Грегором **Менделем** в **1865** году. Проводя опыты по скрещиванию гороха, он пришел к заключению, что наследственный представлен парными задатками, каждый из которых отвечает за определенный признак организма.

В 1911-1920 Морган сформулировал хромосомную теорию наследственности.

Нуклеиновые кислоты были открыты в 1868 году швейцарским учёным Иоганном Фридрихом Мишером, который назвал эти вещества «нуклеин», поскольку они были обнаружены в ядре (лат. nucleus). В **1944 Эйвери** доказал, что нуклеиновые кислоты – это вещество наследственности.

Расшифровка структуры ДНК в **1953** году стала одним из поворотных моментов в истории биологии. За выдающийся вклад в это открытие **Фрэнсису Крику, Джеймсу Уотсону и Морису Уилкинсу** была присуждена Нобелевская премия по физиологии или медицине 1962 г. Основой этого открытия стали работы **Розалинд Франклин**, которая получила рентгенограммы, без которых невозможно было бы сделать выводы о структуре ДНК.

В 60-е годы была проведена расшифровка генетического кода (Холли, Корана, Ниренбергер), осуществлен первый синтез гена в лаборатории (Корана), создана теория регуляции синтеза белка на основе оперона (теория Жакоба и Моно).

В 1967 Карл Вёзе предположил, что РНК обладают каталитическими свойствами. Он выдвинул так называемую гипотезу мира РНК, в котором РНК прото-организмов служила и в качестве молекулы хранения информации (сейчас ДНК) и молекулы, которая катализировала метаболические реакции (сейчас ферменты).

В 70-е годы были разработаны первые методы генной инженерии, а уже в конце 20 века реальностью стало клонирование животных и производство трансгенных растений в промышленных масштабах.

В 1976 Уолтер Фаэрс и его группа в Гентском Университете в Бельгии определили первую последовательность генома РНК-содержащего вируса, бактериофага MS2.

Современная генетика обеспечила новые возможности для исследования деятельности организма: с помощью индуцированных мутаций можно выключать и включать почти любые физиологические процессы, прерывать биосинтез белков в клетке, изменять морфогенез, останавливать развитие на определенной стадии. Мы теперь можем глубже исследовать популяционные и эволюционные процессы, изучать наследственные болезни, проблему раковых заболеваний и многое другое. В последние годы бурное развитие молекулярно-биологических подходов и методов позволило генетикам не только расшифровать геномы многих организмов, но и конструировать живые существа с заданными свойствами. Таким образом, генетика открывает пути моделирования биологических процессов и способствует тому, что биология после длительного периода дробления на отдельные дисциплины вступает в эпоху объединения и синтеза знаний.

Методы изучения наследственности и изменчивости (генетики):

- ✓ гибридологический (основан Менделем);
- ✓ генеалогический (составление и анализ родословных);
- ✓ близнецовый (роль наследственности и среды);
- ✓ цитогенетический (исследование хромосом под электронным микроскопом);
- ✓ популяционный (исследование распространения отдельных генов или хромосомных аномалий в популяциях);
- ✓ мутационный (воздействие на гены и изучение последствий);
- ✓ рекомбинационный – изучение частоты скрещивания (рекомбинации, кроссинговера) между генами в одной хромосоме, составление карт хромосом;
- ✓ метод селективных проб (биохимический) – установление изменения последовательности аминокислот в полипептидной цепи как результата генных мутаций.

Основная цель методов генетики – определить последовательность генных локусов и тонкую структуру генов, а также их связь с наследуемыми признаками. Геном разделяют на хромосомы, хромосомы – на группы сцепления, затем на отдельные гены.

На основе генетических исследований возникли новые области знания (молекулярная биология, молекулярная генетика), соответствующие биотехнологии (такие, как генная инженерия) и методы (например, полимеразная цепная реакция), позволяющие выделять и синтезировать нуклеотидные последовательности, встраивать их в геном, получать гибридные ДНК со свойствами, не существовавшими в природе. Получены многие препараты, без которых уже немыслима медицина. Разработаны принципы выведения трансгенных растений и животных, обладающих признаками разных видов. Стало возможным характеризовать особей по многим полиморфным ДНК-маркерам: микросателлитам, нуклеотидным последовательностям и др.

Сейчас возникают экологические и этические проблемы в связи с работами по созданию «химер» – трансгенных растений и животных, «копированию» животных путем пересадки клеточного ядра в оплодотворенную яйцеклетку, генетической «паспортизации» людей и т.п. В ведущих державах мира принимаются законы, ставящие целью предотвратить нежелательные последствия таких работ.

Аппаратура и материалы: биологический световой микроскоп, готовые временные и постоянные биологические препараты; иммерсионное масло.

Техника безопасности

Для получения достоверных результатов исследований, обеспечения личной безопасности и безопасности окружающих при выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила.

11. Приходить на занятия подготовленным, с оформленной предыдущей работой и выученным теоретическим материалом.
12. Работать только в чистых халатах и головных уборах.
13. Строго соблюдать общие правила техники безопасности работы с электроприборами, химическими веществами и спиртовками, а также специальные правила техники выполнения микробиологических работ.
14. В лаборатории нельзя находиться в верхней одежде, принимать пищу, курить; на столах не должно быть посторонних предметов.
15. В конце занятия студент обязан привести в порядок рабочее место, сдать его дежурному. Дежурный сдает аудиторию лаборанту.

Порядок и методика выполнения работы

4. Ознакомиться с оборудованием биологической лаборатории.
5. Записать, выучить и соблюдать основные правила техники безопасности работы в

лаборатории.

6. Изучить закономерности наследственности: законы Менделя, взаимодействие аллельных генов.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе оформляется в специальной тетради и содержит: дату, название, цель работы*, правила техники безопасности выполнения работ в биологической лаборатории; схему устройства микроскопа; заполненную таблицу с подробным описанием всех частей микроскопа; определения общего увеличения и разрешающей способности микроскопа; правила работы со световым микроскопом; зарисовки препаратов, просмотренных под микроскопом. При оформлении работы сокращения не допускаются!

Контрольные вопросы и защита работы

1. Химический состав живых организмов.
 2. Что такое биогенные элементы? Какова их роль в живом организме?
 3. Назовите важнейшие неорганические вещества клетки, перечислите их функции.
 4. Назовите важнейшие органические вещества клетки
- История развития и методы генетики.

Лабораторная работа № 5.

Изучение закономерностей наследственности: законы Моргана, взаимодействие неаллельных генов.

Цель: изучить закономерности наследственности: законы Моргана, взаимодействие неаллельных генов.

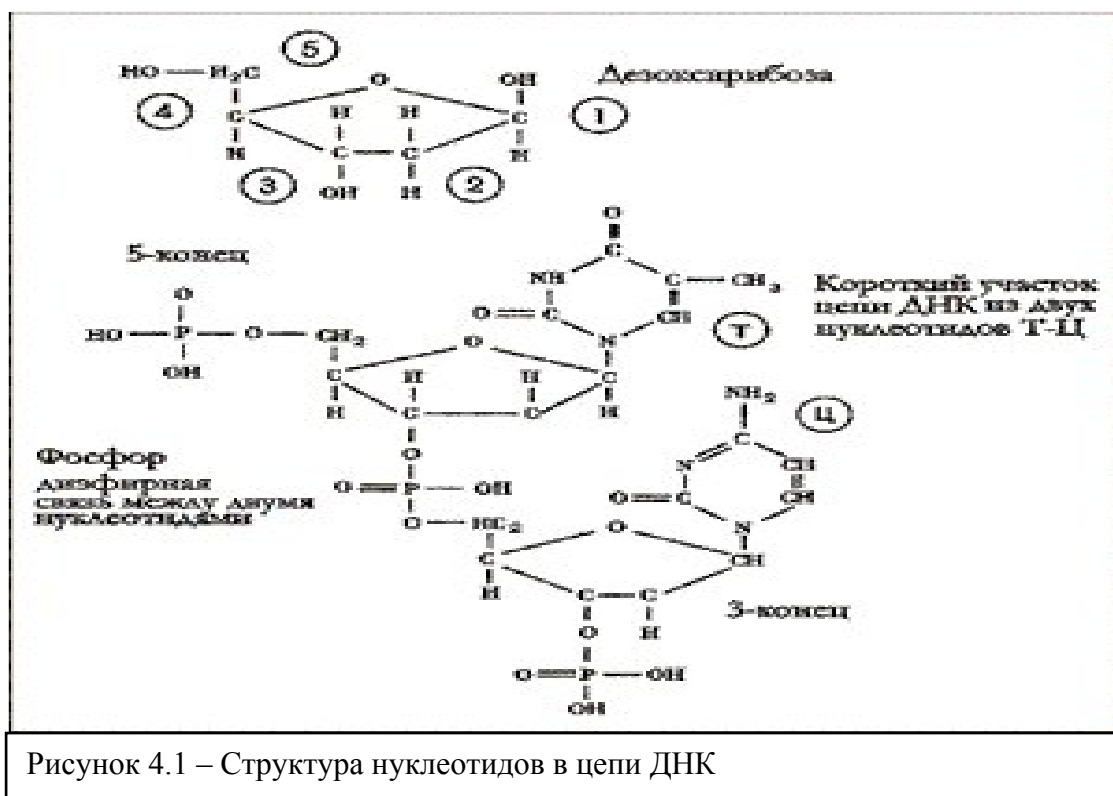
Теоретическое обоснование

Химическое строение и уровни организации ДНК

Модель структуры ДНК, разработанная американскими учеными Уотсоном и Криком, представляет собой трехмерную спираль, состоящую из двух полинуклеотидных цепей, комплементарно связанных между собой.

ДНК - полимер, мономерами в котором являются нуклеотиды – химические соединения, состоящие из (рис. 4.1):

- углевода с пятичленным циклом (дезоксирибозы),
- азотистого основания (аденина, гуанина, тимина или цитозина),
- остатка фосфорной кислоты.



одного нуклеотида с гидроксильной группой на С3 другого, т.е. через образование фосфодиэфирной связи. Принцип комплементарности означает, что при образовании связей между двумя полинуклеотидными цепями аденин одной цепи соединяется только с тиминами другой (А=Т), а гуанин – только с цитозинами (Г≡Ц). Эти две длинные цепи закручены одна вокруг другой в виде двойной спирали, стабилизированной водородными связями, образующимися между обращенными друг к другу азотистыми основаниями входящих в неё цепей. В природе эта спираль, чаще всего, правозакрученная.

Направления от 3'-конца к 5'-концу в двух цепях, из которых состоит молекула ДНК, противоположны (цепи «антипараллельны» друг другу) (рис. 4.2).

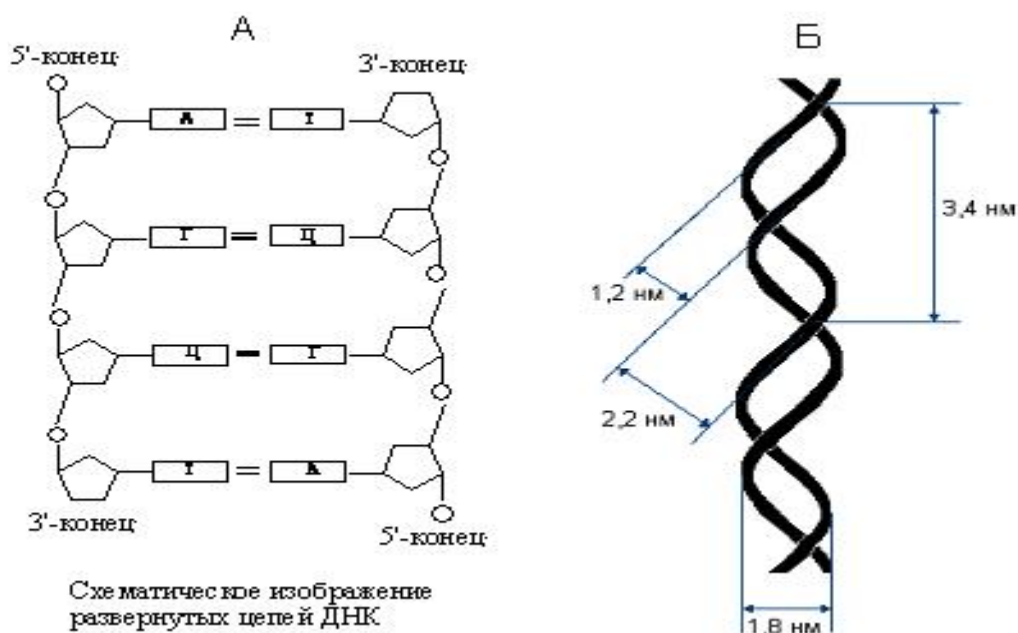


Рисунок 4.2 – Структура полинуклеотидных цепей, комплементарно связанных между собой, и спирали ДНК

Современная генетика выделяет три уровня организации ДНК как материала наследственности и изменчивости: **генный, хромосомный, геномный**.

Генный уровень организации ДНК

Термин «ген» был введен в употребление в 1909 году датским ботаником Вильгельмом Иогансеном три года спустя после введения Уильямом Бэтсоном термина «генетика» для замены неопределенных понятий «зачатка», «детерминанта», «наследственного фактора».

Ген – это элементарная функциональная единица наследственности, определяющая возможность развития отдельного признака клетки или организма. По химическому строению ген – это участок молекулы ДНК, содержащий информацию о последовательности аминокислот в одной полипептидной цепи (белке) или о структуре одной молекулы РНК.

Многообразие жизни обусловлено разнообразием белковых молекул, выполняющих важнейшие биологические функции (ферментов – биокатализаторов всех реакций метаболизма, структурных компонентов). Свойства определяются структурой белка, обусловленной в свою очередь набором и расположением (последовательностью) аминокислот в полипептидной цепи. Именно эта последовательность закодирована в ДНК.

Ген обладает определенными свойствами, которые кратко могут быть описаны следующим образом.

1. Ген - кодирующая система.

Генетический код:

- называется триплетным, т.к. каждая аминокислота шифруется последовательностью трех нуклеотидов (табл. 4.1).

- является универсальным (одинаков для всех живых систем от бактерий до человека, один и тот же триплет кодирует одну и ту же аминокислоту);
- имеет кодоны-терминаторы, которые не кодируют аминокислоты, но служат стоп – сигналами и обозначают конец белковой цепи;
- является вырожденным (каждая аминокислота кроме метионина и триптофана кодируется более чем одним кодоном) (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Таблица генетических кодов, шифрующих аминокислоты

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	Асн	Сер	У (А)
	Иле	Тре	Асн	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)

2. Ген обладает способностью к **ауторепродукции** (самоудвоению – репликации).

Каждая молекула ДНК состоит из одной цепи исходной родительской молекулы и одной вновь синтезированной цепи. Такой механизм репликации называется полуконсервативным.

Двойная спираль ДНК в отдельных участках расплетается под действием фермента геликазы, образуются т.н. репликационные вилки. В каждой такой области при участии ДНК-полимеразы синтезируется ДНК двух дочерних молекул, одна быстрее от 5 к 3 концу – лидирующая цепь, вторая короткими фрагментами – фрагментами Оказаки, это отстающая цепь. Конечный результат – образование двух одинаковых молекул ДНК с одинаковой последовательностью нуклеотидов. Фрагмент ДНК от начала репликации до ее окончания называется репликоном (рис. 4.3).

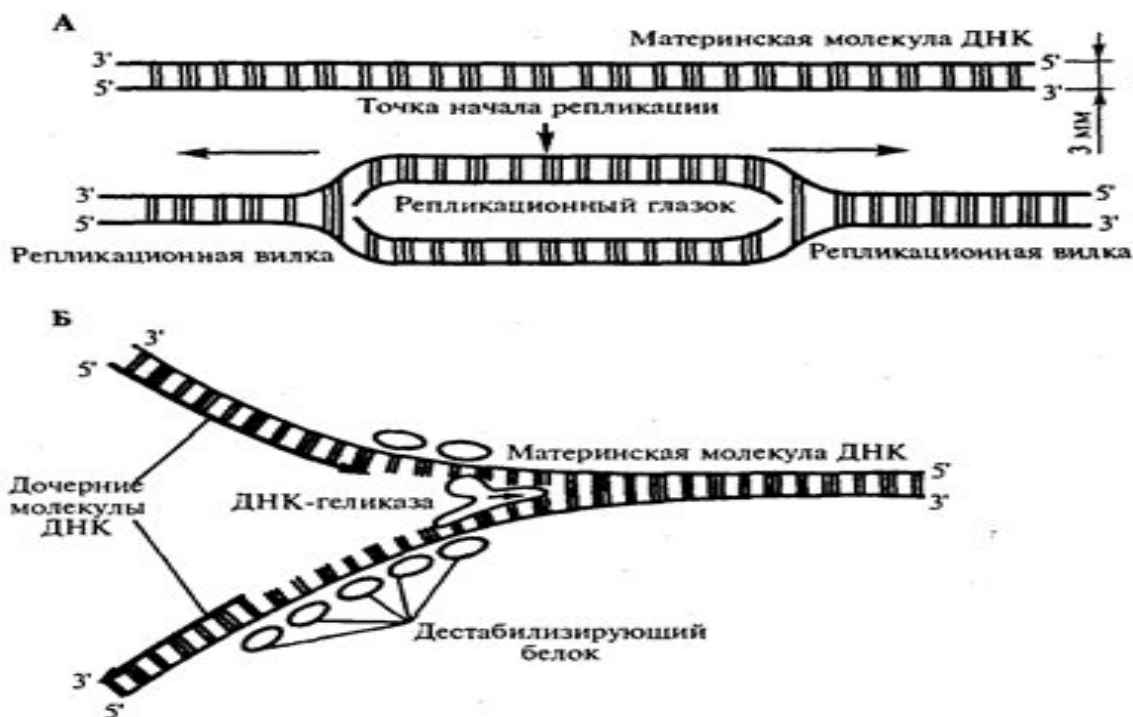


Рисунок 4.3 – Механизм репликации ДНК

3. Ген обладает способностью к **мутациям**.

Генные (точечные) мутации – изменение нуклеотидов внутри гена, например, вставки, выпадение (делеции), дупликации (удвоение); инверсии (перестановки).

Т.к. живые организмы стремятся к сохранению своей целостности и индивидуальности в виде вида, в природе существуют определенные механизмы сохранения нуклеотидной последовательности и предотвращения мутаций – механизмы **репарации**.

Хромосомный уровень организации ДНК

Гены объединены в комплексы – **хромосомы** (термин ввел Вольдейер в 1888 году, назвав так внутренние структурные элементы эукариотической клетки, хорошо прокрашивающиеся основными красителями).

Важнейшие положения **хромосомной теории наследственности** были сформулированы Морганом в начале 20 века:

- 1) Гены расположены по длине хромосом линейно.
- 2) Гены в хромосомах образуют группы сцепления и взаимодействуют, причем сила взаимодействия обратно пропорциональна расстоянию между генами.
- 3) Гены подвержены рекомбинации при мейозе в процессе кроссинговера.

Химический состав хромосом – ДНК и белки, которые можно разделить на две основных группы: гистоны и негистоновые.

В интерфазе генетический материал находится в виде хроматина (эу и гетеро), который в профазе уплотняется до состояния видимых под микроскопом хромосом. В процессе уплотнения (компактизации) ДНК выделяют 5 уровней (рис. 4.4):

- нуклеосомный,
- нуклеомерный,
- хромомерный,
- хромономный,

- хромосомный.

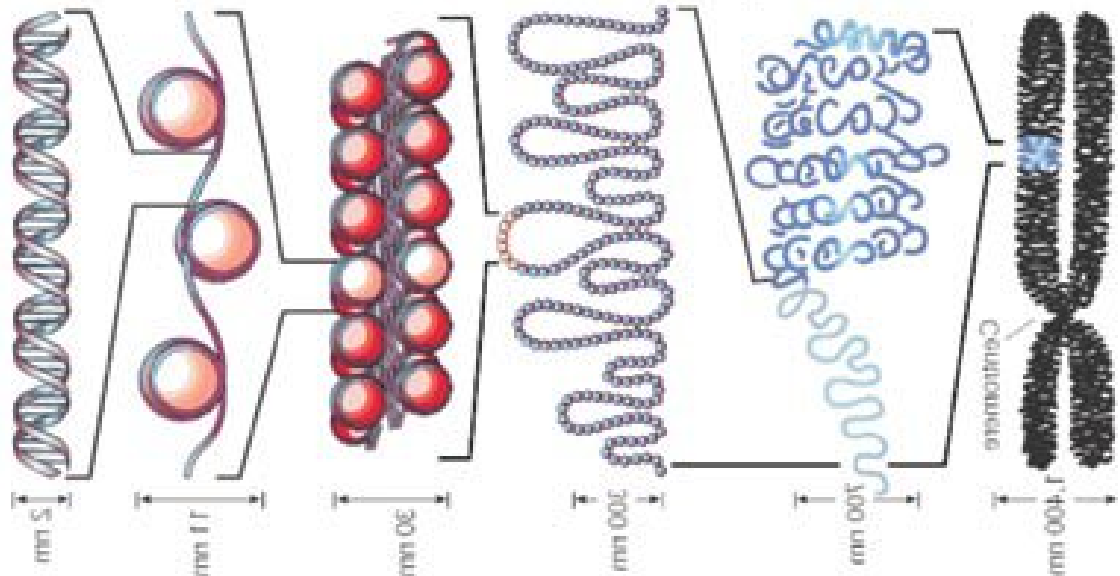


Рисунок 4.4 – Уровни компактизации ДНК в профазе митоза

В результате происходит суперспираллизация нити ДНК в 8 тысяч раз.

В зависимости от места положения центромеры и длины плеч различают следующие морфологические типы хромосом (рис. 4.5):

- метацентрические (равноплечные);
- субметацентрические (центромера несколько сдвинута к одному из концов);
- акроцентрические (центромера сильно смещена к концу);
- телоцентрические или В-хромосомы (центромера на конце, второго плеча нет).

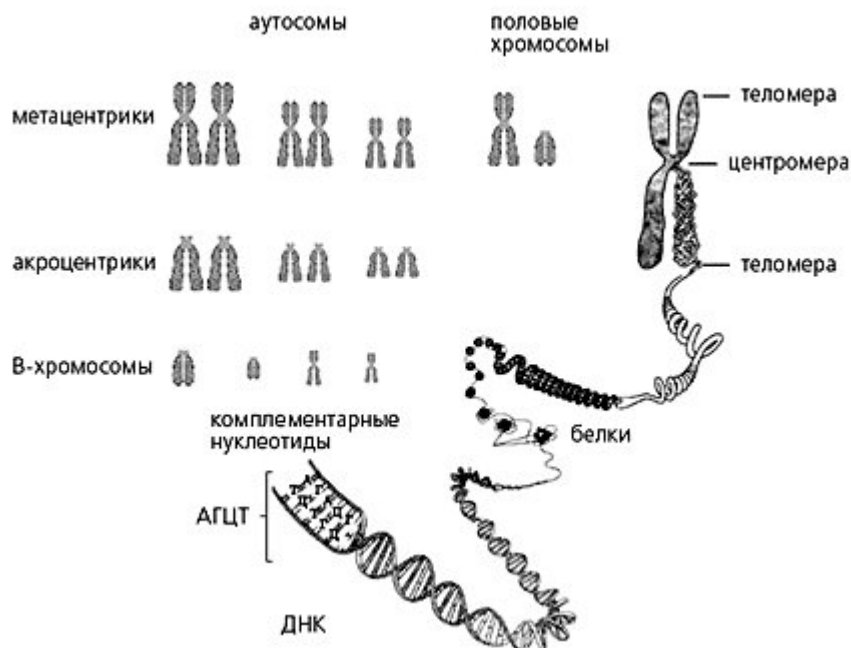


Рисунок 4.5 – Структура и морфология хромосом

Геномный уровень организации ДНК

Кариотип можно охарактеризовать с помощью т.н. 4 правил хромосом.

1. Правило **постоянного числа** хромосом (для каждого вида характерно строго определенное число хромосом; в соматических клетках – диплоидный набор, в половых – гаплоидный).

3. Правило **парности** хромосом (каждая индивидуальная хромосома гаплоидного набора имеет себе пару в соматических диплоидных клетках, т.е. сходную по морфологии и функциям – гомологичную, парные гены в гомологичных хромосомах - аллельные).

4. Правило **непрерывности** хромосом (каждая хромосома образуется только из хромосомы путем редупликации).

Кариотип является специфическим признаком организма. Зависимость между числом хромосом и уровнем эволюционного развития не установлена. Так, например, у прокариот – 1 хромосома, у одноклеточных эукариотов – несколько, у человека – 46 (рис. 4.6), но у шимпанзе и таракана – 48, сазан имеет 104 хромосомы. Представители разного пола, имея в наборе в основном одинаковые хромосомы (аутосомы), отличаются по одной паре (половые или гетерохромосомы). Пример: у человека XX и XY – половые хромосомы.

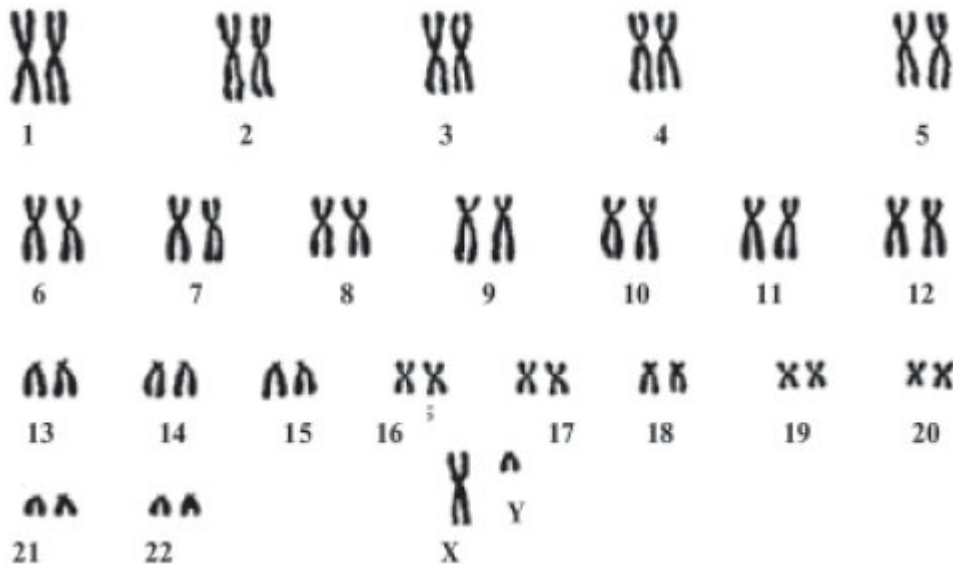


Рисунок 4.6 – Кариотип человека (мужчины)

Выводы

2. Модель структуры ДНК представляет собой трехмерную спираль, состоящую из двух полинуклеотидных цепей, комплементарно связанных между собой.

3. Современная генетика выделяет три уровня организации ДНК как материала наследственности и изменчивости: генный, хромосомный, геномный.

4. Ген – это участок молекулы ДНК, содержащий информацию о последовательности аминокислот в одной полипептидной цепи (белке) или о структуре одной молекулы РНК. Ген – это кодирующая система, он обладает способностью к самоудвоению и мутациям.

5. Хромосомы образуются путем суперспирализации ДНК в ядре клетки в профазе мейоза.

Аппаратура и материалы: биологический световой микроскоп, готовые временные и постоянные биологические препараты; иммерсионное масло.

Техника безопасности

Для получения достоверных результатов исследований, обеспечения личной безопасности и безопасности окружающих при выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила.

16. Приходить на занятия подготовленным, с оформленной предыдущей работой и выученным теоретическим материалом.

17. Работать только в чистых халатах и головных уборах.

18. Строго соблюдать общие правила техники безопасности работы с электроприборами, химическими веществами и спиртовками, а также специальные правила техники выполнения микробиологических работ.

19. В лаборатории нельзя находиться в верхней одежде, принимать пищу, курить; на столах не должно быть посторонних предметов.

20. В конце занятия студент обязан привести в порядок рабочее место, сдать его дежурному. Дежурный сдает аудиторию лаборанту.

Порядок и методика выполнения работы

7. Ознакомиться с оборудованием биологической лаборатории.

8. Записать, выучить и соблюдать основные правила техники безопасности работы в лаборатории.

9. Изучить закономерности наследственности: законы Моргана, взаимодействие неаллельных генов.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе оформляется в специальной тетради и содержит: дату, название, цель работы*, правила техники безопасности выполнения работ в биологической лаборатории; схему устройства микроскопа; заполненную таблицу с подробным описанием всех частей микроскопа; определения общего увеличения и разрешающей способности микроскопа; правила работы со световым микроскопом; зарисовки препаратов, просмотренных под микроскопом. При оформлении работы сокращения не допускаются!

Контрольные вопросы и защита работы

1. Химическое строение и уровни организации ДНК. Кто разработал модель ДНК?
2. Генный уровень организации ДНК. Свойства гена.
3. Хромосомный уровень организации ДНК.
4. Геномный уровень организации ДНК.

Лабораторная работа № 6.

Изучение строения клеток грибов и растений.

Цель: изучить строение прокариотических и эукариотических клеток, особенности строения и функционирования растительных тканей.

Теоретическое обоснование

В современной цитологии - науке, изучающей строение клетки, используют следующие методы исследований:

- > **микроскопические**, с использованием световой, темнопольной, люминесцентной, фазово-контрастной и электронной микроскопии;
- > **цитохимические**, основанные на избирательной адсорбции определенных реактивов веществами цитоплазмы;
- > **ауторадиографические**, основанные на введении в клетку радиоактивных изотопов фосфора, углерода и водорода и последующего обнаружения их на фотоэмульсионных материалах;
- > **методы дифференциального центрифугирования**, основанные на разрушении клетки и разделении клеточных органелл по молекулярной массе;
- > **хроматографические и электрофоретические** методы разделения и идентификации органических веществ клетки;
 - > **рентгеноструктурный анализ** - определение пространственного расположения молекул;
- > **биохимические, генетические, иммунологические**;
- > **культивирование** клеток на специальных питательных средах.

При микроскопировании препаратов эукариотических клеток на обычном световом микроскопе при увеличении 40х15 можно увидеть основные структурные компоненты: ядро, цитоплазму, цитоплазматическую мембрану и клеточную стенку, вакуоли, клеточные включения, хлоропласты и др.

Аппаратура и материалы: микроскоп, образцы растительных тканей (кожица лука, водоросли, листья растений), готовые гистологические препараты животных тканей; вспомогательные материалы для подготовки и просмотра под микроскопом биологических препаратов (предметные и покровные стекла, скальпели, иммерсионное масло, фильтровальная бумага).

Техника безопасности

При выполнении работы следует соблюдать правила работы с микроскопом и приготовления биологических препаратов.

Порядок и методика выполнения работы

1. Ознакомиться с методами изучения строения клетки.
2. Приготовить препараты типа «раздавленная капля», используя образцы растительных тканей. Изучить строение растительных эукариотических клеток на примере клеток кожицы лука и водоросли под микроскопом, зарисовать препараты и подписать увиденные структурные компоненты клеток и тканей.
3. Изучить по плакатам и альбомам микроструктуру растительной клетки и зарисовать подробную схему ее строения в тетради.
4. Приготовить препараты клеток грибов (дрожжей, плесеней), просмотреть под

микроскопом, зарисовать и подписать видимые структурные компоненты.

5. Изучить по альбомам и зарисовать ультраструктуру дрожжевой клетки.

6. Провести сравнительный анализ строения разных типов клеток и заполнить таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Строение про- и эукариотических клеток.

Признаки	Прокариотические клетки	Эукариотические клетки	
		Растительные	Животные

Содержание отчета по лабораторной работе: методы исследования строения клетки, зарисовки препаратов и ультраструктуры растительных, грибных и животных клеток и тканей со всеми необходимыми сопровождающими подписями; заполненная таблица сравнительной оценки строения разных типов клеток.

Контрольные вопросы

1. Основные этапы истории открытия клеточного строения и развития клеточной теории.
2. Современные методы исследования строения клетки.
3. Типы клеточной организации. Принцип компартментации в цитологии.
4. Химический состав и основные функции веществ клетки.
5. Общие обязательные структурные компоненты клеток.
6. Элементарные структурные компоненты растительной клетки.
7. Элементарные структурные компоненты животной клетки.
8. Строение и функции ядра.
9. Строение и функции цитоплазматической мембраны (плазмалеммы).
10. Строение и функции эндоплазматической сети.
11. Строение и функции рибосом.
12. Строение и функции комплекса Гольджи.
13. Строение и функции митохондрий.
14. Строение, виды и функции лизосом.
15. Виды и функции пластид. Строение и функции хлоропласта.
16. Виды и функции клеточных включений.
17. Сравнительный анализ строения клеток разных типов.

Содержание отчета: При подготовке к лабораторным занятиям необходимо изучить лекционный материал, дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем, а также самостоятельно подготовить ответы на вопросы к защите лабораторных работ и выполнить задания по теме занятия.

Лабораторная работа № 7.

Изучение строения клеток животных.

Цель: изучить строение прокариотических и эукариотических клеток, особенности строения и функционирования животных тканей.

Теоретическое обоснование

В современной цитологии - науке, изучающей строение клетки, используют следующие методы исследований:

- > **микроскопические**, с использованием световой, темнопольной, люминесцентной, фазово-контрастной и электронной микроскопии;
- > **цитохимические**, основанные на избирательной адсорбции определенных реактивов веществами цитоплазмы;
- > **ауторадиографические**, основанные на введении в клетку радиоактивных изотопов фосфора, углерода и водорода и последующего обнаружения их на фотоэмульсионных материалах;
- > **методы дифференциального центрифугирования**, основанные на разрушении клетки и разделении клеточных органелл по молекулярной массе;
- > **хроматографические и электрофоретические** методы разделения и идентификации органических веществ клетки;
 - > **рентгеноструктурный анализ** - определение пространственного расположения молекул;
- > **биохимические, генетические, иммунологические**;
- > **культивирование** клеток на специальных питательных средах.

При микроскопировании препаратов эукариотических клеток на обычном световом микроскопе при увеличении 40х15 можно увидеть основные структурные компоненты: ядро, цитоплазму, цитоплазматическую мембрану и клеточную стенку, вакуоли, клеточные включения, хлоропласты и др.

Аппаратура и материалы: микроскоп, образцы растительных тканей (кожица лука, водоросли, листья растений), готовые гистологические препараты животных тканей; вспомогательные материалы для подготовки и просмотра под микроскопом биологических препаратов (предметные и покровные стекла, скальпели, иммерсионное масло, фильтровальная бумага).

Техника безопасности

При выполнении работы следует соблюдать правила работы с микроскопом и приготовления биологических препаратов.

Порядок и методика выполнения работы

7. Ознакомиться с методами изучения строения клетки.
8. Приготовить препараты типа «раздавленная капля», используя образцы животных тканей. Изучить строение животных клеток на примере эпидермиса под микроскопом, зарисовать препараты и подписать увиденные структурные компоненты клеток и тканей.
9. Изучить по плакатам и альбомам микроструктуру животной клетки и зарисовать подробную схему ее строения в тетради.
10. Приготовить препараты клеток животных, просмотреть под микроскопом, зарисовать и подписать видимые структурные компоненты.

11. Изучить по альбому и зарисовать ультраструктуру животной клетки.
12. Изучить готовые гистологические препараты и зарисовать строение различных животных эукариотических клеток и тканей по индивидуальному заданию преподавателя. Под рисунками дать краткую информацию о функциях основных видов тканей.
13. Изучить по плакатам и альбому микроструктуру животной клетки и зарисовать подробную схему ее строения в тетради.
14. Провести сравнительный анализ строения разных типов клеток и заполнить таблицу 4.1.

Таблица 4.1 - Строение про- и эукариотических клеток.

Признаки	Прокариотические клетки	Эукариотические клетки	
		Растительные	Животные

Содержание отчета по лабораторной работе: методы исследования строения клетки, зарисовки препаратов и ультраструктуры растительных, грибных и животных клеток и тканей со всеми необходимыми сопровождающими подписями; заполненная таблица сравнительной оценки строения разных типов клеток.

Контрольные вопросы

18. Основные этапы истории открытия клеточного строения и развития клеточной теории.
19. Современные методы исследования строения клетки.
20. Типы клеточной организации. Принцип компартментации в цитологии.
21. Химический состав и основные функции веществ клетки.
22. Общие обязательные структурные компоненты клеток.
23. Элементарные структурные компоненты растительной клетки.
24. Элементарные структурные компоненты животной клетки.
25. Строение и функции ядра.
26. Строение и функции цитоплазматической мембраны (плазмалеммы).
27. Строение и функции эндоплазматической сети.
28. Строение и функции рибосом.
29. Строение и функции комплекса Гольджи.
30. Строение и функции митохондрий.
31. Строение, виды и функции лизосом.
32. Виды и функции пластид. Строение и функции хлоропласта.
33. Виды и функции клеточных включений.
34. Сравнительный анализ строения клеток разных типов.

Содержание отчета: При подготовке к лабораторным занятиям необходимо изучить лекционный материал, дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем, а также самостоятельно подготовить ответы на вопросы к защите лабораторных работ и выполнить задания по теме занятия.

Лабораторная работа № 8.

Изучение систематики и закономерностей эволюции растений.

Цель: изучить систематику и закономерности эволюции растений.

Теоретическое обоснование

Основные концепции эволюции. История развития эволюционного учения

В истории развития эволюционного учения можно выделить несколько основных концепций, по-разному объясняющих происхождение и целесообразное устройство живого мира.

1. Креационизм – жизнь возникла в результате акта творения, все существующее в этом мире постоянно и неизменно.

2. Трансформизм – допускает некоторую изменчивость отдельных особей, но целесообразность – изначальное свойство организмов, данное богом.

3. Эволюционная теория Ламарка – признание исторического развития живого, но целесообразность – свойство, данное творцом.

4. Дарвинизм – эволюционная теория, изучающая общие закономерности развития органического мира; целесообразность в строении живых существ – результат борьбы за существование и естественного отбора.

5. Современная эволюционная теория как синтез дарвинизма и генетики.

Мыслители древности задумывались о происхождении и развитии жизни на Земле. Например, Фалес из Милета (5 век до нашей эры) считал, что общий источник всего живого – вода; Гераклит считал основой мира движение: «Все течет и ничто не остается постоянным»; Эмпедокл писал, что в основе всего существующего 4 физических принципа: огонь, воздух, вода и земля, ими управляют две силы – объединяющая (любовь) и разъединяющая (ненависть).

Доктрина абиогенеза (спонтанного самозарождения жизни) возникла в Древней Греции и господствовала вплоть до 18 века. Сущность: неживая материя, соединяясь с атомами огня (Демокрит) или с божественным активным началом (душой, Платон), образует живые существа. Аристотель высказывал идею о «лестнице существ», но без идеи о развитии от низшего к высшему.

Средние века были шагом назад в истории развития эволюционного учения, господствовали догматические метафизические представления о **неизменности живого и целесообразности как результате мудрости творца**.

В конце 17 – начале 18 веков исследования ученых приводят к ломке догматов и застывших представлений об абиогенезе. Термин «эволюция» введен в 1762 году Шарлем Бонне.

Окончательно доказал невозможность самозарождения жизни в современных условиях Пастер в 1861. Отрицание старой теории абиогенеза привело к формированию представлений о вечности жизни во Вселенной, возникла гипотеза панспермии (Аррениус).

В 18 веке возникает, а в 19 активно развивается идея об изменчивости видов (Бэкон, Бюффон), закладываются основы классификации живого мира (Линней). Ломоносов, Кант, Дидро разработали вопрос о влиянии фактора времени и высказали

предположение о том, что Земля существовала гораздо более длительный период времени, чем это предполагалось ранее. Однако единой системы взглядов не было.

Впервые ее попытался создать Жан-Батист **Ламарк** (1744-1829), который считается первым эволюционистом. Он расположил живые организмы в ряд от простейших до сложных и высказал идею о том, что низшие постепенно усложнялись, превращаясь в высшие.

Основные положения теории Ламарка:

1. Творец Вселенной создал лишь материю и законы, постоянно действующие в природе, а потом не вмешивался в дела Природы.
2. Ступени, на которых располагаются живые существа – результат прогрессивной эволюции, усложнения форм жизни.
3. Эволюция – длительный исторический процесс, изменения протекают очень медленно, незаметно для человека.
4. Существует два фактора эволюции: влияние внешней среды и тенденция к совершенствованию (целесообразности), которая дана богом.

Предпосылками возникновения дарвинизма в 18-19 веках стало развитие промышленности и торговли, приведшее к расширению знаний о возможностях селекции животных, о живых существах разных континентов; в различных областях биологии накопилось большое количество фактов, свидетельствующих о единстве всего живого и изменчивости видов.

Чарльз Роберт **Дарвин** (1809-1882) сделал гениальное обобщение этих фактов. В 1859 году вышла его труд «Происхождение видов путем естественного отбора», который стал переворотом в естествознании. Эволюционное учение Ч. Дарвина включает 3 основных раздела:

- рассмотрение совокупности доводов, подтверждающих историческое развитие организмов;
- положения о движущих силах эволюции (наследственность, изменчивость, естественный отбор, борьба за существование);
- представления о путях эволюционных преобразований (основной – дивергенция).

Классический дарвинизм – учение о **макроэволюции** - об эволюции крупных групп организмов в течение геологических периодов на обширных территориях, т.е. о процессе формирования таксонов надвидового ранга, который не может быть исследован экспериментально.

Микроэволюция – эволюция вида, изучает изменения, приводящие к его дифференцировке вплоть до образования новых видов.

Современная эволюционная теория является синтезом различных дисциплин, прежде всего, генетики и дарвинизма. Генетические идеи проникли в систематику, палеонтологию, эмбриологию, биогеографию. Авторы синтетической теории расходились во мнениях по ряду фундаментальных проблем и работали в разных областях биологии, но они были практически единодушны в трактовке следующих основных положений:

- элементарной единицей эволюции считается локальная популяция;
- материалом для эволюции являются мутационная и рекомбинационная изменчивость;
- естественный отбор рассматривается как главная причина развития адаптаций, видообразования и происхождения надвидовых таксонов;

- дрейф генов и принцип основателя выступают причинами формирования нейтральных признаков;
- вид есть система популяций, репродуктивно изолированных от популяций других видов, и каждый вид экологически обособлен;
- видообразование заключается в возникновении генетических изолирующих механизмов и осуществляется преимущественно в условиях географической изоляции.

Доказательства эволюции в палеонтологии

На основе изучения ископаемых остатков (в т.ч. методами радиоактивных изотопов) создана шкала геологического времени – история Земли разделена на эры, периоды, эпохи, которые существенно отличались соотношением между сушей и морями, климатом. Это приводило к смене флор и фаун, изменениям в структуре биogeоценозов.

Катархей (ранее 3,5 млрд лет назад) – не было жизни.

Архей (3,5 млрд. лет назад) – возникновение жизни (первичные прокариоты, цианобактерии, начало формирования кислородной оболочки), существование единого материка – Пангеи, который затем разделился.

Протерозой (2,6 млрд. лет назад) – возникновение всех типов беспозвоночных, жизнь в воде (медузы, водоросли, плеченогие, членистоногие, простейшие, беспозвоночные). Насыщение воздуха кислородом, образование озонового слоя – защиты от излучения – возможность выхода на сушу.

Палеозой (570 млн. лет назад) – 6 периодов (кембрий, ордовик, силур, девон, карбон, пермь), появление первых позвоночных, расцвет амфибий, выход животных на сушу в результате поднятия платформ и увеличения площади суши.

Мезозой (230 млн. лет назад) – 3 эры (триас, юра, мел), расцвет рептилий. Продолжается поднятие суши, тепло. Возникают и вымирают различные пресмыкающиеся. Растения становятся покрытосеменными, цветковыми, появляются древнейшие птицы.

Кайнозой (66 млн. лет назад) – 3 эры (палеоген, неоген, антропоген), расцвет млекопитающих. Возникновение морских и наземных организмов всех современных групп, птицы, млекопитающие. Человек как вид появился в кайнозойскую эру, конец третичного – начало четвертичного периода, мы живем в современную эпоху (около 11 тысяч лет с окончания последнего оледенения).

Антропогенез — часть биологической эволюции, которая привела к появлению человека разумного (лат. Homo sapiens), отделившегося от прочих гоминид, человекообразных обезьян и плацентарных млекопитающих, процесс историко-эволюционного формирования физического типа человека, первоначального развития его трудовой деятельности, речи.

Доказательства животного происхождения человека получены в результате сравнительного изучения строения и развития организма человека и других животных. Общий план строения, наличие гомологичных органов, рудиментов и атавизмов - это данные сравнительной анатомии. Сходство эмбриональных стадий, повторение в эмбриогенезе признаков животных предков (рекапитуляция) - это данные сравнительной эмбриологии. Сходство белков-антигенов, наследственного аппарата - это данные молекулярной биологии и генетики. Наибольшее сходство человек имеет с современными человекообразными обезьянами (особенно с шимпанзе): более 350 анатомических и физиологических сходных признаков. Большое сходство хромосомного аппарата и

строения ДНК определяет сходство в строении гемоглобина, многих антигенов, ферментов. Например, у человека и человекообразных обезьян имеются группы крови системы АВО и Резус-фактор. У шимпанзе и человека 13 пар хромосом практически одинаковы; 3, 14 и X-хромосомы идентичны по рисунку при дифференциальном окрашивании. Молекулы гемоглобина человека и шимпанзе абсолютно идентичны (у гориллы - отличие по одной аминокислоте в а- и b- цепях; есть общие болезни и паразиты).

По генетическим расстояниям все приматы выстраиваются в стройный порядок, полностью повторяющий систему, построенную по анатомическим данным. Из всех приматов ближе всего к человеку шимпанзе, по наиболее современным подсчётам общий геном с которым у человека составляет около 94%, а иногда называются даже цифры до 98%. Но кроме сходств есть и принципиальные отличия, которые выделяют человека из животного мира. Различия можно объединить в 2 группы: морфологические (включая абсолютное прямохождение, развитие кисти и головного мозга) и психо-социальные (абстрактное мышление, членораздельная речь, трудовая деятельность).

Доказательства эволюции в биогеографии

В настоящее время на Земле выделяют 6 биогеографических зон, в которых обитают специфические (эндемичные) виды организмов.

В основе такого деления – научно доказанное предположение о том, что каждый вид возникал однажды в определенном месте (центр происхождения, теория Н.И.Вавилова), откуда расселялся, пока не встречал преграду (географическую, климатическую, пищевую).

Палеоарктическая область (Европа, Африка к северу от Сахары, часть Азии к северу от Гималаев). Основные биомы: тундра, хвойные леса, степи, лиственные леса, жестколистные леса, пустыни. Эндемичные виды: кроты, олени, овцы, козы, скворцы, сороки.

Неоарктическая область (Гренландия, Северная Америка). Основные биомы те же. Эндемичные виды: луговые собачки, опоссумы, сунсы, еноты, полярный заяц, медведь, лоси, олени. Четкая взаимосвязь с палеарктической областью указывает на то, что в прошлом существовал сухопутный мост.

Неотропическая область (Южная и Центральная Америка, юг Мексики). Основные биомы: тропический лес, степи (пампа), пустыни. Эндемичные виды: ламы, цепнохвостые обезьяны, тапиры, ленивцы, муравьеды, многие виды птиц.

Индо-Малайская область (Восточная, Индия, Цейлон, Индокитай, юг Китая). Основной биом: тропический лес. Широко представлены приматы, в т.ч. орангутанги, тигры, черная пантера, индийский слон, лианы, бамбук, черное дерево.

Эфиопская область (Африка к югу от Сахары, Мадагаскар). Основные биомы: тропический лес, саванна, пустыня; гориллы, шимпанзе, зебры, носороги, бегемоты, жирафы, львы, гиеновые собаки.

Австралийская область (Австралия, Новая Зеландия, Новая Гвинея) Основные биомы такие же. Утконос, кенгуру, коала, страус эму, какаду. Считается, что сохранение сумчатых в Австралии – результат ее обособления от Азии до возникновения высших млекопитающих.

Доказательства эволюции в анатомии, физиологии и эмбриологии

У многих форм наблюдается единство плана строения (например, скелеты позвоночных животных – лягушки и обезьяны), что указывает на родство особей.

Гомологичные органы – имеющих сходное строение, одинаковое положение в теле и развивающиеся из одинаковых эмбриональных зачатков у разных животных. Пример: ласт тюленя – крыло летучей мыши – передняя конечность лошади – рука человека (количество и форма костей, мышц, сосудов, нервов одинаково или близко).

Рудиментарные органы - утерявшие в филогенезе свое значение и функцию, оставшиеся в виде недоразвитых образований 9 у человека около 100.

Атавизмы – появление признаков, присущих далеким предкам и в норме не встречающееся у современных форм (обильная волосатость, хвост у человека)

Аналогичные органы – выполняющие одинаковые функцию, но не имеющие единства строения и происхождения (крылья насекомых и птиц).

Конвергентные органы – аналогичные органы и формы тела у организмов разных классов, живущих в одинаковых условиях (акула, ихтиозавр, дельфин).

Изучение строения и функционирования органов дыхания, пищеварения, кровообращения, выделения и др. свидетельствуют об эволюции. Особую ценность представляют формы, сочетающие в себе признаки нескольких крупных систематических единиц. Примеры: эвглена зеленая, ланцетник, яйцекладущие.

В конце 18 века обнаружено необычайное сходство между зародышами совершенно разных по виду и систематике животных. Это сходство указывает на родство. Карл Бэр сформулировал **закон зародышевого сходства**: черты, общие для большой группы родственных животных (класс, род) проявляются в развитии зародыша раньше частных признаков вида.

Классический пример: на ранней стадии развития зародыши рыбы, саламандры, черепахи, крысы и человека необычайно сходны. В дальнейшем наблюдается все больше различий, формируются особые признаки вида. Гипотеза: сначала действуют наиболее древние гены далеких предков, позднее контроль генов, характерных для современных видов.

В 1866 Геккель сделал более широкое обобщение и сформулировал **ОСНОВНОЙ БИОГЕНЕТИЧЕСКИЙ ЗАКОН**: онтогенез есть краткое повторение филогенеза, т.е. зародыш в процессе развития повторяет эволюционный путь своих предков.

Доказательства эволюции в области генетики, цитологии, биохимии и систематики

Появившиеся в двадцатом веке и быстро развивающиеся методы современных исследований, включая электронную микроскопию и молекулярно-генетические методы, позволили получить важнейшие доказательства единства происхождения живого мира:

- сходный химический состав и соотношение биогенных элементов, причем все эти элементы есть и в неживой природе;
- одинаковые принципы строения и функционирования белков и нуклеиновых кислот, в т.ч. генетическое кодирование, механизмы биосинтеза, энергетические циклы;
- клеточное строение всех живых существ, одинаковые механизмы деления клеток.

Наблюдаемые сегодня изменения в популяциях доказывают не только существование эволюции, но и существование ряда механизмов, необходимых для эволюционного происхождения всех видов от общего предка. Было установлено,

что геномы подвержены разнообразным мутациям, среди которых перемещение интронов, дупликация генов, рекомбинации, транспозиции, ретровирусные вставки (горизонтальный перенос генов), замена, удаление и вставка отдельных нуклеотидов, а также хромосомные перестройки. Известны такие хромосомные перестройки как дупликация генома (полиплоидия), неравный кроссинговер, хромосомная инверсия, транслокация, деление, слияние, дупликация и удаление хромосом. Также наблюдается изменение строения организмов и функциональные изменения — различные адаптации, появление способности усваивать новый вид пищи (в том числе — нейлон и пентахлорфенол, производство которых началось в 1930-х годах) и т. д. Кроме того, были обнаружены всевозможные промежуточные этапы возникновения новых видов, что свидетельствует о плавном характере видообразования.

Систематика – наука о разнообразии живых организмов, взаимоотношениях и родственных связях между группами (таксонами). Цель – создание системы органического мира. Включает три раздела:

- классификация (определяет порядок расположения таксонов в общей системе),
- номенклатура (диктует правила наименования таксонов),
- идентификация (подразумевает этапы и методы определения таксономической принадлежности организма).

Все живые существа можно объединить в иерархическую систему таксономических единиц (виды, роды, семейства, отряды (порядки), классы, типы (отделы), царства), связанных эволюционными отношениями.

Основы современной систематики были заложены Карлом Линнеем в середине 18 века. Он предложил принципы **искусственной** (условной, утилитарной) классификации на основе одного или нескольких легко обнаруживаемых признаков (например, по окраске, способу передвижения, ядовитости, месту обитания и т.д.).

В наши дни чаще пользуются **естественной и филогенетической** классификациями. Естественная классификация – это попытка использовать естественные взаимосвязи между организмами. В этом случае учитывается больше данных, чем в искусственной классификации, при этом принимаются во внимание не только внешние, но и внутренние признаки. Учитываются сходство в эмбриогенезе, морфологии, анатомии, физиологии, биохимии, клеточном строении и поведении. Филогенетическая классификация основана на эволюционных взаимосвязях. В этой системе, согласно существующим представлениям, в одну группу объединяются организмы, имеющие общего предка. Филогения (эволюционная история) той или иной группы может быть представлена в виде родословного древа, такого, например, как показано на рис 12.1.



Рисунок 12.1 – Филогенетическая классификация живых систем (эволюционное древо жизни)

Наряду с уже рассмотренными классификациями существует также **фенотипическая классификация**. Такая классификация представляет собой попытку избежать проблемы установления эволюционного родства, которое подчас оказывается очень трудным и очень противоречивым, особенно в тех случаях, когда необходимые ископаемые остатки слишком малочисленны или вовсе отсутствуют. Слово «фенотипический» происходит от греч. *phainomenon*, т.е. «то, что мы видим». Эта классификация основана исключительно на внешних, т.е. видимых, признаках (фенотипическое сходство), причем все учитываемые признаки считаются одинаково важными. Учитываться могут самые разнообразные признаки организма по принципу «чем больше, тем лучше». И совсем необязательно, чтобы они отражали эволюционные связи. Когда накапливается определенное число данных, на их основе рассчитывается степень сходства между различными организмами; обычно это делается с помощью компьютера, поскольку расчеты крайне сложны. Использование компьютеров в этих целях получило название **численной таксономии**.

Элементарные эволюционные факторы

В соответствии с современной теорией эволюции к основным эволюционным факторам относятся генотипическая изменчивость, естественный отбор, изоляция, популяционные волны и дрейф генов.

1. Генотипическая изменчивость

Мутационная изменчивость – основная форма; существует в виде генных, хромосомных и геномных мутаций. Хотя мутации происходят редко (вероятность генной мутации 10^{-6}), но в целом накапливается значительное количество. Большинство накапливающихся мутаций – рецессивные (доминантные тут же проявляются и подвергаются жесткому отбору), при этом популяция остается генетически однородной – скрытый резерв наследственной изменчивости. Доля полезных мутаций мала (1 на 10^9

вредных), но за период существования вида накапливаются значительные количества, что может привести к образованию нового вида, более приспособленного к новым условиям существования.

Комбинативная изменчивость – следствие механизмов мейоза (кроссинговер, случайное расхождение гомологичных хромосом, случайное сочетание гамет), результатом является большое разнообразие генотипов и фенотипов – исходного материала для естественного отбора.

2. **Естественный отбор** – избирательное (дифференциальное) воспроизведение определенных генотипов (выживание наиболее приспособленных), функционирует при наличии 2 факторов: интенсивного размножения особей и борьбы за существование.

Интенсивность размножения – рождается намного больше особей, чем может выжить. Гибель потомства – результат борьбы за существование.

Различают 3 вида борьбы за существование:

- **межвидовая** (между хищниками-плотоядными и травоядными, травоядными и растениями, птицами и насекомыми, между культурными растениями и сорняками, между микроорганизмами разных видов и т.д.);

- **внутривидовая** (между особями одного вида – рыжие тараканы вытесняют черных, серая крыса – черную, конкуренция за места гнездования, самцов – за самку, каннибализм у рыб);

- **с неблагоприятными условиями внешней среды** (с засухой, заморозками, переувлажнением – растения, недостаток кислорода в воде – рыбы, резкие колебания температуры – возникновение теплокровности и шерстного покрова).

Кто выживает в этой борьбе? Те виды, которые наиболее приспособлены к конкретным определенным условиям окружающей среды. Следовательно, **эволюционный процесс носит приспособительный характер**, а целесообразность обусловлена взаимосвязью и соответствием всех органов в организме условиям существования в определенных условиях.

Примеры приспособлений: внешний вид – покровительственная окраска, маскировка, предупреждающая окраска, мимикрия.

В зависимости от направленности и результата различают следующие формы естественного отбора:

Направленный (движущий) – вызывает прогрессивное или направленное в одну сторону изменение генетического состава популяции, проявляется в сдвиге средних значений отбираемых признаков в сторону их усиления (ослабления), характерен для популяций в процессе приспособления к новой среде (при медленно изменяющихся условиях внешней среды). Этот принцип используют при искусственном отборе. Пример: индустриальный меланизм бабочек.

Стабилизирующий отбор – сохраняет в популяции средний вариант фенотипа (признака), устраняет из репродуктивного процесса фенотипы, отклоняющиеся от нормы. Наиболее распространенная форма, характерна для постоянных условий окружающей среды.

Дизруптивный (разрывающий) отбор – сохраняет крайние формы, направлен против «средних» особей.

2. **Изоляция** – возникновение любых барьеров, препятствующих скрещиванию организмов, связана с другими факторами. Различают:

- Географическую (пространственную) – разрыв единого ареала водными или наземными преградами, обособление отдельных популяций, в каждой свои мутации, изменчивость, отбор, изменение генотипа, изменение фенотипа;
- Биологическую (репродуктивную) из-за несовпадения сезонов размножения, особенностей ритуала ухаживания, различия в строении органов размножения, несовместимость гамет.

3. Популяционные волны – периодические колебания численности организмов в природных популяциях. Причины различны: соотношение численности хищников и травоядных, деятельность человека (размножение кроликов в Австралии, колорадского жука и т.д.). Рост численности сопровождается расширением территории, возможно слияние с другими популяциями, выселение за пределы ареала, где могут быть другие условия существования. При спаде численности распад крупных популяций, изоляция отдельных групп, в которых возможно сохранение редких мутационных аллелей, приводящих к возникновению новых видов.

4. Дрейф генов (генетико-автоматические процессы). Когда особей в популяции мало, возможны случайные отклонения от общих закономерностей наследственности и изменчивости, которые могут привести к утрате или закреплению признака вне его связи с приспособительной ценностью. Один из механизмов дрейфа генов заключается в следующем. В процессе размножения в популяции образуется большое число половых клеток — гамет. Большая часть этих гамет не формирует зигот. Тогда новое поколение в популяции формируется из выборки гамет, которым удалось образовать зиготы. При этом возможно смещение частот аллелей относительно предыдущего поколения.

Первые работы по изучению случайных процессов в популяциях были проведены в начале 1930-х годов Сьюэлом Райтом, который экспериментально доказал, что в маленьких популяциях частота мутантного аллеля меняется быстро и случайным образом. Его опыт был прост: в пробирки с кормом он посадил по две самки и по два самца мух дрозофил, гетерозиготных по гену А (их генотип можно записать Аа). В этих искусственно созданных популяциях концентрация нормального (А) и мутационного (а) аллелей составила 50 %. Через несколько поколений оказалось, что в некоторых популяциях все особи стали гомозиготными по мутантному аллелю (а), в других популяциях он был вовсе утрачен, и, наконец, часть популяций содержала как нормальный, так и мутантный аллель. Несмотря на снижение жизнеспособности мутантных особей и, следовательно, вопреки естественному отбору, в некоторых популяциях мутантный аллель полностью вытеснил нормальный. Это и есть результат случайного процесса — дрейфа генов.

Аппаратура и материалы: биологический световой микроскоп, готовые временные и постоянные биологические препараты; иммерсионное масло.

Техника безопасности

Для получения достоверных результатов исследований, обеспечения личной безопасности и безопасности окружающих при выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила.

21. Приходить на занятия подготовленным, с оформленной предыдущей работой и выученным теоретическим материалом.

22. Работать только в чистых халатах и головных уборах.
23. Строго соблюдать общие правила техники безопасности работы с электроприборами, химическими веществами и спиртовками, а также специальные правила техники выполнения микробиологических работ.
24. В лаборатории нельзя находиться в верхней одежде, принимать пищу, курить; на столах не должно быть посторонних предметов.
25. В конце занятия студент обязан привести в порядок рабочее место, сдать его дежурному. Дежурный сдает аудиторию лаборанту.

Порядок и методика выполнения работы

10. Ознакомиться с оборудованием биологической лаборатории.
11. Записать, выучить и соблюдать основные правила техники безопасности работы в лаборатории.
12. Изучить систематику и закономерности эволюции растений и животных.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе оформляется в специальной тетради и содержит: дату, название, цель работы*, правила техники безопасности выполнения работ в биологической лаборатории; схему устройства микроскопа; заполненную таблицу с подробным описанием всех частей микроскопа; определения общего увеличения и разрешающей способности микроскопа; правила работы со световым микроскопом; зарисовки препаратов, просмотренных под микроскопом. При оформлении работы сокращения не допускаются!

Контрольные вопросы и защита работы

1. История развития эволюционного учения.
2. Доказательства эволюции в разных областях знаний.

Лабораторная работа № 9.

Изучение систематики и закономерностей эволюции животных.

Цель: изучить систематику и закономерности эволюции животных.

Теоретическое обоснование

Элементарные эволюционные факторы

В соответствии с современной теорией эволюции к основным эволюционным факторам относятся генотипическая изменчивость, естественный отбор, изоляция, популяционные волны и дрейф генов.

3. Генотипическая изменчивость

Мутационная изменчивость – основная форма; существует в виде генных, хромосомных и геномных мутаций. Хотя мутации происходят редко (вероятность генной мутации 10^{-6}), но в целом накапливается значительное количество. Большинство накапливающихся мутаций – рецессивные (доминантные тут же проявляются и подвергаются жесткому отбору), при этом популяция остается генетически однородной – скрытый резерв наследственной изменчивости. Доля полезных мутаций мала (1 на 10^9 вредных), но за период существования вида накапливаются значительные количество, что может привести к образованию нового вида, более приспособленного к новым условиям существования.

Комбинативная изменчивость – следствие механизмов мейоза (кроссинговер, случайное расхождение гомологичных хромосом, случайное сочетание гамет), результатом является большое разнообразие генотипов и фенотипов – исходного материала для естественного отбора.

4. Естественный отбор – избирательное (дифференциальное) воспроизведение определенных генотипов (выживание наиболее приспособленных), функционирует при наличии 2 факторов: интенсивного размножения особей и борьбы за существование.

Интенсивность размножения – рождается намного больше особей, чем может выжить Гибель потомства – результат борьбы за существование.

Различают 3 вида борьбы за существование:

- **межвидовая** (между хищниками-плотоядными и травоядными, травоядными и растениями, птицами и насекомыми, между культурными растениями и сорняками, между микроорганизмами разных видов и т.д.);

- **внутривидовая** (между особями одного вида – рыжие тараканы вытесняют черных, серая крыса – черную, конкуренция за места гнездования, самцов – за самку, каннибализм у рыб);

- **с неблагоприятными условиями внешней среды** (с засухой, заморозками, переувлажнением - растения, недостаток кислорода в воде – рыбы, резкие колебания температуры – возникновение теплокровности и шерстного покрова).

Кто выживает в этой борьбе? Те виды, которые наиболее приспособлены к конкретным определенным условиям окружающей среды. Следовательно, эволюционный процесс носит приспособительный характер, а целесообразность

обусловлена взаимосвязью и соответствием всех органов в организме условиям существования в определенных условиях.

Примеры приспособлений: внешний вид – покровительственная окраска, маскировка, предупреждающая окраска, мимикрия.

В зависимости от направленности и результата различают следующие формы естественного отбора:

Направленный (движущий) – вызывает прогрессивное или направленное в одну сторону изменение генетического состава популяции, проявляется в сдвиге средних значений отбираемых признаков в сторону их усиления (ослабления), характерен для популяций в процессе приспособления к новой среде (при медленно изменяющихся условиях внешней среды). Этот принцип используют при искусственном отборе. Пример: индустриальный меланизм бабочек.

Стабилизирующий отбор – сохраняет в популяции средний вариант фенотипа (признака), устраняет из репродуктивного процесса фенотипы, отклоняющиеся от нормы. Наиболее распространенная форма, характерна для постоянных условий окружающей среды.

Дизруптивный (разрывающий) отбор – сохраняет крайние формы, направлен против «средних» особей.

5. Изоляция – возникновение любых барьеров, препятствующих скрещиванию организмов, связана с другими факторами. Различают:

- Географическую (пространственную) – разрыв единого ареала водными или наземными преградами, обособление отдельных популяций, в каждой свои мутации, изменчивость, отбор, изменение генотипа, изменение фенотипа;
- Биологическую (репродуктивную) из-за несовпадения сезонов размножения, особенностей ритуала ухаживания, различия в строении органов размножения, несовместимость гамет.

6. Популяционные волны – периодические колебания численности организмов в природных популяциях. Причины различны: соотношение численности хищников и травоядных, деятельность человека (размножение кроликов в Австралии, колорадского жука и т.д.). Рост численности сопровождается расширением территории, возможно слияние с другими популяциями, выселение за пределы ареала, где могут быть другие условия существования. При спаде численности распад крупных популяций, изоляция отдельных групп, в которых возможно сохранение редких мутационных аллелей, приводящих к возникновению новых видов.

7. Дрейф генов (генетико-автоматические процессы). Когда особей в популяции мало, возможны случайные отклонения от общих закономерностей наследственности и изменчивости, которые могут привести к утрате или закреплению признака вне его связи с приспособительной ценностью. Один из механизмов дрейфа генов заключается в следующем. В процессе размножения в популяции образуется большое число половых клеток — гамет. Большая часть этих гамет не формирует зигот. Тогда новое поколение в популяции формируется из выборки гамет, которым удалось образовать зиготы. При этом возможно смещение частот аллелей относительно предыдущего поколения.

Первые работы по изучению случайных процессов в популяциях были проведены в начале 1930-х годов Сьюэлом Райтом, который экспериментально доказал, что в маленьких популяциях частота мутантного аллеля меняется быстро и случайным образом.

Его опыт был прост: в пробирки с кормом он посадил по две самки и по два самца мух дрозофил, гетерозиготных по гену А (их генотип можно записать Аа). В этих искусственно созданных популяциях концентрация нормального (А) и мутационного (а) аллелей составила 50 %. Через несколько поколений оказалось, что в некоторых популяциях все особи стали гомозиготными по мутантному аллелю (аа), в других популяциях он был вовсе утрачен, и, наконец, часть популяций содержала как нормальный, так и мутантный аллель. Несмотря на снижение жизнеспособности мутантных особей и, следовательно, вопреки естественному отбору, в некоторых популяциях мутантный аллель полностью вытеснил нормальный. Это и есть результат случайного процесса — дрейфа генов.

Основные направления эволюционного процесса

Вопрос разработан академиком А.Н. Северцовым. Различают два направления эволюционного процесса — биологический прогресс и биологический регресс.

Биологический прогресс — возрастание приспособленности организмов к окружающей среде, ведущее к увеличению численности и более широкому распространению видов (т.е. к процветанию вида).

Пути достижения биологического прогресса:

- **Арогенез** (от греч. поднимаю, развитие) или морфофизиологический прогресс — усложнение организации, приобретение крупных изменений строения — **ароморфозов** (поднимаю, форма), приводящих к усложнению организации, повышению уровня живой системы.

- **Аллогенез** (от греч. иной, развитие) — приобретение идиоадаптаций (особенность, приспособление) — приспособление к специальным условиям среды, полезное в борьбе за существование, не изменяет уровня организации (разные виды вьюрков на Галапагосских островах - разные типы питания — разные клювы; в отряде парнокопытных млекопитающих — кабан, зубр, бегемот, олень, лось);

- **Катагенез** (греч. вниз, развитие) — упрощение организации (исчезновение органов — дегенерация), например, переход видов к паразитическому существованию с утратой части органов, но при этом увеличивается численность особей и расширяется ареал.

Биологический регресс — снижение уровня приспособленности к условиям обитания, ведущее к уменьшению численности вида, сокращению ареала обитания.

Причины биологического регресса: исчезновение способности организмов приспосабливаться к изменениям условий окружающей среды.

Биологическому регрессу подвержены:

1. Организмы, ведущие паразитический образ жизни.
2. Животные, ведущие неподвижный образ жизни.
3. Животные, живущие под землей или в пещерах.

Примерами дегенерации организмов могут служить следующие:

- у животных-паразитов (плоские черви) редуцируются органы чувств, пищеварительная система, упрощается нервная система. Взамен этого у них развиваются различные необходимые приспособления—присоски, прицепки, способствующие удержанию в кишечнике хозяина. б) примеры регресса у растений.

- зарази́ха — растение-паразит, существующий на корнях подсолнечника, конопли, клевера; чешуевидные листья зарази́хи лишены хлорофилла, поэтому с помощью

присосок они внедряются в тело другого растения и высасывают их питательные вещества.

Аппаратура и материалы: биологический световой микроскоп, готовые временные и постоянные биологические препараты; иммерсионное масло.

Техника безопасности

Для получения достоверных результатов исследований, обеспечения личной безопасности и безопасности окружающих при выполнении лабораторных работ необходимо соблюдать следующие правила.

26. Приходить на занятия подготовленным, с оформленной предыдущей работой и выученным теоретическим материалом.

27. Работать только в чистых халатах и головных уборах.

28. Строго соблюдать общие правила техники безопасности работы с электроприборами, химическими веществами и спиртовками, а также специальные правила техники выполнения микробиологических работ.

29. В лаборатории нельзя находиться в верхней одежде, принимать пищу, курить; на столах не должно быть посторонних предметов.

30. В конце занятия студент обязан привести в порядок рабочее место, сдать его дежурному. Дежурный сдает аудиторию лаборанту.

Порядок и методика выполнения работы

13. Ознакомиться с оборудованием биологической лаборатории.

14. Записать, выучить и соблюдать основные правила техники безопасности работы в лаборатории.

15. Изучить систематику и закономерности эволюции растений и животных.

Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе оформляется в специальной тетради и содержит: дату, название, цель работы*, правила техники безопасности выполнения работ в биологической лаборатории; схему устройства микроскопа; заполненную таблицу с подробным описанием всех частей микроскопа; определения общего увеличения и разрешающей способности микроскопа; правила работы со световым микроскопом; зарисовки препаратов, рассмотренных под микроскопом. При оформлении работы сокращения не допускаются!

Контрольные вопросы и защита работы

1. Основные направления эволюционного процесса.
2. Факторы эволюции.

Список литературы, рекомендуемый к использованию по данной теме:

Перечень основной литературы:

1. Рябцева, С. А. (СКФУ; Общая биология и микробиология : учебное пособие : Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология. Профиль - Биотехнология пищевых продуктов и биологически активных веществ. Бакалавриат. / С. А. Рябцева ; Сев.-Кав. федер. ун-т, Ч. 1, Общая биология. - Ставрополь : СКФУ, 2016.
2. Сыч, В. Ф. Общая биология : учебник / Ульяновский гос. ун-т. - М. : Культура : Академический Проект, 2007. - 332 с.
3. Тупикин, Е. И; Общая биология с основами экологии и природоохранной деятельности : учебное пособие для образовательных учреждений нач. проф. образования / Е. И. Тупикин. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 384 с. 1

Перечень дополнительной литературы:

1. Винокурова, Н. В. Общая биология : Материалы к изучению курса / Винокурова Н. В. - Калининград : Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта, 2005. - 134 с.
2. Заяц, Р. Г. Медицинская биология и общая генетика : Учебник / Заяц Р. Г. - Минск : Вышэйшая школа, 2012. - 496 с.
3. Левитина, Т. П. Общая биология : словарь понятий и терминов / Т. П. Левитина, М. Г. Левитин. - СПб. : Паритет, 2002.
4. Мирошникова, Е. Общая биология : с основами биологии гидробионтов / Е. Мирошникова ; С. Л. ; Г. Карпова. - Оренбург : ОГУ, 2011. - 621 с.

Методическая литература:

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Биология» для подготовки бакалавров по направлению 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения. – Ставрополь: СКФУ, 2026. – электронная версия
2. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Биология» для студентов направления подготовки 19.03.03 – Продукты питания животного происхождения. – Ставрополь: СКФУ, 2026. – электронная версия.

Интернет-ресурсы:

1. <http://mediaterra.ru/project/biology> - интерактивный учебник по биологии. Разделы по зоологии, ботанике, микробиологии, истории науки
2. <http://www.biology.ru> - содержание учебного компакт-диска "Открытая биология", обзор сетевых ресурсов по биологии; отдельные интерактивные демонстрации моделей
3. <http://www.informika.ru/text/database/biology/> - теоретические основы цитологии, генетики, экологии, теории эволюции