

Российский государственный педагогический
университет имени А.И.Герцена

Горбунов П.С.
Иудина Т.А.

ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

для студентов биологических специальностей

Санкт-Петербург
ТЕССА
2009

Печатается по решению кафедры зоологии Российского государственного педагогического университета имени А.И.Герцена (протокол №1 от 31.08.09).

Горбунов П.С., Иудина Т.А. Практикум по общей биологии (для студентов биологических специальностей). Учебное пособие. 3-е изд. испр. и доп. – СПб: ТЕССА, 2009. – 180 с.

Учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов при изучении учебной дисциплины «Общая биология». Руководство охватывает все разделы дисциплины и дает отчетливое представление о развитии органического мира. В пособие собраны различные задания, упражнения, вопросы для размышлений, таблицы и схемы для заполнения и сравнения, биологические задачи, методические рекомендации для выполнения лабораторного практикума.

Библиогр. 5 назв., ил. 170.

Рецензенты:

Анисимов А.И., доктор биологических наук, профессор (ГАУ)

Карпов С.А., доктор биологических наук, профессор (РГПУ)

Озерский П.В., кандидат биологических наук, доцент (РГПУ)

ISBN 5-94086-053-2

© Горбунов П.С., Иудина Т.А., 2009

© «ТЕССА», 2009

ВВЕДЕНИЕ

Биология (от греч. *биос* – жизнь и *логос* – слово) – это наука об общих закономерностях существования и развития живых систем. Дословный перевод «наука о жизни» был бы не совсем корректный, ибо «жизнь» не существует сама по себе – это лишь специфическое свойство определенных систем, называемых «живыми».

Живое отличается необычайным разнообразием, оно представлено неисчислимым множеством видов живых существ. На Земле известно более 3 000 видов прокариот (эубактерий и архебактерий), более 450 000 видов растений и грибов и более 1.5 млн. видов животных. Выявление и объяснение общего, одинаково верного для всего многообразия организмов – задача **общей биологии**.

Данное учебное пособие предназначено для самостоятельной работы студентов при изучении учебной дисциплины «Общая биология». Руководство охватывает все разделы дисциплины и несколько превышает предусмотренный программой минимум, что дает возможность варьировать в некоторой степени содержание занятий в зависимости от местных условий. С другой стороны, студенты особо интересующиеся биологией смогут глубже изучить тот или иной биологический материал. При составлении пособия авторы стремились к тому, чтобы весь планомерно излагаемый материал был подчинен одной общей идее – на конкретном, по возможности живом материале дать отчетливое представление о развитии органического мира. В пособие собраны различные задания, упражнения, вопросы для размышлений, таблицы и схемы для заполнения и сравнения, биологические задачи, методические рекомендации для выполнения лабораторного практикума. Выполнение этих заданий поможет вам закрепить и конкретизировать знания по общей биологии, а также правильно применять полученные знания, экспериментировать, наблюдать за проявлением общих закономерностей живых систем.

При выполнении заданий соблюдайте следующие правила:

1. Заведите специальную тетрадь для самостоятельной работы и альбом для выполнения биологических рисунков.

2. Изготовление биологических рисунков – обязательное условие прохождения лабораторного практикума. Рисунки делаются со всех типов препаратов, включая электронограммы. Рисование препаратов позволяет обращать внимание на детали, которые ускользают от поверхностного взгляда: рассматривание препаратов превращается при этом в активный процесс исследования. Создание рисунка позволяет, помимо прочего, документировать собственные наблюдения и возвращаться к ним позднее для повторения материала и более глубокого изучения объекта.

3. Прежде чем выполнить задание (решить биологическую задачу), внимательно прочтите условие, определите, какие данные, необходимые для получения правильного ответа, содержатся в самом условии.

4. Если вы почувствуете, что ваши знания недостаточны для выполнения задания, то не спешите обращаться за помощью к преподавателю, постарайтесь сами разобраться, а для этого: внимательно рассмотрите упомянутых в задании живых объектов и выполните до конца наблюдения с ними; тщательно продумайте результаты наблюдений; после этого изучите рекомендованную литературу и найдите там ответы на вопросы.

5. Контрольные задания выполняйте аккуратно, правильно и сдавайте преподавателю для проверки и оценки в точно установленный срок.

6. Рекомендуемая литература:

1. **Биология**. В 2-х кн. /Под ред. В.Н. Ярыгина. – М.: Высш. шк., 2001.
2. **Биология**. Современный курс /Под ред. А.Ф. Никитина. – СПб: СпецЛит, 2006.
3. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. **Биология**: В 3-х т.: Пер с англ. /Под ред. Р.Сопера. – М.: Мир, 1990.
4. **Общая биология** /Под ред. В.К. Шумного, Г.М. Дымщица и А.О. Рувинского. – М.: Просвещение, 2001.
5. **Основы общей биологии** /Под общей ред. Э. Либберта. – М.: Мир, 1982.
6. Пехов А.П. **Биология с основами экологии**. – СПб: Лань, 2005.

Знакомство с устройством биологического микроскопа

1. Устройство биологического микроскопа. Обратите внимание на основные системы микроскопа: механическую, оптическую, осветительную. Для лучшего усвоения материала сравните изображение микроскопа на рисунке 1 с микроскопом, стоящим перед вами. Постарайтесь найти все указанные детали микроскопа и научиться работать с ним.

Механическая система микроскопа служит для фиксации и перемещения различных приспособлений. В ее состав входит несколько частей. Массивное основание микроскопа, или подставка, обеспечивает прибору необходимую устойчивость на поверхности рабочего стола. К основанию прикреплена коробка с микрометрическим механизмом, с которой подвижно соединен тубусодержатель. К тубусодержателю присоединяется головка, в гнезде которой с помощью стопорного винта подвижно фиксирована бинокулярная насадка с тубусами. Снизу головки прикреплена револьверная пластинка, или револьвер, в гнезда которой ввинчиваются объективы.

Столик микроскопа, или предметный столик, имеющий отверстие в середине, служит для размещения изучаемого объекта – микропрепарата, который фиксируется с помощью зажима и перемещается с помощью рукоятки препаратоводителя.

На боковой поверхности тубусодержателя находится рукоятка макрометрического винта, или кремальеры, вращая которую можно быстро опускать и поднимать тубусодержатель (вместе с тубусами) и таким образом осуществлять грубую фокусировку. В основании микроскопа находится рукоятка микрометрического винта, при вращении которой можно плавно поднимать и опускать предметный столик и, таким образом осуществлять

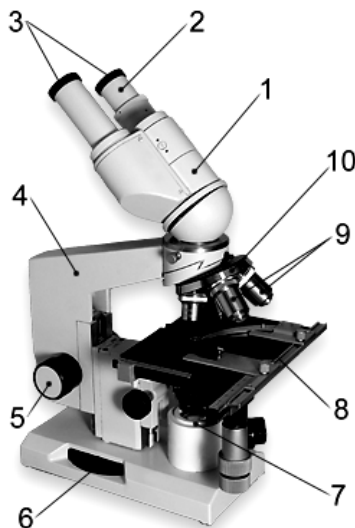


Рис. 1. Внешний вид микроскопа

1 – бинокулярная насадка; 2 – тубус; 3 – объектив; 4 – тубусодержатель; 5 – макрометрический винт; 6 – микрометрический винт; 7 – осветитель и конденсор; 8 – предметный столик с препаратомодителем

точную фокусировку. Микрометрическим механизмом следует пользоваться лишь при работе с большим увеличением микроскопа. Ближе к передней поверхности коробки находится рукоятка конденсатора, с помощью которой опускают и поднимают конденсор, имеющий отношение к осветительной системе микроскопа.

Оптическая система микроскопа служит для получения увеличенного изображения исследуемого материала и состоит из окуляров, вставленных в отверстия тубусов, и объективов, ввинченных в гнезда револьверной пластинки. В практической работе студентов обычно используются окуляры, дающие увеличение в 7, 10, 15 раз (x7, x10, x15), а также объектив малого увеличения (x8), большого увеличения (x40) или (x90).

Осветительная система микроскопа служит для направления световых лучей на исследуемый объект и состоит из подвижного зеркала и конденсора, который фиксируется с помощью винта. Вращением зеркала, имеющего две поверхности (плоскую и вогнутую), световые лучи направляются в конденсор, представляющий собой систему линз, собирающих лучи и направляющих их в объектив (через отверстие в предметном столике и исследуемый объект). При недостаточно ярком источнике освещения (например, применяя искусственный свет) следует пользоваться вогнутой поверхностью зеркала, которая сильнее концентрирует лучи света. Конденсор снабжен апертурной диафрагмой, вмонтированной в его нижнюю часть, которая также помогает регулировать освещенность объекта исследования. Это достигается перемещением специальной ручки, меняющей величину отверстия диафрагмы и таким образом регулирующей величину проходящего через нее светового потока. Кроме того, интенсивность освещенности объекта можно регулировать перемещением конденсора вверх и вниз с помощью рукоятки. При перемещении конденсора вверх освещенность объекта увеличивается, при перемещении вниз – уменьшается.

2. Установка микроскопа в рабочее положение. Установите микроскоп на поверхности рабочего стола против своего левого плеча (тубусами к себе, предметным столиком от себя). Поворотом револьверной пластинки поставьте объектив малого увеличения (x8) над отверстием предметного столика таким образом, чтобы он занимал срединное (центрированное) положение по отношению к тубусам (при этом срабатывает защелкивающий механизм). С помощью рукоятки макрометрического винта установите расстояние между объективом и поверхностью предметного столика около 1 см. Следует помнить, что изучение любого препарата начинается с использования объектива малого увеличения. Откройте полностью

апертурную диафрагму под конденсором и поднимите конденсор вверх до упора.

Глядя в окуляры и одновременно вращая в разных направлениях вогнутое зеркало, нужно добиться яркого и равномерного освещения всего поля зрения. Установленное освещение должно сохраняться до конца работы с микроскопом. Если же оно случайно будет нарушено, то всю процедуру наведения света нужно повторить с самого начала, используя объектив малого увеличения.

Обратите внимание на ошибки, возникающие при самостоятельной работе с микроскопом:

а) все поле зрения затемнено, причиной чего является недостаточный световой поток, поступающий в объектив (это легко устраняется максимальным открытием диафрагмы и вращением вогнутого зеркала до появления яркого освещения);

б) часть поля затемнена, а часть — освещена, т.е. объектив не занял фиксированного положения в гнезде (для исправления нужно повернуть револьвер до упора, после легкого щелчка объектив займет фиксированное положение).

Помните, что микроскоп является точным прибором и требует бережного отношения. При работе с ним необходимо соблюдать определенные правила:

- при переносе микроскопа с одного места на другое следует держать его одной рукой за тубусодержатель, а другой — за основание;

- рукоятку микрометрического винта нельзя грубо вращать (при одном обороте винта столик перемещается на 0,1 мм, что вполне достаточно для точной фокусировки);

- при переводе объектива револьверную пластинку следует вращать плавно, не допуская повреждения защелкивающего механизма, обеспечивающего центрированное положение объектива.

Техника исследования с помощью микроскопа

1. Установите микроскоп в рабочее положение.

2. Приготовьте временный микропрепарат волокон ваты: на поверхность предметного стекла нанесите пипеткой каплю воды, в которую с помощью пинцета поместите несколько волокон ваты; возьмите покровное стекло (двумя пальцами за уголки), опустите его одним краем до соприкосновения с каплей, а затем медленно накройте препарат.

3. Изучите микропрепарат волокон ваты с использованием объективов малого (x8) и большого (x40) увеличения:

- с помощью рукоятки макрометрического винта поднимите тубус с центрированным объективом x8 и поместите приготовленный препарат в центре предметного столика. Опустите конденсор, оставляя диафрагму открытой;

- вращая рукоятку макрометрического винта от себя и глядя на препарат сбоку (чтобы не раздавить его), опустите объектив почти до соприкосновения его нижней линзы с покровным стеклом;

- глядя в окуляры и вращая рукоятку винта на себя, медленно поднимайте объектив до появления резкого изображения объекта (фокусное расстояние составляет 5–8 мм). Если после прохождения фокусного расстояния не удалось увидеть изучаемый объект (волокна ваты), работу следует повторить, начиная с предыдущего пункта. При необходимости микроскоп можно сфокусировать вначале на край покровного стекла, а затем разыскать объект, осторожно передвигая препарат;

- изучая препарат при малом увеличении, рассмотрите перекрещивающиеся волокна ваты и лежащие между ними пузырьки воздуха (образования с четкими темными контурами, имеющие округлую или неправильную форму);

- передвигая препарат, найдите подходящий участок (например, перекрест двух отдельных волокон) для дальнейшего изучения с использованием объектива большого увеличения. Поставьте этот участок точно в центр поля зрения;

- осторожным вращением revolverной пластинки поставьте в рабочее положение объектив большого увеличения (x40), поднимите конденсор вверх до упора;

- глядя в окуляры, убедитесь в появлении относительно резкого изображения объекта медленно (в противном случае, медленно поднимайте тубус плавным вращением рукоятки макрометрического винта на себя), и используйте рукоятку микрометрического винта для установления более точной фокусировки (эту рукоятку вращают в обе стороны не более чем на пол-оборота). Если после прохождения фокусного расстояния (около 1 мм) не удалось увидеть изучаемый объект, работу следует повторить, начиная с предыдущего пункта. Необходимо помнить, что выбранный участок препарата может оказаться вне поля зрения, если

он недостаточно центрирован. Изучая выбранный участок препарата под большим увеличением, можно при необходимости передвигать его, пользуясь рукояткой для перемещения диска столика;

- закончив изучение препарата, необходимо вращением рукоятки макрометрического винта поднять тубус микроскопа и вращением револьверной пластинки вернуть объектив малого увеличения. Лишь после этого препарат может быть снят с предметного столика. Ни в коем случае не следует снимать препарат со столика при опущенном объективе большого увеличения (это ведет к порче препарата и линзы объектива).

После окончания работы микроскоп необходимо закрыть специальным чехлом. Микроскопы хранят в закрытых от пыли шкафах.

Правила оформления лабораторной работы

1. Рисовать можно только простым карандашом, желательно на одной стороне листа, так как рисунки, сделанные на обеих сторонах, накладываются друг на друга и со временем портятся.

2. До начала зарисовки сверху страницы следует записать название темы, а для рисунка его название.

3. Рисунок должен быть крупным, детали хорошо различимыми. На одной странице не должно быть более 3-4 рисунков, если объекты простые; если объект сложный и крупный, делают только один рисунок на странице.

4. Главное требование к рисунку – правильное отображение формы, соотношения объема и размеров (длина, ширина и др.) отдельных частей и целого. Чтобы легче добиться этого, сначала нарисуйте общий контур объекта (крупно), затем внутри контура слегка наметьте контуры остальных деталей и лишь после этого прорисовывайте их четко.

5. Правильное отражение соотношения размеров изучаемого объекта позволит выполнить и второе требование – показать индивидуальные особенности объекта, т.е. зарисовать не абстрактную, а конкретную клетку, организм и т.д. Контуры объекта и отдельных частей передаются контурными линиями. Необходимо следить за пропорциональностью толщины контурных линий. Наименее заметные детали строения изображаются тонкими линиями, наиболее существенные – толстыми. Фон цитоплазмы клеток и отдельных

включений изображаются с помощью тонировки этих мест рисунка точками. Правильно подобранное соотношение густоты точек хорошо передает фактуру изображаемого объекта.

6. Вокруг рисунка не нужно рисовать контуров поля зрения микроскопа.

7. К каждому рисунку обязательно должны быть сделаны обозначения его отдельных частей. Надписи к рисунку выполняются простым карандашом или авторучкой.

Обозначения можно делать двумя способами:

а) к отдельным частям объекта ставят стрелочки и против каждой пишут название. Все надписи должны быть расположены параллельно друг другу;

б) к отдельным частям объекта ставят стрелочку и против каждой пишут определенную цифру, затем сбоку от рисунка или под ним столбиком по вертикали пишут цифры, а против цифр – название.

8. Если работа выполнена правильно, в конце занятия ее подписывает преподаватель. Если работа не соответствует предъявляемым требованиям, ее необходимо переделать.

Контрольные задания

1. Назовите основные конструктивные части микроскопа и укажите их назначение.

2. Как и в каком порядке, необходимо соблюдать правила работы с микроскопом?

3. В какой последовательности проводится приготовление временного препарата?

4. Перечислите основные правила оформления практических работ.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИЗНИ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Сущность и субстрат жизни. Основные свойства живого (аксиомы теоретической биологии). Системность и организованность жизни (молекулярно-генетический, онтогенетический, популяционно-видовой, экосистемный уровни организации).

Основные черты и этапы истории жизни на Земле. Предпосылки и этапы возникновения жизни. Основные этапы эволюции растений и животных.

Биоразнообразие. Вирусы. Прокариоты (эубактерии, архебактерии). Эукариоты (растения, животные, грибы).

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Перечислите характерные особенности жизни. В чем проявляется системность и организованность жизни?
2. Как вы считаете, почему необходимо выделять различные уровни организации живой материи? Какое практическое значение имеет изучение уровней организации?
3. Укажите критерии выделения различных уровней организации органической материи. Докажите несводимость основных уровней организации живого друг к другу.
4. Почему приходится говорить о неизбежности эволюционного развития жизни?
5. Сопоставьте предполагаемые пути возникновения жизни на Земле. В чем состоят нерешенные вопросы разных гипотез происхождения жизни?
6. Используя знания о путях распространения вирусных и бактериальных инфекций, предложите пути предотвращения заболевания.

1.1. Сущность, субстрат, свойства и уровни организации живого

Контрольные задания

1. Живые организмы отличаются от неживых систем сложностью и структурной и функциональной упорядоченностью. Выявите черты сходства и отличия живых организмов от объектов неживой природы. Ответ проиллюстрируйте примерами.

2. Мир живой природы представляет собой совокупность биологических систем разного уровня организации, которые находятся в непрерывном взаимодействии. Раскройте взаимосвязь различных уровней структурной организации животного мира. Ответ проиллюстрируйте примерами.

3. Почему сложно дать определение понятия жизнь? Проанализируйте некоторые из определений жизни и выскажите свое мнение.

«Жизнь - есть способ открытых коллоидных систем, содержащих в качестве своих обязательных компонентов соединения типа белков, нуклеиновых кислот и фосфор-органических веществ, обладающих свойствами саморегулирования и развития на основе накопления и преобразования веществ, энергии и информации в процессе взаимодействия таких систем с окружающей средой» - А. Мамзин;

«Система может быть названа живой, - если в ней закодирована передаваемая по наследству информация, если информация претерпевает изменения, и если изменения информации наследуются» - К. Уоддингтон;

«Жизнь - есть частичное, непрерывное, прогрессирующее, многообразное и взаимодействующее со средой саморегуляция потенциальных возможностей электронных состояний атомов» - Дж. Бернал;

«Жизнь - есть способ существования гетерогенного материального субстрата, универсальность и уникальность которого обуславливает целесообразное самовоспроизведение всех форм органического мира в их единстве и многообразии» - М. Чепиков;

«Жизнь - способ саморазвития целостной иерархической системы с целью повышения надежности существования систем всех уровней от биосферы до отдельных организмов в условиях непрерывного энергетического, вещественного, информационного воздействия» - В. Савенков;

«Жизнь - есть способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней средой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка» - Ф. Энгельс;

«Жизнь - это активное, идущее с затратой энергии поддержание и воспроизведение специфической структуры» - Б. Медников.

4. Проанализируйте аксиомы теоретической биологии как одну из наиболее удачных попыток охарактеризовать особенности живых организмов:

1. Все живые организмы оказываются единством фенотипа и программы для его построения (генотипа), передающейся по наследству из поколения в поколение.

2. Генетическая программа образуется матричным путем. В качестве

матрицы, на которой строится ген будущего поколения, используется ген предшествующего поколения.

3. В процессе передачи из поколения в поколение генетические программы в результате различных причин изменяются случайно и ненаправленно, и лишь случайно такие изменения могут оказаться удачными в данной среде.

4. Случайные изменения генетических программ при становлении фенотипа многократно усиливаются.

5. Многократно усиленные изменения генетических программ подвергаются отбору условиями внешней среды.

Тестовые задания

*** Тестовые задания с несколькими правильными ответами**

1. Согласно аксиоме 1 теоретической биологии, все живые организмы являются единством: 1) популяции и вида; 2) кариотипа и генотипа; 3) фенотипа и генотипа; 4) особи и популяции.

2. Согласно аксиоме 2 теоретической биологии, генетические программы образуются _____ путем.

3. Согласно аксиоме 3 теоретической биологии, в процессе передачи из поколения в поколение генетические программы в результате различных причин изменяются: 1) направленно; 2) случайно; 3) закономерно; 4) прогрессивно.

4. Согласно аксиоме 4 теоретической биологии, случайные изменения генетических программ при становлении фенотипа многократно усиливаются и подвергаются: 1) уничтожению; 2) естественному отбору; 3) исправлению; 4) корректировке.

5. Специфическое свойство для жизни на Земле – 1) конвариантная редупликация; 2) развитие; 3) обмен веществ и энергии; 4) дыхание.

6. Конвариантная редупликация означает: 1) матричное копирование; 2) воспроизведение с изменениями; 3) сохранение специфического; 4) воспроизведение по матричному принципу.

7. Элементарной неделимой единицей жизни на земле является: 1) особь; 2) вид; 3) популяция; 4) экосистема.

8. *Характерные свойства живых организмов 1) самовоспроизведение 2) закрытость 3) наследственность и изменчивость 4) обмен веществ и энергии 5) дискретность

9. *Характерные свойства живых организмов: 1) саморегуляция; 2) самовоспроизведение; 3) раздражимость; 4) уникальность; 5) способность к росту и развитию.

10. *Выделяют следующие уровни организации живых систем: 1) физический; 2) молекулярно-генетический; 3) географический; 4) онтогенетический; 5) химический; 6) популяционно-видовой; 7) биоценотический; 8) глобальный (экосистемный).

11. Правильная последовательность уровней организации живой материи от молекулярного до биосферного: 1) тканевый; 2) биосферный; 3) популяционный; 4) молекулярный; 5) видовой; 6) органный; 7) клеточный; 8) биоценотический; 9) организменный.

12. *Следующие характерные свойства живых организмов определяют возможность выделения различных уровней организации живого: 1) самовоспроизведение; 2) дискретность; 3) самосохранение; 4) целостность; 5) саморегуляция; 6) раздражимость.

1.2. Основные черты и этапы истории жизни на Земле

Контрольные задания

1. Обоснуйте, почему возникновение и существование жизни на Земле связывают с водой.
2. Все гипотезы возникновения жизни на Земле можно разделить на две группы: теории биогенеза и абиогенеза. В чем их сущность? Охарактеризуйте известные вам гипотезы из каждой группы, заполните таблицу 1.1.

Таблица 1.1.

Основные гипотезы возникновения жизни на Земле

Гипотеза	Автор (ы)	Характеристика
I. АБИОГЕНЕЗ		
II. БИОГЕНЕЗ		

3. Объясните, почему невозможно самозарождение жизни в современных условиях. Почему все теории возникновения жизни на Земле носят название гипотез?

4. Ч. Дарвин в 1871 г. писал: «Но если бы сейчас ... в каком-либо теплом водоеме, содержащем все необходимые соли аммония и фосфора и доступном воздействию света, тепла, электричества и т.п., химически образовался белок, способный к дальнейшим, все более сложным превращениям, то это вещество немедленно было бы разрушено или поглощено, что было невозможно в период до возникновения живых существ». Подтвердите или опровергните данное высказывание Ч. Дарвина. Как вы понимаете, что живое вещество с момента своего возникновения становится активным фактором собственного существования?

5. Гипотеза химической эволюции – путь развития от простых организмов через этап высокоорганизованных, частично несущих информацию макромолекул (таких как полипептиды и полинуклеотиды) до появления первых протобионтов. На рисунке 1.1

изображены несколько стадий, которые должны быть пройдены в ходе биохимической эволюции, каждая из которых необходима для возникновения живого из неживой матери.

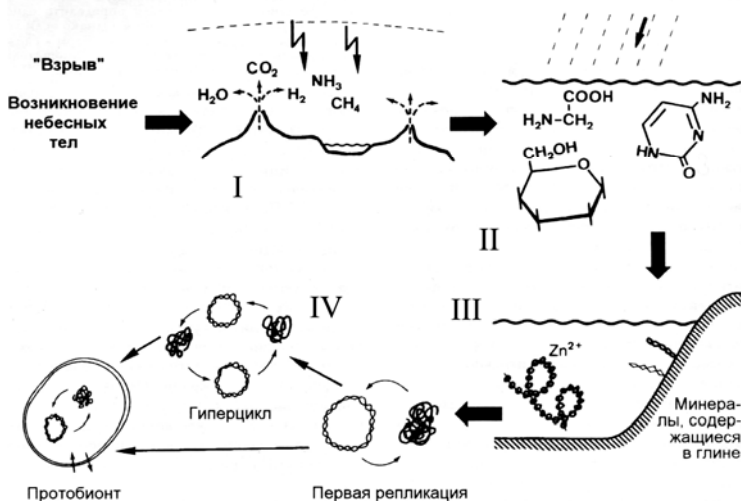


Рис. 1.1. Основные этапы химической эволюции

Какими цифрами обозначены следующие этапы химической эволюции: полимеризация мономеров с образованием полимеров; синтез простых органических соединений из газов первичной атмосферы; образование фазообособленных систем полипептидов и полинуклеотидов; первичная атмосфера?

6. В опытах С. Миллера и других ученых из углекислоты, аммиака, метана, водорода и воды в условиях, приближённых к атмосфере молодой Земли, удалось синтезировать аминокислоты, нуклеиновые кислоты и простые сахара. Какое значение имели результаты этих опытов для подтверждения гипотезы биохимической эволюции?

7. Что вы можете сказать о причинах изменения атмосферы Земли? Почему первичная атмосфера называется восстановительной, а современная – окислительной? Объясните происхождение и значение свободного кислорода в атмосфере Земли?

8. На основании сравнения последовательности нуклеотидов в рибосомальных РНК ученые пришли к выводу, что все живые организмы можно отнести к трем основным группам: эукариотам,

эубактериям и архебактериям (две последние – прокариоты). Поскольку генетический код во всех группах одинаковый, была выдвинута гипотеза прогенота – общего предка. Выскажите свое мнение относительно этой гипотезы.

9. Познакомьтесь с историей формирования физико-географической оболочки Земли. В истории Земли очертания и связи континентов многократно менялись. На рисунке 1.2 показаны общие очертания материков и их связи между собой в основные периоды развития Земли. Объясните сходство фауны Неоарктической (Северная Америка) и Палеоарктической (Евразия) зоогеографических областей и отличие видового состава фауны Австралийской области. Назовите известных вам животных, обитающих в названных областях.

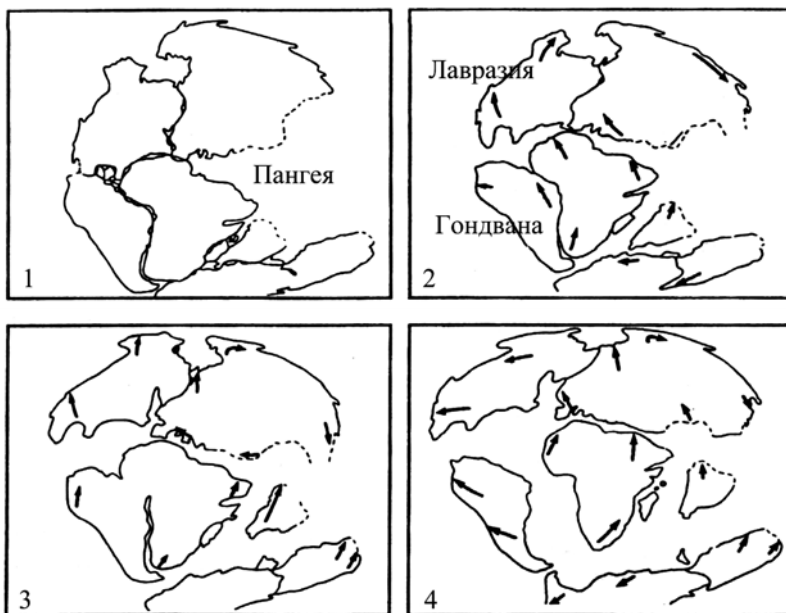


Рис. 1.2. Дрейф континентов

1 – конец перми (около 200 млн. лет назад); 2 – конец триаса (195 млн. лет назад); 3 – конец юры (140 млн. лет назад); 4 – конец мела (70 млн. лет назад)

10. Познакомьтесь с некоторыми представителями фауны палеозоя. Какими цифрами обозначены следующие вымершие животные: ракоскорпион, трилобит, археоциат (скелет), головоногий моллюск (раковина), бесчелюстные (древнейшие позвоночные),

коралл (скелет) (рис. 1.3)? Какими цифрами обозначены: древнейшие пресмыкающиеся, зверозубый ящер, двоякодышащая рыба, стегоцефал, стрекозоподобное насекомое (рис. 1.4)?

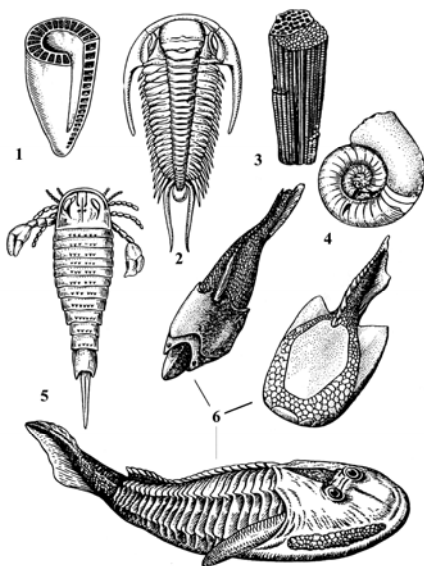


Рис. 1.3. Фауна палеозоя
(кембрий, ордовик и силур)

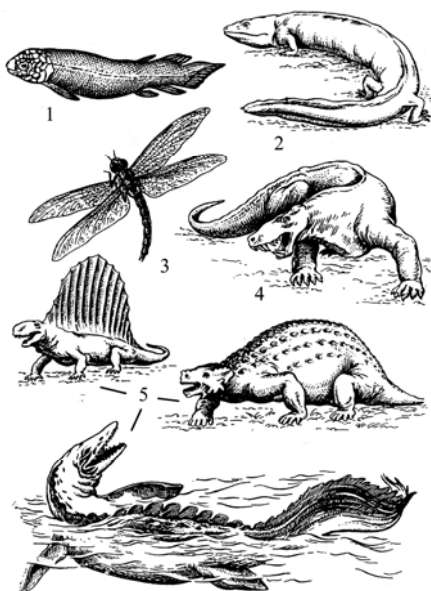


Рис. 1.4. Фауна палеозоя
(девон, карбон и пермь)

11. Познакомьтесь с некоторыми пресмыкающимися мезозоя (рис. 1.5). Какими цифрами обозначены следующие вымершие животные: стегозавр, бронтозавр, рогатый динозавр, плезиозавр, летающий хвостатый ящер, ихтиозавр, летающие бесхвостые ящеры?

12. Американским ученым Т. Чесом (1981) была открыта способность РНК-подобных молекул к саморепликации и каталитической активности. Познакомьтесь с рисунком 1.6 и объясните почему период эволюции жизни на Земле, когда молекулы РНК служили в качестве примитивных генов и биологических катализаторов, получил название «первичный мир РНК»?

13. Познакомьтесь со схемой происхождения эукариотической клетки и ее органоидов путем впячивания клеточной мембраны (рис. 1.7). Какими цифрами обозначены следующие структуры: хромосомы,

кольцевая ДНК прокариот, ядро, ядерное впячивание, митохондриальное впячивание, митохондрия, пластидное впячивание, хлоропласты?

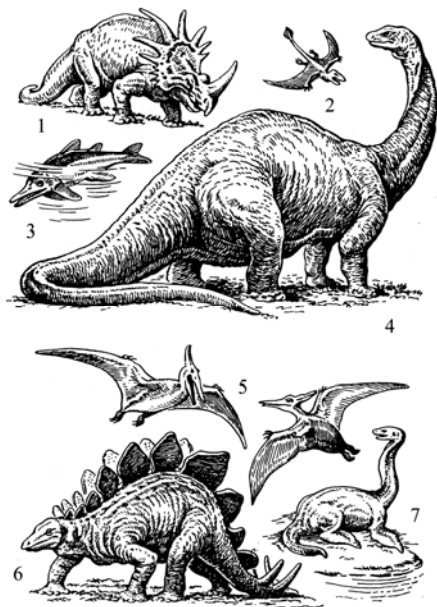


Рис. 1.5. Фауна мезозоя



Рис. 1.6. «Первичный мир РНК»

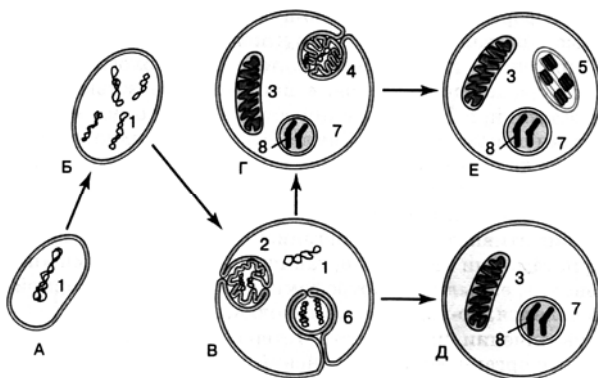


Рис. 1.7. Происхождение эукариотических клеток и их органоидов путем впячивания клеточной мембраны

А – протоклетка; Б – клетка гипотетических прокариот; В, Г – клетки на стадии формирования митохондрий, ядра и пластид соответственно; Д, Е – клетки животных и растений

14. Познакомьтесь со схемой симбиотического происхождения эукариотической клетки (рис. 1.8). Какими цифрами обозначены: пробионт, животная клетка, бактериальный фотосинтетик, анаэробный гетеротроф, анаэробная бактерия, растительная клетка, аэробная бактерия?

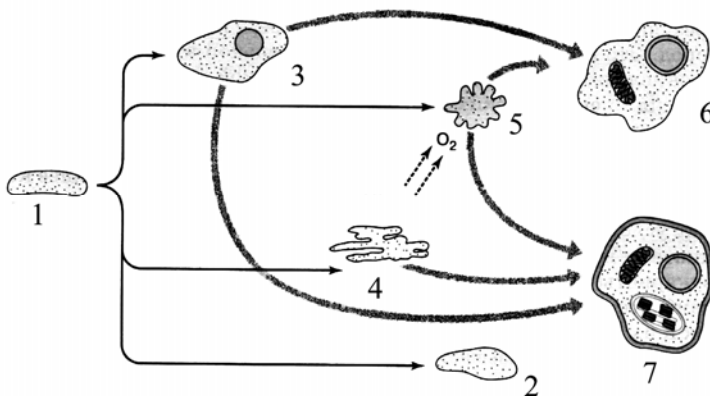


Рис. 1.8. Схема симбиогенеза – происхождения эукариот

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

- *Известны следующие концепции возникновения жизни на Земле: 1) стасигенеза; 2) самопроизвольного зарождения; 3) катастрофизма; 4) креационизма; 5) стационарного состояния; 6) панспермии; 7) биохимической эволюции.
- Отечественный биолог А.И. Опарин в своей работе «Происхождение жизни» (1924) стремился доказать возможность первичного образования органических веществ: 1) актом божественного творения; 2) абиогенно; 3) за счет деятельности живых организмов; 4) путем катастрофизма; 5) биогенно.
- Доказано, что первичной нуклеиновой кислотой на Земле была молекула: 1) АТФ; 2) РНК; 3) ДНК.
- Правильная последовательность событий химической эволюции на Земле: 1) объединение полипептидов с полинуклеотидами; 2) синтез низкомолекулярных органических соединений из газов первичной атмосферы; 3) образование системы, обособленной от внешней среды мембраной; 4) полимеризация мономеров с образованием полимеров.
- Правильная последовательность событий биологической эволюции на Земле: 1) возникновение эукариот; 2) возникновение прокариот; 3) происхождение многоклеточности; 4) образование пробиотов.
- *Пробионты были: 1) анаэробы; 2) хемотрофы; 3) фототрофы; 4) гетеротрофы; 5) аэробы.
- Первыми аэробами на Земле были: 1) архебактерии; 2) сине-зеленые бактерии; 3) одноклеточные зеленые водоросли; 4) растительные жгутиконосцы.

1.3. Биоразнообразие

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Что собой представляют вирусы, и к какой форме жизни их можно отнести?
2. Как организованы вирусы, каковы сходства и различия в организации их геномов?
3. Что понимают под ретровирусами и каковы особенности их структуры и жизненного цикла?
4. Какова роль вирусов в качестве экспериментальных моделей в молекулярной биологии?
5. Реально ли допущение влияния вирусов на эволюцию организмов, в которых они паразитируют?
6. Как вы понимаете различия между прокариотами и эукариотами?
7. Что вы знаете об археобактериях и их особенностях, которые не характерны для эубактерий?
8. Перечислите основные свойства грибов, растений и животных.

Контрольные задания

1. Познакомьтесь со схемой (рис. 1.9) взаимоотношения основных царств органического мира по Б.М. Медникову (1987) и выскажите свое мнение.

2. Гены малой субъединицы рибосомальной РНК содержат высококонсервативные последовательности, меняющиеся столь медленно, что их можно использовать для «измерения» филогенетического родства между представителями всех групп живых организмов (рис. 1.10). Познакомьтесь с данными секвенирования генов рРНК малой субъединицы разных групп организмов и выскажите свое мнение о давности дивергенции предка линий эукариотических клеток растений, грибов и животных от общего предка.

3. Рассмотрите схему строения бактериофага (рис. 1.11). Какими цифрами обозначены следующие структуры: а) воротничок, б) хвостовые нити, в) белковая капсула, г) хвостовой чехол, д) базальная пластинка с шипами?

4. Рассмотрите схему строения вируса иммунодефицита человека (рис. 1.12). Какими цифрами обозначены следующие структуры: вирусная РНК, оболочка вируса, фермент обратная транскриптаза, белки оболочки, липиды оболочки, белки капсида?

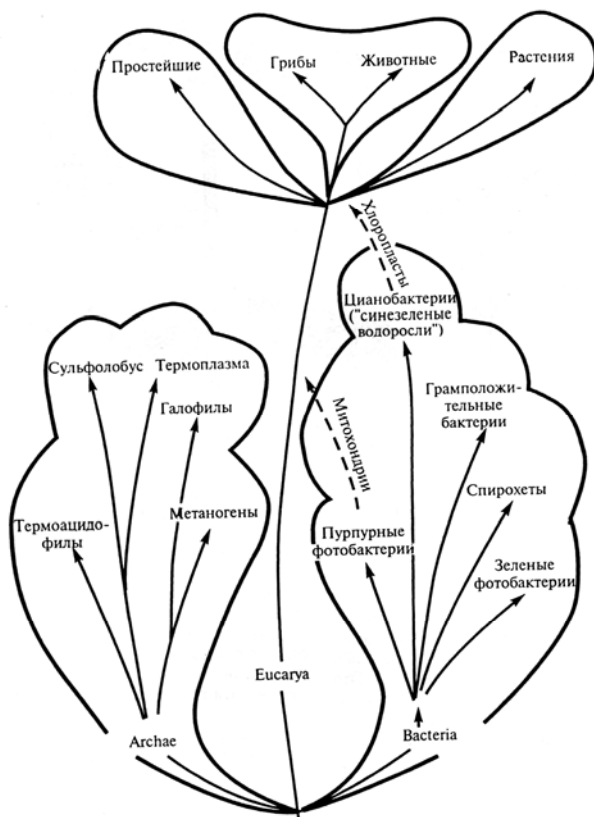


Рис. 1.9. Схема взаимоотношения основных царств живых организмов

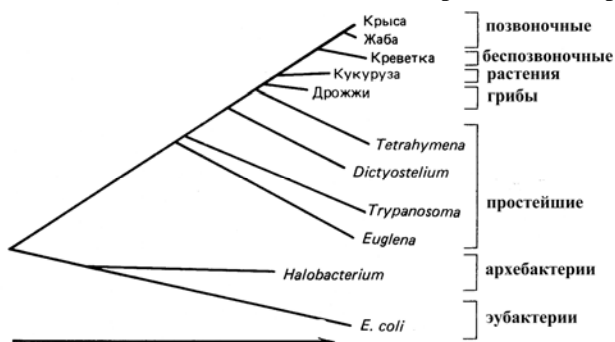


Рис. 1.10. Эволюционное родство организмов по данным секвенирования (определения нуклеотидных последовательностей) генов рибосомальной РНК малой субъединицы

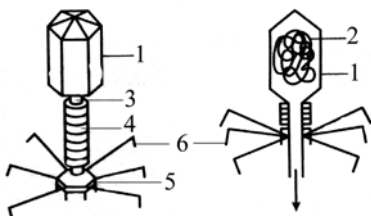


Рис. 1.11. Схема строения бактериофага

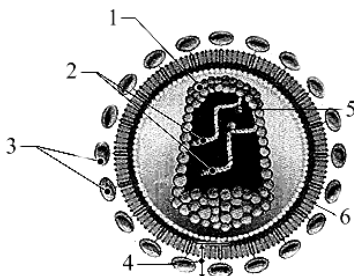


Рис. 1.12. Схема строения вируса иммунодефицита человека

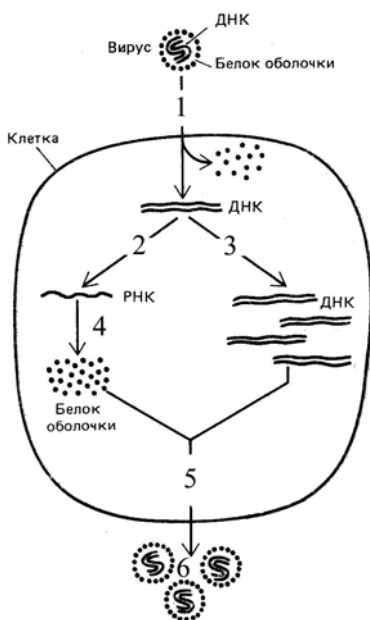


Рис. 1.13. Жизненный цикл вируса

5. Рассмотрите схему жизненного цикла вируса (рис. 1.13). Какими цифрами обозначены следующие процессы: транскрипция, трансляция, репликация, выход из клетки дочерних вирусных частиц, проникновение в клетку и отделение ДНК от оболочки, сборка дочерних вирусных частиц?

6. Рассмотрите электронные микрофотографии вирусных частиц (рис. 1.14):

А – бактериофаг Т4 – крупный ДНК-содержащий вирус, поражающий бактерию *Escherichia coli*, ДНК находится в головке бактериофага и впрыскивается в бактериальную клетку при помощи цилиндрического хвоста; Б – вирус Х картофеля, нитевидные частицы которого содержат РНК-геном; В – аденовирус – ДНК-содержащий вирус, заражающий различные клетки человека;

Г – вирус гриппа – крупный РНК-содержащий вирус животных, помимо белкового капсида у него имеется мембранная оболочка – липидный слой с выступающими из него включениями вирусного гликопротеина.

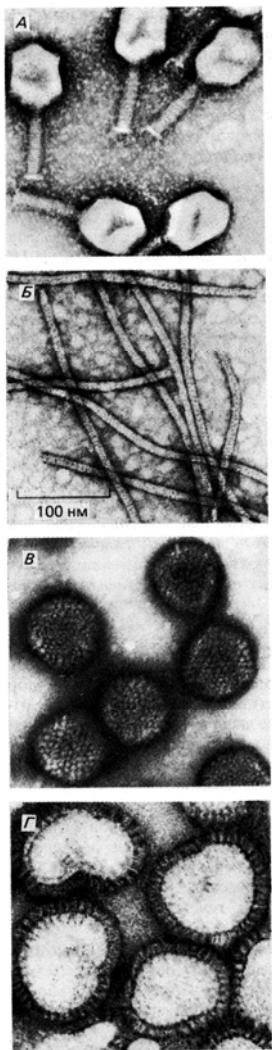


Рис. 1.14. Электронные микрофотографии вирусных частиц

7. Рассмотрите схему размножения ретровируса на примере вируса иммунодефицита человека (рис. 1.15). Объясните, как происходит образование ДНК-копии, почему этот процесс называется «обратной транскрипцией». Объясните, почему нуклеиновая кислота вируса может долгое время оставаться в клетке хозяина и передаваться при ее делении в другие клетки?

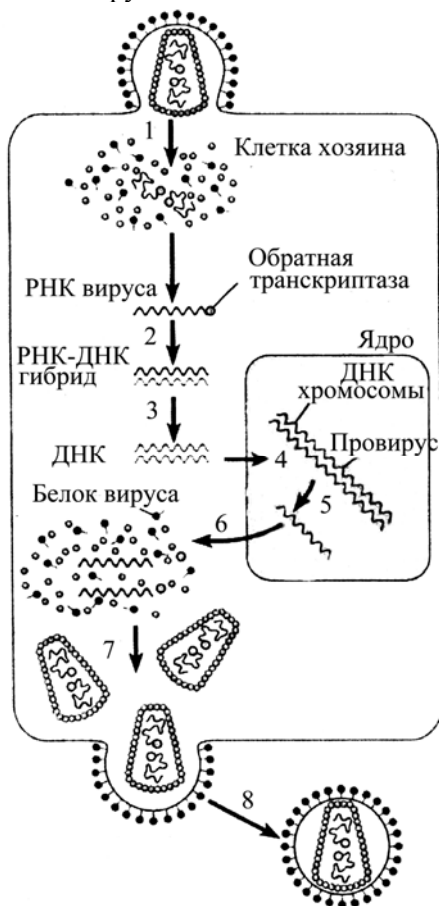


Рис. 1.15. Жизненный цикл ретровируса

Какими цифрами обозначены следующие процессы: образование нового вириона (формирование наружной вирусной оболочки с образованием новой вирусной частицы); синтез вирусной ДНК на матрице РНК вируса; транскрипция провирусной ДНК в иРНК; сборка сердцевинки вируса (капсида и молекул РНК); проникновение вируса в клетку хозяина; репликация вирусной ДНК; трансляция в цитоплазму клетки вирусных белков на матрице иРНК; интеграция вирусной ДНК в геном клетки хозяина в качестве провируса?

8. Познакомьтесь со строением гетеротрофной бактерией (рис. 1.16). Какими цифрами обозначены: рибосомы, клеточная стенка, жгутик, цитоплазма, плазмалемма, мезосома, нуклеоид?

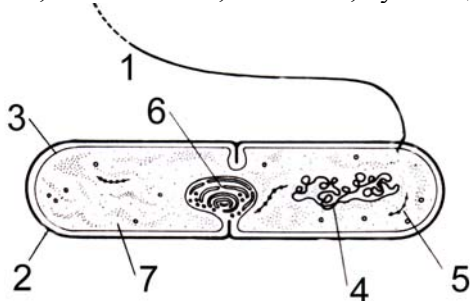


Рис. 1.16. Схема строения бактерии

9. Познакомьтесь со строением цианобактерии (рис. 1.17). Какими цифрами обозначены: цитоплазма, липидные глобулы, фотосинтезирующие мембраны (ламеллы), плазмалемма, фосфатная гранула, полисома, желатинозный слой, белковая гранула, нуклеоид?

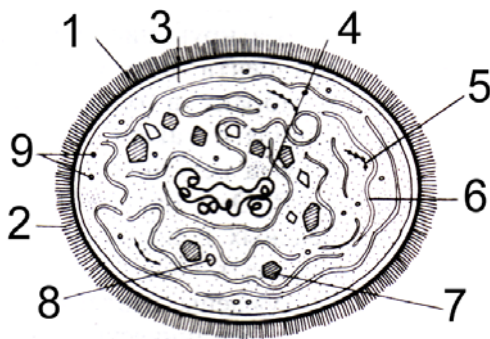


Рис. 1.17. Схема строения цианобактерии

Лабораторный практикум

1.1. Ультратонкое строение бактериальной клетки.

Бактериофаг Т4. Рассмотрите бактериальные клетки *Escherichia coli*: в нормальном здоровом состоянии (А) и через час после заражения бактериофагом Т4 (рис. 1.18). Познакомьтесь с электронограммой и схемой строения бактериальной клетки (рис. 1.19).



Зарисуйте бактериальную клетку *Escherichia coli* в нормальном состоянии и с вирусными частицами бактериофага Т4.

1.2. Морфология бактерий. Для изучения морфологии бактерий приготовьте настои из различных естественных материалов: мяса, рыбы, белка яйца, навоза, сена, фруктов и овощей. Небольшое количество материала измельчите, поместите в склянку, на кончике скальпеля добавьте немного мела и залейте водопроводной водой на 2/3 объема склянки. Склянку с настоем поместите в термостат при 25-28°C на 3-5 дней. Из жидкости настоя (наиболее богата микрофлора в настоях мяса, рыбы, навоза) приготовьте два препарата: один – прижизненный (раздавленная капля), второй – постоянный (мазок).

Для приготовления прижизненного препарата микроорганизмов на предметное стекло микробиологической петлей нанесите каплю жидкости одного из приготовленных настоев. Покровное стекло поставьте на ребро у края капли и постепенно опустите на нее. При осторожном опускании покровного стекла между стеклами не остается пузырьков воздуха, мешающих микроскопированию.

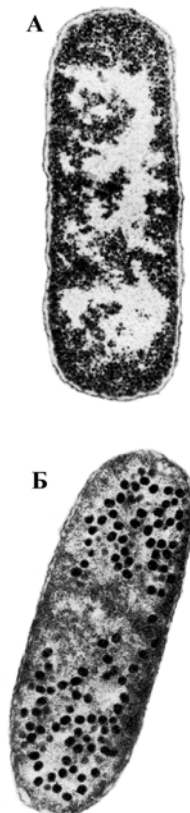


Рис.1.18. Микрофотография бактериальной клетки *Escherichia coli*: нормальная здоровая (А) и через час после заражения бактериофагом Т4 (Б)

Капля должна быть небольшой, чтобы после «раздавливания» жидкость не выступала за края покровного стекла. Исследуйте препарат в светлом и темном поле, пользуясь объективом ВИ-40. Для приготовления мазка предметное стекло, хранящееся в смеси этилового спирта и серного эфира, высушите на пламени спиртовки. Бактериологической петлей, простерилизованной на пламени спиртовки, по центру предметного стекла нанесите мазок исследуемого материала (если культура микроорганизма выращена на плотной питательной среде, предварительно на стекло нанесите каплю водопроводной воды, в нее бактериологической петлей внесите небольшое количество материала и сделайте мазок).

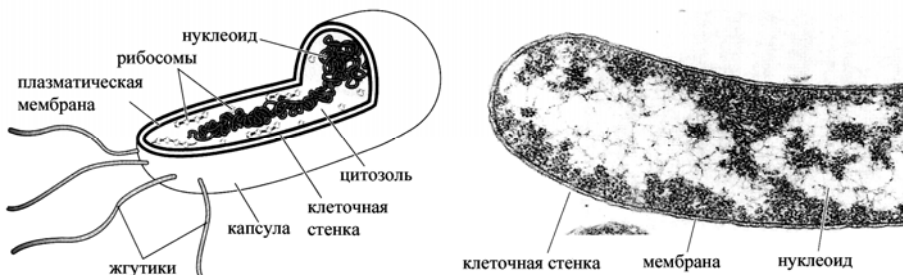


Рис. 1.19. Схема ультратонкого строения и микрофотография бактериальной клетки

Мазок высушите на воздухе и зафиксируйте термически, проводя стекло 2-3 раза через пламя спиртовки мазком вверх (для химической фиксации мазка: смесь этилового спирта и серного эфира в соотношении 1:1 нанесите на мазок на 10 мин). Фиксированный мазок окрасьте, залив его поверхность раствором красителя (метиленовый синий, фуксин, генцианвиолет) на 2-3 мин. Затем краситель с мазка смойте водой, вытрите нижнюю сторону препарата фильтровальной бумагой, верхнюю осторожно обсушите с боков, не дотрагиваясь до мазка. Препарат окончательно досушите на воздухе или высоко над пламенем спиртовки. Готовый мазок микроскопируйте, используя объектив МИ-90.



Просматривая препараты, зарисуйте несколько микроорганизмов, обратите внимание на форму, взаимное расположение клеток и на соотношение размеров бактерий, на рисунке обозначьте форму бактерий (рис. 1.20).

1.3. **Основные формы бактерий.** Познакомьтесь с морфологическими особенностями эубактерий (рис. 1.20) и определите, к какой группе они относятся: 1 – кокки, 2 – диплококки, 3 – стрептококки, 4 – стафилококки, 5 – палочки, или бациллы, 6 – вибрионы, 7 – стебельковые бактерии (рис. 1.21).

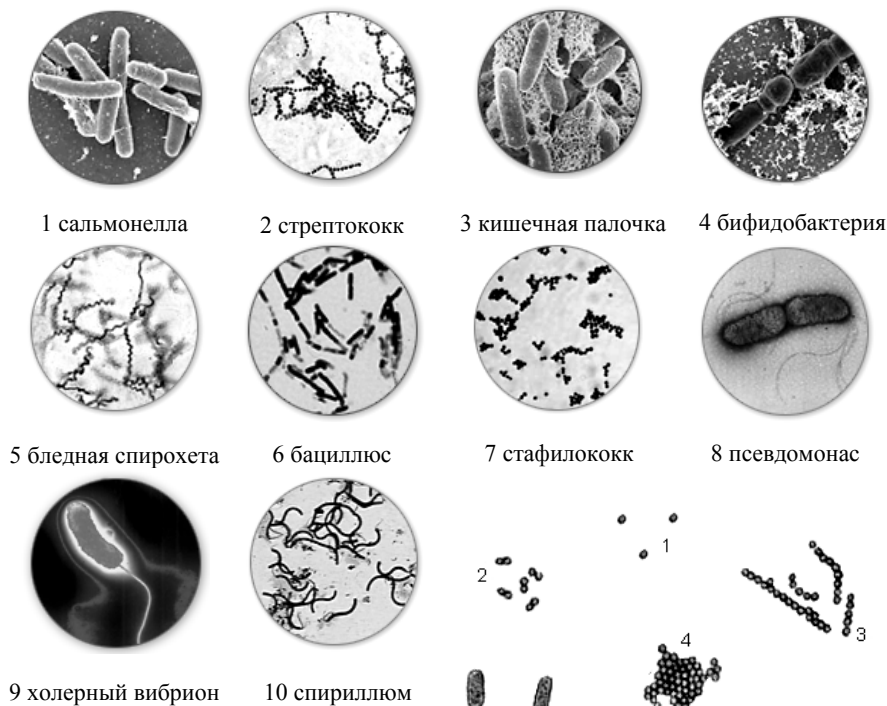


Рис. 1.20. Микрофотографии бактерий

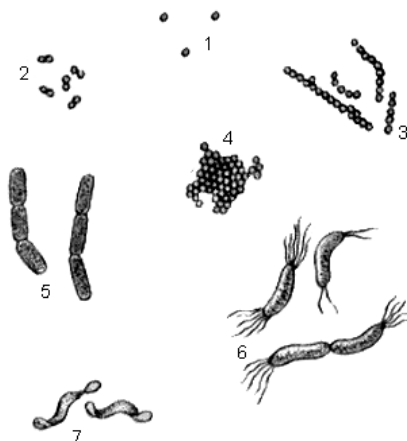


Рис. 1.21. Основные формы бактерий

(1 – кокки, 2 – диплококки, 3 – стрептококки, 4 – стафилококки, 5 – палочки, или бациллы, 6 – вибрионы, 7 – стебельковые бактерии)

1.4. Мицелий гриба мукора. Мукор – сапрофитный гриб, живущий во влажных условиях. Мукор широко распространен в природе как деятельный компонент почвенной микрофлоры.

В лаборатории мукор можно вырастить на хлебе или на овощах во влажной камере. Для этого оберните фильтровальной бумагой чашку Петри и положите ее дном вверх в кристаллизатор, на дно которого налейте воду. На чашку Петри положите кусок хлеба или вареных овощей и засейте спорами, нанося споры препаровальной иглой. Затем кристаллизатор накройте стеклом и поставьте в термостат при температуре +23–27°C. Через двое-трое суток на поверхности питательной среды появится белый пушок, позднее обильно разрастающийся. Еще через сутки на концах гиф появляются черные головки величиной менее булавочной – материал готов для занятий.

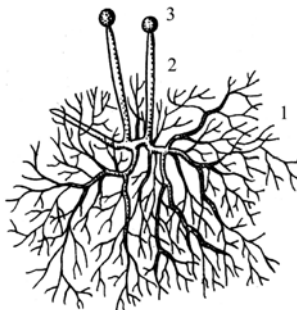


Рис. 1.22. Сапрофитный гриб – мукор
(1 – мицелий; 2 – спорангиеносец; 3 – спорангий)

Приготовьте (или используйте постоянный) микроскопический препарат мицелия мукора. Рассмотрите строение мицелия: в нем нет поперечных перегородок, видна бесцветная зернистая цитоплазма и более или менее крупные вакуоли, некоторые из гиф гриба оканчиваются черными головками – это спорангии, сидящие на спорангиеносцах (рис. 1.22).

! Зарисуйте ветвистый мицелий мукора со спорангиями, сидящими на спорангиеносцах, на рисунке обозначьте: мицелий, гифы, спорангий.

1.5. Клетки кожицы листа валлиснерии. Для приготовления препарата на любой из сторон листа валлиснерии скальпелем или препаровальной иглой надрежьте кожицу, кусочек которой сдерите с листовой пластинки, поместите в каплю воды на предметное стекло, осторожно накройте покровным стеклом и рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа (рис. 1.23).

Клетки кожицы либо вытянуты по длине листа, либо имеют квадратные или многоугольные очертания. Оболочки клеток тонкие, прозрачные, плотно примыкающие одна к другой. В клетках видны многочисленные зеленые тельца – хлоропласты, или хлорофилловые зерна. Работая микровинтом, рассмотрите клетку с поверхности (в

плане) или на некоторой глубине (в оптическом разрезе). В некоторых клетках видно ядро. Оно представляет собой светло-серое тельце с одним сильно преломляющим свет и поэтому хорошо заметным ядрышком. Цитоплазма не видна, не удастся различить границы находящейся в клетке вакуоли с клеточным соком.

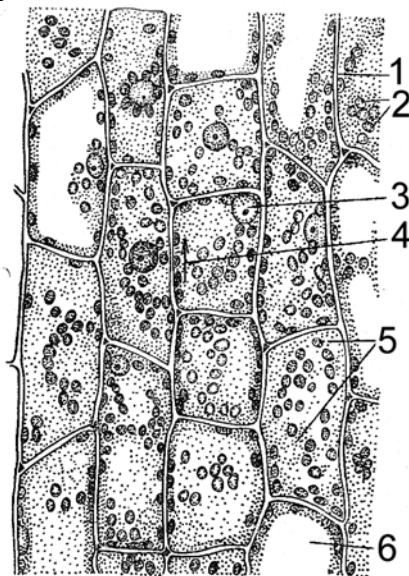


Рис. 1.23. Кожица листа валлиснерии

1 – оболочка клетки; 2 – хлоропласты; 3 – ядро; 4 – направления движения цитоплазмы; 5 – цитоплазма; 6 – вакуоль

При внимательном наблюдении можно видеть, что пластиды перемещаются вдоль клеточных стенок. Это происходит вследствие движения вокруг центральной вакуоли цитоплазмы. Такое движение называют круговым, или ротационным (циклоз). Движение цитоплазмы играет важную роль в осуществлении обменных процессов и распределении веществ внутри клетки. В естественных условиях цитоплазма движется очень медленно, под влиянием физических или химических раздражителей движение обычно ускоряется. Движение можно ускорить, если лист на несколько

! *Зарисуйте несколько клеток кожицы листа валлиснерии, на рисунке обозначьте: оболочка клетки, хлоропласты, вакуоль, направления движения цитоплазмы, ядро*

1.6. Клетки крови лягушки. Рассмотрите мазок крови лягушки (фиксация метиловым спиртом, окраска гематоксилин-эозином). Большинство клеток мазка принадлежит эритроцитам (рис. 1.24). Они имеют овальную форму и овальное плотное ядро, интенсивно окрашивающееся гематоксилином в сине-фиолетовый цвет. Цитоплазма этих клеток закрашивается эозином в оранжево-красный цвет за счет гемоглобина, растворенного в теле этой клетки.

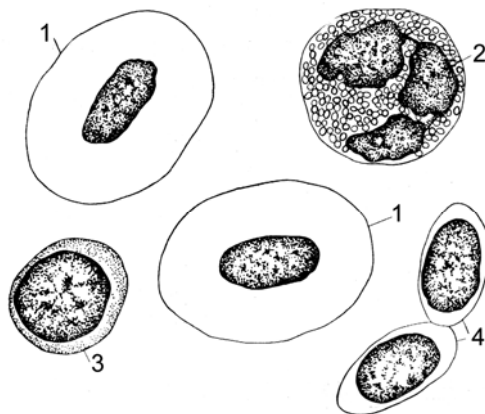


Рис. 1.24. Клетки крови лягушки
(1- эритроциты; 2 – эозинофил; 3 – лимфоцит; 4 – тромбоциты)

Кроме эритроцитов на мазке крови встречаются лейкоциты: из них эозинофилы – округлые клетки, по величине превышающие эритроциты, с 3–4-сегментным плотным ядром и ярко-оранжевой зернистостью в цитоплазме. Часто попадаетея и другая разновидность лейкоцитов – лимфоциты. Это округлые клетки, более мелкие, чем эозинофилы и эритроциты, с плотным округлым ядром и узкой каймой голубой (базофильной) цитоплазмы. Часто эти клетки имеют короткие, неправильной формы псевдоподии.



Зарисуйте несколько эритроцитов крови лягушки, на рисунке обозначьте: ядро, цитоплазма

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. ВИРУСЫ

- 1.1. Вирусы были открыты: 1) Д.И. Ивановским; 2) Ф. Туортом; 3) А.П. Виноградовым; 4) М. Шлейденом.
- 1.2. Вирусы - это «плохие новости в оболочке из: 1) полисахаридов; 2) белка; 3) липида; 4) жира.
- 1.3. Вирусы содержат: 1) только ДНК; 2) только РНК; 3) либо РНК, либо ДНК; 4) ДНК и РНК совместно.
- 1.4. Генетический материал вируса окружен: 1) липидной оболочкой; 2) белковой оболочкой; 3) двухслойной мембраной; 4) трехслойной мембраной.
- 1.5. Вирус в переводе с латинского: 1) болезнь; 2) смерть; 3) яд; 4) ужас.
- 1.6. Химическая природа вирусов: 1) нуклеопротеид; 2) гликопротеид; 3) липопротеид; 4) сложный комплекс органических молекул.

- 1.7. Синтез вирусного белка осуществляется: 1) на рибосомах клетки хозяина; 2) на собственных рибосомах вируса.
- 1.8. Принцип взаимодействия вируса и клетки: 1) хищничество; 2) облигатный паразитизм; 3) комменсализм; 4) факультативный паразитизм; 5) конкуренция.
- 1.9. Ретровирусы кодируют вирусный геном с помощью фермента: 1) редуктазы; 2) синтетазы; 3) ревертазы; 4) полимеразы.
- 1.10. *К болезням, вызываемым вирусами, относятся: 1) грипп; 2) дизентерия; 3) оспа; 4) ящур; 5) тиф; 6) ОРЗ
- 1.11. *К болезням, вызываемыми вирусами, относится: 1) СПИД; 2) столбняк; 3) гонорея; 4) туберкулез; 5) холера; 6) сифилис.
- 1.12 *К болезням, вызываемыми вирусами, относится: 1) краснуха; 2) полиомиелит; 3) коклюш; 4) корь; 5) сибирская язва.
- 1.13. Фаги паразитируют в клетках: 1) простейших; 2) бактерий; 3) плоских червей; 4) низших растений.

2. БАКТЕРИИ

- 2.1. Бактерии относятся к: 1) прокариотам; 2) эукариотам; 3) мезокариотам.
- 2.2. *Отсутствует в бактериальной клетке: 1) ядро; 2) митохондрии; 3) пластиды; 4) рибосомы.
- 2.3. *Имеется в бактериальной клетке: 1) цитоплазма; 2) рибосомы; 3) нуклеоид; 4) мезосома; 5) митохондрии.
- 2.4. Роль санитаров выполняют бактерии: 1) уксуснокислого брожения; 2) гниения; 3) железобактерии; 4) болезнетворные.
- 2.5. *Споры у бактерий служат для: 1) распространения; 2) размножения; 3) переживания неблагоприятных условий; 4) питания; 5) дыхания.
- 2.6. Больше всего бактерий на единицу объема обитает в: 1) болотной воде; 2) плодородном слое почвы; 3) воздухе городов; 4) океане.
- 2.7. *Бактерии являются возбудителями: 1) холеры; 2) столбняка; 3) туберкулеза; 4) гепатита; 5) энцефалита.
- 2.8. *Бактерии являются возбудителями: 1) брюшного тифа; 2) гриппа; 3) свинки; 4) пневмонии; 5) сибирской язвы; 6) оспы; 7) коклюша.
- 2.9. Симбионтом человека является: 1) азотобактер; 2) холерный вибрион; 3) кишечная палочка; 4) дрожжи.
- 2.10. *Форма тела бактерий может быть: 1) шаровидная; 2) палочковидная; 3) спиралевидная; 4) изогнутая; 5) амeboидная.
- 2.11. Мезосома бактерий принимает участие в: 1) питании; 2) дыхании; 3) размножении; 4) движении.
- 2.12. *Средой обитания бактерий является: 1) воздух; 2) почва; 3) вода; 4) живые организмы; 5) минералы.
- 2.13. *Молочнокислые бактерии используются для: 1) приготовления творога, простокваши, сметаны; 2) silosования кормов; 3) карамелизации; 4) закваски капусты; 5) засолки огурцов и помидоров; 6) консервирования.
- 2.14. *Бактериями являются: 1) кишечная палочка; 2) дизентерийная амeba; 3) стафилококк; 4) малярийный плазмодий; 5) холерный вибрион; 6) бледная спирохета.
- 2.15. *Заболевания человека бактериальной природы: 1) чесотка; 2) педикулез; 3) малярия; 4) туберкулез; 5) СПИД; 6) гонорея; 7) сифилис.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ

2.1. Химические компоненты живого. Химические строительные блоки: белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды.

2.2. Генный уровень организации материала наследственности и изменчивости. Химическая организация гена. Структура ДНК. Биологический код и его свойства. Репликация ДНК. Химическая стабильность ДНК. Репарация. Генные мутации. Биологическое значение генного уровня организации наследственного материала.

Реализация генетической информации. Роль РНК. Особенности организации и экспрессии генетической информации у про- и эукариот. Ген – функциональная единица наследственного материала.

2.3. Хромосомный уровень организации генетического материала. Хромосомная теория наследственности. Структурная организация хроматина. Морфология хромосом. Репликация хромосом. Распределение материала материнских хромосом между дочерними клетками в митозе. Хромосомные мутации. Биологическое значение хромосомного уровня организации генетического материала.

2.4. Геномный уровень организации наследственного материала. Геном. Генотип. Кариотип. Воспроизведение и поддержание постоянства кариотипа в ряду поколений организмов. Рекомбинация наследственного материала в генотипе. Комбинативная изменчивость. Эволюция генома.

Характеристика генотипа как сбалансированной по дозам системы взаимодействующих генов. Взаимодействия между генами (доминирование, неполное доминирование, комплементарность, эпистаз, полимерия).

2.1. Химические компоненты живого

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Какие элементы и почему считают основой жизни?
2. Докажите, что изучение элементарного химического состава клеток имеет большое теоретическое и практическое значение.
3. Как физико-химические свойства воды проявляются в обеспечении процессов жизнедеятельности клетки и целостного организма?
4. Чем определяется специфичность деятельности биологических катализаторов – ферментов?
5. В чем заключается биологическое значение углеводов и липидов?
6. Каким образом индивидуальная специфичность организмов отражена в особенности строения белковых молекул?
7. На чем основана огромная информационная емкость ДНК? Как эта функция отражена в строении?

Контрольные задания

1. Познакомьтесь с биологической ролью макро- и микро-элементов и укажите каким элементам присущи соответствующие биологические функции. Заполните таблицу 2.1.

Таблица 2.1.

Биологическая роль химических элементов

Элемент	Биологическая роль
?	Ионы участвуют в регуляции избирательной проницаемости клеточной мембраны, в образовании желчи, свертывании крови, активируют ферменты при сокращении поперечнополосатых мышечных волокон; соли пектиновых веществ придают твердость межклеточному веществу растительных клеток; нерастворимые соли входят в состав костей позвоночных животных, раковин моллюсков, коралловых полипов.
?	Входит в состав молекулы хлорофилла, ферментов необходимых для функционирования мышечной, нервной и костной тканей, кофактор многих ферментов, участвующих в энергетическом обмене и синтезе ДНК.
?	Участвует в создании и поддержании биоэлектрического потенциала на мембране; ионы участвуют в поддержании осмотического потенциала растительных клеток, вместе с ионами хлора составляют большую часть минеральных веществ крови.
?	Участвует в создании и поддержании биоэлектрического потенциала на мембране; активирует ферменты; участвует в синтезе белка; входит в состав ферментов, участвующих в фотосинтезе; участвует в проведении нервного импульса.
?	Входит в состав аминокислот (цистина, цистеина, метионина), кофермента А, инсулина, витамина В1; участвует в формировании третичной структуры белка, в бактериальном фотосинтезе.
?	Входит в состав окислительных ферментов, участвующих в светонезависимых реакциях фотосинтеза; участвует в кроветворении; синтезе гемоглобина.
?	Входит в состав АТФ, нуклеотидов, ДНК, РНК, коферментов НАД, НАДФ, всех мембранных структур, соли входят в состав костной ткани, зубной эмали.
?	Входит в состав ферментов-переносчиков электронов дыхательной цепи и фотосинтеза; ферментов, участвующих в дыхании; в состав гема белка – переносчика кислорода – гемоглобина и белка, содержащего запас кислорода в мышцах, – миоглобина; участвует в синтезе хлорофилла.
?	Входит в состав гормона щитовидной железы – тироксина.
?	Входит в состав ферментов, участвующих в спиртовом брожении, в транспорте углекислого газа в крови позвоночных, необходимых для нормального роста.

2. Рассмотрите рисунок 2.1. Какие структуры белков обозначены цифрами 1–4? Какая структура определяет все другие структуры и свойства белка? Почему?

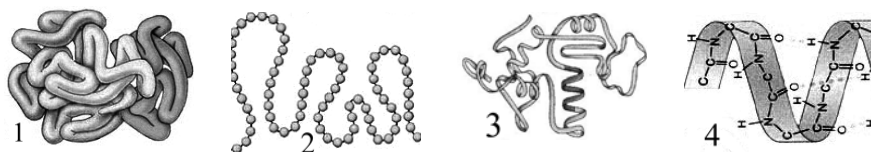


Рис. 2.1. Структуры белков

3. Желудочно-кишечный тракт большинства животных и человека не приспособлен к перевариванию целлюлозы, тогда как крахмал и гликоген расщепляются до глюкозы и усваиваются организмом. Объясните причину такого, учитывая, что все перечисленные полисахариды состоят из остатков глюкозы. За счет чего происходит переваривание клетчатки в организме травоядных животных?

4. При окислении 1 г белков выделяется столько же энергии, сколько при окислении 1 г углеводов. Почему организм использует белки как источник энергии только в крайних случаях?

5. Два студента оперировали лягушку. Для предотвращения высыхания они смачивали обнаженные внутренние органы 9%-ным раствором поваренной соли. Однако внутренние органы начали сморщиваться и лягушка погибла. Какую ошибку допустили студенты? Что произошло с органами лягушки? Почему она погибла?

6. Углеводы широко представлены в биосистемах и выполняют различные функции. Познакомьтесь с биологическими функциями углеводов и приведите примеры. Заполните таблицу 2.2.

7. Липиды и жироподобные органические соединения играют важную роль в биосистемах и могут выполнять разнообразные функции. Познакомьтесь с биологическими функциями липидов и приведите примеры. Заполните таблицу 2.3

8. Изучите рисунок 2.2. Что изображено на рисунке? Какой цифрой и обозначена химическая связь между соседними мономерами? Как называется эта химическая связь?

9. Изучите рисунок 2.3. Назовите химическое соединение фрагмент которого изображен на рисунке. Что обозначено цифрами 1–4?

Таблица 2.2.

Основные функции углеводов

Функции	Примеры
Составная часть жизненно важных соединений клетки	
Энергетическая	
Структурная	
Защитная	
Резервная	

Таблица 2.3.

Основные функции липидов

Функции	Примеры
Энергетическая	
Структурная	
Защитная	
Регуляторная	
Резервная	

10. Изучите рисунок 2.4. Назовите химическое соединение, фрагмент которого изображен на рисунке. Что обозначено цифрами 1–8?

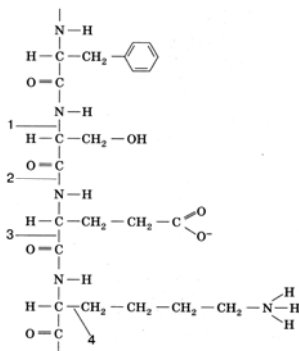


Рис. 2.2. Фрагмент биополимера

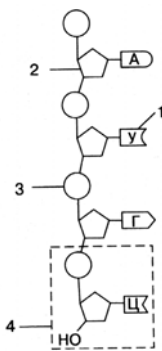


Рис. 2.3. Фрагмент биополимера

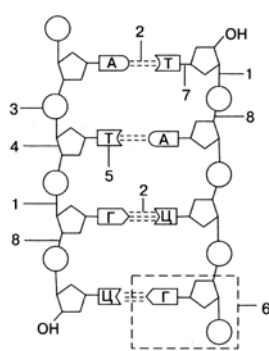


Рис. 2.4. Фрагмент биополимера

11. В живых системах белки выполняют разнообразнейшие функции. Познакомьтесь с основными биологическими функциями белков и пептидов, приведите примеры конкретных белков. Заполните таблицу 2.4.

Таблица 2.4.

Основные функции белков и пептидов

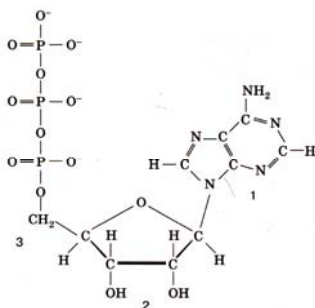
Функции	Примеры
Ферментативная	
Структурная	
Защитная	
Регуляторная	
Резервная	
Транспортная	
Двигательная	
Рецепторная	
Антибиотики	
Токсины	

12. Проведите сравнительный анализ строения и функций молекул ДНК и РНК и заполните таблицу 2.5.

Таблица 2.5.

Сравнительная характеристика ДНК и РНК

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



13. Изучите рисунок 2.5. Назовите химическое соединение, структурная формула которого изображена на рисунке. Что обозначено цифрами 1-3? Каково биологическое значение этого соединения?

Рис. 2.5. Структурная формула рибонуклеотида

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. *Органогенные элементы, содержащиеся в клетке: 1) углерод; 2) водород; 3) кальций; 4) азот; 5) магний; 6) натрий; 7) кислород; 8) цинк.
2. Структурной основой главных субстратов жизни является элемент: 1) азот; 2) углерод; 3) кислород; 4) фосфор; 5) водород; 6) сера.
3. В состав костей позвоночных, раковин моллюсков, коралловых полипов входят нерастворимые соли: 1) магния; 2) железа; 3) кальция; 4) калия; 5) меди.
4. *Участвуют в создании и поддержании биоэлектрического потенциала на мембране: 1) калий; 2) кальций; 3) натрий; 4) медь; 5) никель; 6) водород; 7) магний.
5. Входит в состав гема белка – переносчика кислорода – гемоглобина и белка, содержащегося в мышцах – миоглобина: 1) сера; 2) магний; 3) железо; 4) кальций.
6. Молекула хлорофилла содержит: 1) кобальт; 2) медь; 3) молибден; 4) фосфор; 5) калий; 6) бор 7) кальций; 8) магний.
7. Входит в состав инсулина: 1) магний; 2) натрий; 3) кальций; 4) цинк; 5) медь.
8. *Моносахаридами являются 1) сахароза; 2) глюкоза; 3) фруктоза; 4) галактоза; 5) рибоза; 6) целлюлоза.
9. *Пентозами являются 1) рибоза; 2) галактоза; 3) гликоген; 4) дезоксирибоза; 5) глюкоза; 6) мальтоза.
10. *Основные функции углеводов 1) энергетическая; 2) резервная; 3) структурная; 4) транспортная; 5) ферментативная; 5) защитная.
11. *Структурными полисахаридами являются: 1) крахмал; 2) целлюлоза; 3) хитин; 4) муреин; 5) гликоген.
12. Крахмал накапливается в следующих структурах растительной клетки: 1) митохондрии; 2) хлоропласты; 3) лейкопласты; 4) вакуоли.
13. Биологический полимер, мономерами которого являются аминокислоты: 1) ДНК; 2) липид; 3) АТФ; 4) фосфолипид; 5) белок; 6) крахмал.
14. Пептиды образуются путем взаимодействия: 1) аминокислот; 2) аминокислот и глюкозы; 3) глюкозы и фруктозы; 4) азотистого основания и фосфорной кислоты; 5) аминокислоты и воды.
15. *Белками являются: 1) пепсин; 2) коллаген; 3) хитин; 4) каталаза; 5) гемоглобин.
16. Первичная структура белка формируется за счет связей: 1) пептидной; 2) водородной; 3) ионной; 4) дисульфидной; 5) гидрофобного взаимодействия.
17. *Третичная структура белка формируется за счет связей: 1) пептидной; 2) водородной; 3) ионной; 4) дисульфидной; 5) гидрофобного взаимодействия; 6) гликозидной; 7) межмолекулярного взаимодействия.
18. *Первичные структуры разных белков отличаются: 1) количеством аминокислот; 2) количественным соотношением аминокислот разных видов; 3) последовательностью аминокислот; 4) химической связью, участвующей в формировании последовательности аминокислот.
19. *Формирование третичной структуры белка характеризуется: 1) взаимодействием между радикалами; 2) изменением первичной структуры; 3) предшествованием вторичной структуры; 4) сворачиванием строго определено; 5) сворачиванием, часто одновременно в нескольких участках, полипептидной цепи.
20. *Защитную функцию выполняют белки: 1) интерферон; 2) миозин; 3) коллаген; 4) фибриноген; 5) антитела; 6) тубулин; 7) гликоген.

21. Структурными белками являются: 1) коллаген; 2) тромбопластин; 3) кератин; 4) актин; 5) интерферон; 6) эластин; 7) актиномицин; 8) инсулин; 9) целлюлоза.
22. *Регуляторную функцию выполняют белки 1) фибриноген 2) вазопрессин 3) инсулин 4) соматотропин, 5) казеин 6) альбумин 7) гемоглобин.
23. *Двигательную функцию выполняют белки: 1) миоглобин; 2) миозин; 3) кератин; 4) альбумин; 5) актин.
24. *Транспортную функцию выполняют белки: 1) флагеллин; 2) тромбин; 3) гемоглобин; 4) миозин; 5) инсулин.
25. *Депонирующую функцию выполняют белки: 1) казеин; 2) миоглобин; 3) актиномицин; 4) альбумин.
26. *Ферментами являются белки: 1) каталаза; 2) ДНК-полимераза; 3) интерферон; 4) эластин.
27. *Химическое соединение, которые имеются в РНК, но отсутствуют в ДНК: 1) рибоза; 2) тимин; 3) дезоксирибоза; 4) аденин; 5) урацил; 6) фосфорная кислота.
28. Цитозину ДНК комплементарно азотистое основание: 1) аденин; 2) гуанин; 3) урацил; 4) тимин.
29. Нуклеиновая кислота, которая является носителем генетической информации (хранит и передает ее другим клеткам), участвует в регуляции всех процессов жизнедеятельности клетки: 1) рРНК; 2) иРНК; 3) тРНК; 4) ДНК.
30. Тимину в ДНК комплементарно азотистое основание: 1) гуанин; 2) цитозин; 3) аденин; 4) урацил.
31. В состав нуклеотидов молекул ДНК входит азотистых оснований: 1) 1, 2, 3, 4, 5) 5.
32. Нуклеиновая кислота, осуществляющая перенос аминокислот к месту синтеза белка: 1) ДНК; 2) иРНК; 3) тРНК; 4) рРНК.
33. *В составе нуклеотида: 1) аминокислота; 2) фосфолипид; 3) пентоза; 4) пептид; 5) азотистое основание; 6) вода; 7) фосфорная кислота.
34. Молекула РНК, содержащая небольшое число нуклеотидов (около 90): 1) тРНК; 2) иРНК; 3) рРНК.
35. В составе нуклеотидов РНК азотистые основания: 1) аденин; 2) гуанин; 3) цитозин; 4) урацил; 5) тимин.
36. *Комплементарные пары азотистых оснований: 1) аденин-тимин; 2) гуанин-цитозин; 3) аденин-урацил; 4) тимин-цитозин; 5) цитозин-аденин; 6) аденин-гуанин; 7) урацил-тимин.
37. Основная масса ДНК эукариот расположена в: 1) ядре; 2) цитоплазме; 3) митохондриях; 4) пластидах.
38. Химическое соединение в состав которого входят азотистое основание, пентоза и остаток фосфорной кислоты: 1) аминокислота; 2) фосфолипид; 3) полисахарид; 4) нуклеотид; 5) белок; 6) моносахарид.
39. *Функции липидов: 1) энергетическая; 2) структурная; 3) депонирующая; 4) секреторная; 5) регуляторная; 6) защитная; 7) ферментативная.
40. Сложный липид в составе которого, кроме спирта и жирных кислот, остаток фосфорной кислоты: 1) фосфат; 2) фосфопротеид; 3) фосфолипид; 4) гликолипид; 5) холестерол.
41. *Липидом является: 1) клетчатка; 2) АТФ; 3) холестерин; 4) липаза; 5) коллаген; 6) тестостерон.

2.2. Генный уровень организации материала наследственности и изменчивости

Вопросы для повторения и обсуждения

1. В чем заключается биологическая роль двухцепочечной молекулы ДНК?
2. Какова сущность процесса передачи наследственной информации из поколения в поколение и из ядра в цитоплазму к месту синтеза белка?
3. Каковы пути передачи наследственной информации в биологических системах?
4. Почему не белки или углеводы, а именно молекула ДНК обладает способностью к репликации?
5. В чем заключается полуконсервативный способ репликации ДНК и каково биологическое значение такого способа репликации?
6. Какие перспективы могут открыться в научной и практической деятельности человека с овладением механизмами реализации генетической информации?
7. В чем заключаются молекулярные механизмы генных мутаций?
8. Могут ли восстанавливаться повреждения ДНК? Если да, то с помощью каких механизмов и какое значение это явление имеет в жизни организмов?

Контрольные задания

1. ***Анализ нуклеотидного состава и нуклеотидных последовательностей фрагментов молекул нуклеиновых кислот.*** Изучите диаграммы («лестничные» схемы), изображающие структуру трех фрагментов двухцепочечных молекул ДНК (рис. 2.6 *A, B, C*), каждый из которых содержит по 14 пар нуклеотидов. Стороны «лестницы» представляют собой сахарофосфатный «каркас», а «ступеньки» образованы парами комплементарных азотистых оснований (А–Т, Г–Ц). Помечены края полинуклеотидных цепочек, содержащие 5'-фосфаты.

Подсчитайте общее число каждого из четырех типов нуклеотидов (А, Т, Г, Ц) и число пар А–Т и Г–Ц, имеющих в состав фрагментов *A, B* и *C*. Определите для каждого фрагмента количественные соотношения: А/Т, Г/Ц и (А + Т)/(Г + Ц).

Обратите внимание на то, что фрагменты *B* и *C* имеют одинаковый суммарный нуклеотидный состав (сравните общее число нуклеотидов каждого типа и число пар А–Т, Г–Ц в этих фрагментах).

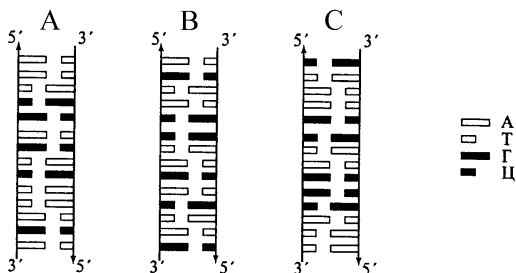


Рис. 2.6. Структура фрагментов трех условных молекул ДНК («лестничные модели»)

Вместе с тем, они различаются специфичностью чередований отдельных нуклеотидов в своих цепочках (специфичностью нуклеотидных последовательностей). Следовательно, суммарный нуклеотидный состав и нуклеотидная последовательность – два совершенно различных свойства молекулы ДНК.

Для дальнейшего анализа сделанного заключения составьте и сравните последовательную запись триплетов кодирующих (3'-5') нитей для фрагментов *B* и *C*.

По аналогии со схемой на рисунке 2.6 составьте и зарисуйте собственные диаграммные изображения двух двухцепочечных фрагментов ДНК, каждый из которых имеет по 15 нуклеотидных пар и соотношение $(A + T)/(G + Ц) = 2$, но отличается от другого специфичностью нуклеотидных последовательностей. Маркируйте края всех полинуклеотидных цепочек знаками 3' или 5' (соответственно). Сделайте последовательную запись триплетов кодирующих нитей составленных фрагментов ДНК.

Постройте и зарисуйте диаграммные изображения фрагментов двух молекул РНК, являющихся комплементарными кодирующим нитям составленных вами фрагментов ДНК. Проанализируйте нуклеотидный состав этих фрагментов. Сделайте последовательную запись триплетов фрагментов РНК и сравните ее с ранее сделанной записью для триплетов соответствующей нити ДНК.

2. Определение степени гомологии нитей из различных молекул ДНК при их денатурации и ренатурации. Рассмотрите в качестве примера условные изображения процессов денатурации и ренатурации фрагментов двух молекул ДНК (рис. 2.7). Полинуклеотидные цепочки фрагментов маркированы цифрами 1, 2 и 3, 4 (соответственно).



Рис. 2.7. Изображение процессов денатурации и ренатурации фрагментов двух молекул ДНК

Денатурация может происходить при повышении температуры (нагревании) раствора ДНК. Это увеличивает нестабильность водородных связей между азотистыми основаниями в параллельных цепях молекулы и приводит к их разделению, т.е. к образованию одноцепочечных структур. Денатурацию можно осуществить также обработкой ДНК сильной щелочью, которая нарушает водородные связи между основаниями. Если раствор, содержащий денатурированную ДНК, затем медленно охлаждать (либо нейтрализовать щелочь), становится возможным повторное образование водородных связей между комплементарными основаниями разных цепочек, т.е. формирование новых двухцепочечных структур (процесс ренатурации). С помощью физико-химических методов можно изолировать отдельные цепочки денатурированных молекул ДНК, а затем смешать их попарно в новых сочетаниях и провести процесс ренатурации. При этом степень ренатурации (размеры формирующихся двухцепочечных участков) будет зависеть от степени гомологии (комплементарного соответствия нуклеотидных последовательностей) двух исследуемых одноцепочечных структур. На рис. 2.5 в упрощенной форме демонстрируется общий принцип ренатурации цепочек 2 и 3 из фрагментов разных молекул ДНК и определения степени их гомологии.

Постройте и зарисуйте диаграммные изображения, иллюстрирующие принципы денатурации и ренатурации ДНК, для фрагментов *A*, *B* и *C* из предыдущей работы (см. рис. 2.6).

По аналогии со схемой на рисунке 2.7 постройте и зарисуйте собственные диаграммные изображения и определите степень гомологии (в %) для двух одноцепочечных структур с одинаковой ориентацией нуклеотидных последовательностей (3'-5' либо 5'-3') из разных фрагментов молекул ДНК, составленных вами при выполнении работы.

3. **Составление диаграммного изображения принципа репликации ДНК.** Используя приведенные выше схемы строения фрагментов трех молекул условных ДНК (см. рис. 2.6), составьте и зарисуйте диаграммные изображения процесса репликации этих фрагментов в соответствии с полуконсервативным принципом. Матричные (материнские) и вновь синтезируемые (дочерние) нити молекул можно маркировать, раскрашивая их разным цветом. Обозначьте ориентацию концевых фосфатов каждой нити.

Сравните кодирующие нуклеотидные последовательности исходной молекулы и возникших при ее репликации двух дочерних молекул. Дайте оценку биологического смысла процесса репликации ДНК в связи с известными вам этапами клеточного цикла.

4. Изучите схему репликации ДНК (рис. 2.8). Какими цифрами обозначены: репликационная вилка, ДНК-полимераза III, РНК-праймер, праймаза, гираза (топоизомераза), геликаза, лигаза, белок-стабилизатор, лидирующая цепь, отстающая цепь, фрагмент Оказаки.

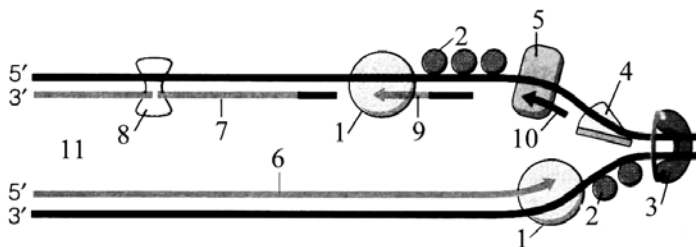


Рис. 2.8. Репликация ДНК

5. Изучите схемы, иллюстрирующие репликацию ДНК (рис. 2.9 1-7). Расположите описание этапов репликации ДНК (А-Ж) в правильной последовательности.

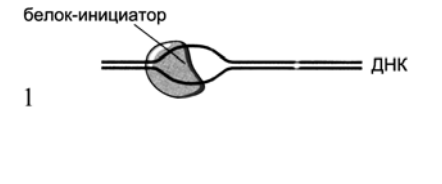
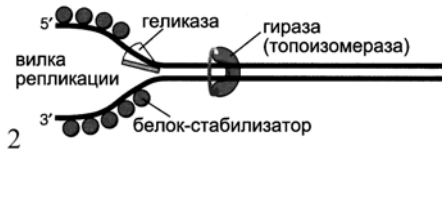
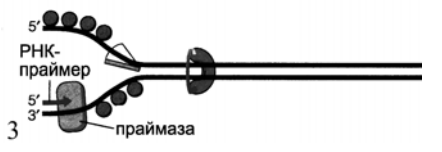
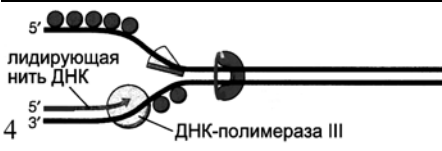
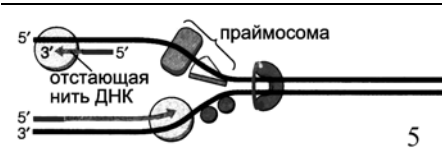
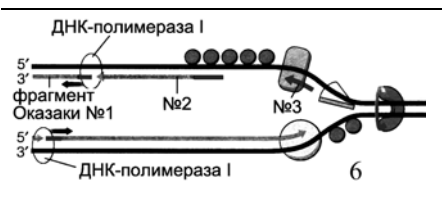
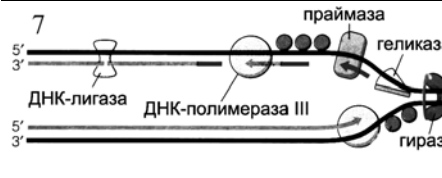
 1	А. На отстающей цепи ДНК синтезируется фрагментами, что требует серии РНК-праймеров, которые удаляются затем ДНК-полимеразой I. Она же и замещает пробел недостающими нуклеотидами.
 2	Б. Геликаза прикрепляется к ДНК и продолжает ее расшивать, а гириза (топоизомераза) раскручивает спираль ДНК. Одноцепочечные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

Рис. 2.9. Репликация ДНК

6. Решение генетических задач по моделированию этапов реализации наследственной информации (процессов транскрипции и трансляции). Ознакомьтесь со структурой генетического кода молекул иРНК и названиями аминокислот, входящих в состав белковых молекул (табл. 2.6 и примечание к ней). Кодированную аминокислоту можно найти в таблице 2.6 на пересечении линий, проведенных от трех нуклеотидов, составляющих тот или иной кодон. Стоп-триплеты (УАА, УАГ и УГА) не кодируют каких-либо аминокислот, они обеспечивают прерывание процесса трансляции на рибосоме (окончание синтеза полипептида).

Таблица 2.6.

Генетический код					
Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У (А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц (Г)
	Лей	Сер	—	—	А (Т)
	Лей	Сер	—	Три	Г (Ц)
Ц (Г)	Лей	Про	Гис	Арг	У (А)
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц (Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А (Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г (Ц)
А (Т)	Иле	Тре	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)

Примечание. В таблице использованы следующие сокращения названий аминокислот: Ала – аланин, Арг – аргинин, Асн – аспарагин, Асп – аспарагиновая кислота, Вал – валин, Гис – гистидин, Гли – глицин, Глн – глутамин, Глу – глутаминовая кислота, Иле – изолейцин, Лей – лейцин, Лиз – лизин, Мет – метионин, Про – пролин, Сер – серин, Тир – тирозин, Тре – треонин, Три – триптофан, Фен – фенилаланин, Цис – цистеин

6.1. Определите нуклеотидные последовательности участков мРНК, синтезируемых при транскрипции фрагментов ДНК (А, В и С), которые изображены на рисунке 2.6. Пользуясь информацией таблицы

2.6, составьте аминокислотные последовательности участков трех полипептидов, кодируемых указанными фрагментами ДНК.

6.2. Первые 10 аминокислот цепочки (3-глобина, входящего в состав нормального гемоглобина человека (*HbA*)), кодируются известной нуклеотидной последовательностью молекулы зрелой иРНК: 5'-ГУГ ЦАЦ ЦУГ АЦУ ЦЦУ ГАГ ГАГ ААГ УЦУ ГЦЦ-3' (полный β -глобиновый полипептид состоит из 146 аминокислот). С помощью таблицы 2.6 определите аминокислотную последовательность указанного участка полипептида.

Определите аминокислотную последовательность аналогичного участка мутантного β -глобина, синтез которого приводит к появлению ненормального гемоглобина (*HbS*) и серповидно-клеточных эритроцитов у человека, если известно, что его кодирует следующий фрагмент иРНК: 5'-ГУГ ЦАЦ ЦУГ АЦУ ЦЦУ ГУГ ГАГ ААГ УЦУ ГЦЦ-3'. Сравните построенные вами пептидные фрагменты нормального и мутантного белка. Проанализируйте вероятный молекулярный механизм возникновения гемоглобина, обуславливающего развитие у человека серповидноклеточной анемии, учитывая, что при сравнении всех остальных соответствующих друг другу триплетов молекул иРНК, кодирующих нормальный и мутантный β -глобин, между ними не выявляется каких-либо различий.

6.3. Участок цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов АЦА АТА ААА ГТТ... Какую первичную структуру имеет полипептид, синтезируемый при участии этой цепи ДНК (табл. 2.6)?

6.4. Участок цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов ГГА АЦА ЦТА ГТТ ААА АТА ЦГ... Какую первичную структуру имеет полипептид, синтезируемый при участии этой цепи ДНК, если в результате мутации в этой цепи выпадает 12-й нуклеотид (табл. 2.6)?

6.5. Начальная часть молекулы имеет следующую структуру: Цис-Фен-Тир. С какими триплетами тРНК участвуют в синтезе этого белка (табл. 2.6)?

6.6. Какова последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента молекулы ДНК, кодирующей фрагмент белка следующей структуры: Ала-Тре-Лиз-Асп-Сер (табл. 2.6)?

6.7. Участок инициации синтеза полипептида в молекуле иРНК имеет нуклеотидную последовательность УАУАААУГУУУЦАЦАУ. Какие триплеты данной иРНК кодируют первые аминокислоты (табл. 2.6)?

6.8. Определите все варианты иРНК, кодирующие пептид Мет-Фен-Лей (табл. 2.1).

6.9. При синдроме Фанкони (нарушение образования костной ткани) у больного человека выделяются с мочой аминокислоты, которым соответствуют следующие триплеты иРНК: АУА, ГУЦ, АУГ, УЦА, УУГ, УАУ, ГУУ, АУУ. Определите, выделение каких аминокислот с мочой характерно для этого синдрома?

6.10. Какие аминокислоты могут переносить к рибосомам тРНК со следующими антикодонами: АУГ, ААА, ГУЦ, ГЦУ, ЦГА, ЦУЦ, УАА, УУЦ?

7. Познакомьтесь со схемой оперона (рис. 2.10). Какими цифрами обозначены основные компоненты оперона: ДНК, промотор, оперон, РНК-полимераза, гены оперона, оператор?

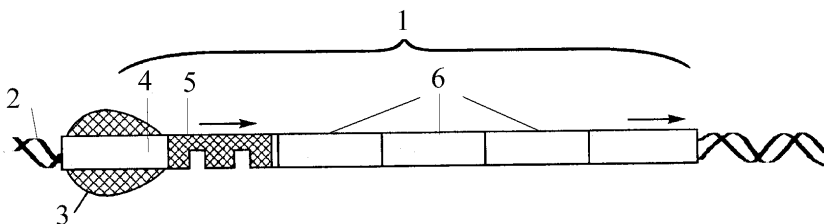


Рис. 2.10. Схема оперона

8. Точковые мутации возникают случайным образом во время репликации ДНК. На рисунке 2.11 показано, каким образом вследствие замены первого, второго или третьего нуклеотидов в триплете АУА иРНК, который кодирует аминокислоту изолейцин, могут возникнуть 9 новых кодонов, кодирующих в общей сложности шесть разных аминокислот (из-за вырожденности генетического кода некоторые точковые мутации не вызывают изменений в аминокислотах). Что вы можете сказать о триплетах, заключенных в рамки? Мутации по замене какого по счету нуклеотида приводят к меньшим изменениям в структуре белковой молекулы?

9. Рассмотрите схемы матричных синтезов эукариотической клетки (рис. 2.12 – I и II). Укажите названия этих матричных процессов, что обозначено цифрами 1–4 (на схеме I) и 1–3 (на схеме II)?

10. На рисунке 2.13 схематично изображена трансляция у эукариот. Какими цифрами обозначены: ДНК; фермент РНК-

12. Изучите схему строения полисомы (рис. 2.15). Какими цифрами обозначены: рибосома; иРНК; синтезированный белок; синтезируемый белок; малая субъединица; большая субъединица; концевой участок иРНК; начальный участок иРНК.

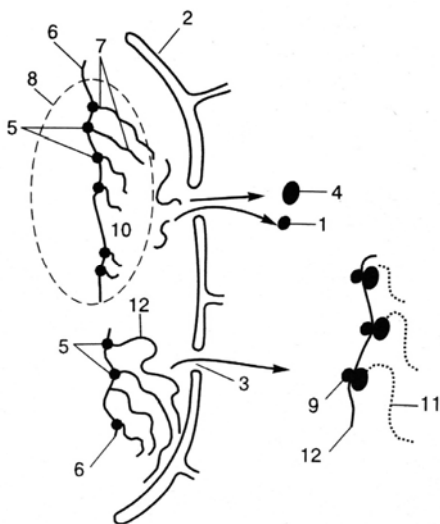


Рис. 2.13. Трансляция у эукариот

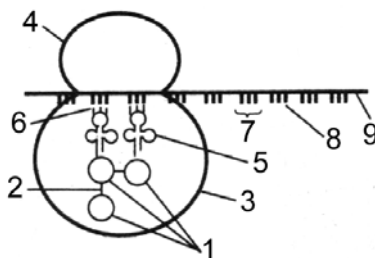


Рис. 2.14. Один из этапов трансляции

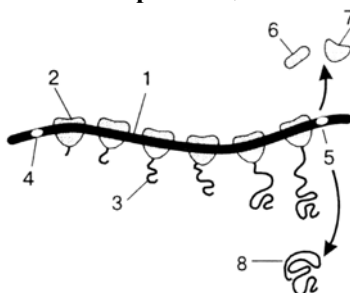


Рис. 2.15. Полисома

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

- *Удвоение количества ДНК: 1) репликация; 2) репликативный синтез; 3) редупликация; 4) регенерация; 5) дупликация.
- Процесс репликации ДНК приводит к образованию: 1) одной двойной спирали; 2) двух одноцепочечных спиралей; 3) двух двойных спиралей; 4) четырех одноцепочечных спиралей.
- *Принципы репликации ДНК: 1) комплементарность; 2) антипараллельность; 3) полуконсервативность; 4) прерывистость; 5) терминированность; 6) консервативность.
- Удлинение цепи ДНК всегда происходит в направлении от: 1) 5'-конца к 3'-концу; 2) 3'-конца к 5'-концу; 3) 5'-конца к 5'-концу; 4) 3'-конца к 3'-концу.
- В состав растущей цепи ДНК включаются нуклеотиды, в составе которых присутствуют: 1) аденин; 2) тимин; 3) урацил; 4) цитозин; 5) гуанин.
- Азотистые основания в составе нуклеотидов двух полинуклеотидных цепей соединяются между собой по принципу: 1) полярности; 2) униполярности; 3) комплементарности; 4) полуконсервативности; 5) уникальности.

7. Удвоение ДНК эукариот совершается: 1) последовательно от одного конца до другого; 2) одновременно с двух концов, навстречу друг другу; 3) одновременно во многих местах сразу; 4) поочередно в разных точках.
8. Образованию каждого фрагмента ДНК предшествует синтез короткой последовательности (10-15 нуклеотидов) – затравки: 1) АТФ 2) ДНК 3) РНК 4) НАДФ.
9. Точки начала репликации на молекуле ДНК связываются с белком, который называется: 1) геликаза; 2) нуклеаза; 3) ДНК-лигаза; 4) иницирующим; 5) ДНК-полимераза.
10. Разрыв водородных связей двойной спирали родительской ДНК в районе репликативной вилки осуществляет фермент: 1) топоизомераза; 2) геликаза; 3) ДНК-полимераза; 4) лигаза.
11. Решение проблемы суперспирализации молекулы ДНК в процессе репликации осуществляет фермент: 1) топоизомераза; 2) геликаза; 3) ДНК-полимераза; 4) лигаза.
12. После расплетения двойной спирали ДНК на две отдельные цепи с каждой из них связываются белки: 1) узнающие; 2) деспирализирующие; 3) стабилизирующие; 4) активизирующие; 5) формирующие.
13. Последовательное включение нуклеотидов в строящуюся цепь ДНК осуществляет фермент: 1) ДНК-зависимая-ДНК-полимераза; 2) ДНК-зависимая-РНК-полимераза; 3) ДНК-лигаза; 4) ДНК-синтетаза; 5) ДНК-топоизомераза.
14. Синтез запаздывающей цепи осуществляется относительно направления распространения репликативной вилки: 1) противоположно; 2) параллельно; 3) последовательно; 4) спирально.
15. Единица репликации: 1) мегафон; 2) витафон; 3) унифон; 4) репликон; 5) ДНКфон.
16. «Сшивание» соседних одноцепочечных фрагментов ДНК осуществляется ферментом, который называется: 1) каталаза; 2) лигаза; 3) полимераза; 4) праймаза.
17. Синтез РНК-затравки осуществляет фермент: 1) лигаза; 2) топоизомераза; 3) оксидоредуктаза; 4) ревертаза; 5) праймаза.
18. Вырезание некомплементарного нуклеотида (исправление ошибок) – корректорская функция: 1) РНК-затравки; 2) ДНК-лигазы; 3) ДНК-полимеразы; 4) АТФ; 5) ДНК-геликазы.
19. Нуклеиновая кислота, которая непосредственно осуществляет хранение и передачу следующим поколениям наследственной информации: 1) т-РНК; 2) и-РНК; 3) ДНК; 4) р-РНК.
20. *Единицей генетического кода является 1) нуклеотид; 2) ген; 3) триплет; 4) кодон.
21. Количество молекул т-РНК при биосинтезе белка в рибосоме 1) 1; 2) 2; 3) 4; 4) 20.
22. Структура белка непосредственно закодированная в молекуле ДНК: 1) первичная; 2) вторичная; 3) третичная; 4) четвертичная.
23. Количество аминокислот, закодированное в молекуле ДНК из 120 нуклеотидов: 1) 20; 2) 30; 3) 40; 4) 60; 5) 120; 6) 240; 7) 360.
24. Нуклеиновая кислота, которая доставляет аминокислоты из гиалоплазмы в рибосому: 1) ДНК; 2) р-РНК; 3) т-РНК; 4) и-РНК.
25. Антикодон т-РНК, комплементарный кодону ГГА и-РНК: 1) ГГА; 2) ЦЦУ; 3) ТТА; 4) ААГ; 5) ГГТ; 6) ЦЦТ.
26. Ферментативный процесс, осуществляемый в рибосоме: 1) гликолиз; 2) транскрипция; 3) трансляция; 4) редупликация; 5) репарация.

27. Нуклеиновая кислота, непосредственно входящая в состав субъединиц рибосом: 1) ДНК; 2) иРНК; 3) тРНК; 4) рРНК.
28. Число нуклеотидов в составе кодона ДНК или иРНК, который кодирует одну аминокислоту: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
29. Участок молекулы ДНК, содержащий информацию о структуре белка: 1) триплет; 2) ген; 3) антикодон; 4) кодон; 5) нуклеотид.
30. Количество видов аминокислот, которое может транспортировать в рибосому каждая из тРНК: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
31. Универсальность генетического кода состоит в том, что: 1) один триплет нуклеотидов всегда соответствует одной аминокислоте; 2) большинству аминокислот соответствует не один, а несколько разных триплетов; 3) каждой аминокислоте соответствует один триплет; 4) у всех организмов одни и те же триплеты соответствуют одним и тем же аминокислотам.
32. Реакция матричного синтеза: 1) синтез АТФ; 2) гидролиз РНК; 3) трансляция; 4) синтез гликогена.
33. Вырожденность (избыточность) генетического кода состоит в том, что: 1) один триплет кодирует несколько аминокислот; 2) один триплет кодирует одну аминокислоту; 3) несколько триплетов не кодируют ни одной аминокислоты; 4) большинство аминокислот кодируется несколькими триплетами.
34. Количество нуклеотидов одной полинуклеотидной цепи ДНК необходимое для кодирования белка состоящего из 90 аминокислот: 1) 30; 2) 45; 3) 90; 4) 270; 5) 360.
35. Процесс, в результате которого образуется тРНК: 1) транскрипция; 2) трансляция; 3) редупликация; 4) диссимиляция.
36. Триплетность генетического кода состоит в том, что: 1) триплет кодирует три аминокислоты; 2) одна аминокислота кодируется тремя триплетами; 3) одна аминокислота кодируется определенной последовательностью из трех нуклеотидов; 4) три триплета кодируют одну аминокислоту.
37. Нуклеиновая кислота, которая имеет антикодон: 1) иРНК; 2) тРНК; 3) рРНК.
38. Нуклеиновая кислота, которая переносит сведения о первичной структуре белка из ядра в рибосому: 1) ДНК; 2) информационная РНК; 3) транспортная РНК; 4) рибосомная РНК.
39. Последовательность нуклеотидов иРНК синтезируемая на ДНК, имеющей последовательность нуклеотидов АТГЦЦЦГАТ: 1) АТГЦЦЦГАТ; 2) АУГЦЦЦГАУ; 3) ТАЦГГГЦТА; 4) УАЦГГГЦУА.
40. Однозначность генетического кода состоит в том, что: 1) аминокислота кодируется одним триплетом; 2) одному триплету соответствует одна аминокислота; 3) один триплет кодирует несколько аминокислот; 4) информация об аминокислотах белка кодируется в ядерной ДНК одинаково у всех эукариот.
41. Свойство генетического кода ДНК повышающее надежность хранения и передачи наследственной информации: 1) триплетность; 2) однозначность; 3) неперекрываемость; 4) избыточность; 5) универсальность.
42. Свойство генетического кода, состоящее в том, что одна аминокислота может кодироваться несколькими кодонами называется: 1) универсальность; 2) избыточность; 3) неперекрываемость; 4) однозначность.
43. Число нуклеотидов, на которое рибосома перемещается по молекуле иРНК каждый раз после образования еще одной пептидной связи: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4; 5) 5.

2.3. Хромосомный уровень организации генетического материала

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Каков химический состав хроматина?
2. Как организованы нуклеосомы?
3. В чем заключается индивидуальность каждой хромосомы?
4. Что такое политенные хромосомы и как они образуются?
5. Какие изменения структурной организации хромосом известны и чем они сопровождаются?
6. Каково значение хромосомной организации в функционировании и наследовании генетического материала?

Контрольные задания

1. Хроматин ядра имеет определенную пространственную организацию, характеризующуюся его компактизацией или спирализацией. Рассмотрите схему уровней организации хроматина (рис. 2.16). Какими цифрами обозначены: метафазная хромосома; нуклеосомная фибрилла, интерфазная хромонома; элементарная хроматиновая фибрилла, гетерохроматин?

2. Познакомьтесь с морфологией хромосом (рис. 2.17).

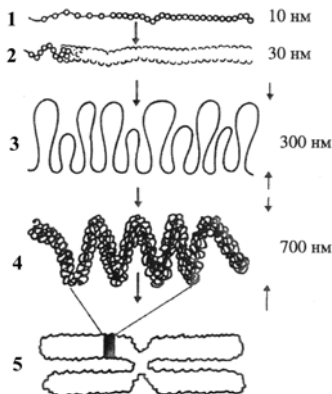


Рис. 2.16. Уровни спирализации хроматина

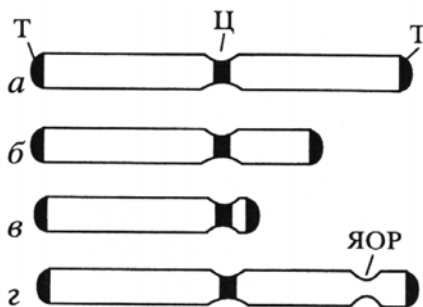


Рис. 2.17. Схема морфологии хромосом: метацентрических (а), субметацентрических (б), акроцентрических (в), спутничных (ядрышковых) (г)

Т – теломеры, Ц – центромеры (первичные перетяжки) ЯОР – ядрышковый организатор (вторичная перетяжка)

3. Различают несколько форм хромосом в зависимости от места положения центromеры и длины плеч, расположенных по обе стороны от нее. Укажите, какие формы хромосом представлены на рисунке 2.18.

Какими цифрами обозначены: хроматиды; центromера; вторичная перетяжка; короткое плечо; длинное плечо; спутник?

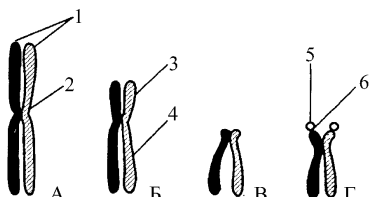


Рис. 2.18. Формы метафазных хромосом

4. Рассмотрите строение метафазной хромосомы (рис. 2.19) и укажите основные ее составляющие элементы.

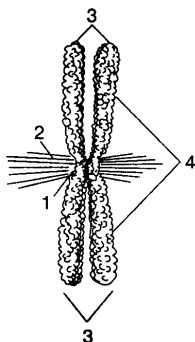


Рис. 2.19.
Метафазная хромосома

5. Рассмотрите основные виды хромосомных мутаций (рис. 2.20). Какими цифрами обозначены: инверсия, транслокация, дупликация, делеция?



Рис. 2.20. Основные виды хромосомных мутаций

6. Познакомьтесь с расположением локусов в X-хромосоме (отдельные гены локализованы в определенных сегментах хромосомы) (рис. 2 21).

7. В популяции сохранился один вариант гена *B*. Сделайте схематический рисунок хромосом с указанием локуса этого гена в хромосомах диплоидного организма: а) ген находится в аутосоме; б) ген находится в X-хромосоме; в) ген находится в Y-хромосоме.

8. В популяции существуют два варианта гена D , доминантный и рецессивный (D и d). Сделайте схематический рисунок хромосом с указанием локуса этого гена в хромосомах диплоидного организма (ген расположен в аутосоме).

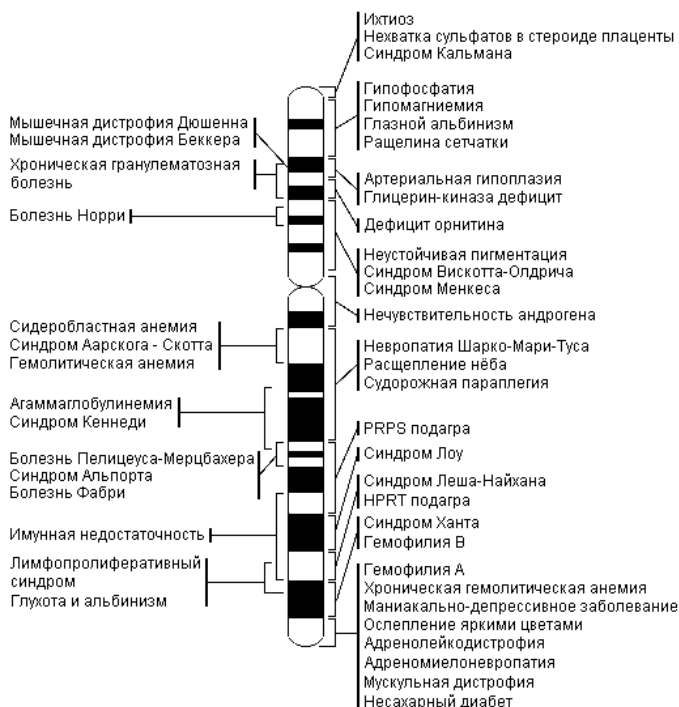


Рис. 2.21. Генетическая карта X-хромосомы

9. В популяции обнаружены два варианта гена R (R и r) и два варианта гена E (E и e). Гены находятся в негомолотических хромосомах (аутосомах). Сделайте схематический рисунок хромосом с указанием локусов этих генов в хромосомах диплоидного организма.

10. В диплоидном наборе человека содержится 46 хромосом, шимпанзе – 48, домовый мыши – 40. Сколько аутосом и половых хромосом содержится в соматических и незрелых половых клетках названных организмов? При помощи символов запишите кариотипы указанных организмов разного пола. Сколько негомолотических хромосом содержится в кариотипах этих организмов?

Лабораторный практикум

1. **Изучение гигантских (политенных) хромосом в препарате слюнных желез личинок двукрылых.** Интенсификация ядерных синтетических процессов может сопровождаться специфической организацией генетического материала. Примером такой особой структуризации ядра являются политенные хромосомы в ядрах личиночных тканей различных представителей двукрылых (мошки, комары, мухи). Политенные хромосомы – интерфазные, способные к синтетической деятельности хромосомы. Они приобрели гигантские размеры и стали видимыми благодаря серии многократных редупликаций элементарных хромосомных нитей, не сопровождающихся их расхождением.

При малом увеличении микроскопа изучите постоянный или временный препарат гигантских хромосом личинок двукрылых. Обратите внимание на очень большие ядра с крупными хромосомами и прозрачной кариоплазмой. Хромосом чаще всего четыре, что соответствует гаплоидному набору хромосом. Длина хромосом различна, они часто переплетены между собой, образуя клубок. При большом увеличении микроскопа рассмотрите участки отдельной хромосомы. Хромосомы имеют вид лент с вздутиями и поперечной исчерченностью в каждой хромосоме темных (гетерохроматиновых) и светлых (эухроматиновых) дисков (хромомеров), имеющих различную форму и величину. Сравните картину поперечной исчерченности, создаваемую чередованием различных дисков у отдельных хромосом (обратите внимание на специфичность строения отдельных дисков) (2.22).

Для выделения слюнных желез личинку комара *Chironomus sp.* (мотыль), поместите на предметное стекло и острой бритвой отрежьте первые два сегмента головного конца. При этом парные слюнные железы, имеющие вид мелких прозрачных беловатых телец овальной формы, выходят из тела личинки вместе с гемолимфой. Выделенные слюнные железы, имеющие 2-5 лопастную форму, поместите в каплю гемолимфы и рассмотрите при помощи микроскопа. Для окрашивания хромосом поместите слюнные железы на часовое стекло в каплю ацетокармина, накройте другим часовым стеклом и поместите в термостат с температурой 37°C на 45 мин. Окрашенную железу перенесите на предметное стекло в каплю 95%-ной уксусной кислоты и накройте покровным стеклом. Затем круговыми движениями тупого конца препаровальной иглы по стеклу над препаратом раздавите его.

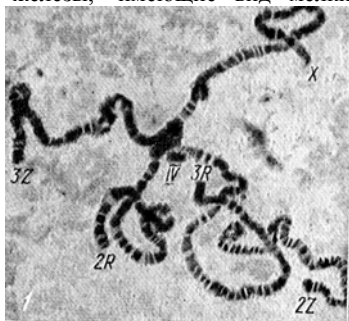


Рис. 2.22. Гигантские хромосомы в ядре клетки слюнных желез

! Зарисуйте несколько политенных хромосом (малое увеличение) и участок гигантской хромосомы (большое увеличение), на рисунке обозначьте: гетерохроматиновые и эухроматиновые участки.

2. Определение полового хроматина в клетках слизистой оболочки ротовой полости здоровых людей. Половой хроматин (тельце Барра) является продуктом закономерной гетерохроматинизации одной из двух X-хромосом нормальных соматических клеток женского организма и может быть выявлен в ядрах интерфазных клеток, что значительно облегчает цитологическую диагностику пола индивидуума и различных аномалий, связанных с изменением нормального числа X-хромосом в кариотипе. При выполнении работы следует иметь в виду, что в случае женского кариотипа (46, XX) тельце полового хроматина обычно выявляется в ядрах 20-70 % нормальных клеток эпителия слизистой оболочки рта, тогда как у лиц с нормальным мужским кариотипом (46, XY) оно обнаруживается очень редко (вероятность выявления составляет менее 5 % исследованных клеток). Однако в патологических случаях (при аномалиях числа X-хромосом в кариотипе индивидуума) картина может существенно меняться.

Приготовьте временный препарат клеток слизистой оболочки ротовой полости. Для этого вначале с помощью стерильной марлевой салфетки тщательно протрите участок слизистой оболочки щеки в целях удаления слоя слущивающегося поверхностного эпителия.

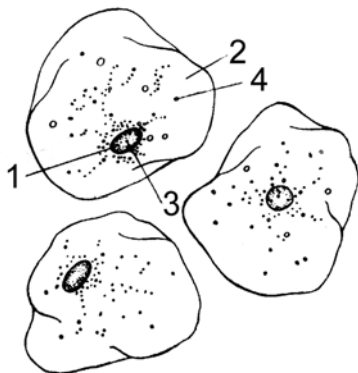


Рис. 2.23. Клетки плоского эпителия полости рта человека:

1 – ядро; 2 – цитоплазма; 3 – половой хроматин; 4 – митохондрии

Затем шпателем с тонким загнутым концом сделайте соскоб слоя эпителия слизистой щеки. Полученный материал поместите в виде мазка на поверхность сухого обезжиренного предметного стекла. Нанесите на мазок каплю красителя (ацеторсеина) и накройте препарат покровным стеклом.

Изучите приготовленный препарат при малом увеличении микроскопа для обнаружения эпителиальных клеток (клетки имеют крупные ядра, слабо окрашивающиеся ацеторсеином).

Используя иммерсионное увеличение микроскопа, проведите исследование отдельных клеток в препарате на наличие (отсутствие) в них полового хроматина, который в виде интенсивно окрашивающихся глыбок локализуется под ядерной оболочкой (рис. 2.23).

Подсчитайте число телец полового хроматина в ядрах 100 эпителиальных клеток. Считать необходимо только ядра с четкими контурами, слабо окрашенные ацеторсеином и имеющие целую (неразрушенную) ядерную оболочку. На основе наблюдаемой цитологической картины сделайте заключение о половой принадлежности исследуемого индивидуума.



Зарисуйте несколько клеток плоского эпителия полости рта человека, на рисунке обозначьте: ядро, цитоплазма, половой хроматин.

3. Составление схемы распределения хромосом во время клеточного цикла. Проанализируйте упрощенную схему распределения хромосом, маркированных символами двух аллельных генов (*Aa*), во время клеточного цикла у гипотетического организма, в кариотипе которого имеется лишь одна пара гомологичных хромосом (рис. 2.24). Следует отметить условный характер этой схемы, поскольку во время интерфазы хромосомы находятся в деспирализованном состоянии, что не позволяет четко наблюдать их структуру с помощью световой микроскопии. Обратите внимание на то, что в пресинтетическом периоде интерфазы каждая хромосома представлена одной хроматидой и содержит один экземпляр соответствующего гена. После удвоения генетического материала клетки в синтетическом периоде интерфазы хромосома состоит из двух одинаковых структур (хроматид), соединенных центромерой. В анафазе митоза происходит разделение центромеры и отделение друг от друга хроматид каждой хромосомы с последующим их расхождением к разным полюсам материнской клетки. К концу телофазы на базе исходной (материнской) клетки формируются две новые (дочерние) клетки, каждая из которых содержит точную копию генетического материала материнской клетки, но при этом каждая хромосома опять состоит из одной хроматиды.

По аналогии со схемой на рисунке 2.24 составьте и зарисуйте в альбом собственную (более детальную) условную схему

хромосомного цикла для гипотетической клетки, содержащей две пары гомологичных хромосом ($2n = 4$).

Негомологичные хромосомы изобразите так, чтобы были видны их морфологические различия (можно изобразить их с использованием разного цвета). Маркируйте эти хромосомы символами двух пар аллельных генов (Aa – для одной пары хромосом и Bb – для другой пары).

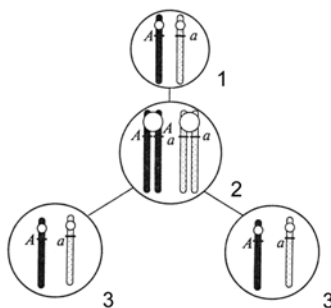


Рис. 2.24. Распределение гомологичных хромосом и содержащихся в них генов во время клеточного цикла

(1- родительская клетка (пресинтетический период); 2 – родительская клетка (конец синтетического периода); 3 – дочерние клетки (конец телофазы митоза))

Покажите на схеме, как меняется в клетке число хромосом ($2n$, $4n$) и количество генетического материала ($2c$, $4c$) в зависимости от этапа клеточного цикла. Символом c принято обозначать количество ДНК, соответствующее гаплоидному набору хромосом, в котором каждая хромосома представлена одной хроматидой.

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

- Согласно хромосомной теории наследственности, совокупность генов, входящих в состав одной хромосомы, образуют: 1) набор генов; 2) группу сцепления; 3) генофонд; 4) нуклеосому.
- *Количество ДНК в ядрах соматических клеток организма данного вида: 1) изменяется в течение онтогенеза; 2) пропорционально плоидности; 3) постоянно; 4) вдвое больше чем в гаметax; 5) увеличивается с возрастом организма.
- *Уровни структурной организации хроматина: 1) нуклеосомная нить; 2) метафазная фибрилла; 3) интерфазная хромонема; 4) метафазная хромосома; 5) хроматиновая фибрилла.
- Компактная организация и генетическая инертность характерна для участков хромосом: 1) эухроматиновых; 2) гетерохроматиновых; 3) гомахроматиновых; 4) метакхроматиновых.
- *Различают формы хромосом: 1) равноплечие; 2) нитчатые; 3) палочковидные; 4) неравноплечие; 5) точковые; 6) спутниковые.
- *Правило индивидуальности хромосом проявляется в: 1) различной форме; 2) неодинаковом наборе генов; 3) неодинаковых размерах; 4) неодинаковом расположении центромеры.

2.4. Геномный уровень организации наследственного материала

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Существует ли связь между размерами генома (в количестве нуклеотидных пар) и видовой принадлежностью организмов? Приведите примеры в обоснование вашей точки зрения.
2. Что вы знаете о путях увеличения генома клеток в процессе развития организмов от низших форм к высшим?
3. Что представляют собой транспозлируемые генетические элементы? Как их классифицируют?
4. Что представляют собой плазмиды?
5. Что представляют прямые и обратные мутации?

Контрольные задания

1. Определите, чем различаются аллельные системы, приведенные ниже: а) AA, Aa, aa ; BB, Bb, bb ; б) $C^aC^a, C^aC^B, C^bC^b, C^aC, C^bC, cc$.
2. Какие и сколько вариантов генотипов возможны у следующих организмов (гены локализованы в аутосомах): а) признак контролируется одной парой аллелей A, a ; б) признак контролируется 3 аллелями D, d, d^k ?
3. Определите виды зиготности организмов по их генотипам: а) AA, CC, Bb, dd ; б) $AACC, AaBb, Aabb$; в) $AabbCc, AAccKKtt, aaCcKKtt$.
4. Познакомьтесь с хромосомным набором аксолотля (рис. 2.25). Установите индивидуальность хромосом.



Рис. 2.25. Хромосомный набор аксолотля

Лабораторный практикум

1. *Составление кариогаммы нормального хромосомного набора человека по фотокопиям метафазных пластинок.* При выполнении работы следует иметь в виду, что из-за относительно небольших размеров хромосом человека и их значительного общего числа (46) идентификация отдельных хромосом кариотипа в процессе его микроскопического изучения связана со значительными трудностями. Поэтому в практике цитогенетических исследований человека обычно прибегают к фотографированию картин метафазных ядер в препаратах митотически делящихся клеток. В дальнейшем, получив фотокопию хромосомного набора (на бумаге), с помощью ножниц можно вырезать изображения отдельных хромосом и после соответствующего анализа попарно разложить их на чистом листе бумаги в соответствии с общепринятой классификацией, т.е. составить кариогамму исследуемого индивидуума.

Для составления кариогаммы откройте пакет, содержащий полный набор фотоизображений на бумаге отдельных (вырезанных) хромосом человеческого кариотипа. С помощью пинцета перенесите копии хромосом на чистый лист бумаги; попытайтесь дифференцировать копии отдельных хромосом, определяя их общие размеры и размеры каждого плеча.

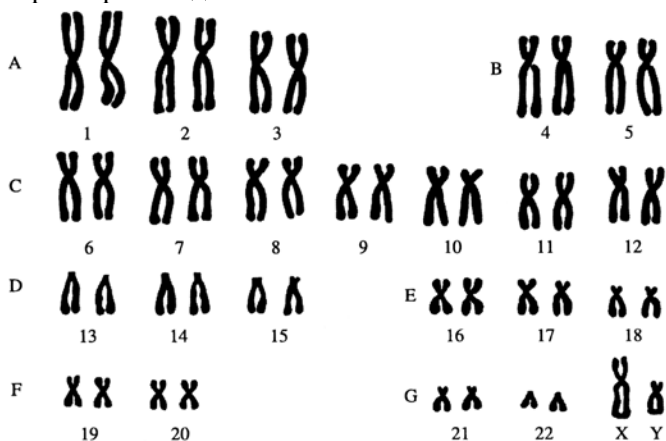


Рис. 2.26. Хромосомный набор мужчины

Подберите попарно изображения гомологичных хромосом, сравнивая их по размерам и характеру расположения центромеры, и разложите (с помощью пинцета) на листе бумаги в соответствии с принятой классификацией (рис. 2.26).

Согласно этой классификации, хромосомы человеческого кариотипа подразделяют на восемь групп (в группы 1–7 входят 22 пары аутом, а группу 8 составляет пара половых хромосом – XX либо XY). В группу 1 входят хромосомы 1, 2 и 3-й пар, имеющие наиболее крупные размеры (1-я и 3-я пары – метацентрические хромосомы, а 2-я пара – субметацентрические). Группа 2 (4-я и 5-я пары) – довольно крупные субметацентрические хромосомы, без специального окрашивания различить их между собой не удастся. Группа 3 (с 6-й по 12-ю пары) – субметацентрические хромосомы средних размеров (при обычном окрашивании их также не удастся дифференцировать между собой, поэтому можно ограничиться лишь констатацией того, что группа в количественном отношении представлена полностью). Группа 4 (с 13-й по 15-ю пары) – акроцентрические хромосомы средних размеров, могут иметь спутники (между собой дифференцировать не удастся).

Группа 5 (с 16-й по 18-ю пары) – хромосомы небольших размеров метацентрического (16-я) либо субметацентрического (17-я и 18-я пары) типа. Группа 6 (19-я и 20-я пары) – короткие хромосомы почти метацентрического типа (между собой неразличимы). Группа 7 (21-я и 22-я пары) – самые короткие хромосомы акроцентрического типа, могут иметь спутники (между собой также неразличимы при обычном окрашивании).

Группа 8 – X-хромосома по морфологии похожа на наиболее длинные хромосомы группы 3, а Y-хромосома сходна с хромосомами группы 7.

Составив и проанализировав кариограмму индивидуума, определите его пол; закончив работу, аккуратно сложите копии хромосом в пакет с помощью пинцета.

2. Изучение морфологии и подсчет хромосом в клетках корешков кормовых бобов. Поместите на предметное стекло корешки длиной 0.5 см в каплю ацетокармина и лезвием бритвы сделайте поперечный срез кончика корешка. Срез в капле красителя накройте покровным стеклом и несколько раз подогрейте в пламени спиртовки. Постепенно фильтровальной бумагой уберите ацетокармин, заменив его на уксусную кислоту. Срез раздавите и осторожно распределите клетки в один слой. Используя малое и большое увеличение микроскопа выберите на полученном давленном препарате клетки, в которых лучше всего видны хромосомы. Рассмотрите хромосомы.



Зарисуйте и подсчитайте все хромосомы клетки.

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ

Клетка – элементарная единица живого. Клеточная теория.

Типы клеточной организации. Структурно-функциональная организация эукариотической клетки. Поверхностный аппарат. Цитоплазма. Органоиды. Включения.

Внутриклеточный поток информации, энергии и веществ. Обмен веществ и энергии. Энергетический обмен. Пластический обмен (фотосинтез, хемосинтез).

Закономерности существования клетки во времени. Жизненный цикл клетки. Деление клетки (митоз, амитоз). Размножение. Способы и формы размножения. Половое размножение. Половые клетки (гаметогенез, мейоз). Оплодотворение.

Онтогенез как процесс реализации наследственной информации. Фенотип организма.

Роль наследственности и среды в формировании фенотипа (модификационная изменчивость).

Типы и варианты наследования признаков. Моногенное наследование признаков. Аутосомное и сцепленное с полом наследование. Наследование признаков, обусловленных взаимодействием неаллельных генов. Роль наследственности и среды в формировании нормального и патологически измененного организма. Наследственные болезни человека. Генетика человека.

Периодизация онтогенеза. Этапы, периоды и стадии онтогенеза. Видоизменения периодов онтогенеза. Морфологические и эволюционные особенности яиц хордовых. Оплодотворение и партеногенез. Эмбриональное развитие. Дробление. Гастрুলация. Образование органов и тканей.

Механизмы онтогенеза. Деление, миграции, сортировка и гибель клеток. Дифференцировка клеток. Генетический контроль развития. Регенерация.

3.1. Клетка – элементарная единица живого. Структурно-функциональная организация эукариотической клетки

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Сформулируйте основные положения клеточной теории
2. Почему клетку определяют в качестве элементарной единицы жизни и в чем заключаются доказательства того, что клетка действительно является элементарной единицей жизни?
3. Назовите принципиальные различия между клетками-прокариотами и клетками-эукариотами
4. Биологические мембраны – важный фактор целостности клетки и субклеточных образований. Как вы понимаете это утверждение?
5. Перечислите основные функции надмембранных структур поверхностного аппарата клетки. Что представляет собой гликокаликс?

Контрольные задания

1. Познакомьтесь с общим планом строения растительной, животной и бактериальной клеток (рис. 3.1). Сравните их относительный размер и укажите их сходство и различия. Заполните таблицу 3.1.

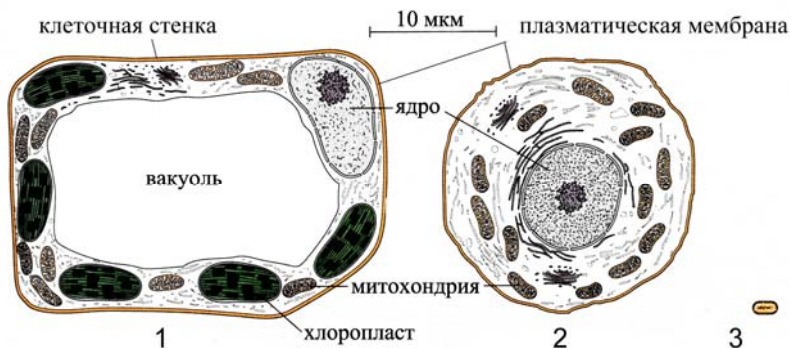


Рис. 3.1. Общее строение растительной (1), животной (2) и прокариотной (3) клеток

Таблица 3.1.

Сравнение клеток растений и животных

Признаки	Растительная клетка	Животная клетка
Способ питания		
Пластиды		
Синтез АТФ		
Целлюлозная клеточная стенка		
Вакуоли		
Центриоли		
Запасной углеводов		
Деление		
Гликокаликс плазмалеммы		

2. Одно и то же вещество или ион может поступать в клетку различными способами, скорости поступления могут сильно различаться (например, ионы K^+ и Na^+ могут либо медленно, пассивно диффундировать через мембраны, либо быстро и в больших количествах активно переноситься натрий-калиевым насосом).

Рассмотрите схему транспорта ионов и молекул через плазмалемму (рис. 3.2), какими цифрами обозначены: белок-переносчик, простая диффузия, каналообразующий белок, облегченная диффузия?

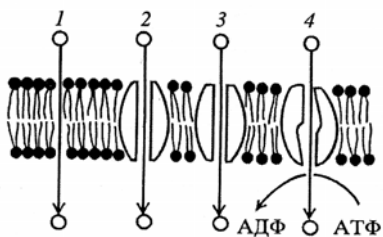


Рис. 3.2. Схема переноса ионов и молекул через плазматическую мембрану

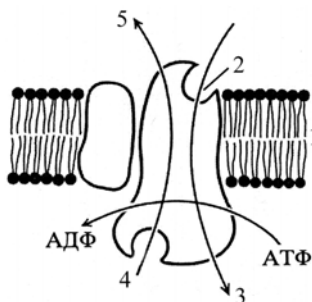


Рис. 3.3. (K^+/Na^+) -насос

3. Натрий-калиевый насос – это особый белок, пронизывающий толщу мембраны и регулирующий концентрацию ионов K^+ и Na^+ в клетке, что необходимо для осуществления многих жизненно важных процессов: осморегуляции и сохранении клеточного объема, поддержания разности потенциалов по обе стороны мембраны, поддержания электрической активности в нервных и мышечных клетках, для активного транспорта через плазмалемму других веществ (сахаров, аминокислот). Большие количества калия требуются также для белкового синтеза, гликолиза, фотосинтеза и других процессов. Познакомьтесь со схемой (K^+/Na^+) -насоса (рис. 3.3). Какими цифрами обозначены: участок связывания Na^+ ; участок связывания K^+ ; ионы $2K^+$; ионы $3Na^+$; плазмалемма?

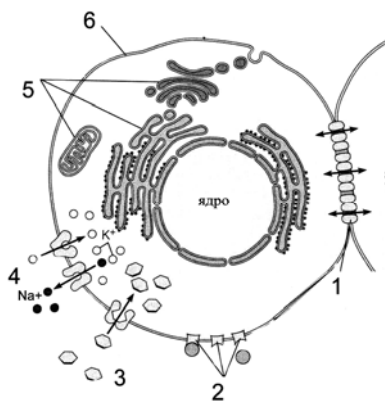


Рис. 3.4.

Функции плазмалеммы

4. Вспомните основные функции поверхностного аппарата клетки (изолирующая, транспортная, каталитическая, рецепторно-сигнальная, опорно-двигательная, контактная). Рассмотрите рисунок 3.4 и укажите какими цифрами обозначены: организация и локализация функций, процессы транспорта, межклеточные взаимодействия, пища, рецепция, ограничение от внешней среды и избирательная проницаемость.

5. Жидкостно-мозаичная модель строения цитоплазматической мембраны (Singer&Nicolson, 1972) считается в настоящее время общепринятой. Рассмотрите схему строения наружной плазматической мембраны животной клетки (рис. 3.5). Какими цифрами обозначены на схеме: белки, фосфолипид, холестерин, полисахариды, гидрофобные участки фосфолипидов, гидрофильные участки фосфолипидов, гидрофильные участки белков, гидрофобные участки белков, фосфолипидный бислой, гликопротеин, гликолипид?

6. Заполните таблицу 3.2 и укажите для каждого типа транспорта веществ: направление переноса, затраты энергии, переносимые вещества.

7. Рассмотрите комбинированную схему ультраструктурной организации животной и растительной клеток (рис. 3.6 А-Б). Назовите клеточные структуры, указанные цифрами 1-17.

8. Заполните таблицу 3.3 и укажите строение и функции основных органоидов эукариотической клетки.

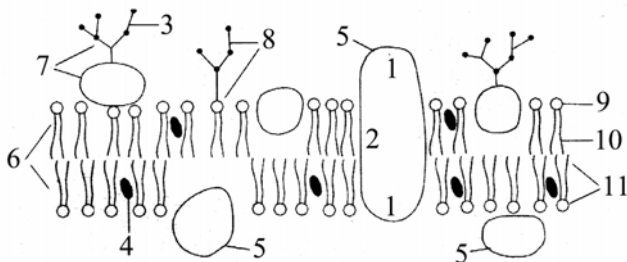


Рис. 3.5. Схема строения плазматической мембраны

Таблица 3.2.

Способы транспорта веществ через плазмалемму

Название способа переноса	Направление переноса	Затраты энергии	Описание переноса и переносимые вещества
Диффузия через липидный слой через белковые поры			
Облегченная диффузия			
Активный транспорт			
Эндоцитоз фагоцитоз пиноцитоз			
Экзоцитоз			

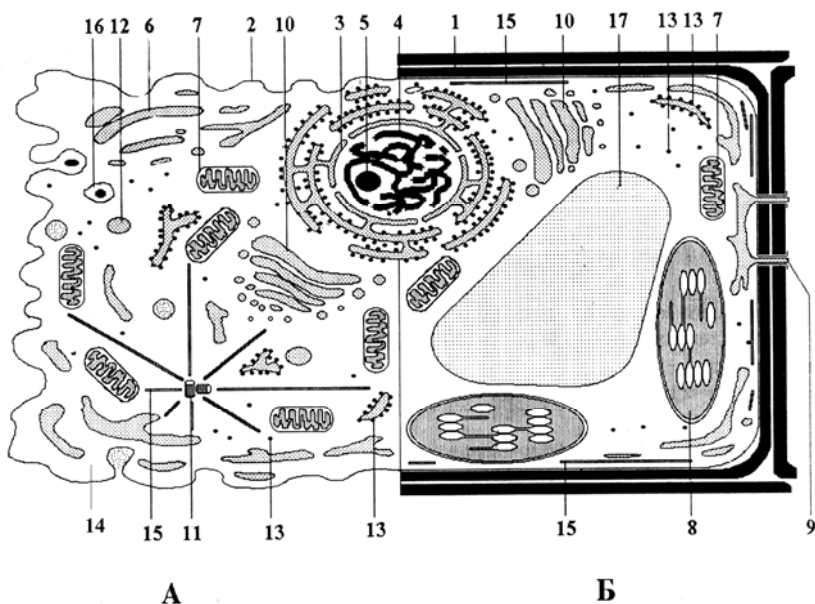


Рис. 3.6. Комбинированная схема животной (А) и растительной клеток (Б)

Таблица 3.3.

Структурная система эукариотической клетки

Органоиды	Строение	Функции
Поверхностный аппарат клетки		
надмембранный комплекс		
цитоплазматическая мембрана		
субмембранный комплекс		
Ядерный аппарат		
Эндоплазматическая сеть		
Рибосомы		
Митохондрии		
Пластиды		
Комплекс Гольджи		
Лизосомы		
Клеточный центр		
Органеллы движения		

9. Рассмотрите электронные микрофотографии некоторых клеточных структур эукариотической клетки (рис. 3.7). Назовите клеточные органеллы, указанные цифрами 1-5.

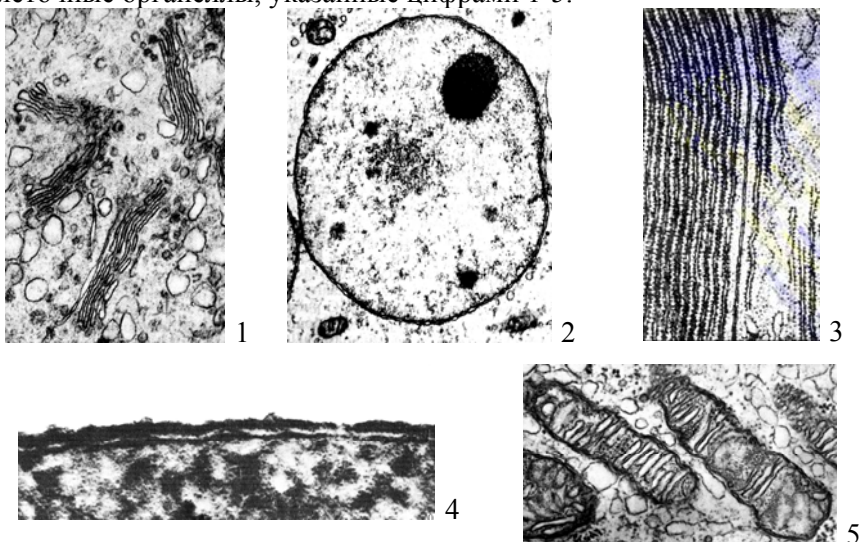


Рис. 3.7. Электронные микрофотографии органоидов эукариотических клеток

10. Аппарат Гольджи наиболее развит в железистых клетках (поджелудочная железа, гипофиз, слюнные железы). Митохондрий в этих клетках значительно меньше. Объясните эти факты с точки зрения функций, выполняемых данными органеллами.

11. Рассмотрите рисунки 3.8 и 3.9. Какие органоиды клетки изображены на рисунках? Назовите структуры, обозначенные цифрами (1-8).

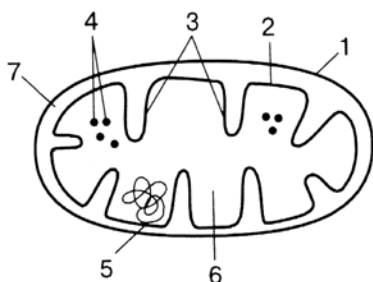


Рис. 3.8.

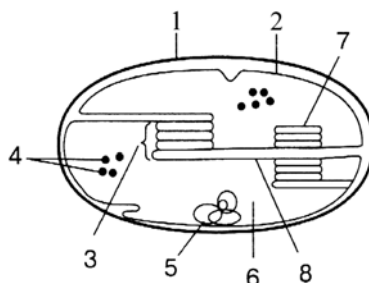


Рис. 3.9.

Лабораторный практикум

1. Общий план строения клетки растений и животных

1.1. *Строение клеток листа элодеи.* Оторванный от стебля лист элодеи положите нижней стороной в каплю воды на предметное стекло, накройте покровным стеклом и рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа (рис. 3.10). Лист элодеи значительно больше поля зрения микроскопа, поэтому даже при работе с малым увеличением препарат необходимо передвигать. Лист состоит из двух слоев клеток, причем клетки верхнего слоя, обращенного к наблюдателю, крупнее клеток нижнего слоя. Обратите внимание на неравномерную окраску листовой пластинки, в середине которой вдоль листа располагается «средняя жилка», состоящая из более светлых клеток. Краевые клетки листа почти прозрачные. Некоторые клетки выступают наружу в виде острых зубцов с концами, обращенными к верхушке листа. В клетках основания листовой пластинки зубцов нет. Наружные стенки зубцов очень толстые, красновато-бурые.

Параллельно «средней жилке» вдоль листа проходят узкие темные полосы разной длины. Они представляют собой систему межклетников – пространств между клетками верхней и нижней сторон листа, заполненных воздухом. Под микроскопом межклетники выглядят темными из-за большой разницы в показателях преломления света воздуха и клеточных оболочек.

Ознакомившись с общим планом строения листа, более детально рассмотрите особенности слагающих его клеток при большом увеличении. Клетки имеют тонкие прозрачные стенки, плотно соединенные между собой. Размеры, форма клеток, а также число содержащихся в них зеленых пластид (хлоропластов) варьируют. Клетки «средней жилки» узкие, сильно вытянутые по длине листа, пластид в них немного, большинство из них располагается вдоль боковых стенок. Очертания этих пластид овальные.

Клетки, прилегающие к «средней жилке», более широкие, квадратные, многоугольные или продолговатые. В клетках много пластид, в плане они округлые, в боковой проекции – овальные или эллиптические. Ядро, цитоплазма и вакуоль в клетке не видны, так как показатели преломления света всех этих структур примерно одинаковы. Ядро становится заметным, если лист обработать

раствором йода в водном растворе йодида калия, однако следует помнить, что этот реактив убивает клетку.

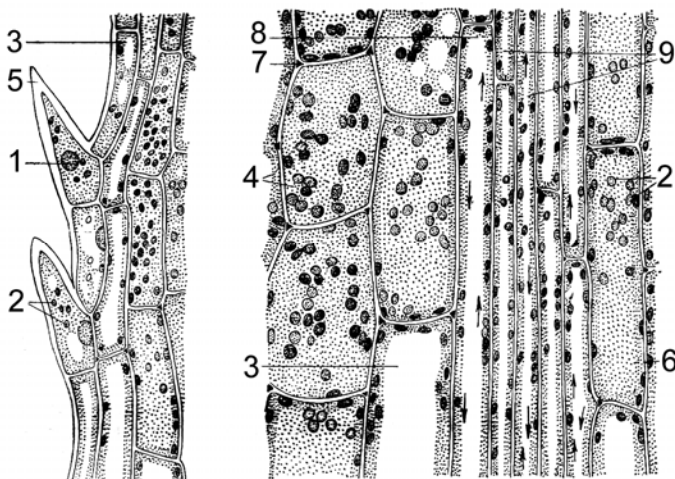


Рис. 3.10. Клетки листа элодеи

1 – ядро; 2 – хлоропласты; 3 – вакуоль; 4 – цитоплазма; 5 – зубчик листа; 6 – оболочка клетки; 7 – межклетник; 8; 9 – клетки «средней жилки»

О наличии цитоплазмы и условных границах клеточной вакуоли можно судить лишь по перемещению пластид, происходящему вдоль клеточных стенок по часовой или против часовой стрелки, что характерно для кругового, или ротационного, движения. В таких клетках цитоплазма, окружающая крупную центральную вакуоль, занимает постенное положение. В клетках только что оторванного листа цитоплазма обычно не движется или движется очень медленно, но спустя несколько минут движение становится хорошо заметным сначала в клетках средней жилки, а затем и в прилегающих к ней клетках.

Клетки, расположенные по краю листовой пластинки, вытянуты в длину, но значительно короче клеток средней жилки. Их наружные стенки толще внутренних. Клетки бедны содержимым, находящиеся в них немногочисленные пластиды значительно мельче, чем в остальных клетках. При внимательном рассмотрении в краевых клетках, в том числе и в зубцах, можно видеть ядра, представляющие собой светлые мелкозернистые тельца. Ядро, расположенное в середине клетки, обычно шаровидное, ядро, прижатое к стенке клетки, – полусферическое.

! *Зарисуйте несколько клеток листа элодеи, на рисунке обозначьте: оболочка клетки, хлоропласты, вакуоль, ядро, цитоплазма.*

1.2. Клетки кожицы чешуи луковицы репчатого лука. Для ознакомления со строением клеток и особенностями плазмолиза можно использовать кожицу, покрывающую внутренние чешуи луковицы лука. Слегка надрезанная скальпелем или препаровальной иглой кожица обычно легко сдирается. Снимите ее пинцетом и отрежьте ножницами кусочек размером несколько квадратных миллиметров. Положите этот кусочек на предметное стекло, наберите пипеткой раствор йода, капните каплю йода на кожицу и накройте покровным стеклом. Рассмотрите препарат при малом и большом увеличениях микроскопа.

Клетки кожицы разных размеров, многоугольные, с тонкими, плотно сомкнутыми стенками (рис. 3.11). В некоторых местах стенки пересечены узкими канальцами – порами, которые посередине перегорожены тонкой мембраной. В клетке хорошо видно ядро с ядрышком. Ядро окружено цитоплазмой, составляющей так называемый ядерный кармашек, соединенный тяжами с постенным слоем цитоплазмы. Тяжи цитоплазмы пересекают вакуоль в разных направлениях. В цитоплазме встречаются капли эфирных масел, а в вакуолях – мелкие кубические или призматические кристаллы щавелевокислого кальция.

Кроме крупных клеток в кожице можно видеть также мелкие клетки, имеющие очертания семени фасоли. Они расположены парами и обращены одна к другой вогнутыми, сильно утолщенными стенками, между которыми находится межклетник. Пара таких клеток составляет устьице, клетки называют замыкающими клетками устьица, а межклетник – устьичной щелью. Замыкающие клетки содержат хлоропласты.

Лучше всего наблюдать плазмолиз в клетках лиловых чешуи лука. Окраска чешуи обусловлена наличием в клеточном соке водорастворимого пигмента – антоциана. По мере выхода из вакуоли воды концентрация пигмента увеличивается и окраска клеточного сока становится интенсивнее.

! *Зарисуйте несколько клеток кожицы чешуи лука, на рисунке обозначьте: ядро, ядрышко, цитоплазма, тяжи цитоплазмы, вакуоль, хлоропласты, устьице.*

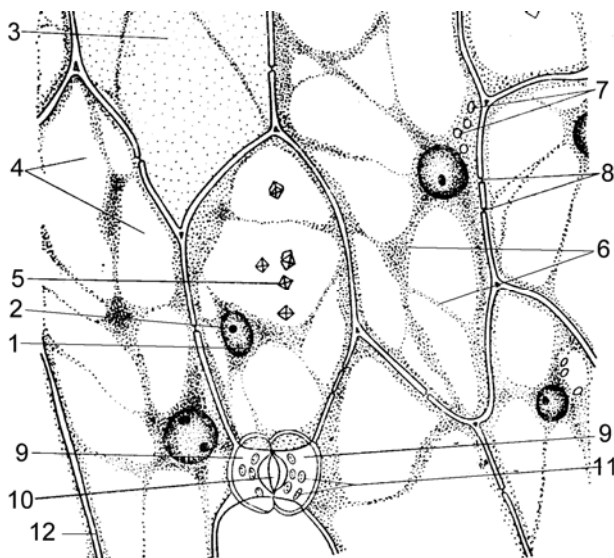


Рис. 3.11. Клетки эпидермиса внутренней чешуи луковицы лука

1 – ядро; 2 – ядрышко; 3 – цитоплазма; 4 – вакуоли; 5 – кристалл оксалата кальция; 6 – тяжи цитоплазмы; 7 – капли масла; 8 – поры; 9 – замыкающие клетки устьичного аппарата; 10 – устьичная щель; 11 – хлоропласты; 12 – оболочка клетки

1.3. Клетки эпителия кожи лягушки. Возьмите лягушку, которая находится в банке без воды в течение 2-3 часов. Кожа лягушки за это время слегка подсохла. Перенесите лягушку в банку с водой. Через несколько минут начинается слущивание эпителия; в воде появляются сероватые прозрачные пленки эпителия.

Захватите эту пленку пинцетом и отрежьте от нее ножницами маленький кусочек (не больше 2-3 мм). Положите этот кусочек на предметное стекло в капельку воды, расправьте с помощью препаровальных игл и накройте покровным стеклом. Рассмотрите при малом и большом увеличениях микроскопа.

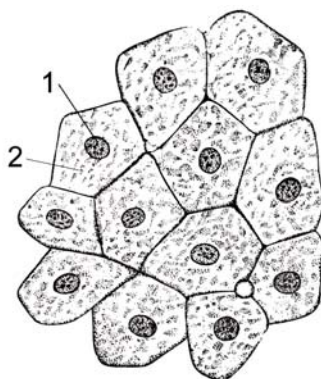


Рис. 3.12. Клетки эпителия кожи лягушки: 1 – ядро; 2 – цитоплазма

Клетки кожи лягушки многоугольной формы. В каждой клетке имеется округлое пузырьковидное ядро. Вакуолей, которые имеются в растительной клетке, здесь нет. Цитоплазма равномерно заполняет всю клетку (рис. 3.12).

! Зарисуйте несколько клеток эпителия кожи лягушки, на рисунке обозначьте: ядро, цитоплазма.

2. Структурно-функциональная организация эукариотической клетки

2.1. Влияние изотонического, гипертонического и гипотонического растворов на эритроциты млекопитающего. Эритроциты млекопитающего сохраняют свою нормальную форму и объем, если они находятся в изотоническом растворе. Если поместить их в гипертонический раствор, то они сморщиваются и уменьшаются в объеме. В гипотоническом же растворе эритроциты набухают, увеличиваются в объеме и в итоге разрушаются. Происходит гемолиз.

Влияние гипотонического раствора. Каплю дефибринированной крови поместите на предметное стекло, покройте покровным стеклом и рассмотрите под малым увеличением микроскопа. Затем осторожно приподняв препаровальной иглой край покровного стекла, подведите под него оттянутый край пипетки с дистиллированной водой. Воду из пипетки не выпускайте! С противоположного края препарата также под покровное стекло подведите полоску фильтровальной бумаги. Переведите объектив на большое увеличение, и осторожно впускайте дистиллированную воду. Под покровным стеклом образуется гипотонический раствор, эритроциты начнут разбухать, лопаться, и гемоглобин выйдет в окружающую среду. Если гемолиз произойдет полностью, то образуется прозрачная, красно окрашенная «лаковая» кровь.

Влияние гипертонического раствора. Препарат крови приготовьте так же, но под покровное стекло введите из пипетки 5%-ный раствор хлорида натрия. Под покровным стеклом образуется гипертонический раствор, и эритроциты начнут сморщиваться.

! Зарисуйте несколько гемолизированных клеток крови: а) в изотоническом; б) в гипотоническом; в) в гипертоническом растворе.

2.2. Избирательная проницаемость плазматической мембраны для различных веществ. В 2%-ный раствор хлорида натрия или калия поместите каплю культуры инфузорий. Приготовьте временный микропрепарат. При малом увеличении микроскопа рассмотрите сморщенные клетки инфузорий, что указывает на проницаемость плазматической мембраны для воды (в данном случае вода выходит из клетки). Оттяните из-под покровного стекла раствор при помощи фильтровальной бумаги и замените его на дистиллированную воду. Наблюдайте, как клетки инфузорий приобретают свойственную им форму из-за поступления в них воды.

Поместите инфузорий в раствор хлорида кальция или хлорида магния. Приготовьте временный микропрепарат. При малом увеличении микроскопа рассмотрите инфузорий, у которых не наблюдается каких-либо деформаций. Ионы кальция и магния понижают проницаемость плазматической мембраны, в отличие от ионов натрия и калия.

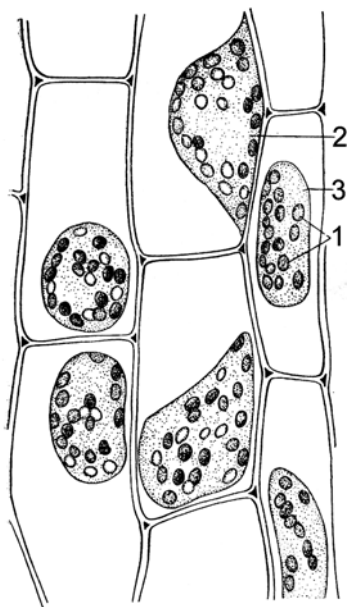


Зарисуйте несколько инфузорий: а) в изотоническом; б) в гипертоническом растворе.

2.3. Физиологические свойства цитоплазмы и клеточного сока на примере листьев элодеи или валлиснерии. Ознакомьтесь с некоторыми физиологическими особенностями цитоплазмы и клеточного сока, которые можно продемонстрировать, поместив лист в концентрированный (гипертонический) раствор веществ, не оказывающих вредного действия на клетки растений. Для этой цели, обычно используют 6-8%-ный водный раствор калийной или натриевой селитры, сахарозы или других нейтральных веществ. Каплю одного из этих растворов нанесите на предметное стекло вплотную к покровному стеклу, под которым в воде находится лист элодеи или кожица листа валлиснерии. С противоположной стороны, также вплотную к покровному стеклу, поместите полоску фильтровальной бумаги, которая должна оттягивать воду. Чтобы раствор быстрее вошел под покровное стекло, предметное стекло можно слегка наклонить.

Рассмотрите лист под микроскопом. Сначала в краевых, а затем и в остальных клетках протопласт начинает сжиматься и отходить от клеточных стенок (рис. 3.13). Этот процесс отделения протопласта от

стенок клетки называют плазмолизом. В большой степени он объясняется явлениями осмоса и диффузии.



Осмотическое давление клетки обусловлено концентрацией веществ клеточного сока. Если клетка находится в воде или в водном растворе каких-либо веществ, концентрация которых ниже концентрации веществ клеточного сока, то вода через цитоплазму будет проникать в вакуоль, увеличивая объем клеточного сока и его давление на цитоплазму и оболочку. Это давление называют тургорным. Если осмотическое и тургорное давление равны, клетка находится в состоянии полного насыщения водой, вакуоль имеет максимальный объем.

Рис. 3.13. Плазмолизованные клетки листа элодеи

1 – пластиды; 2 – протопласт; 3 – плазмалемма

Если клетка помещена в среду, осмотическое давление которой выше осмотического давления, а, следовательно, и тургорного давления самой клетки, то вода из вакуоли будет выходить через цитоплазму и оболочку наружу. Плазмалемма и тонопласт, обладающие эластичностью, при этом сокращаются, плазмалемма отходит от стенок клетки – происходит плазмолиз. Плазмолизованную клетку можно вернуть в первоначальное состояние, заменив гипертонический, плазмолизирующий раствор, в котором находится лист, водой. В этом случае клеточный сок, осмотическое давление которого окажется выше, чем в окружающей среде, будет активно всасывать воду, объем вакуоли увеличится, цитоплазма окажется отесненной к стенкам клетки – произойдет деплазмолиз.

Однако поступление и выход воды в клетку и из клетки нельзя объяснить только явлениями диффузии и осмоса. Это активные

процессы, в осуществлении которых участвует вся коллоидная система цитоплазмы.

Лучше всего наблюдать плазмолиз в клетках лиловых чешуй лука. Окраска чешуй обусловлена наличием в клеточном соке водорастворимого пигмента – антоциана. По мере выхода из вакуоли воды концентрация пигмента увеличивается, и окраска клеточного сока становится интенсивнее.

! *Зарисуйте несколько плазмолизированных клеток листа элодеи или валлиснерии, на рисунке обозначьте: протопласт, хлоропласты, плазмалемма, цитоплазма, оболочка клетки.*

2.4. Аппарат Гольджи в спинальном ганглии морской свинки.

В результате фиксации и импрегнации ганглия осмиевой кислотой, при малом увеличении микроскопа видно, что нервные клетки выглядят по-разному. Некоторые из них оказываются сплошь окрашенными в черный цвет, а аппарат Гольджи виден в них очень плохо. Найдите такие нейроны, в которых видно ядро, граница клетки и светлая цитоплазма. На фоне светлой цитоплазмы таких клеток видны черные «ниши».

На препарате при работе с иммерсионным объективом видно следующее: в некоторых клетках на светлом фоне выделяется черная петлистая сеть, локализующаяся вокруг ядра. Она состоит из изогнутых и анастомозирующих между собой нитей и перекладин. Иногда эта сеть вплотную прилегает к ядру, в других случаях она располагается, несколько отступив от него. В других клетках аппарат Гольджи не образует сплошной сети, а состоит из отдельных палочек, чешуек, фрагментов разнообразной формы, не связанных между собой. Такие отдельные черные структуры бывают разбросаны по всей цитоплазме клетки (рис. 3.14).

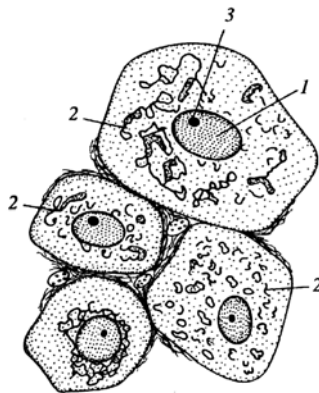
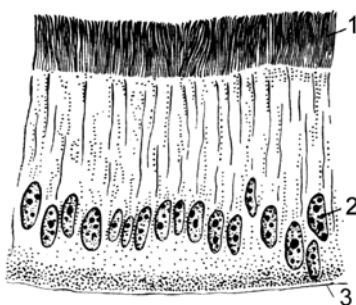


Рис. 3.14. Комплекс Гольджи в нервных клетках спинального ганглия

1 – ядро; 2 – комплекс Гольджи; 3 – ядрышко

Обратите внимание на форму клеток, на светлые почти бесструктурные ядра, на фоне которых четко выделяются ядрышки серо-желтого цвета.

2.5. Ресничный эпителий мантии беззубки. Рассмотрите готовый микропрепарат ресничного эпителия мантии беззубки (рис. 3.15). Мантия подстилает обе створки раковины. Вся поверхность мантийной полости и жабер покрыта ресничным эпителием, работа которого вызывает непрерывный ток воды в мантийной полости. Однослойный эпителий, выстилающий мантию, состоит из высоких цилиндрических клеток. Ядра в этих клетках располагаются на разных уровнях, но всегда в базальных частях клеток (базальная часть клетки прилежит к базальной мембране, апикальная – обращена в мантийную полость и покрыта ресничками).



Ядра имеют овальную, иногда довольно сильно вытянутую вдоль оси клетки, форму. В них очень четко видны глыбки хроматина и ядрышки. Свободная (апикальная) поверхность клеток покрыта близко расположенными друг к другу ресничками. Синхронное движение ресничек и создает непрерывный ток воды.

Рис. 3.15. Ресничный эпителий мантии беззубки

1 – реснички; 2 –ядро клетки; 3 – базальная мембрана

! Зарисуйте ресничный эпителий мантии беззубки, на рисунке обозначьте: реснички, базальная мембрана, ядро клетки.

3. Вещества запаса

Вещества, возникающие в результате деятельности клетки, называют эргастическими. Они представлены разными группами химических соединений, локализованных в разных частях клетки. Некоторые из них служат продуктами запаса: углеводы, жиры, белки.

3.1. Крахмальные зерна в клубне картофеля. Для приготовления микропрепарата возьмите клубень картофеля и разрежьте его. Небольшое количество выступившей на поверхности разреза мутной белой жидкости скальпелем или препаровальной

иглой перенесите на предметное стекло в каплю воды и накройте покровным стеклом.

При малом и большом увеличении микроскопа хорошо видны многочисленные зерна (контуры зерна видны более резко при несколько закрытой диафрагме), размеры и очертания которых очень варьируют (рис. 3.16). Центры образования крахмала зерен имеют вид сильно преломляющих свет блестящих точек, вокруг которых располагаются слои крахмала разной ширины.

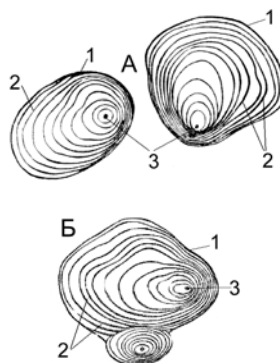


Рис. 3.16. Крахмальные зерна картофеля
(А – простое зерно; Б – сложное зерно)

1 – оболочка пластиды; 2 – слои крахмала; 3 – центр образования

Большинство зерен имеет по одному центру образования – такие зерна называют простыми. Сложные зерна имеют от двух до пяти центров образования, каждый из которых окружен собственными крахмальными слоями.

! *Зарисуйте несколько крахмальных зерен картофеля, на рисунке обозначьте: оболочка пластиды, слои крахмала, центр образования, простое зерно, сложное зерно.*

3.2. Жировые включения в клетках печени аксолотля.

Рассмотрите микропрепарат жировых включений в клетках печени аксолотля (четыреохись осмия с последующей до краской кармином или другим ядерным красителем), на котором видно, что в цитоплазме гепатоцитов локализуются черные (адсорбировавшие осмий) жировые капли (рис. 3.17).

Эти капли могут быть разного размера, количество их тоже варьирует. Первоначально синтезированный в клетках жир откладывается в них в виде мельчайших капель, эти капли, сливаясь между собой, образуют капли большого размера.

! *Зарисуйте несколько клеток печени аксолотля с жировыми включениями, на рисунке обозначьте: капли жира, ядро клетки.*

3.3. Гликоген в клетках печени. Печень представляет собой орган, в котором депонируются сахара и где постоянно идут процессы синтеза и расщепления гликогена. При большом увеличении микроскопа в клетках печени (окраска фуксинсернистой кислотой) хорошо видно большое количество глыбок гликогена, окрашенных в красно-фиолетовый цвет. Глыбки имеют различную величину и форму. В цитоплазме клеток, свободных от гликогена, видны пустые неокрашенные вакуоли различной величины. Они представляют собой полости, оставшиеся на месте жировых включений после растворения жира.

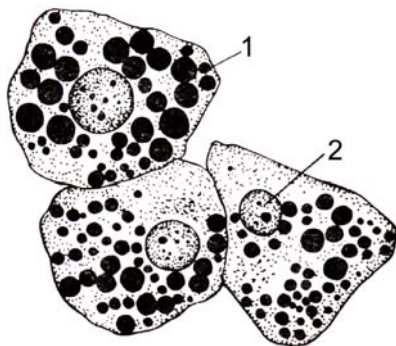


Рис. 3.17. Жировые включения в клетках печени

1 – липоидные гранулы в цитоплазме клетки, 2 – ядро клетки печени: окрашено сафранином в розовый цвет

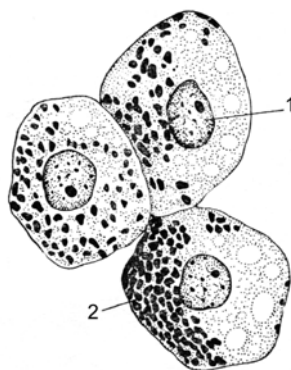


Рис. 3.18. Включения гликогена в клетках печени

1 – ядро клетки; 2 – включения гликогена



Зарисуйте несколько клеток печени с включениями гликогена, на рисунке обозначьте: ядро клетки, включения гликогена.

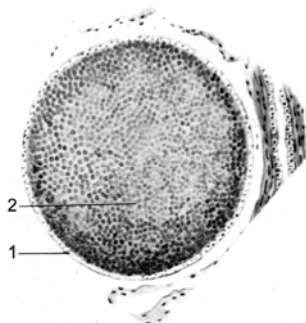
3.4. Желточные включения в яйцеклетке лягушки. Познакомьтесь с готовым препаратом яйцеклетки лягушки. Яйцеклетка лягушки крупная с большим количеством желтка в виде мелкой зернистости, относится к телolecитальным (рис. 3.19).



Зарисуйте яйцеклетку лягушки с желточными включениями, на рисунке обозначьте: оболочка яйцеклетки; цитоплазма с желточными включениями.

Рис. 3.19. Желточные включения в яйцеклетке лягушки (окраска гематоксилин-пирофуксином)

1 – оболочка яйцеклетки; 2 – цитоплазма с желточными включениями



3.5. Пигментные включения в клетках кожи лягушки. Познакомьтесь с тотальным препаратом пигментных клеток кожи лягушки (рис. 3.20).

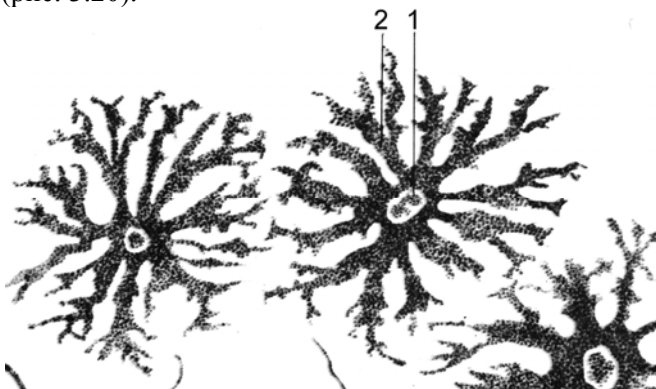


Рис. 3.20. Пигментные включения в пигментных клетках (меланоцитах) кожи лягушки (тотальный неокрашенный препарат)

1 – ядро пигментной клетки 2 – цитоплазма с пигментными зернами (меланин)

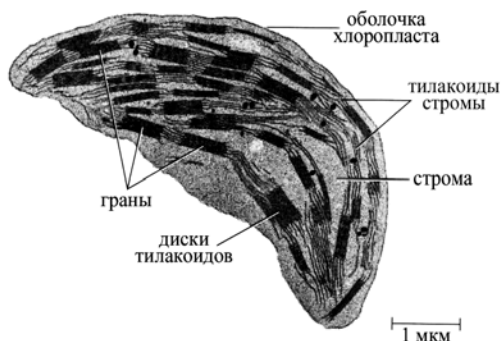
! Зарисуйте несколько пигментных клеток кожи лягушки, на рисунке обозначьте: ядро клетки; цитоплазма с пигментными зернами (меланин).

4. Пластиды

Пластиды представляют собой цитоплазматические органоиды, относящиеся к мембранной системе растительной клетки.

4.1. Ультраструктура хлоропластов. Познакомьтесь с изображением хлоропласта на электронограмме (рис. 3.21).

Хлоропласты окружены оболочкой из двух мембран, разделенных небольшим промежутком.



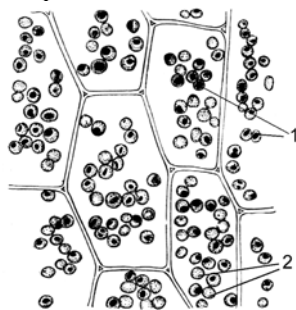
В строму погружены многочисленные граны, составленные большим числом дисковидных тилакоидов. Граны соединены тилакоидами стромы, которые имеют вид длинных прямых или слегка изогнутых двойных мембран. В строме находятся многочисленные рибосомы и отложения первичного, или ассимиляционного, крахмала.

Рис. 3.21. Ультроструктура хлоропласта

! Зарисуйте ультратонкое строение хлоропласта, на рисунке обозначьте: строму, оболочка хлоропласта, грана, диски тилакоидов.

4.2. Обнаружение ассимиляционного крахмала в клетках листа элодеи. При хороших условиях освещения в хлоропластах происходит активный фотосинтез и образуется большое количество ассимиляционного крахмала, который можно выявить с помощью йодной реакции.

Для этого свежий лист элодеи, предварительно выдержанный на свету, поместите в водный раствор йода в йодистом калии, накройте покровным стеклом и рассмотрите при большом увеличении микроскопа.



Этот реактив убивает клетку, хлоропласты выглядят несколько разбухшими по сравнению с пластидами живой клетки. Внутри хлоропластов хорошо видны зерна ассимилированного крахмала, которые от йода приобретают темно-синий или темно-фиолетовый цвет, а белковая строма, окружающая крахмал, становится бурой (рис. 3.22).

Рис. 3.22. Ассимиляционный крахмал в клетках листа элодеи

1 – хлоропласты с ассимиляционным крахмалом; 2 – хлоропласты



Зарисуйте несколько клеток листа элодеи, на рисунке обозначьте: хлоропласты с ассимиляционным крахмалом.

4.3. Хромопласты в клетках околоплодника зрелых плодов и корнеплодах моркови. Для изучения хромопластов пригодны ягоды ландыша, плоды рябины, шиповника, томатов и других растений. Для приготовления микропрепарата небольшой кусочек мякоти зрелого плода перенесите препаровальной иглой в каплю воды на предметное стекло, слегка размешайте, чтобы на препарате не было комков, накройте покровным стеклом и рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа (рис. 3.23).

Созревание плодов обычно сопровождается разединением клеток вследствие растворения находящихся между ними пектиновых веществ — мацерации. Мацерированные клетки околоплодников имеют округлые, овальные или слегка угловатые очертания. Клетки очень тонкостенные, поэтому при приготовлении препарата покровное стекло надо опускать осторожно, чтобы на оболочках не образовались складки. Клетки богаты клеточным соком, однако границы между цитоплазмой и вакуолями, как правило, не видны.

В цитоплазму погружены многочисленные желтые пластиды — хромопласты. Если в клетке видно ядро, то пластиды преимущественно локализируются вокруг него.

У ландыша и шиповника хромопласты по форме почти не отличаются от хлоропластов, из которых они образовались. У рябины они игольчатые. В клетках томатов наряду с пластидами, имеющими более или менее округлые очертания и содержащими небольшие

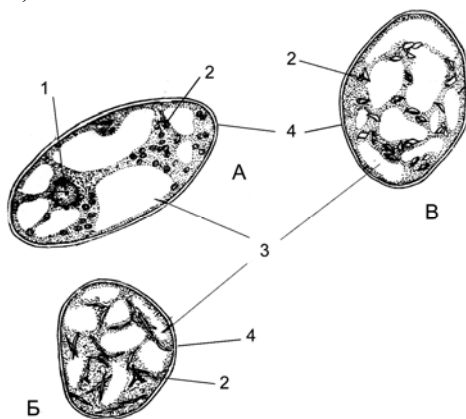


Рис. 3.23. Хромопласты в клетках сочных околоплодников разных растений

А — ландыш; Б — шиповник; В — рябина
1 — ядро; 2 — хромопласты; 3 — вакуоль; 4 — оболочка клетки

кристаллы, встречаются и одиночные довольно крупные кристаллы каротина (рис. 3.24).

Очень сильная кристаллизация каротина, который накапливается в лейкопластах, происходит в клетках корнеплодов моркови, которые рассмотрите на тонких поперечных или продольных срезах. Кристаллы обычно свободно лежат в цитоплазме клеток (рис. 3.25).

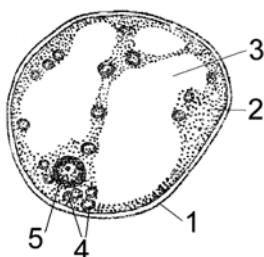


Рис. 3.24. Хромопласты сочного околоплодника томата

1 – оболочка клетки; 2 – цитоплазма; 3 – вакуоль; 4 – хромопласты; 5 – ядро

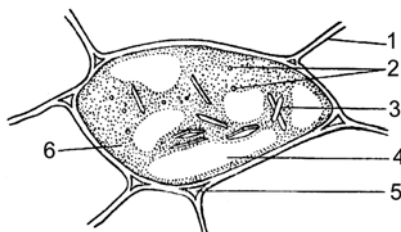


Рис. 3.25. Хромопласты в клетках корнеплода моркови

1 – оболочка клетки; 2 – капли эфирных масел; 3 – кристаллы каротина; 4 – вакуоль; 5 – межклетник; 6 – цитоплазма



Зарисуйте несколько клеток околоплодников зрелых плодов разных растений, на рисунке обозначьте: оболочка клетки, кристаллы каротина, цитоплазма, вакуоль, хромопласты, ядро.

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. *Основные элементы поверхностного аппарата клетки: 1) цитоплазматическая мембрана; 2) надмембранный комплекс; 3) субмембранный комплекс; 4) ядерный аппарат.
2. *Основными биохимическими компонентами плазмалеммы являются: 1) белки; 2) липиды; 3) углеводы; 4) нуклеиновые кислоты; 5) минеральные соли.
3. *Представление о жидкостно-мозаичном строении клеточных мембран сформулировали: 1) Левенгук; 2) Гorter; 3) Зингер; 4) Николсон; 5) Грендел; 6) Даниэли; 7) Даусон.
4. У животных клеток универсальным компонентом надмембранного комплекса является: 1) муреин; 2) псевдомуреин; 3) целлюлоза; 4) гликокаликс; 5) хитин.

5. *Нитевидные структуры субмембранного комплекса, образованные белком тубулином: 1) тонкие фибриллы; 2) микрофиламенты; 3) промежуточные филаменты; 4) микротрубочки.
6. *В состав цитоскелета эукариотической клетки входят: 1) тонкие фибриллы; 2) микрофиламенты; 3) промежуточные филаменты; 4) микротрубочки; 5) гликокаликс.
7. *Функции поверхностного аппарата клетки: 1) изолирующая; 2) транспортная; 3) каталитическая; 4) рецепторно-сигнальная; 5) опорно-двигательная; 6) контактная; 7) депонирующая.
8. Липиды, являющиеся сложными эфирами глицерина, жирных кислот и остатка фосфорной кислоты: 1) гликолипиды; 2) фосфолипиды; 3) липопротеиды; 4) холестерин.
9. Транспорт малых незаряженных молекул по градиенту концентрации через поры в билипидном слое поверхностного аппарата клетки: 1) активный; 2) пассивный; 3) свободный; 4) цитоз.
10. Транспорт молекул и ионов через плазмалемму по градиенту концентрации с помощью белков-переносчиков или белковых каналов без затрат энергии: 1) активный; 2) пассивный; 3) свободный; 4) цитоз.
11. Транспорт молекул и ионов через цитоплазматическую мембрану против градиента своей концентрации с помощью белков-переносчиков и затратой энергии: 1) активный; 2) пассивный; 3) свободный; 4) цитоз.
12. Структурный компонент клетки, имеющий две мембраны: 1) клеточный центр; 2) митохондрия; 3) комплекс Гольджи; 4) рибосома; 5) эндоплазматический ретикулум.
13. *Компоненты цитоплазмы эукариотической клетки: 1) поверхностный аппарат; 2) гиалоплазма; 3) фибриллярные элементы; 4) ядерный аппарат; 5) органоиды.
14. *Характерно для рибосом эукариотической клетки: 1) располагаются только в основной гиалоплазме; 2) в составе РНК и белки; 3) размер 20-30 нм; 4) располагаются в гиалоплазме и на мембранах эндоплазматической сети; 5) состоят из двух субъединиц; 6) состоят из ДНК и белков; 7) участвуют в синтезе липидов.
15. *Гладкая ЭПС принимает участие в: 1) синтезе мембранных липидов; 2) синтезе холестерина; 3) синтезе стероидных половых гормонов; 4) детоксикации вредных веществ; 5) синтезе белков 6) сегрегации белков.
16. Детоксикация вредных веществ в гладкой ЭПС осуществляется путем окисления их: 1) кислотами; 2) кислородом; 3) пероксидом водорода; 4) ферментами; 5) щелочами.
17. Универсальный мембранный органоид эукариотической клетки, представленный совокупностью соединяющихся между собой уплощенных мембранных цистерн и мембранных трубочек: 1) комплекс Гольджи; 2) рибосома; 3) эндоплазматический ретикулум; 4) ядерный аппарат; 5) клеточный центр; 6) митохондрия.
18. Выросты цитоплазмы, ограниченные плазматической мембраной, характерные для клеток эпителия: 1) микротрубочки; 2) микроворсинки; 3) микрофиламенты; 4) микрофибриллы.
19. Основная функция шероховатой ЭПС: 1) синтез половых гормонов; 2) детоксикация вредных веществ; 3) сегрегация белков; 4) модификации белков.
20. Комплекс Гольджи располагается около: 1) плазмалеммы; 2) клеточного центра; 3) ядра; 4) митохондрии.
21. Универсальный мембранный органоид эукариотической клетки, представленный совокупностью мембранных цистерн, пузырьков и трубочек, изолированных друг от

- друга: 1) комплекс Гольджи; 2) рибосома; 3) эндоплазматический ретикулум; 4) ядерный аппарат; 5) клеточный центр; 6) митохондрия.
22. Клеточный центр необходим для: 1) синтеза белка; 2) энергетического обмена; 3) образования клеточных мембран; 4) деления клетки.
23. *Комплекс Гольджи принимает участие в: 1) модификации белков; 2) синтезе специфических полисахаридов; 3) синтезе липидов; 4) образовании лизосом; 5) детоксикации.
24. Универсальный мембранный органоид эукариотической клетки, представленный мембранными пузырьками 0.1-0.4 мкм с ферментами гидролазами: 1) комплекс Гольджи; 2) рибосома; 3) эндоплазматический ретикулум; 4) ядерный аппарат; 5) клеточный центр; 6) митохондрия.
25. Универсальный органоид эукариотической клетки, участвующий в энергетическом обмене: 1) рибосома; 2) ЭПС; 3) комплекс Гольджи; 4) митохондрия; 5) лизосома; 6) клеточный центр.
26. Универсальный органоид эукариотической клетки, участвующий в образовании микротрубочек: 1) рибосома; 2) ЭПС; 3) комплекс Гольджи; 4) митохондрия; 5) лизосома; 6) клеточный центр.
27. *Немембранные органоиды: 1) клеточный центр; 2) эндоплазматическая сеть; 3) комплекс Гольджи; 4) микротрубочки; 5) рибосомы; 6) пероксисомы; 7) митохондрии; 8) центриоли; 9) лизосомы.
28. Микротрубочки свободного участка жгутика расположены следующим образом: 1) 9 триплетов по периферии и 2 в центре; 2) 9 триплетов по периферии; 3) 9 дуплетов по периферии и 2 в центре; 4) 9 дуплетов по периферии.
29. *В состав ядерного аппарата эукариотической клетки входят: 1) ядерная оболочка; 2) ядерный сок; 3) ядерные поры; 4) ядрышко; 5) центриоль; 6) хроматин.
30. *Мембранные органоиды: 1) клеточный центр; 2) эндоплазматическая сеть; 3) комплекс Гольджи; 4) микротрубочки; 5) рибосомы; 6) пероксисомы; 7) митохондрии; 8) центриоли; 9) лизосомы.
31. Рибосомы участвуют в синтезе: 1) АТФ; 2) белков; 3) липидов; 4) углеводов.
32. *Ядерная оболочка: 1) отделяет ядро от цитоплазмы; 2) состоит из двух мембран; 3) пронизана белковыми поровыми каналами; 4) состоит из клетчатки.
33. Рибосомы: 1) имеют мембрану; 2) находятся на поверхности гладкой ЭПС; 3) состоят из двух субъединиц; 4) участвуют в синтезе полисахаридов
34. В клетках прокариот находятся: 1) митохондрии; 2) рибосомы; 3) ядрышко; 4) хромосомы.
35. Клетки грибов имеют клеточную стенку из: 1) не имеют клеточной стенки; 2) клетчатки; 3) белка; 4) хитина.
36. В отличие от растительной клетки, большинство клеток животных имеют: 1) клеточную стенку; 2) центриоли; 3) хлоропласты; 4) митохондрии.
37. Общим признаком животной и растительной клетки является: 1) запасание гликогена; 2) наличие клеточной стенки; 3) гетеротрофность; 4) автотрофность; 5) запасание крахмала; 6) ни один из ответов не верен.
38. Компонент мембраны, обуславливающий свойство избирательной проницаемости: 1) белки; 2) углеводы; 3) липиды; 4) верны все ответы.
39. В митохондриях происходит: 1) формирование первичной структуры белка; 2) сегрегация белков; 3) клеточное дыхание с запасанием энергии; 4) накопление синтезированных клеткой веществ.

3.2. Обмен веществ и превращение энергии в клетке

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Какова роль обмена веществ и энергии в жизни живых существ?
2. Применимы ли к живым организмам законы термодинамики?
3. Какова роль дыхания в подготовке энергии к использованию?
4. Какова природа биологической энергетической валюты?
5. Что вы знаете о происхождении разных типов метаболизма?

Контрольные задания

1. Клеточный метаболизм включает реакции пластического (анаболизм) и энергетического обмена (катаболизм). Объясните, в чем проявляются взаимосвязи этих реакций. Заполните схему (рис. 3.26).



Рис. 3.26. Метаболизм

2. Многие процессы жизнедеятельности в клетке (поступление веществ, рост, движение) связаны с расходом энергии. Рассмотрите схему (рис. 3.27). Объясните, почему молекулы АТФ считают универсальным энергетическим веществом, единственным источником энергии в клетках?



Рис. 3.27. АТФ – универсальный источник энергии живых организмов

3. Обмен веществ – основной признак жизни. Докажите, что обмен веществ и превращения энергии – источники роста, развития и функционирования клетки.

4. Познакомьтесь с основными процессами энергетического обмена при участии митохондрий (рис. 3.28).

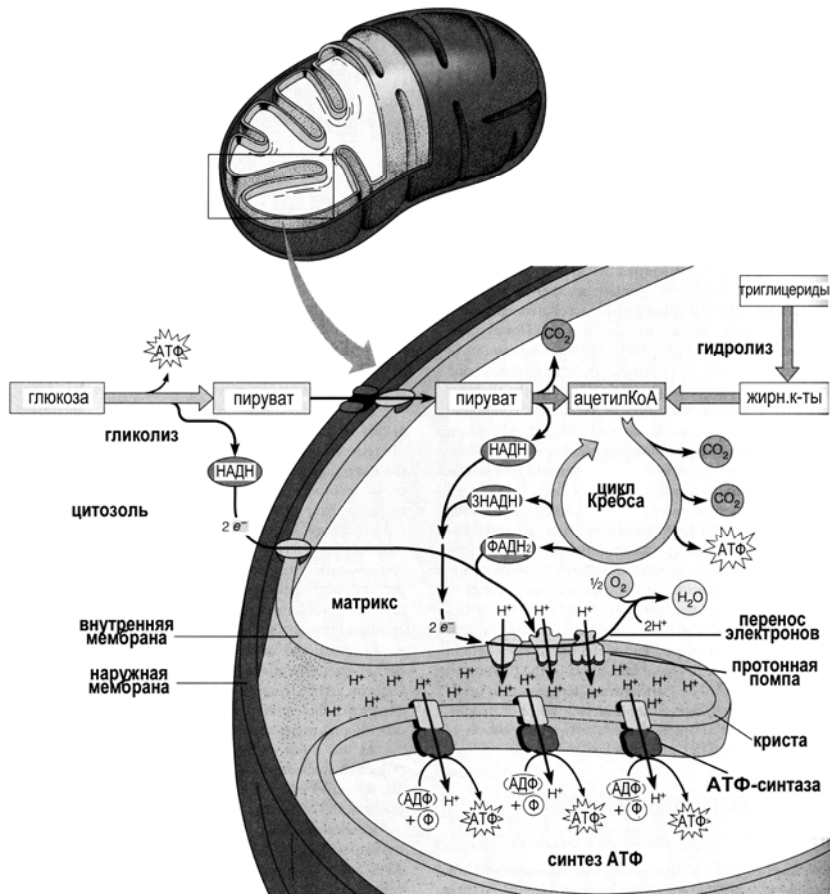


Рис. 3.28. Схема основных процессов, происходящих в митохондриях

Сначала находящиеся в цитоплазме клетки высокомолекулярные органические соединения расщепляются до низкомолекулярных, часть которых поступает в митохондрии. В митохондриях они вступают в совокупность химических превращений, образующих цикл Кребса (цикл лимонной кислоты). В ходе реакций цикла Кребса химические соединения

окисляются до CO_2 , что сопровождается отщеплением от них ионов водорода и богатых энергией электронов. Специальные белковые комплексы, расположенные во внутренней мембране митохондрий, передают друг другу возбужденные электроны, энергия которых идет на перемещение ионов водорода из матрикса в межмембранное пространство митохондрий, ионы водорода, возвращаясь обратно в матрикс через АТФ-синтетазный белковый комплекс, расположенный во внутренней мембране, обеспечивает работу фермента АТФ-синтетазы, в результате чего синтезируются молекулы АТФ. Кислород, соединяясь с ионами водорода, образует воду.

5. В обмене веществ важную роль играют клеточные мембраны. Почему мембраны сравнивают с конвейером, на котором происходят химические реакции?

6. Физиологи установили, что первоначальное образование небольшого количества молочной кислоты в мышцах стимулирует их сокращение (например, при разминке бегом), а накопление большого количества молочной кислоты тормозит сокращение мышц и вызывает их быстрое утомление. Кроме того, при бескислородном расщеплении расходуется много глюкозы, а АТФ образуется мало. Объясните, что произойдет с человеком, у которого слабое сердце, если во время бега или физической работы из-за недостатка обеспечения мышц кислородом в них будет преобладать бескислородное расщепление глюкозы. Дайте научное объяснение принятым выражениям «устал», «сил не хватило».

7. Изучите упрощенную схему преобразования химических соединений и энергии в митохондриях (рис. 3.29 и 3.30). Какие процессы и химические соединения обозначены цифрами?



Рис. 3.29.

8. Большинство клеток в процессе биологического окисления (клеточного дыхания) используют в первую очередь углеводы. Клетки головного мозга млекопитающих вообще не способны использовать в процессе дыхания ничего, кроме глюкозы. Почему? Объясните эти факты.

9. Сравните фотосинтез и клеточное дыхание. Укажите черты сходства и различия между этими процессами в отношении исходных соединений и конечных продуктов, промежуточных продуктов и прочих необходимых веществ, потока энергии и т.д.

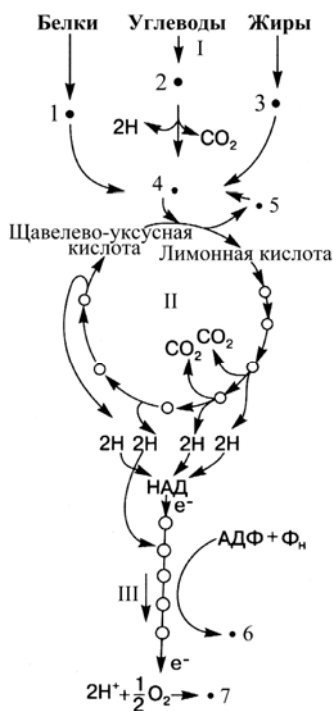


Рис. 3.30.

10. Почему фотосинтезирующее растение нуждается в клеточном дыхании? Все ли его клетки дышат?

11. Амигдалин в свое время усиленно рекомендовали в качестве противоопухолевого средства. Под действием пищеварительных ферментов амигдалин распадается с выделением цианида, который ингибирует определенные компоненты цепи переноса электронов. Известны случаи, когда больные, принимавшие слишком большие дозы амигдалина, умирали. Как вы объясните токсическое действие этого препарата?

12. Изучите рисунок 3.31, иллюстрирующий работу электрон-транспортной цепи (цепь переноса электронов) и АТФ-синтетазного комплекса. Какими цифрами обозначены: электрон-транспортная цепь, АТФ-синтетаза, АТФ, внутренняя

мембрана митохондрии, вода, НАДН+Н⁺, фосфолипиды, матрикс, межмембранное пространство?

13. Изучите строение АТФ-синтетазного комплекса митохондрии (рис. 3.32). Какими цифрами обозначены: АТФ-синтетаза, ион водорода, матрикс, фосфолипиды, внутренняя мембрана, межмембранное пространство? Какие будут отличия в обозначениях для АТФ-синтазы хлоропласта?

14. Назовите основной источник энергии на Земле (рис. 3.27). Как аккумулируется эта энергия? На какие группы делятся все живые организмы по характеру используемой энергии и источнику углерода? Заполните таблицу 3.4.

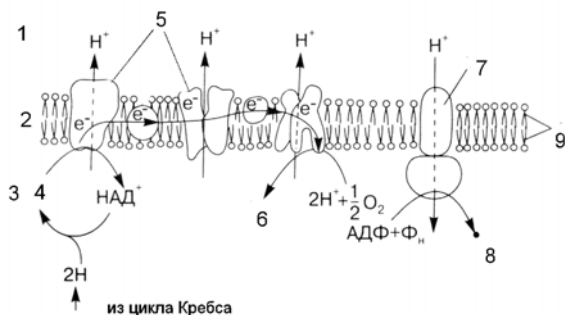


Рис. 3.31. Цепь переноса электронов

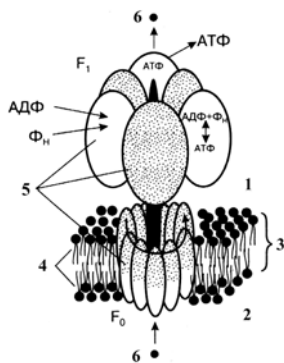


Рис. 3.32. АТФ-синтетазный комплекс

Таблица 3.4.

Классификация живых организмов в соответствии с источником углерода и энергии

		Источник углерода	
		неорганический	органический
Источник энергии	солнечный свет	?	?
		все зеленые растения, сине-зеленые бактерии, зеленые и пурпурные серобактерии	немногие организмы, например, некоторые пурпурные несерные бактерии
энергия химических связей		?	?
		железобактерии, серобактерии, нитрифицирующие бактерии, водородные бактерии	все животные, грибы, большинство бактерий, некоторые паразитические растения

15. Рассмотрите поток электронов через три главных ферментативных комплекса: (I – НАДН-дегидрогеназный комплекс; II – с1-комплекс; III – цитохромоксидазный комплекс) при переносе электронов от НАДН к кислороду (рис. 3.33).

Что обозначено цифрами 1-7?

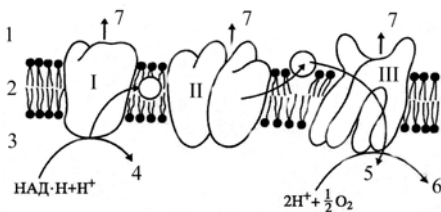


Рис. 3.33. Главные ферментативные комплексы электрон-транспортной цепи

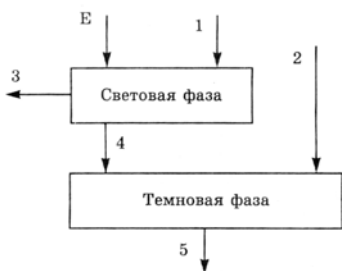


Рис. 3.34. Общая схема фотосинтеза

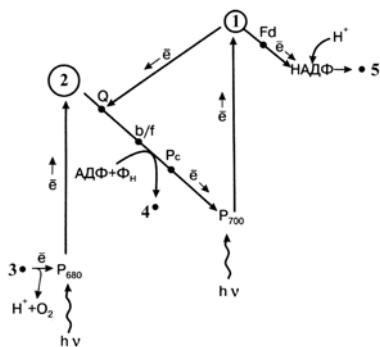


Рис. 3.35. Схема процессов фотосинтеза

идов гран. Энергия электронов идет на перенос протонов водорода из стромы в тилакоидное пространство и на присоединение водорода к НАДФ. Возвращаясь обратно в строму через АТФ-синтетазный комплекс, ионы водорода обеспечивают возможность этому ферментативному комплексу синтезировать АТФ.

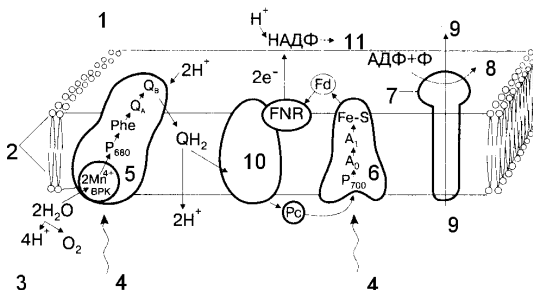


Рис. 3.36. Схема процессов фотосинтеза

16. Рассмотрите схему фотосинтеза (рис. 3.34). Что является источником энергии (Е)? Назовите химические соединения, обозначенные цифрами 1-5. Как иначе называются световая и темновая фаза фотосинтеза. Охарактеризуйте процессы, протекающие в этих фазах.

17. Изучите последовательность преобразований химических соединений и энергии при фотосинтезу растений (рис. 3.35 и 3.36).

В гранах хлоропластов осуществляются реакции светозависимой стадии фотосинтеза, в ходе которой происходит захват квантов света хлорофиллом, фотолиз воды с образованием молекулярного кислорода и перенос электронов от молекул воды и хлорофиллов реакционных центров двух фотосистем к НАДФ. Перенос электронов осуществляется специальными транспортными белковыми комплексами, расположенными в мембранах тилако-

Реакции светонезависимой стадии фотосинтеза осуществляются в строме. При этом сначала происходит фиксация углекислого газа, а затем осуществляется много-этапный ферментативный процесс преобразования его в

глюкозу. При этом в качестве источника энергии выступает АТФ, а в качестве донора водорода – НАДФН.

Укажите, что обозначено цифрами 1-5 на рисунке 3.35. Какими цифрами на рисунке 3.36 обозначены: мембрана тилакоида, фотосистема I, фотосистема II, b/f-комплекс, квант света, внутритилакоидное пространство, катион водорода, АТФ-синтетазный комплекс, АТФ, НАДФН?

18. Если обработать хлоропласты каким-нибудь детергентом, способным повысить проницаемость мембран для ионов, то хлоропласты перестают синтезировать АТФ. Объясните причину этого.

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. Органоид, в котором происходит полное окисление низкомолекулярных органических соединений до неорганических, перенос электронов в окислительно-восстановительные реакции, сопровождающиеся образованием большого количества АТФ: 1) лизосома; 2) хлоропласт; 3) комплекс Гольджи; 4) эндоплазматическая сеть; 5) митохондрия.
2. *Доказательства в пользу теории симбиогенеза – происхождения митохондрий от свободноживущих прокариот: 1) рибосомы 70S; 2) кольцевая ДНК; 3) способность к делению; 4) рибосомы 80S; 5) биосинтез белков; 6) единый план строения мембраны; 7) сходство в химическом составе мембран.
3. *Доказательства в пользу теории симбиогенеза – происхождения хлоропластов от синезеленых прокариот: 1) рибосомы 70S; 2) кольцевая ДНК; 3) способность к делению; 4) рибосомы 80S; 5) биосинтез белков; 6) единый план строения мембраны; 7) сходство в химическом составе мембран.
4. *Процессы, которые у эукариот протекают в митохондриях: 1) гликолиз; 2) синтез АТФ; 3) клеточное дыхание; 4) редупликация; 5) трансляция; 6) транскрипция.
5. Процесс, который у эукариот протекает **только** в митохондриях: 1) гликолиз; 2) синтез АТФ; 3) клеточное дыхание; 4) редупликация; 5) трансляция; 6) транскрипция.
6. Место расположения фермента Н⁺АТФ-синтетазы в митохондрии: 1) межмембранное пространство; 2) матрикс; 3) внутренняя мембрана; 4) наружная мембрана.
7. В ходе гликолиза при расщеплении одной молекулы глюкозы синтезируется молекул АТФ: 1) 1; 2) 2; 3) 4; 4) 34; 5) 36; 6) 38.
8. Моносахарид в составе молекулы АТФ: 1) дезоксирибоза; 2) рибоза; 3) глюкоза; 4) фруктоза.

9. Ферментативный процесс поэтапного окисления глюкозы до пировиноградной кислоты: 1) гликолиз; 2) клеточное дыхание; 3) брожение; 4) окислительное фосфорилирование.
10. Место окисления низкомолекулярных органических соединений до углекислого газа и ионов водорода в митохондриях: 1) наружная мембрана; 2) внутренняя мембрана; 3) матрикс; 4) межмембранное пространство.
11. Место нахождения ионов водорода, участвующих в синтезе АТФ ферментом АТФ-синтетазой, в митохондриях: 1) наружная мембрана; 2) внутренняя мембрана; 3) матрикс; 4) межмембранное пространство.
12. Расщепление низкомолекулярных органических веществ при клеточном дыхании в митохондриях осуществляют: 1) кислород и ферменты; 2) белки-переносчики электронов; 3) только ферменты; 4) АТФ.
13. *Биохимические процессы, которые осуществляются в митохондриях: 1) цикл Кребса; 2) гликолиз; 3) окислительное фосфорилирование; 4) перенос электронов; 5) редупликация; 6) образование НАДФ*Н.
14. Цепь переноса электронов в митохондриях расположена: 1) в межмембранном пространстве; 2) в матриксе; 3) на внутренней мембране; 4) на наружной мембране.
15. Процесс анаэробного ферментативного расщепления глюкозы до пировиноградной кислоты: 1) гликолиз; 2) цикл Кребса; 3) клеточное дыхание; 4) трансляция; 5) окислительное фосфорилирование.
16. Азотистое соединение в составе АТФ: 1) тимин; 2) гуанин; 3) аденин; 4) урацил; 5) цитозин.
17. Органическое соединение, являющееся непосредственным источником энергии для большинства клеточных процессов: 1) АТФ; 2) белок; 3) глюкоза; 4) жир.
18. *Пластический обмен включает: 1) гликолиз; 2) клеточное дыхание; 3) биосинтез белка; 4) редупликация ДНК; 5) фотосинтез.
19. Процесс, осуществление которого непосредственно обеспечивает работу Н+АТФ-синтетазного комплекса: 1) перенос ионов водорода из матрикса в межмембранное пространство; 2) перенос электронов транспортными белками; 3) движение ионов водорода из межмембранного пространства в матрикс; 4) отщепление углекислого газа и водорода от низкомолекулярных органических соединений.
20. Ионы водорода из межмембранного пространства возвращаются в матрикс митохондрий через: 1) транспортные белки; 2) протонный канал; 3) Н+АТФ-синтетазный комплекс; 4) пространство между молекулами фосфолипидов мембраны.
21. *Результат гликолиза – образование: 1) АТФ; 2) НАДФ*Н; 3) НАД*Н; 4) пировиноградной кислоты; 5) этилового спирта; 6) воды и углекислого газа.
22. Процесс превращения пировиноградной кислоты в устойчивые конечные продукты без дополнительного высвобождения энергии: 1) цикл Кребса; 2) гликолиз; 3) клеточное дыхание; 4) брожение; 5) окислительное фосфорилирование
23. *Промежуточная фаза клеточного дыхания связана с расщеплением пировиноградной кислоты и образованием: 1) углекислого газа; 2) этилового спирта; 3) НАД*Н; 4) ацетил-КоА; 5) воды; 6) АТФ.
24. *Цикл Кребса представляет собой цикл реакций, в ходе которых образуются: 1) АТФ; 2) НАДН; 3) ФАД*Н; 4) углекислый газ; 5) вода; 6) НАДФ*Н; 7) кислород; 8) ацетил-КоА; 9) пировиноградная кислота.
25. Подготовительный этап энергетического обмена сопровождается: 1) выделением тепловой энергии и синтезом 2АТФ; 2) выделением тепловой энергии и распадом

- 2АТФ; 3) выделением только тепловой энергии; 4) аккумуляцией всей энергии в энергию АТФ.
26. Образование молочной кислоты из глюкозы происходит на этапе; 1) аэробного окисления; 2) окислительного фосфорилирования; 3) биологического окисления; 4) бескислородного окисления.
26. В процессе энергетического обмена глюкоза: 1) расщепляется с поглощением энергии; 2) синтезируется с поглощением энергии; 3) расщепляется с выделением энергии; 4) синтезируется с выделением энергии.
27. *Светозависимая фаза фотосинтеза обеспечивает: 1) образование глюкозы; 2) синтез АТФ; 3) фотолиз воды; 4) восстановление НАДФ; 5) окисление НАДФ*Н.
28. *Процесс, осуществляемый в светозависимой фазе фотосинтеза 1) образование глюкозы 2) синтез АТФ 3) фиксация углекислого газа 4) восстановление НАД 5) фотофосфорилирование
29. Ион, который при фотосинтезе и клеточном дыхании проходит через АТФ-синтетазный комплекс: 1) кальция; 2) калия; 3) натрия; 4) водорода; 5) железа.
30. Вещество, участвующее в фотосинтезе и являющееся источником кислорода: 1) глюкоза; 2) углекислый газ; 3) сахароза; 4) вода; 5) крахмал.
31. *Для синтеза АТФ в хлоропластах в ходе фотосинтеза необходимы: 1) перенос электронов; 2) перенос АДФ через наружную мембрану; 3) использование молекулярного кислорода; 4) АТФ-синтетаза; 5) накопление протонов водорода в матриксе; 6) солнечный свет; 7) накопление протонов водорода в внутритилакоидном пространстве.
32. *Специфические процессы характерные для светонезависимой фазы фотосинтеза: 1) фотолиз воды; 2) транспорт электронов по электрон-транспортной цепи; 3) синтез АТФ; 4) фиксация углекислого газа; 5) восстановление НАДФ*Н; 6) цикл Кальвина; 7) цикл лимонной кислоты; 8) синтез глюкозы.
33. Место расположения белковых комплексов, транспортирующих электроны в процессе фотосинтеза: 1) наружная мембрана хлоропласта; 2) внутренняя мембрана хлоропласта; 3) мембрана тилакоида; 4) кольцевая ДНК; 5) матрикс; 6) строма; 7) рибосома.
34. Участок хлоропласта, где происходят реакции светозависимой фазы фотосинтеза: 1) наружная мембрана; 2) строма; 3) грана; 4) внутренняя мембрана; 5) межмембранное пространство.
35. В процессе окислительного фосфорилирования синтезируется молекул АТФ: 1) 2; 2) 4; 3) 32; 4) 34; 5) 36; 6) 38.

3.3. Воспроизведение клеток

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Что такое жизненный цикл клетки?
2. Дайте определение митотического цикла клетки и сформулируйте его биологическое значение.
3. Как осуществляется движение хромосом в анафазе митоза и что общего во всех двигательных реакциях живого организма?
4. Каковы фазы митоза и сущность процессов, происходящих в эти фазы?
4. Почему метафазную пластинку ученые называют своеобразным паспортом организма?
5. Почему амитоз не может считаться полноценным способом размножения клеток?

Контрольные задания

1. Рассмотрите схему клеточного цикла многоклеточных животных (рис. 3.37). Охарактеризуйте процессы, протекающие в фазы G1, S, G2. В какой фазе происходит репликация ДНК?

В каждой фазе жизненного цикла (G1, S, G2, M) клетки есть точки контроля, т.е. клетка проверяет сама себя на готовность к следующей фазе цикла. Если какие-либо параметры не соответствуют норме, то клетка переходит в состояние покоя. При определенных условиях она может выходить из этого состояния и возвращаться к продолжению цикла. Основные точки контроля показаны на рисунке 3.37.

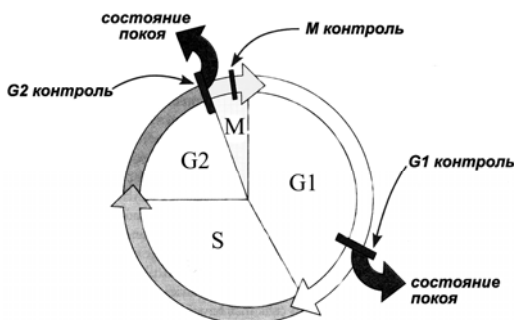


Рис. 3.37. Схема клеточного цикла у клеток многоклеточных животных

(величина сектора указывает на примерную продолжительность периода)

Определите соответствие параметров (1 - размеры клетки, питательные вещества, факторы роста, повреждения ДНК; 2 - размеры клетки, репликация ДНК; 3 - прикрепление хромосом к микротрубочкам веретена) точкам контроля (G1, G2 и M).

2. Изучите схему строения хромосомы делящейся клетки (рис. 3.38). Назовите фазу митоза, в которой находится изображенная на рисунке хромосома. Какие структуры изображены под номерами 1-4?

3. Познакомьтесь со схемой митоза (рис. 3.39). Определите набор хромосом (n) и количество молекул ДНК (c) для этапов А-В, что обозначено цифрами 1-3?

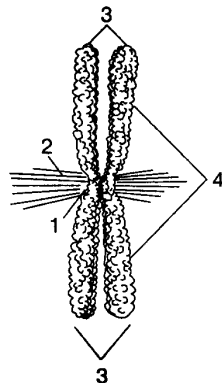


Рис. 3.38. Хромосома делящейся клетки

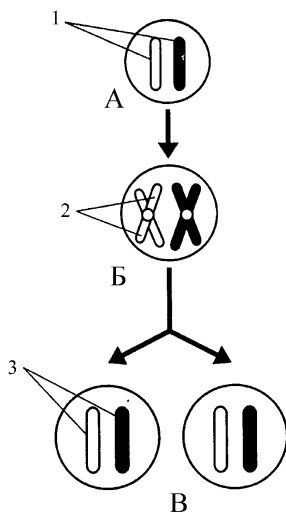


Рис. 3.39. Схема митоза

4. Используя рисунок 3.40, составьте характеристику фаз митоза. Объясните, почему в ходе митоза образуются клетки с набором хромосом, равным материнской клетке?

5. Ученые провели исследования митоза: оказалось, что у животных, ведущих ночной образ жизни, в большинстве органов максимум митозов приходится на утро и минимум – на ночное время. У дневных животных максимум наблюдается в вечернее время, а минимум – днем. Проанализируйте этот факт.

А – хромосомы материнской клетки в G1-период; Б – хромосомы в метафазу митоза; В – хромосомы дочерних клеток

6. При эндомитозе после репликации хромосом деление клетки не происходит, что приводит к увеличению числа хромосом. Какое биологическое значение может иметь этот процесс?

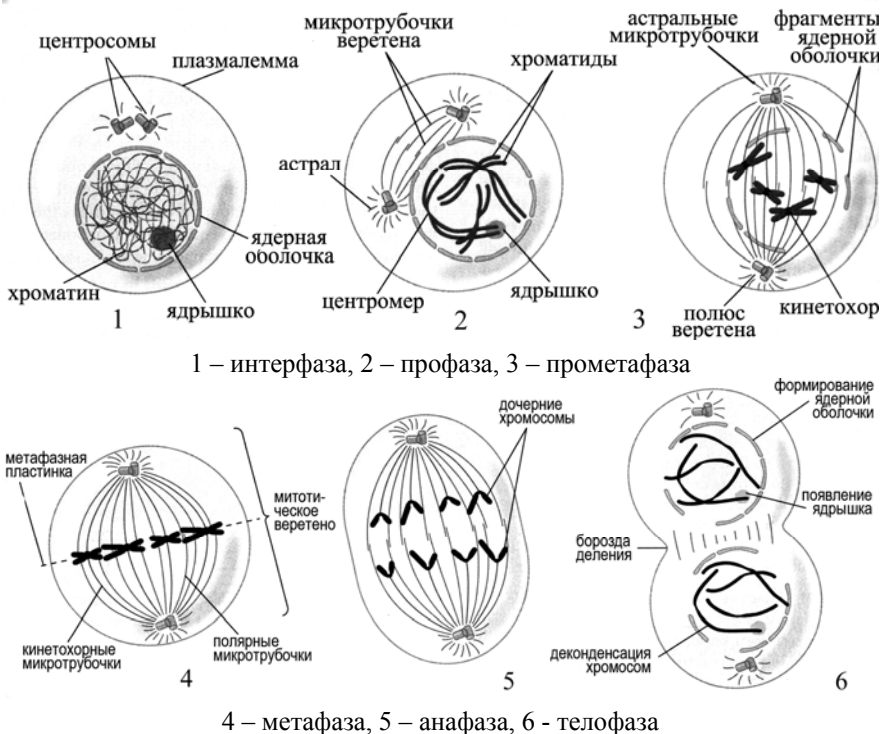


Рис. 3.40. Фазы митотического деления животной клетки

7. Рассмотрите положение хромосом в метафазе митоза (рис. 3.41). Какие структуры обозначены цифрами 1-6?

8. Рассмотрите рисунок 3.42. Какие фазы митотического цикла обозначены цифрами 1-4?

9. Изучите схему митоза и мейоза (рис. 3.43). Проведите сравнение и укажите сходство и различие этих процессов. Назовите фазы обозначенные цифрами.

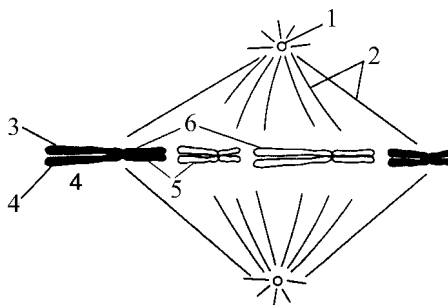


Рис. 3.41. Метафаза

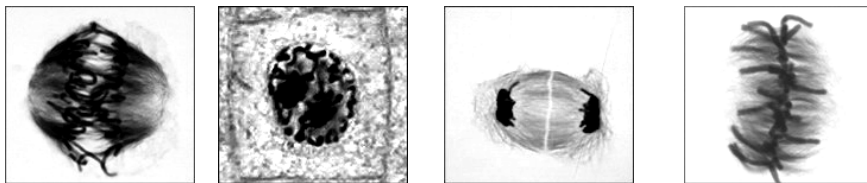


Рис. 3.42. Митоз

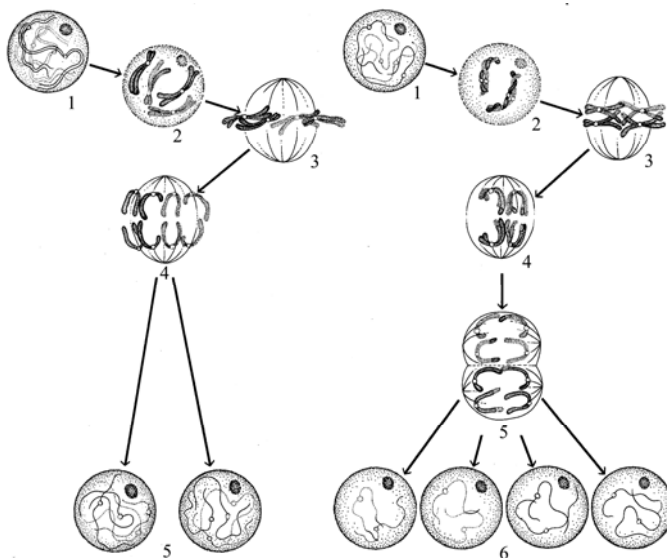


Рис. 3.43. Сравнение митоза и мейоза

Лабораторный практикум

1. **Митоз в клетках корней лука.** Используя малое и большое увеличение микроскопа рассмотрите готовый препарат продольного среза корешка лука. Найдите делящиеся клетки на разных стадиях митоза (рис. 3.44).

Интерфаза. Ядро в клетке округлое, с четкими границами. В нем видны одно или два ядрышка. Хроматин в виде глыбок заполняет кариоплазму.

Профаза. Ядро заметно увеличено, в нем исчезают ядрышки. В кариоплазме наблюдается как бы клубок, составленный из тонких

нитей. Это хромосомы. В конце профазы оболочка ядра разрушается и хромосомы выходят в цитоплазму.

Метафаза. Хромосомы заметно укорочены и утолщены, имеют вид сильно изогнутых палочковидных структур. Постарайтесь найти клетку, в которой хромосомы лежат в экваториальной плоскости, образуя метафазную пластинку (материнскую звезду).

Анафаза. Сестринские хроматиды, которые на данном этапе уже называют хромосомами, перемещаются к полюсам, поэтому в клетке можно увидеть фигуры, напоминающие две звезды (дочерние звезды). Обратите внимание, что хромосомы имеют вид шпильки. Центромеры направлены к полюсам, а плечи хромосом расходятся под углом друг к другу.

Телофаза. У противоположных полюсов клетки видны рыхлые клубки из частично деспирализованных хромосом. В центре клетки начинает формироваться перегородка, которая постепенно делит материнскую клетку на две дочерних.

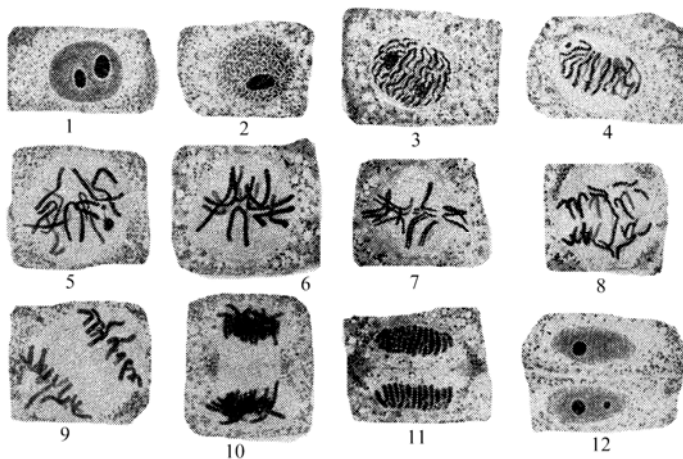


Рис. 3.44. Микрофотографии стадий митоза в клетках корешка лука
(1 – интерфаза; 2, 3, 4 – профазы; 5, 6, 7 – метафаза; 8, 9 – анафаза; 10, 11 – телофаза; 12 – цитокinesis)

Микропрепарат можете приготовить самостоятельно. Накануне лабораторной работы отрежьте скальпелем кончики тонких корешков лука длиной 0,5—0,7 см. Поместите их в фиксатор, а затем поставьте в темное место на 24 ч. Красителем для клеток корешков может служить ацетоорсеин. Для приготовления ацетоорсеина в 45 мл ледяной уксусной кислоты, доведенной до кипения, добавьте 1 г орсеина. Раствор охладите и добавьте к нему 55 мл дистиллированной воды. Затем положите один корешок на предметное стекло и нанесите на него 2—3 капли

красителя. 2—3 раза слегка подогрейте препарат с красителем над пламенем спиртовки. Для промывки препарата капните 2—3 капли воды с одной стороны и оттяните воду с красителем фильтровальной бумагой с другой стороны препарата. Кончик корешка окрашен темнее, чем вся остальная часть. Отрежьте скальпелем этот кончик и положите на предметное стекло. Осторожно накройте покровным стеклом. Тупым концом препаровальной иглы сделайте с небольшим нажимом круговые движения по покровному стеклу над кончиком корешка. Рассмотрите полученный давленный препарат под микроскопом.

! *Зарисуйте клетки на различных стадиях митоза и в интерфазе, на рисунке обозначьте: 1) в интерфазе — ядро, цитоплазма, хроматин; 2) в профазе — хромосомы; 3) в метафазе — метафазная пластинка; 4) в анафазе — хромосомы; 5) в телофазе — ядра дочерних клеток.*

2. Митоз в бластомерах оплодотворенного яйца аскариды.

Познакомьтесь со спецификой деления животных клеток перешнуровкой, которая хорошо видна на препарате оплодотворенного яйца аскариды в стадии первого деления — дробления (рис. 3.45).

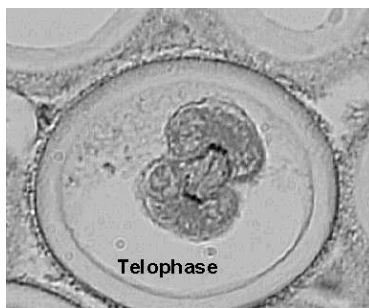
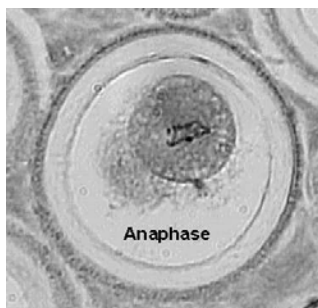
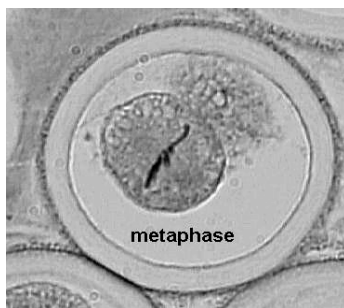
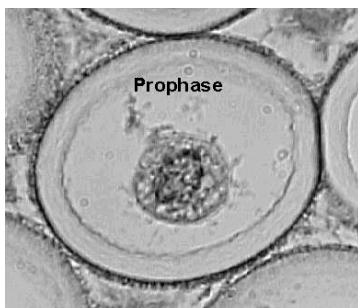


Рис. 3.45. Профаза, метафаза, анафаза и телофаза в клетке аскариды

Еще с одной особенностью митоза в животных клетках можно познакомиться на другом препарате — яйце аскариды, находящемся на стадии метафазы. Веретено формируется с помощью centrosом. На препарате хорошо видны компоненты centrosом — центриоли (рис. 3.46).

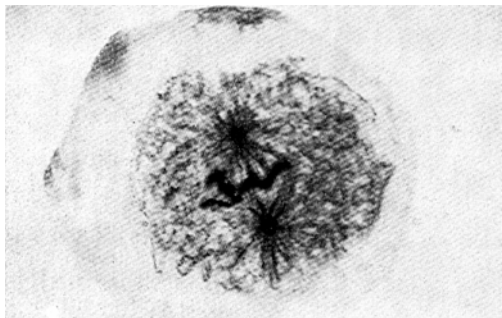


Рис. 3.46. Веретено деления в клетке аскариды

3. Амитоз животной клетки. Познакомьтесь с микропрепаратом прямого деления клеток, характерного для различных тканей животных и растительных организмов.

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. Метафазная хромосома имеет хроматид: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
2. Число молекул ДНК в составе хроматиды: 1) одна; 2) две; 3) три; 4) четыре.
3. Фаза митоза животной клетки, во время которой происходит расхождение хроматид каждой хромосомы к разным полюсам веретена деления: 1) анафаза; 2) телофаза; 3) метафаза; 4) профаза; 5) интерфаза.
4. Фаза митоза животной клетки, во время которой в клетке происходит формирование веретена деления, расхождение центриолей к противоположным полюсам клетки, спирализация хромосом, разрушение ядерной мембраны: 1) анафаза; 2) телофаза; 3) метафаза; 4) профаза; 5) интерфаза.
5. Фаза клеточного цикла, во время которой происходит репликация ДНК: 1) анафаза; 2) телофаза; 3) метафаза; 4) профаза; 5) интерфаза.
6. Количество молекул ДНК в каждой хромосоме во время анафазы митоза: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

7. *Период клеточного цикла, во время которого каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид: 1) синтетический; 2) *G1*; 3) пресинтетический; 4) *G2*; 5) *S*; 6) постсинтетический.
8. Количество молекул ДНК в каждой хроматиде во время профазы митоза: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
9. Правильная последовательность фаз митоза: 1) метафаза, профазы, телофаза, анафаза; 2) профазы, анафаза, телофаза, метафаза; 3) телофаза, метафаза, анафаза, профазы; 4) профазы, метафаза, анафаза, телофаза.
10. Соматическая клетка кожи человека содержит 46 хромосом. Количество хромосом в каждой из ее дочерних клеток, образовавшихся в результате двух митотических делений: 1) 23; 2) 46; 3) 92; 4) 138; 5) 184.
11. *Негомологичные хромосомы отличаются друг от друга следующими признаками: 1) длиной; 2) толщиной; 3) соотношением плеч; 4) положением центромеры; 5) наличием центромеры.
12. Структуры веретена деления эукариотической клетки: 1) актиновые волокна; 2) миофибриллы; 3) микротрубочки; 4) миофибриллы; 5) микроворсинки; 6) коллагеновые волокна.
13. В процессе редупликации ДНК из одной материнской хромосомы образуются две новые: 1) гомологичные хромосомы; 2) негомологичные хромосомы; 3) сестринские хроматиды; 4) несестринские хроматиды.
14. Гомологичные хромосомы составляют в клетке набор хромосом: 1) гомологичный; 2) гаплоидный; 3) негомологичный; 4) диплоидный.
15. Форма, которую имеют большинство хромосом человека в метафазе митоза: 1) кольцо; 2) шар; 3) трубка; 4) шпилька; 5) Х-образная.
16. *Метафазные хромосомы клеток животных разных видов отличаются друг от друга: 1) числом; 2) расположением; 3) формой; 4) размером.
17. Во время анафазы митоза к противоположным полюсам отходят: 1) гомологичные хромосомы; 2) негомологичные хромосомы; 3) хроматиды негомологичных хромосом; 4) хроматиды гомологичных хромосом; 5) хроматиды гомологичных и негомологичных хромосом.
18. Фаза митоза животной клетки, во время которой хромосомы выстраиваются в плоскости экватора веретена деления: 1) анафаза; 2) профазы; 3) метафаза; 4) телофаза; 5) интерфаза.
19. Структуры, которые во время анафазы митоза подходят к одному полюсу веретена деления клетки: 1) только гомологичные друг другу хромосомы; 2) только негомологичные друг другу хромосомы; 3) только хроматиды; 4) гомологичные и негомологичные хромосомы.
20. Фаза митоза, во время которой происходит деспирализация хромосом, формирование ядрышка и ядерной мембраны и образование двух дочерних клеток: 1) анафаза; 2) профазы; 3) метафаза; 4) телофаза; 5) интерфаза.

3.4. Размножение организмов

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Опишите бесполое размножение и назовите его формы
2. Что вы понимаете под половым размножением организмов и какова его биологическая роль?
3. Что такое гаметогенез? Какие вы знаете стадии в развитии гамет?
4. Что такое мейоз и каково его биологическое значение?
5. Какую роль выполняют процессы митоза и мейоза в спорогенезе и гаметогенезе различных организмов?
5. В чем заключается биологическая сущность оплодотворения?
6. Как вы себе представляете эволюцию способов размножения?

Контрольные задания

1. Организмы размножаются как половым, так и бесполом путем. Почему половое размножение получило наиболее широкое распространение среди высокоорганизованных растений и животных по сравнению с бесполом размножением? Отметьте преимущества и недостатки полового размножения для отдельных особей, видов. Возможно ли появление генетического разнообразия потомства при бесполом размножении? В чем заключается эволюционное значение бесполого размножения? Заполните таблицу 3.5, предоставив общую характеристику бесполого и полового размножения.

Таблица 3.5.

Общая характеристика бесполого и полового размножения

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

2. Какие процессы, происходящие в организме, связаны с митотическим делением клетки? Клетки, каких тканей не делятся? Приведите примеры.

3. В зависимости от характера клеточного материала, используемого в процессе бесполого размножения, выделяют

различные формы последнего. Заполните таблицу 3.6. Приведите примеры и краткую характеристику форм бесполого размножения.

4. Известно, что у домашней мухи каждая диплоидная клетка содержит 12 хромосом и при половом размножении каждое новое поколение организма развивается из оплодотворенной яйцеклетки, т.е. в результате слияния двух половых клеток. Второе поколение мух («дети») должно иметь по 24 хромосомы в каждой клетке, третье («внуки») по 48 и т.д., однако увеличения числа хромосом в последующих поколениях не происходит, в клетках мух любого поколения число хромосом остается постоянным – 12. Объясните эти противоречивые факты? Какое выработалось приспособление, предотвращающее бесконечное увеличение количества хромосом в клетках особей одного вида при их половом размножении?

Таблица 3.6.

Формы бесполого размножения организмов

Форма размножения	Краткая характеристика	Примеры
Монокитогенное (одной клеткой)		
Деление	<i>бинарное</i>	<i>продольное</i> <i>поперечное</i> <i>в неопределенной плоскости</i>
	<i>множественное</i>	фораминиферы, радиолярии, солнечники, споровики
	<i>почкование</i>	
Спорообразование		
Полицитогенное (группой клеток)		
Почкование		
Фрагментация		
Вегетативное <i>собственно</i> <i>вегетативное</i>	<i>луковица</i>	лук, тюльпан
	<i>клубнелуковица</i>	гладиолус, крокус
	<i>клубень</i>	картофель, георгины
	<i>корневище</i>	валериана, астра
	<i>корнеплод</i>	репа, морковь
	<i>столон</i>	крыжовник, смородина
	<i>ус</i>	земляника, лютик
Полізэмбриония		южноамериканский броненосец, иногда человек

5. Определите, какие способы и формы размножения характерны для организмов, изображенных на рисунке 3.47 (1-14).

6. Существует мнение, что вегетативное размножение проще и надежнее, чем половое. Почему же очень многие виды организмов

используют не только вегетативное, но и другие способы и формы размножения?

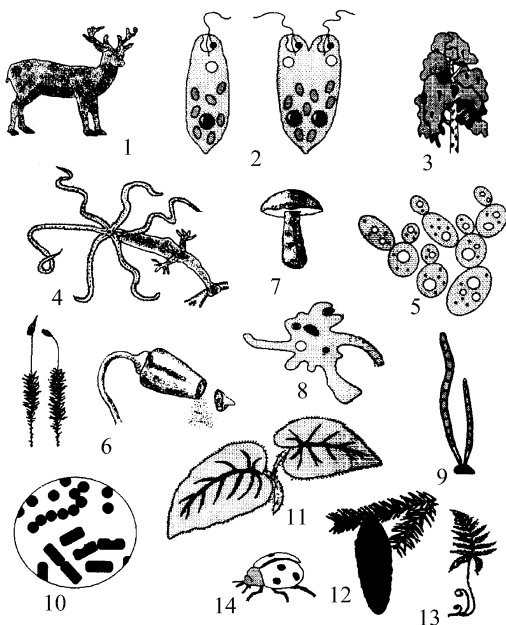


Рис. 3.47. Представители разных групп организмов

1 – олень; 2 – эвглена зеленая; 3 – береза; 4 – гидра; 5 – дрожжи; 6 – мох кукушкин лен; 7 – шляпочный гриб; 8 – амеба; 9 – водоросль улотрикс; 10 – бактерии; 11 – бегония; 12 – ель; 13 – папоротник; 14 – божья коровка

7. Известно, что при митозе образующиеся молодые клетки имеют одинаковую генетическую информацию, сходную с таковой у родительской клетки. Почему же клетки одного и того же человеческого организма такие разные (и по строению, и по выполняемым функциям)?

8. Морские звезды истребляют устриц, поэтому попавших в сети морских звезд рыбаки разрубали на куски и выбрасывали за борт. Однако, узнав об одной особенности их размножения, они перестали так поступать. Что это за особенность и к чему она приводит?

9. У пчел, ос, тлей, дафний встречается особая разновидность полового размножения – партеногенез. Объясните явление партеногенеза. Можно ли искусственно вызвать партеногенез у тех видов, для которых в нормальных условиях он не характерен?

10. У кроликов в каждой соматической клетке содержится по 44 хромосомы. Сколько хромосом содержится у кроликов в: а) яйцеклетке; б) зиготе; в) сперматозоиде; г) соматических клетках потомков первого поколения; д) соматических клетках потомков второго поколения?

11. Общая масса всех молекул ДНК в 46 хромосомах одной соматической клетки человека составляет около 6×10^{-9} мг. Чему равна масса молекул ДНК в: а) метафазе, б) телофазе митоза?

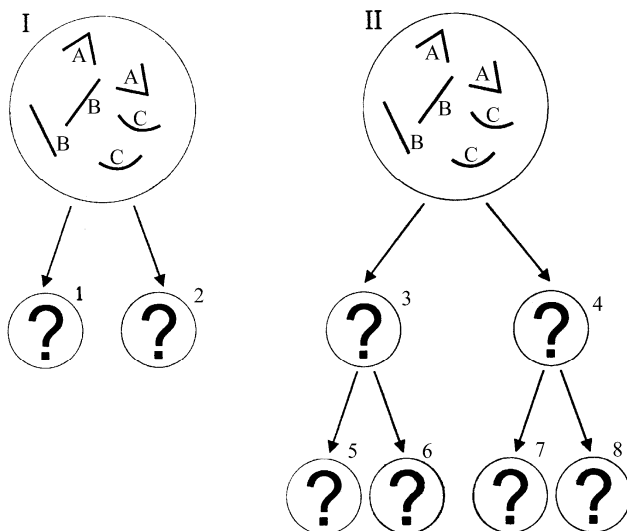


Рис.3.48. Схемы двух типов деления клеток

12. Рассмотрите рисунок 3.48. Определите тип деления клеток (I и II), количество и качество хромосом в дочерних клетках (I – 1, 2; II – 3-8). Перерисуйте схему и закончите ее. Какие наборы хромосом образуются в результате деления в клетках?

13. Многие виды животных – гермафродиты. Однако для большинства из них характерно перекрестное оплодотворение. Объясните явление гермафродитизма. В чем преимущество перекрестного оплодотворения? В каких случаях происходит самооплодотворение у растений?

14. Познакомьтесь со схемой мейоза (рис. 3.49). Какими цифрами обозначены: хромосомы дочерних клеток после мейоза II (nc); конъюгация хромосом в профазу мейоза I ($2n4c$); хромосомы

материнской клетки ($2n2c$); хромосомы дочерних клеток после мейоза I ($2n2c$); двуххроматидные хромосомы в начале мейоза I ($2n4c$); метафаза мейоза I ($2n4c$)?

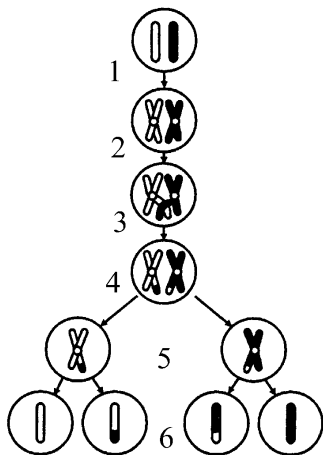


Рис. 3.49. Схема мейоза

15. Рассмотрите рисунок 3.50. Определите, какие из рисунков соответствуют митозу, а какие - мейозу? Расположите цифры (1-12) в последовательности, соответствующей фазам митоза и мейоза. Назовите эти фазы.

16. При половом размножении происходит оплодотворение. Что такое оплодотворение? Каково значение этого процесса? Как называют первую клетку дочернего организма, которая образуется в результате слияния гамет? Какой набор хромосом для нее характерен?

17. Различают внешнее и внутреннее оплодотворение. Сравните внешнее и внутреннее оплодотворение. Выявите черты сходства и различия. Каковы преимущества внутреннего оплодотворения перед внешним?

18. В главном процесс оплодотворения сходен для большинства животных, но в частности, имеет довольно значительные различия, начиная от брачного поведения и кончая различиями в механизмах проникновения сперматозоида в яйцеклетку. Как вы считаете, в чем биологический смысл такого разнообразия? У многих организмов гаплоидная стадия – это только стадия гамет. Как вы считаете, в чем преимущество диплоидности по сравнению с гаплоидностью? Заполните таблицу 3.7.

19. На рисунке 3.51 схематично изображен срез через семенной каналец человека с различными стадиями сперматогенеза. Какими цифрами обозначены следующие структуры: ядро, сперматоцит I порядка, сперматоцит II порядка, делящийся сперматоцит I порядка, делящийся сперматоцит II порядка, сперматогонии, питающая клетка, сперматиды, сперматозоиды, просвет канальца, оболочка канальца?

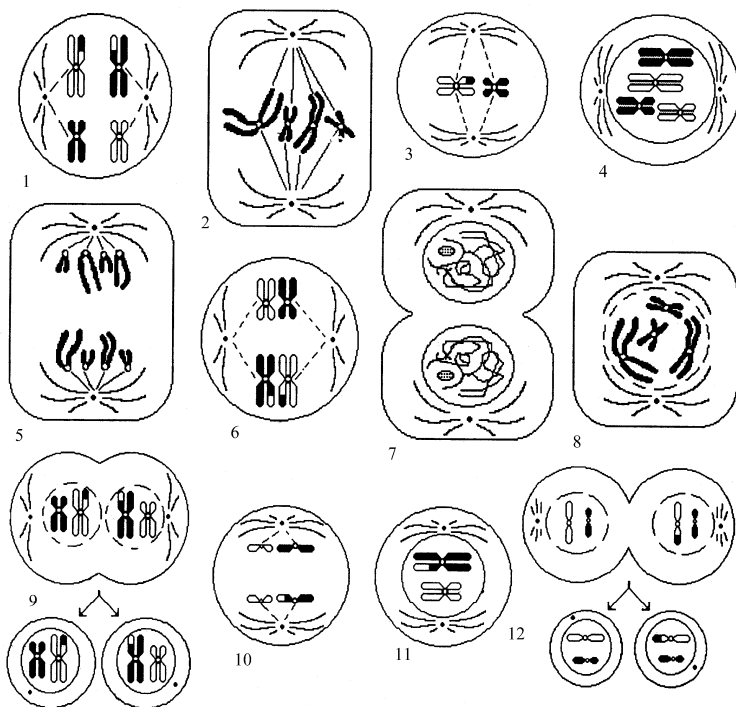


Рис. 3.50. Фазы митоза и мейоза

Таблица 3.7.

Эволюция полового размножения

	пример	
	растения	животные
1. Слияние двух одинаковых по форме и величине клеток (или обмен их содержимым)		
2. Образование и слияние двух одинаковых по форме и величине подвижных половых клеток – гамет (специальных половых органов, где созревают гаметы, нет)		
3. Образование и слияние двух специализированных (различных по форме и величине) гамет – яйцеклетки и сперматозоида (специальных половых органов нет)		
4. Образование специализированных гамет в специальных половых органах		
5. Образование специализированных гамет в половых органах и длительное развитие зародыша под защитой материнского организма		

20. Рассмотрите рисунок 3.52. Какими цифрами обозначены: шейка, головка, жгутик (хвост), промежуточный отдел, митохондрии, акросома, осевая нить, головной чехлик, центриоли, ядро? Объясните функции каждого органоида в клетке сперматозоидов.

21. Познакомьтесь с разнообразием внешнего строения сперматозоидов разных видов животных (рис. 3.53). Укажите особенности строения сперматозоидов в связи с их функцией.

22. Почему разные сперматозоиды одного и того же мужчины по генному составу несколько отличаются друг от друга?

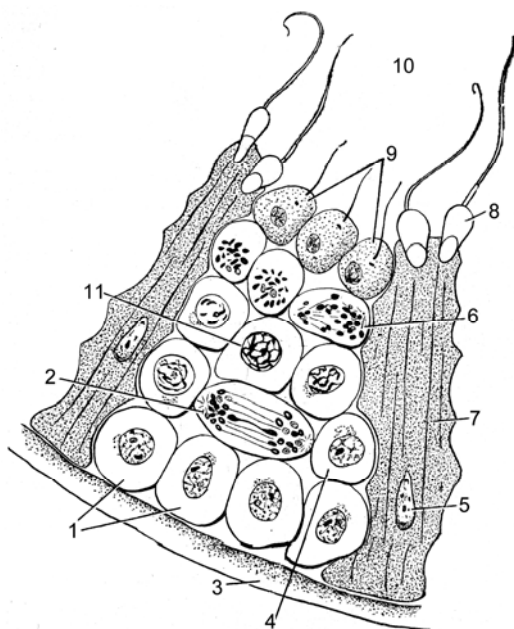


Рис.3.51. Схема среза через семенной канал человека

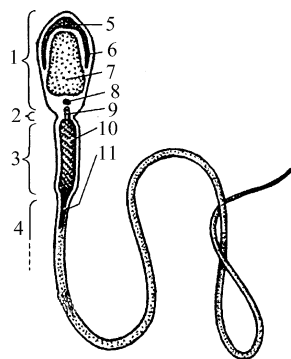


Рис. 3.52. Схема строения сперматозоида млекопитающих

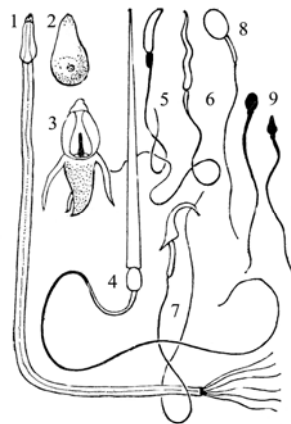


Рис. 3.53. Сперматозоиды животных

1 – брюхоногий моллюск, 2 – аскарида, 3 – рак-отшельник, 4 – тритон, 5 – лягушка, 6 – петух, 7 – крыса, 8 – баран, 9 – человек

23. Число яйцеклеток у разных организмов различно. У рыб число икринок достигает нескольких сотен и тысяч, а у млекопитающих число яйцеклеток невелико, однако млекопитающие процветают. Объясните этот факт.

24. Рассмотрите рисунок 3.54, какими цифрами обозначены: плазматическая мембрана, фолликулярная клетка, цитоплазма, лучистый венец, прозрачная оболочка, ядро? Яйцеклетки у млекопитающих относительно крупные, неподвижные. Какое это имеет значение? В каком направлении шла эволюция женских и мужских половых клеток?

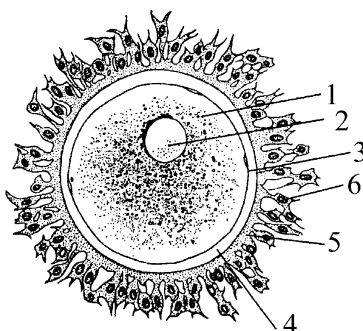


Рис. 3.54. Схема строения яйцеклетки

25. Почему яйцеклетки рыб, земноводных, млекопитающих мелкие, а яйца, отложенные пресмыкающимися и птицами, — крупные?

26. Познакомьтесь со схемой (рис. 3.55) формирования аномальных гамет и зигот при нерасхождении пары хромосом в мейозе I оогенеза. Какими цифрами обозначены: трисомия, моносомия?

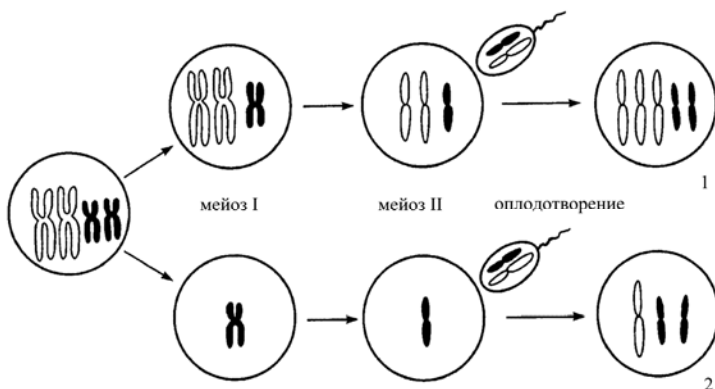


Рис. 3.55. Формирование аномальных гамет и зигот в мейозе I оогенеза

27. Рассмотрите рисунок 3.56 и решите, образование каких типов половых клеток обозначены цифрами I и II. Назовите зоны А, Б, В и установите типы деления клеток в этих зонах. Дайте названия клеткам, обозначенным цифрами 1-5 (I) и 1-5 (II). Определите хромосомный набор в каждой клетке.

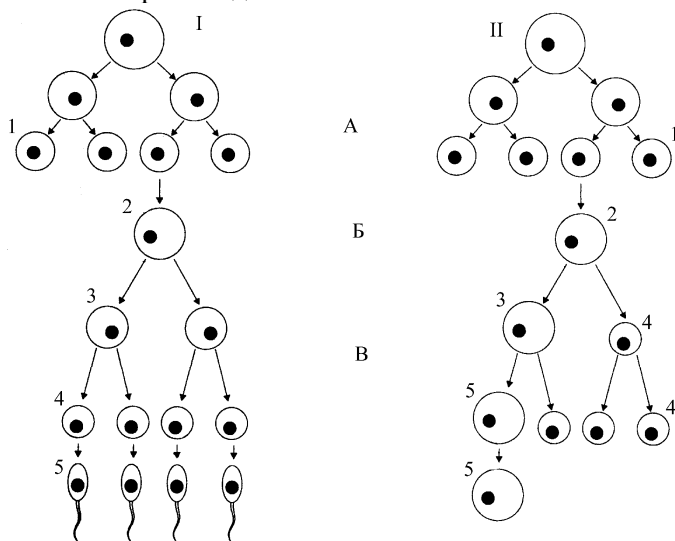


Рис. 3.56. Схема образования половых клеток у позвоночных животных

28. Рассмотрите рисунок 3.57 – схему формирования мужских половых клеток у растений. В результате, какого деления идет образование микроспор – пыльцевых зерен (I). Обозначьте набор хромосом клеток микроспорангия и пыльцевых зерен. Какое деление приводит к увеличению числа ядер в пыльце (II III)? Назовите образовавшиеся ядра (1-3).

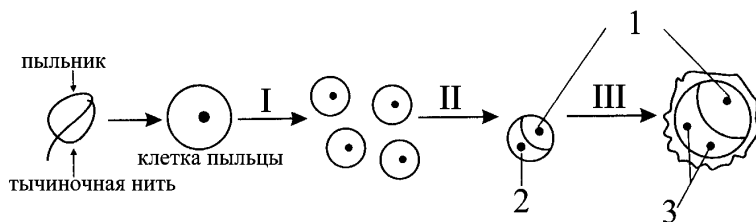


Рис. 3.57. Схема формирования мужских половых клеток у растений

29. Рассмотрите рисунок 3.58 (А). Назовите тип деления, в результате которого образуется мегаспора (I, II). Обозначьте набор хромосом клетки мегаспорангия и мегаспоры. В результате, какого типа деления образуется восьмиядерный зародышевый мешок? Назовите ядра (1-4) зародышевого мешка. Установите их хромосомный набор.

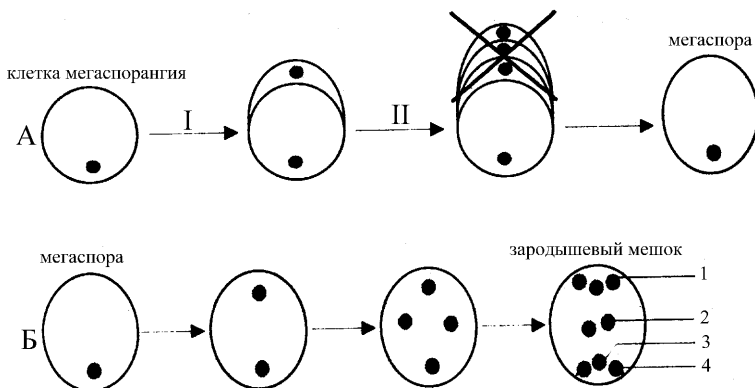


Рис. 3.58. Схема образования (А) и развития (Б) зародышевого мешка растений

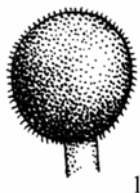
Лабораторный практикум

1. *Спорообразование у плесневого гриба.* Нанесите пипеткой каплю воды на предметное стекло, возьмите пинцетом несколько нитей мицелия плесневого гриба, положите их в каплю воды на предметное стекло и накройте покровным стеклом. Рассмотрите препарат под малом и большим увеличением микроскопа. В поле зрения видны ветвящиеся полупрозрачные и тонкие нити – гифы (рис. 1.23 на стр. 28).

Найдите среди гиф спорангии – круглые черные коробочки на длинной ножке (спорангиецосце), заполненные мелкими спорами округлой формы. Некоторые из спорангиев могут оказываться разорванными, и в таких случаях вокруг них видны высыпавшиеся мелкие округлые клетки – споры. Внутри спорангия обнаруживается колонка – утолщенный вырост спорангиецосца; форма и размеры колонки постоянны у определенных видов грибов (рис. 3.59).



Зарисуйте мицелий плесневого гриба, на рисунке обозначьте: мицелий, гифы, спорангий, споры.



1



2

Рис. 3.59. Спорангий сапрофитного гриба муко́ра

1 – внешний вид спорангия; 2 – лопнувший спорангий



Рис. 3.60. Почкование дрожжей

2. Почкование у дрожжевых грибов.

Каплю разведенных в воде пивных дрожжей пипеткой нанесите на предметное стекло, накройте покровным стеклом, и рассмотрите препарат под микроскопом при малом увеличении.

За час-два до занятий в теплую воду кладут небольшое количество сахара и маленький кусочек дрожжей. Культуру ставят в теплое место. Вскоре начинается процесс брожения, материал превращается в мутную пенящуюся жидкость: дрожжи разлагают сахар, выделяя углекислый газ и спирт. Освободившаяся при этом энергия идет на осуществление жизненных процессов.

Все поле зрения покрыто клетками дрожжевого гриба. Найдите участок, где клетки лежат не так густо, и рассмотрите его под большим увеличением. Обратите внимание, что дрожжевые клетки имеют овально-вытянутую или округлую форму, причем некоторые образуют разветвленные колонки из 5–7 клеток, напоминающие ветку ели. Среди них, присмотревшись внимательно, найдите почкующиеся клетки. Они имеют на одном из полюсов (иногда обоих) небольшой бугорок, содержащий ядро – почку; со временем почка увеличивается до размеров материнской клетки, после чего или отделяется, или образует колонию, количество клеток в которой постепенно увеличивается. Дрожжи размножаются почкованием. Однако в поле зрения нет больших колоний: клетки, их составляющие, очень легко разъединяются. Наиболее молодые клетки находятся на вершинах колоний; клетка, лежащая в основании,

лежащая в основании, является инициальной. Найдите только что возникшие и еще не отделившиеся почки (рис. 3.60).

Познакомьтесь со строением клетки. Найдите вакуоли; при благоприятных условиях они крупные и лежат в центре клетки; цитоплазма прижата к оболочке и окружает вакуоль кольцом. В цитоплазме дрожжевых клеток можно заметить зерна запасного вещества.

Для лабораторных занятий можно использовать так называемый «чайный гриб», широко распространенный в домашней культуре. Его выращивают на сладком чае. В результате жизнедеятельности организмов, в него входящих, получается кисло-сладкий напиток.

Для изготовления препарата возьмите тонкую пленку, образующуюся на поверхности. Рассмотрите препарат при большом увеличении, найдите компоненты: уксуснокислые бактерии (*Bacterium xylinum*) и дрожжевые клетки, относящиеся к роду Торула (*Torula*). Торула разлагает сахар на спирт и углекислый газ, а бактерии сбраживают спирт до уксусной кислоты.



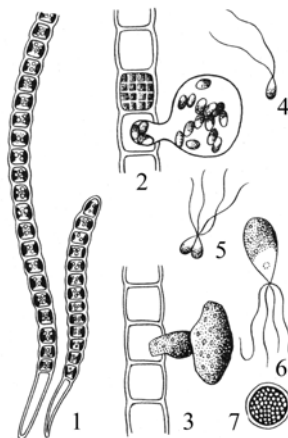
Зарисуйте почкование дрожжей.

3. Бесполое и половое размножение улотрикса. Улотрикс – нитчатая водоросль, которая обитает в быстро текущих водоемах, образуя невысокие изумрудно-зеленые дерновинки на подводных камнях, сваях и др. Приготовьте микропрепарат улотрикса. Нить улотрикса состоит из низких цилиндрических клеток, расположенных в один ряд (рис. 3.61 – 1).

Улотрикс, выдержанный в течение нескольких часов в аквариуме (или помещенный в дистиллированную воду), представляет прекрасный материал для наблюдения зооспор и гамет в разных стадиях развития.

Рис. 3.61. Улотрикс

1 – внешний вид; 2 – образование гамет; 3 – выход зооспор; 4 – гамета; 5 – слияние зоогамета; 6 – зооспора; 7 – покоящаяся зигота



Все клетки, за исключением базальной, имеют одинаковое строение. Базальная клетка, или ризоид, – бесцветная, вытянутая в длину и слегка изогнутая. Ризоидом водоросль прикрепляется к подводным предметам.

Нить улотрикса растет за счет поперечного деления и последующего разрастания ее клеток. Найдите на препарате нити, в которых расположены парами еще не разросшиеся сестринские клетки.

При бесполом размножении содержимое клетки делится на четное число частей (2, 4, 8 и более) – из каждой частицы формируется зооспора. Пронаблюдайте выход зооспор через образующееся в оболочке отверстие (рис. 3.61 – 3, 6). Половой процесс у улотрикса изогамный – гаметы плавают в воде и затем сливаются (копулируют) попарно.



Зарисуйте внешний вид улотрикса, выход зооспор, образование гамет.

4. **Конъюгация у спирогиры.** Спирогира – нитчатая неприкрепленная водоросль изумрудно-зеленого цвета, слизистая на ощупь, образующая большие скопления тины, состоящей из длинных параллельно расположенных нитей.

Клетки имеют цилиндрическую форму, хроматофор крупный, лентообразный, расположенный в виде спирали, в нем хорошо заметны пиреноиды и крахмальные зерна. Обычно в центре клетки расположено крупное ядро. Клеточная оболочка снаружи покрыта слизистой массой (рис. 3.62).

Спирогира способна размножаться вегетативно, частями своих нитей, однако чаще всего она размножается половым путем – конъюгацией.

Для изучения полового процесса можно использовать материал, собранный в природе. В лабораторных условиях конъюгацию у спирогиры вызывают, поместив ее в дистиллированную воду, насыщенную углекислым газом, – материал готов для занятий через 5-10 суток.

Познакомьтесь с готовым микропрепаратом конъюгации спирогиры. Конъюгация чаще всего происходит между клетками двух нитей, лежащих в непосредственной близости друг к другу.

На боковых стенках клеток появляются бугорки. Разрастаясь, они превращаются в выросты, соприкасающиеся друг с другом. В

месте соприкосновения оболочки растворяются, образуя канал, по которому содержимое одной клетки переливается в другую, образуя зиготу. Две нити с конъюгирующими клетками напоминают лестницу; конъюгацию этого типа называют лестничной (рис. 3.63).

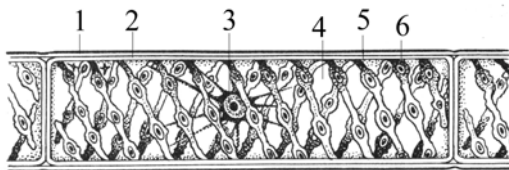


Рис. 3.62. Спирогира

1 – слизистый покров; 2 – клеточная стенка; 3 – ядро; 4 – цитоплазма; 5 – хроматофор; 6 – пиреноид

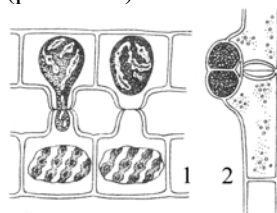


Рис. 3.63. Конъюгация спирогиры

1 – начальная стадия конъюгации, 2 – боковая конъюгация



Зарисуйте внешний вид спирогиры и конъюгацию, на рисунке обозначьте: слизистый покров, клеточная стенка, ядро, цитоплазма, хроматофор, пиреноид, лестничная конъюгация.

5. Кариогамия (оплодотворение) яиц аскариды. На постоянном микропрепарате яиц аскариды найдите процесс кариогамии, т.е. слияние двух пронуклеусов (рис. 3.64).

Обратите внимание, что размеры мужского и женского пронуклеуса одинаковы, хотя размеры яйца и сперматозоида различаются очень сильно. На препарате, как правило, между яйцами видны темные треугольные тельца – это сперматозоиды. На этом препарате видны темноокрашенные полосы между оболочкой и цитоплазмой яйца – это направительные тельца.

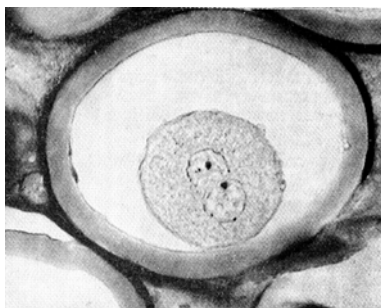


Рис. 3.64. Слияние двух пронуклеусов у аскариды



Зарисуйте кариогамии яиц аскариды, на рисунке обозначьте: пронуклеус, направительное тельце, оболочка яйца.

6. Срез семенника млекопитающего. Рассмотрите готовый микропрепарат среза семенника млекопитающего, сначала - при малом увеличении микроскопа. Семенник на срезе имеет овально-округлую форму; внутри него видны поперечные разрезы многочисленных семенных канальцев овальной или округлой формы.

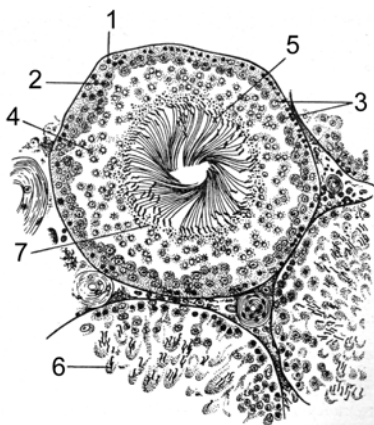


Рис. 3.65. Поперечный срез извитого семенного канальца млекопитающего

1 – сперматогоний; 2 – ядро сперматоцита; 3 – сперматоцит I порядка; 4 – сперматоцит II порядка; 5 – сперматозоиды; 6 – формирование сперматозоидов и сперматид; 7 – сперматиды

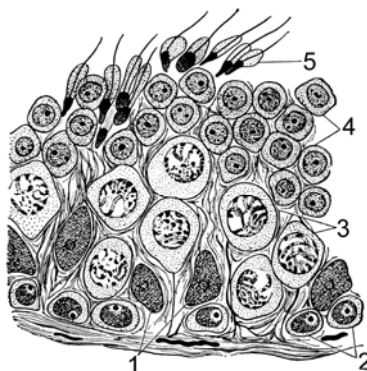


Рис. 3.66. Поперечный срез семенника самца крысы

1 – фолликулярная клетка (клетка Сертоли); 2 – сперматогонии; 3 – сперматоцит I порядка; 4 – сперматиды; 5 – сперматозоиды

Снаружи семенник покрыт оболочками – влагалищной и белочной. В последней большое количество кровеносных сосудов. От белочной оболочки внутрь отходят многочисленные выросты, разделяющие семенник на отдельные отсеки.

Рассмотрите отдельный семенной каналец под большим увеличением микроскопа. В середине канальца иногда виден просвет. Стенка канальца состоит из нескольких рядов клеток, имеющих разное строение (рис. 3.65, 3.66). Найдите среди них четыре зоны, соответствующие последовательным этапам сперматогенеза.

Зона размножения представлена наружным слоем стенки семенного канальца. Слой состоит из относительно мелких округлых

клеток с крупными интенсивно окрашенными ядрами, имеющими сетчатую структуру, – сперматогонии. Более глубоко к центру канальца лежат клетки с менее крупными и более светлыми ядрами – это сперматоциты I, а более мелкие среди них – сперматоциты II. В просвете канальцев можно видеть мелкие клетки, вся площадь которых занимают яркоокрашенные ядра, – это сперматиды. Клетки удлинённые или с хорошо выраженными жгутиками – сперматозоиды на разных фазах формирования.

! *Зарисуйте поперечный срез семенника млекопитающего, на рисунке обозначьте: сперматогоний, сперматоцит I порядка, сперматиды, сперматозоиды. На мазках сперматозоидов различных животных рассмотрите их внешнее строение и зарисуйте.*

7. Гаметогенез на препаратах поперечного среза яичника млекопитающего. Для ознакомления с отдельными этапами оогенеза рассмотрите под малым, а затем большим увеличением микроскопа срез яичника кролика.

Найдите и изучите на периферии яичника его структурные компоненты (фолликулы), имеющие различную степень зрелости. Рассмотрите наиболее молодой (первичный) фолликул, содержащий крупную клетку округлой формы (ооцит первого порядка), окружённую одним слоем питающих его более мелких (фолликулярных) клеток, имеющих уплощённую форму. Можно найти также многослойные фолликулы, возникающие за счёт деления фолликулярных клеток. В таких фолликулах начинают формироваться полости, заполненные жидкостью.

Найдите и рассмотрите крупный зрелый фолликул (граафов пузырек), в полость которого вдаётся яйценосный бугорок, на фолликулярных клетках которого находится очень крупный ооцит первого порядка (рис. 3.67).

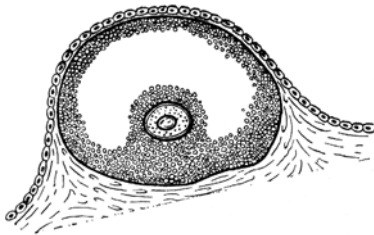


Рис. 3.67. Схема строения граафова пузырька (на яйценосном бугорке виден ооцит I)

Обратите внимание на то, что цитоплазма ооцита I, насыщенная питательными веществами, значительно больше, чем у сперматоцита I, который вы видели в предыдущей работе, тогда как размеры ядерного материала у них одинаковы. Первое деление мейоза происходит в ооците первого порядка перед процессом овуляции, который состоит в разрыве граафова пузырька и выходе образовавшегося ооцита второго порядка из яичника в фаллопиеву трубу. Второе деление мейоза заканчивается в ооците II только после оплодотворения (процесса слияния ооцита со сперматозоидом) (рис. 3.68).

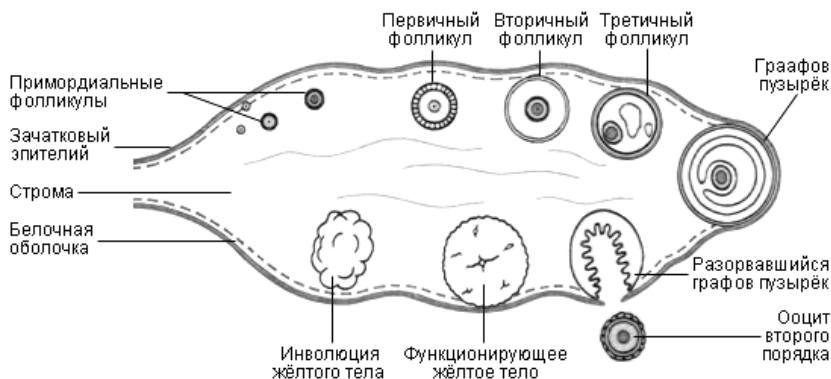


Рис. 3.68. Яичник женщины и овуляторный цикл (схема)



Зарисуйте графов пузырек и отдельные фазы оогенеза, на рисунке обозначьте: яйценосный бугорок, ооцит I, фолликулярные клетки.

8. Мейоз в пыльниках цветковых растений. Возьмите бутон, с помощью препаровальной иглы и пинцета вычленив из него пыльник длиной 2-3 мм, поместите в каплю ацетокармина на предметное стекло. Используя микроскоп МБС-1, разрежьте пыльник пополам. Придерживая, выдавите иглой его содержимое. Затем добавьте на стекло несколько капель ацетокармина и нагревайте около 3 мин, пронося несколько раз над пламенем спиртовки (не доводя до кипения).

Удалите все ткани покровов пыльника. Фильтровальной бумагой уберите края ацетокарминовой капли. Накройте покровным стеклом и распределите клетки в один слой легким придавливанием покровного стекла. При большом увеличении (можно с иммерсией) найдите и зарисуйте все фазы мейоза. Для этого следует приготовить сразу 5-6 препаратов, используя бутоны разной величины и возраста. На препарате, приготовленном из самых молодых бутонов, видны материнские клетки до деления. В таком состоянии ядра равномерно окрашены, имеют слегка зернистую структуру.

Профаза I. В ядре хорошо видны тонкие нити — хромосомы, они переплетаются, как паутина, видны ядрышки — это стадия *лептотены* (рис. 3.69, 1). На следующем препарате видны более толстые хромосомы, образующие биваленты, т.е. пары проконъюгировавших гомологичных хромосом. Они заполняют весь объем ядра, поэтому очень часто накладываются друг на друга, образуя как бы клубок нитей, — это стадия *пахитены* (рис. 3.69, 2). Затем можно видеть биваленты, в которых отдельные идентичные участки хромосом либо расходятся в стороны, либо, наоборот, как бы плотно склеились. Фигуры таких хромосом называются *хиазмами*, они наблюдаются на стадии *диplotены* (рис. 3.69, 3).

Метафаза I. Видны веретено деления и хромосомы, центромеры которых направлены к разным полюсам. Иногда удается рассмотреть биваленты (пары гомологичных хромосом) и сосчитать их число (гаплоидное) (рис. 3.79, 4).

Анафаза I. Негомологичные хромосомы расходятся к полюсам (центромерами к полюсам клетки), приобретая V-образную форму (рис. 3.69, 5).





Рис. 3.69

Телофаза I. Внутри клетки видны два ядра, более мелкие по размеру, чем исходное ядро (рис. 3.79, 6).

Профаза II. Хромосомы хорошо различимы. Сестринские хроматиды отталкиваются друг от друга, но их удерживает не поделившаяся еще центромера.

Метафаза II. Внутри одной клетки видны два веретена деления. Число хромосом гаплоидное. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных центромерой, которые лежат в одной плоскости (рис. 3.69, 7).

Анафаза II. К полюсам расходятся половинки хромосом, т.е. после деления центромерного участка хроматиды становятся хромосомами и расходятся к полюсам (рис. 3.69, 8).

Телофаза II. Видны четыре вновь образованных ядра в одной клетке. После цитокинеза (деления цитоплазмы) внутри материнской клетки, которая еще сохраняет оболочку, лежат четыре новые клетки — споры (рис. 3.69, 9). У однодольных растений все четыре споры лежат в одной плоскости, у двудольных растений только три споры — в одной плоскости, а одна — в другой.



Зарисуйте все фазы мейоза.

9. Пыльник и пыльца цветковых растений. Пыльник чаще всего состоит из двух половинок, соединенных между собой узким связником в виде пластинки, через которую проходит проводящий пучок. Каждая половинка пыльника обычно разделена продольной перегородкой на 2 пыльцевых гнезда — микроспорангия.

Следовательно, каждый пыльник состоит из 4 пыльцевых гнезд — микроспорангиев, в которых образуются микроспоры (рис. 3.70).

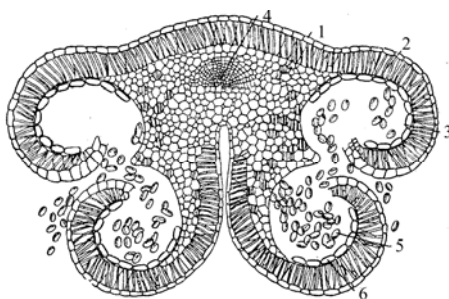


Рис. 3.70. Разрез зрелого пыльника

1 – эпидермис; 2 – фиброзный слой; 3 – гнездо пыльника; 4 – проводящий пучок; 5 – пыльца; 6 – выстилающий слой

Пыльцевые зерна у разных растений имеют разнообразную форму (рис. 3.71).

Рассмотрите под микроскопом прорастание пыльцевых зерен. Для этого на покровное стекло нанесите свежей пыльцы амариллиса (кливии или другого растения) и каплю теплого питательного раствора (25 г воды, 4 г сахара, 4 г желатина – вскипятить и остудить); покровное стекло в перевернутом виде (так чтобы капля с пыльцой висела) осторожно положите на предметное стекло с выемкой (микроаквариум). Наблюдайте за образованием и разрастанием пыльцевых трубок.

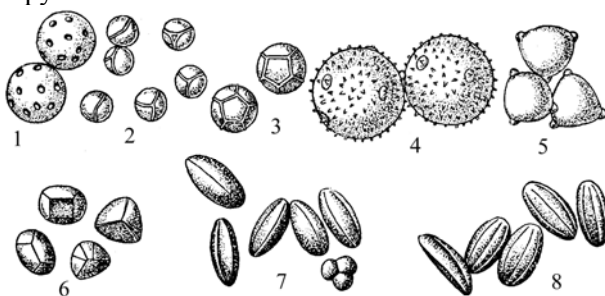


Рис.3.71. Пыльцевые зерна

1 – вьюнок; 2 – конопля; 3 – гвоздика; 4 – тыква; 5 – кипрей; 6 – хохлатка; 7 – горечавка; 8 – шалфей



Зарисуйте пыльник и пыльцевые зерна растений.

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. Стадия сперматогенеза, во время которой происходит увеличение числа диплоидных клеток путем митоза: 1) созревания; 2) размножения; 3) формирования; 4) роста.
2. Число яйцеклеток, которое образуется из каждой диплоидной клетки в ходе овогенеза в женском организме: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
3. Фаза мейоза, во время которой происходит конъюгация гомологичных хромосом: 1) профазы 1; 2) телофазы 1; 3) метафазы 1; 4) анафазы 1; 5) метафазы 2; 6) анафазы 2; 7) профазы 2.
4. Количество молекул ДНК в составе каждой хромосомы во время анафазы первого мейотического деления: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
5. Стадия сперматогенеза, во время которой происходит мейоз: 1) созревания; 2) формирования; 3) размножения; 4) роста.
6. Количество полноценных сперматозоидов, образующихся из каждой диплоидной клетки, вступающей в мейоз, в ходе сперматогенеза в мужском организме: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
7. Структуры диплоидов, содержащие ДНК, которые во время анафазы первого мейотического деления подходят к одному из полюсов веретена деления: 1) только хроматиды гомологичных хромосом; 2) только хроматиды нехомологичных хромосом; 3) только гомологичные друг другу хромосомы; 4) только нехомологичные друг другу хромосомы; 5) хроматиды гомологичных и нехомологичных хромосом.
8. Количество молекул ДНК в составе каждой хромосомы в метафазу первого мейотического деления: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
9. Количество молекул ДНК в составе каждой хромосомы в телофазу второго мейотического деления: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
10. Структуры диплоидов, содержащие ДНК, которые во время анафазы первого мейотического деления отходят друг от друга к противоположным полюсам веретена деления: 1) гомологичные друг другу хромосомы; 2) нехомологичные друг другу хромосомы; 3) хроматиды гомологичных и нехомологичных хромосом; 4) только хроматиды нехомологичных хромосом; 5) только хроматиды гомологичных хромосом.
11. Количество молекул ДНК в составе каждой хромосомы в профазу второго мейотического деления: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
12. В стадию роста при сперматогенезе происходит увеличение: 1) размеров гаплоидных клеток; 2) размеров диплоидных клеток; 3) количества клеток путем митоза; 4) гугтика.
13. Стадия оогенеза, во время которой происходит образование гаплоидных клеток из диплоидных: 1) роста; 2) формирования; 3) размножения; 4) созревания.
14. Признак, по которому сперматозоид похож на яйцеклетку: 1) гаплоидное ядро; 2) очень мало цитоплазмы; 3) много рибосом; 4) акросома.
15. Структурный компонент сперматозоида, который содержит большое количество ферментов, разрушающих оболочки яйцеклетки: 1) эндоплазматическая сеть; 2) митохондрия; 3) акросома; 4) центриоль.

16. Период жизни человека, в который у него происходит формирование сперматозоидов: 1) эмбриональный; 2) от полового созревания до старости; 3) только в период полового созревания; 4) в течение всей жизни.
17. Стадия гаметогенеза, которой заканчивается сперматогенез 1) роста 2) формирования 3) размножения 4) созревания
18. Число жизнеспособных гамет, образующееся из одной диплоидной клетки после мейоза при оогенезе 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 5) очень много
19. Стадия, с которой начинается гаметогенез: 1) роста; 2) формирования; 3) размножения; 4) созревания.
20. При сперматогенезе в стадии формирования происходит: 1) образование акросомы; 2) спирализация ДНК; 3) накопление питательных веществ; 4) митоз; 5) мейоз.
21. Структурный компонент сперматозоида большинства животных, который отсутствует у яйцеклетки: 1) цитоплазма; 2) плазмалемма; 3) акросома; 4) митохондрия; 5) ядро.
22. Белок в составе микротрубочек жгутика сперматозоида: 1) кератин; 2) коллаген; 3) тубулин; 4) флагелин; 5) пепсин.
23. Хромосомный набор ядра сперматозоида диплоида: 1) гаплоидный; 2) диплоидный; 3) триплоидный.
24. Структурный компонент яйцеклетки, отсутствующий у сперматозоида: 1) митохондрия; 2) цитоплазма; 3) ядро; 4) защитная оболочка; 5) плазмалемма.
25. Процесс выхода яйцеклетки из фолликула яичника: 1) конъюгация; 2) менструация; 3) овуляция; 4) менопауза; 5) менархе; 6) оплодотворение.
26. *Особенность спермиев цветковых растений по сравнению со сперматозоидами животных: 1) подвижность; 2) содержат очень мало цитоплазмы; 3) отсутствие центриолей; 4) жгутик; 5) акросома; 6) перемещаются в составе цитоплазмы другой клетки; 7) неподвижность.
27. Число ядер в составе зародышевого мешка: 1) 2; 2) 4; 3) 6; 4) 8; 5) 10.
28. *Животные, для которых характерен партеногенез: 1) инфузория; 2) эвглена зеленая; 3) малярийный плазмодий; 4) дафния; 5) броненосец; 6) тля; 7) малярийный плазмодий; 8) пчела.
29. Способ бесполого размножения, при котором из одной исходной клетки образуется несколько новых дочерних клеток: 1) почкование; 2) полиэмбриония; 3) фрагментация; 4) партеногенез; 5) множественное деление.
30. *Организмы, для которых характерна конъюгация: 1) амеба; 2) инфузория; 3) бактерии; 4) малярийный плазмодиум; 5) спирогира; 6) тля; 7) скальные ящерицы.
31. Способ полового размножения, при котором дочерний организм формируется из неоплодотворенного яйца: 1) копуляция; 2) конъюгация; 3) вегетативное размножение; 4) партеногенез; 5) множественное деление.
32. Форма размножения, при которой новый организм является копией материнского организма: 1) бесполое; 2) половое.
33. Форма размножения, которая является источником внутривидовой изменчивости, благодаря чему создаются предпосылки для эволюционного развития вида: 1) бесполое; 2) половое.
34. Организмы, для которых характерно множественное деление как способ бесполого размножения: 1) скальные ящерицы; 2) инфузории; 3) малярийный плазмодий; 4) пчела; 5) тля.

3.5. Индивидуальное развитие организмов

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Что вы понимаете под ростом и развитием организмов? Какова связь между ростом и дифференциацией клеток?
2. В чем заключаются молекулярные основы дифференцировки клеток?
3. Сформулируйте понятие онтогенеза и назовите периоды онтогенеза?
4. Какова разница между прямым и непрямым развитием?
5. Каким образом оплодотворенная яйцеклетка развивается в многоклеточную структуру?
6. Какие факторы влияют на продолжительность жизни?

Контрольные задания

1. Как вы прокомментируете высказывание: в построении любого органа или части организма принимают участие производные нескольких зародышевых листков?
2. Какие факты подтверждают, что развивающийся зародыш представляет собой целостную систему?
3. Познакомьтесь с личиночным типом онтогенеза (рис. 3.72) на примере майского жука и бурой лягушки. Какие стадии метаморфоза обозначены цифрами 1-4 для А и 1-7 для Б? Чем эти стадии отличаются друг от друга?

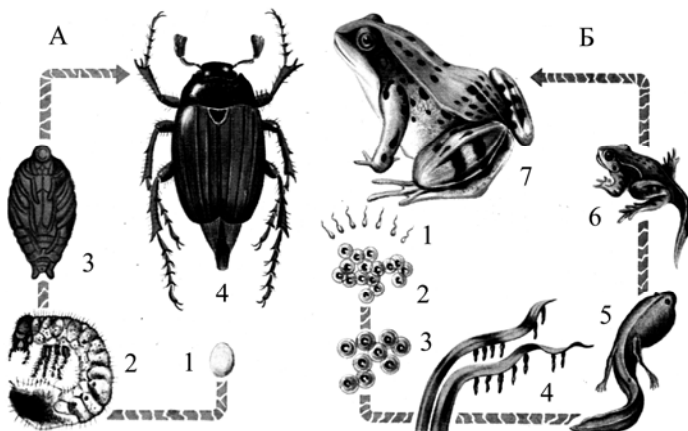


Рис. 3.72. Метаморфоз у животных

4. В лаборатории были выращены лягушки из неоплодотворенных яиц (путем партеногенеза). Эти животные будут сильнее или слабее, чем обычные лягушки того же самого биологического вида? В чем конкретно могут проявиться различия между этими лягушками?

5. Американский ученый Гердон пересадил ядро из клетки кишечника лягушки в ее яйцеклетку, ядро которой предварительно было разрушено путем облучения ультрафиолетом. Таким образом, ему удалось вырастить головастика, а затем и лягушку, идентичную той особи, от которой было взято ядро (рис. 3.73). Что доказывает подобный опыт?

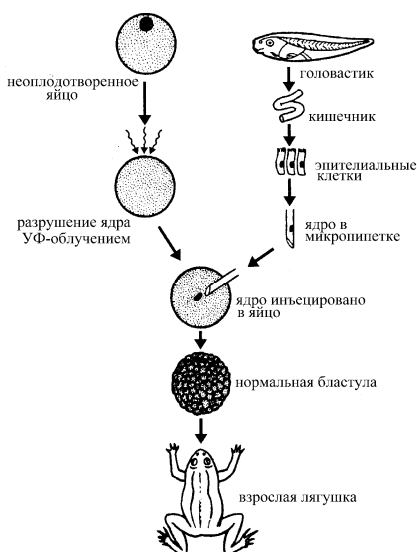


Рис. 3.73. Развитие взрослой лягушки из яйцеклетки, ядро которой заменено ядром из соматической клетки кишечного эпителия головастика

6. Проанализируйте процесс опыления и двойного оплодотворения у цветковых растений (рис. 3.74). Установите правильную последовательность следующих событий: второй спермий сливается с крупной диплоидной центральной клеткой (образуется триплоидная клетка); пыльцевое зерно попадает на рыльце пестика (опыление); после оплодотворения начинается процесс формирования семени и плода; первый спермий сливается с яйцеклеткой (образуется зигота); из вегетативной клетки пыльцевого зерна образуется пыльцевая трубка. Что обозначено цифрами 1-6? Назовите части семени (7-9), которые образуются в результате двойного оплодотворения из клеток 4, 5, 6 (рис. 3.74).

7. Познакомьтесь с основными этапами индивидуального развития (онтогенеза) у животных (рис. 3.75). Установите соответствие основных этапов эмбрионального развития ланцетника (гастрюляция; гистогенез и органогенез; зигота; формирование бластулы; нейруляция: дробление зиготы) и их характеристик (рис. 3.76).

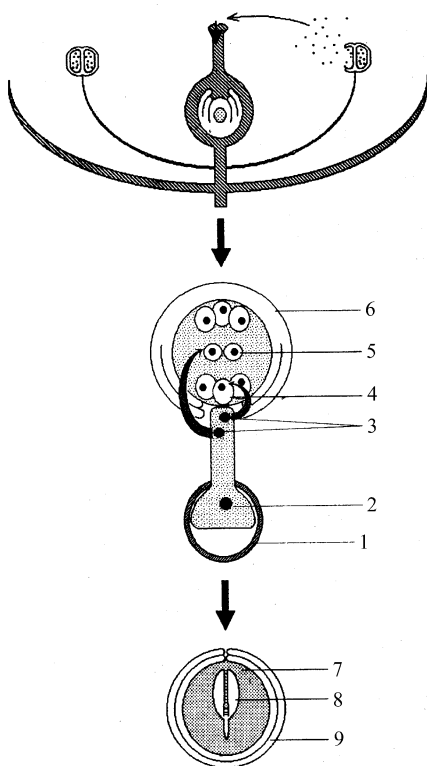


Рис. 3.74. Схема двойного оплодотворения цветкового растения

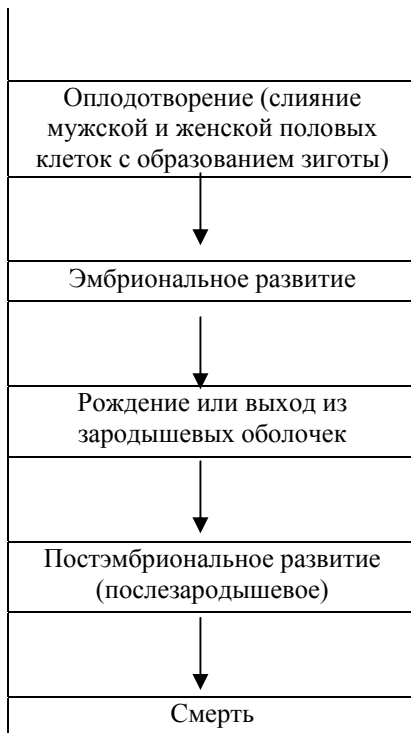


Рис. 3.75. Основные этапы онтогенеза животных

8. Зародыш многоклеточного животного в своем развитии как бы повторяет этапы развития своих предков. Например, зародыш млекопитающего в ходе эмбрионального развития как бы проходит стадии развития одноклеточных, двухслойных, трехслойных. Используя рисунок 3.77 объясните данное явление.

9. Назовите стадии развития зародыша, представленные на рисунке (3.78 - I, II, III). Что обозначено цифрами 1-7? Охарактеризуйте каждую стадию эмбриогенеза. На какой стадии происходит дифференцировка клеток? Сколько зародышевых листков образуется у эмбрионов позвоночных животных?

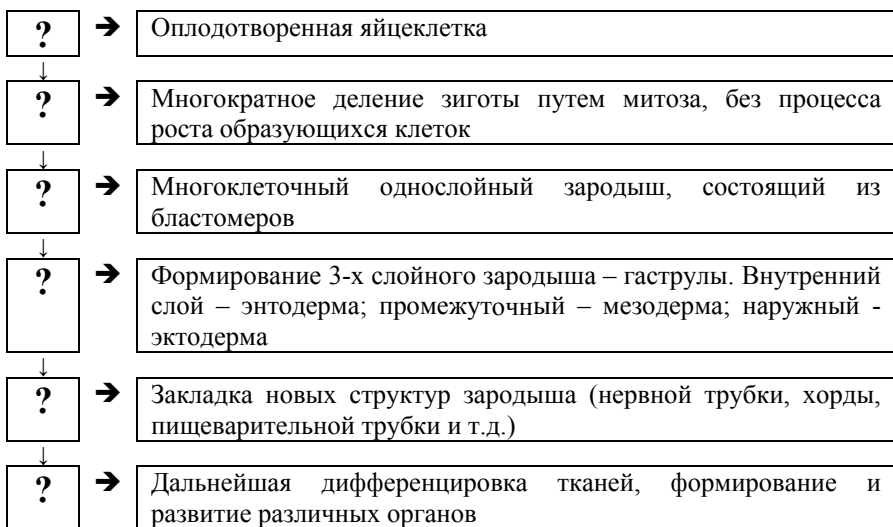


Рис. 3.76. Основные этапы эмбрионального развития ланцетника

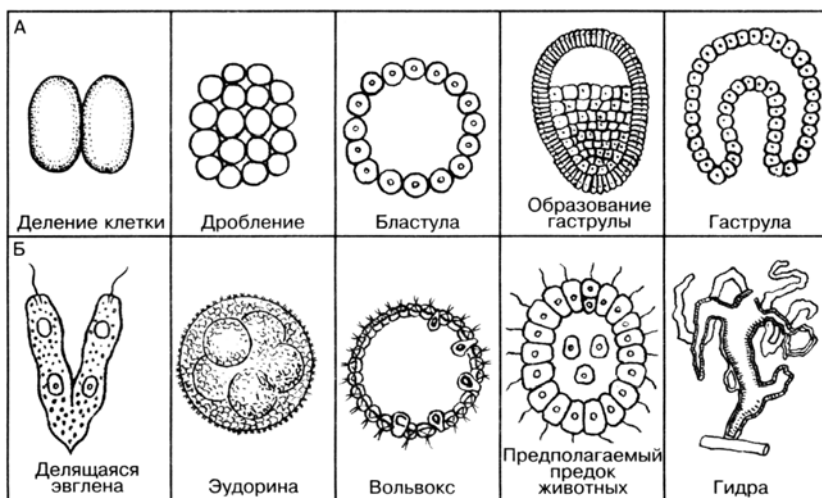


Рис. 3.77. Стадии развития многоклеточных животных (А); организмы, организация которых соответствует определенной стадии развития зародышей (Б)

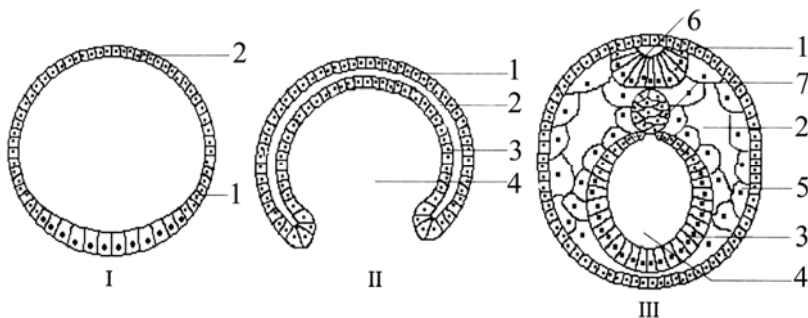


Рис. 3.78. Стадии развития зародыша

10. Познакомьтесь с последовательностью дробления яйцеклетки ланцетника (дробление полное равномерное). Какими цифрами обозначены: стадия 2, 4, 8, 16 и 32 бластомеров, зигота и бластула?

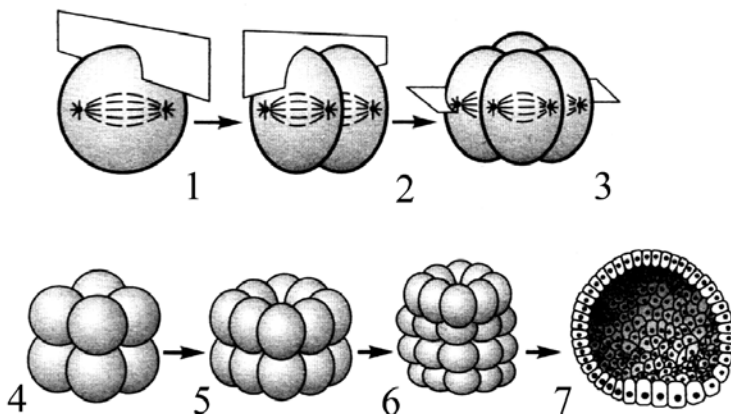


Рис. 3.79. Начальные стадии дробления и бластула ланцетника

Лабораторный практикум

1. **Эмбриональное развитие лягушки.** Оплодотворение у амфибий наружное. Весной (конец мая – начало июня) амфибии выбрасывают половые продукты в воду в прибрежной растительности мелких водоемов, где немедленно происходит оплодотворение и дальнейшее развитие. При попадании яйцеклетки в воду вокруг нее вскоре образуется мощная оболочка за счет набухания слизи, выделенной еще в яйцеводах самки.

По характеру распределения желтка яйца лягушки относятся к типу телолецитальных – это связано с большим количеством желтка, концентрирующегося преимущественно у вегетативного полюса. Верхняя (анимальная) половина оплодотворенной яйцеклетки содержит темно-бурый пигмент, который способствует поглощению солнечных лучей.

1.1. Стадии 2, 4, 8, 16 бластомер, морулы

Распределение пигмента в яйце лягушки позволяет легко определить на препаратах положение анимального и вегетативного полюса. Первая полоса дробления проходит через анимальный и вегетативный полюс (рис. 3.80 – 1).

Вторая борозда также проходит в меридиональной плоскости, но под прямым углом к первой. При этом оба бластомера делятся одновременно. Теперь зародыш состоит из 4 бластомеров одинаковой величины (рис. 3.90 – 2).

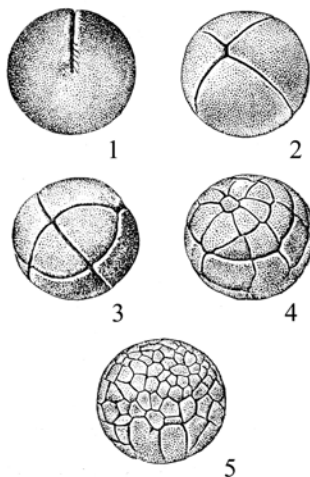


Рис. 3.80. Дробление яйца лягушки

Наступающее вслед за этим третье дробление протекает одновременно у всех 4 бластомеров. Это дробление происходит в плоскости, параллельной экватору и расположенной ближе к анимальному полюсу, поэтому образовавшиеся 8 бластомеров заметно различаются между собой по величине (рис. 3.80 – 3). Каждый из 8 бластомеров более или менее одновременно прodelывает четвертое дробление, заканчивающееся образованием 16 клеток. Борозды дробления при этом проходят в плоскостях меридианов (рис. 3.80 – 4).

При наступлении пятого дробления, совершающегося в экваториальных плоскостях, теряется также и синхронность дробления: 8 бластомеров анимального полушария успевают разделиться, в то время как 8 бластомеров вегетативного полушария еще не вступили в процесс деления. Таким образом, дробление яйца лягушки является полным, но неравномерным. Различия, как в темпах деления, так и в размерах клеток в дальнейшем выражены еще более резко.

1.2. Стадия бластулы

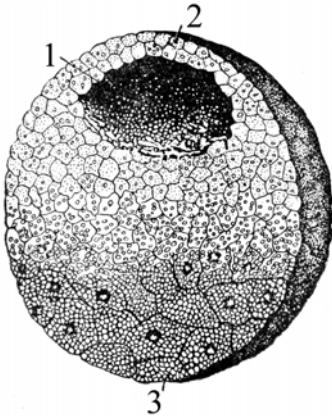


Рис. 3.81. Бластула лягушки

1 – бластоцель; 2 – анимальный полюс; 3 – вегетативный полюс

Рассмотрите микропрепарат бластулы лягушки. В области пигментированного анимального полюса бластулы отдельные клетки наиболее мелкие, размер клеток постепенно увеличивается в направлении к вегетативному полюсу.

Первичная полость – бластоцель – расположена эксцентрично, ближе к анимальному полюсу. Образованием бластулы завершается период дробления – зародыш лягушки в это время состоит из 3 000 – 5 000 клеток (рис. 3.81).

1.3. Стадия гаструлы

Приблизительно по середине расстояния между анимальным и вегетативным полюсом бластулы образуется щелевидное углубление – серповидная бороздка, здесь происходит впячивание (инвагинация) поверхностного материала в бластоцель с образованием бластопора (рис. 3.82). Затем клетки анимальной области распространяются посредством эпиболии, смещаясь к бластопору.

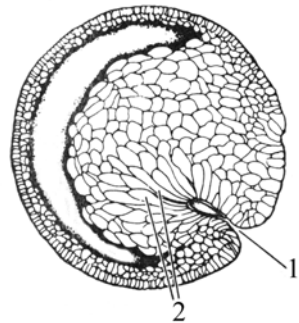


Рис. 3.82. Гаструлирующий зародыш амфибии

1 – бластопор; 2 – колбовидные клетки

Дальнейшее дробление клеток и постепенное их перемещение по внутренней поверхности клеток наружного пласта приводит к тому, что зародыш принимает типичное для гаструлы строение – образуется первичная кишка с входным отверстием – бластопором,

дифференцируются зародышевые листки – эктодерма, энтодерма и мезодерма.

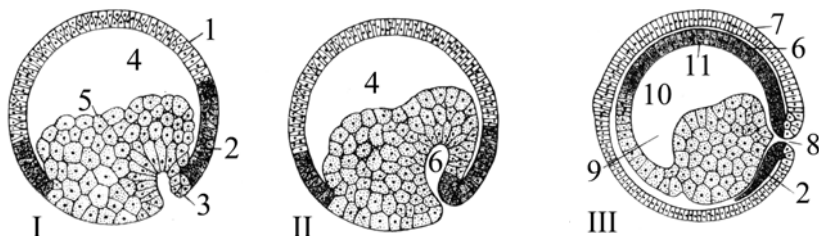


Рис. 3.82. Ход гастрюляции у зародыша амфибий

1 – эктодерма; 2 – мезодерма; 5 – энтодерма

I – ранняя гастрюла с крупным бластоцелем (4), начало инвагинации под губой бластопора (3); II – средняя гастрюла: развивающаяся полость первичной кишки (6) вытесняет бластоцель; III – поздняя гастрюла: мезодерма со срединной закладкой хорды (11) в виде крыши первичной кишки (6) постилает эктодерму (7), полость первичной кишки соответствует полости сформированного гастрюцеля (10), спереди – просвет головной кишки (9), из области замкнутого бластопора (8) идет инвагинация мезодермы (2), бластоцель полностью вытеснен; поверхность зародыша покрыта только эктодермой

1.4. Стадия нейрулы

В результате интенсивного размножения клеток некоторых отделов зародыш постепенно принимает удлинненную форму. Взаимодействие хордомезодермы с лежащей над ним эктодермой приводит к формированию полый нервной трубки. Действие, посредством которого хордомезодерма инициирует развитие нервной трубки из эктодермы – первичная эмбриональная индукция, а клеточный ответ на индукцию – нейруляция.

На препарате поперечного среза зародыша на стадии поздней нейрулы (рис. 3.83) найдите очертания нервной трубки с каналом внутри нее (нейроцель), нервная трубка погружена под эктодерму.

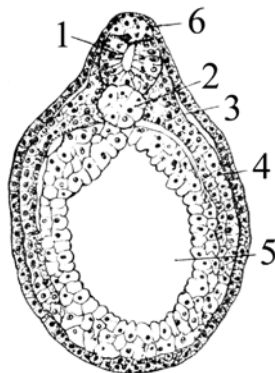


Рис. 3.83. Поперечный срез зародыша лягушки на стадии нейрулы

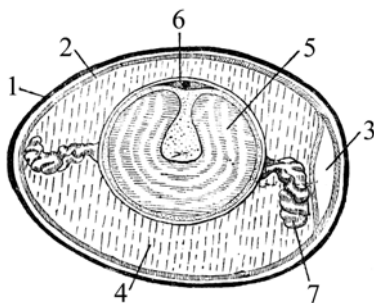
1 – нервная трубка; 2 – хорда; 3 – сомит; 4 – боковая пластинка мезодермы; 5 – просвет кишечника; 6 – ганглиозная пластинка

Под нервной трубкой хорошо заметны контуры хорды с радиально расположенными ядрами клеток. По обе стороны от этих образований видны сомиты, щелевидная полость – вторичная полость тела, или целом. Из эктодермы образуются покровный эпителий, нервная система и органы чувств; из энтодермы – эпителий кишечника, пищеварительные железы, легкие; из мезодермы – скелет, мышцы, кровеносная система, выделительные органы, половая система.



Зарисуйте основные стадии эмбрионального развития лягушки.

2. Вскрытие куриного яйца. Оплодотворение яйцеклетки у птиц происходит в яйцеводе. Там же начинается эмбриональное развитие, т.е. дробление. При этом по мере продвижения яйцеклетки по половым путям вокруг нее откладываются различные оболочки, которые, с одной стороны, представляют добавочный питательный материал для будущего зародыша, а с другой – образуют механические защитные покровы. Так формируется яйцо птиц. Если оплодотворение не произошло, формирование яйца все же продолжается. Как это имело место в настоящем случае.



Острым концом тонких изогнутых ножниц просверлите сверху в скорлупе небольшое (1-2 мл) отверстие и, пользуясь им, срежьте верхнюю часть скорлупы (не погружайте глубоко концы ножниц!) таким образом, чтобы образовалось окно размером 2х3 см. Рассмотрите содержимое яйца (рис. 3.84).

Рис. 3.84. Продольный разрез куриного яйца

1 – скорлуповая оболочка; 2 – подскорлуповая оболочка; 3 – воздушная камера; 4 – белок; 5 – желток (яйцеклетка); 6 – ядро яйцеклетки; 7 – халаза

Яйцеклетка окружена тягучим водянистым белком, в центральной части которого удерживается при помощи уплотненных тяжей белка халаз. Под наружной скорлупой, обуславливающей форму яйца и обеспечивающей защиту зародыша, расположена подскорлуповая оболочка.

На тупом конце яйца она разделяется на два листка, образуя воздушную камеру. На верхней поверхности яйцеклетки (желтка) видно небольшое беловатое пятнышко – зародышевый диск, представляющий участок плазмы, свободный от желтка и содержащий ядро яйцеклетки. В остальной части яйцеклетки содержится много желтка.

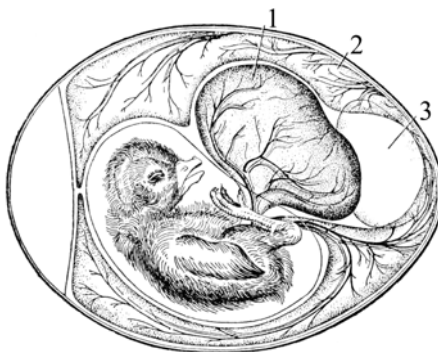


Рис.3.85. Зародыш курицы во второй половине насиживания

1 – желточный мешок; 2 – аллантаис; 3 – белок

Яйцеклетка птицы является примером резко телолецитальных яиц, характеризующихся наличием громадного количества желтка и резкой дифференцировкой цитоплазмы на зону, почти лишенную желтка и содержащую ядро, и остальную зону, содержащую весь желток яйцеклетки.



Зарисуйте строение куриного яйца.

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

- Процесс развертывания, реализации наследственной информации, заложенной в зародышевых клетках: 1) онтогенез; 2) филогенез; 3) номогенез; 4) адаптиогенез.
- Процесс возникновения структурного и функционального разнообразия в ходе развития исходного зачатка и специализации образующихся при этом структур: 1) автономизация онтогенеза; 2) адаптивная изменчивость; 3) онтогенетическая дифференцировка; 4) адаптационный полиморфизм.
- Оплодотворенная яйцеклетка: 1) гамета; 2) зигота; 3) бластомер; 4) ооцит.
- Тип онтогенеза, характерный для жуков: 1) прямое развитие; 2) непрямое развитие; с полным метаморфозом; 3) непрямое развитие с неполным метаморфозом.
- Количество слоев клеток бластулы позвоночных животных: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
- Правильная последовательность стадий эмбрионального развития: 1) яйцеклетка; 2) морула; 3) нейрула; 4) бластула; 5) зигота; 6) гастрюла; 7) формирование тканей и органов.
- Преобразование относительно однородного материала зародыша в ходе эмбрионального развития в устойчивые разнородные элементы: 1) эмбриональная индукция; 2) дифференцировка клеток; 3) дифференциальная активность генов; 4) экспрессия генов.
- Способы образования гастрюлы: 1) инвагинация; 2) эпиболия; 3) иммиграция; 4) генерация.

3.6. Основные закономерности наследственности

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Что такое наследственность с позиции молекулярной биологии?
2. какие выводы вы можете сделать, анализируя результаты моногибридного скрещивания?
3. Какое практическое значение может иметь анализирующее скрещивание и в каких областях человеческой деятельности это скрещивание эффективно применяется?
4. Какую перспективу в медицине и биотехнологии может привести изучение генов-супрессоров?
5. Каковы причины случайных событий в генетических процессах?
6. Какие причины вызывают существенные отклонения от ожидаемого расщепления?
7. Как вы можете обосновать явление совместной передачи генов из одной группы сцепления?
8. Объясните цитологический механизм, обеспечивающий соотношение полов зигот, близкое к 1:1.

Контрольные задания

1. Известно, что связь между поколениями осуществляется через клетки. Как вы это понимаете? Через какие клетки преимущественно осуществляется связь между поколениями у животных?

2. Установите соответствие буквенной символики и определения

F	1. гетерозигота при моногибридном скрещивании
P	2. доминантный аллель
A	3. дигетерозигота при дигибридном скрещивании
a	4. гибридное потомство
AA	5. родительские организмы
Aa	6. рецессивный аллель
aa	7. доминантная гомозигота
AaBb	8. рецессивная гомозигота

3. Установите соответствие закона Г.Менделя и его формулировки

Закон единообразия гибридов первого поколения (I)

1. При дигибридном скрещивании у гибридов каждая пара аллелей наследуется независимо друг от друга и дает расщепление 3:1, в результате образуется четыре фенотипические группы в соотношении 9:3:3:1 и девять генотипических групп в соотношении 1:2:2:1:4:1:2:2:1

Закон расщепления (II)

2. Находящиеся в каждом организме пары альтернативных признаков не смешиваются при образовании гамет и по одному о каждой пары переходят в них в чистом виде

Закон независимого наследования (III)

3. При моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки – оно фенотипически и генотипически единообразно

Закон частоты гамет

4. При скрещивании гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление по фенотипу 3:1 – образуются две фенотипические группы (доминантная и рецессивная) и по генотипу 1:2:1 – три генотипические группы

4. Установите соответствие понятия и его определения

Ген	1. Наука о закономерностях наследственности и изменчивости организмов
Доминирование	2. Проявление признака в первом поколении
Гомозигота	3. Единица наследственности, участок ДНК несущий информацию о первичной структуре одного белка
Гетерозигота	4. Наследственная структура в ядре клетки
Генотип	5. Совокупность всех признаков данного организма
Фенотип	6. Диплоид с двумя одинаковыми аллелями одного гена
Аллель	7. Диплоид с двумя разными аллелями одного гена
Геном	8. Совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом данного организма
Альтернативные признаки	9. Два взаимоисключающих проявления признака
Генетика	10. Альтернативное состояние гена

5. Рассмотрите рисунок 3.86. Исходя из генотипа родителей (P), определите, какие особи скрещиваются. Сколько типов гамет образует каждая родительская особь (P)? Укажите хромосомные наборы гамет и поколения F₁? Определите у поколения F₁ количество типов гамет и их хромосомный набор. Объясните причину образования различных типов гамет у гибридов. Сколько генотипов образуется во втором поколении? Как распределяются признаки по фенотипу?

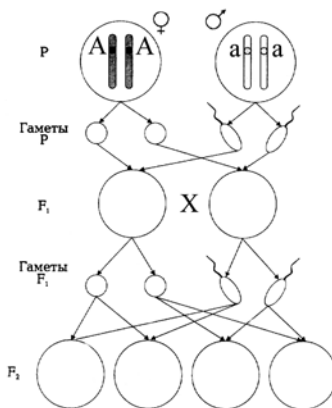


Рис. 3.86. Моногибридное скрещивание

6. Желтый цвет гороха (А) доминирует над зеленым (а). Определите фенотип и генотип потомства от скрещивания: а) гомозиготного желтого гороха с зеленым; б) двух гетерозиготных желтых растений гороха; в) гетерозиготного желтого гороха с зеленым.

Алгоритм решения задач

- А. 1. Определите доминантный и рецессивный признак по результату скрещивания F1 и F2 (по рисунку или условию задачи).
2. Введите буквенные обозначения доминантного и рецессивного признака.
3. Запишите генотип особи с рецессивным признаком или особи с известным по условию задачи генотипом и гаметы.
4. Запишите генотип гибридов F1, учитывая, что один из генов наследуется от особи с рецессивным признаком.
5. Запишите гаметы особи с доминантным признаком, исходя из генотипа гибридов F1.
6. Запишите генотип особи с доминантным признаком

- Б. 1. Составьте схему второго скрещивания. Запишите генотипы гибридов F1 и их гаметы в решетку Пеннета по горизонтали и вертикали.
2. Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношение фенотипов в поколении F2.

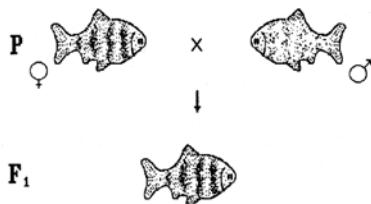


Рис. 3.87. Наследование окраски у барбусов

7. Рассмотрите рисунок 3.87 наследования окраски у барбусов (самец имеет золотистую окраску, а самка – простую). Определите аллель, обуславливающий появление золотистой окраски. Определите генотипы родителей (P) и потомства (F1). Составьте схему скрещивания гибридов F1. Определите расщепление признаков по фенотипу у особей F2.

8. При скрещивании коричневой норки с серой потомство коричневое. Во втором поколении получено 47 коричневых и 15 серых норок. Какой признак доминирует? Сколько будет гомозигот среди 47 коричневых и 15 серых? Как это определить?

9. Известно, что черная окраска тела дрозофилы является рецессивным признаком, а серая – доминантным. Рассмотрите рисунок 3.88. Определите генотипы родительских особей и потомства, исходя из результатов скрещивания.

10. Ген черной окраски крупного рогатого скота доминирует над геном красной окраски. Какое потомство (F1) получится от скрещивания черного гомозиготного быка с красной коровой. Какие телята родятся от красного быка и гибридных коров из F1?

11. Гетерозиготную серую овцу скрестили с таким же бараном. Определите численное соотношение расщепления гибридного потомства по генотипу и фенотипу (черный цвет – рецессивный).

12. У коров комолость (безрогость) доминирует над рогатостью. От скрещивания комолых (гомозиготных) животных с рогатыми было получено 96 гибридов. Гибриды F1 скрещивались между собой и в F2 было получено 48 телят. Сколько будет комолых и рогатых гибридов F2?

13. В результате скрещивания с одним и тем же черным быком красная корова Зорька родила черного теленка, черная корова Майка – черного же теленка, а черная корова Ветка – красного теленка. Что можно сказать о генотипах исходных форм (черный цвет – доминантный признак)?

14. У каракульских овец ген серой окраски доминантен по отношению к гену черной окраски, но в то же время в гомозиготном состоянии он вызывает гибель животных. От гетерозиготных овец были получены 72 ягненка. Сколько из них будут иметь серую окраску?

15. У лошадей есть наследственная болезнь гортани. При беге больные лошади издают характерный хрип. От больных родителей часто рождаются здоровые жеребята. Доминантна или рецессивна эта болезнь?

16. В стаде черно-пестрого скота новый бык. От него получено 26 телят, из них 5 оказались красно-пестрыми. Только ли бык в этом «виноват» или коровы тоже? Как это выяснить? Какова вероятность того, что любая из черных телок, полученных от нового быка, будет носителем нежелательного гена красной окраски?

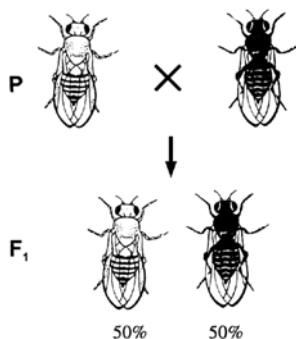


Рис. 3.88. Наследование окраски тела у дрозофилы

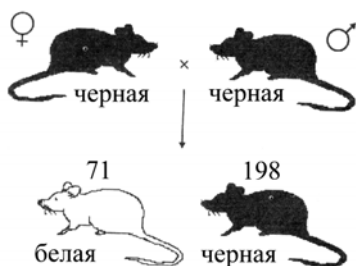


Рис. 3.89. Наследование черной и белой окраски у мышей

19. На рисунке 3.90 изображена схема анализирующего скрещивания мышей: коричневого самца с двумя черными самками. По результату скрещивания определите доминантный и рецессивный признак окраски.

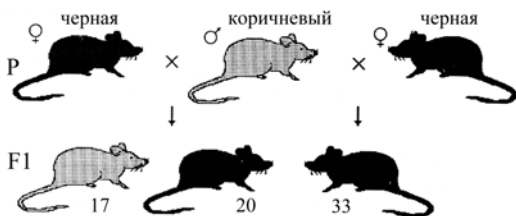
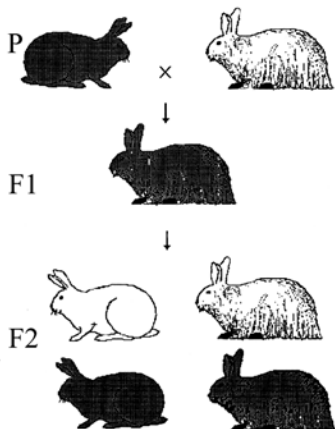


Рис. 3.90. Наследование окраски шерсти у мышей

Установите генотипы родителей и потомства.



20. Рассмотрите рисунок 3.91 и определите, какие признаки являются доминантными, а какие – рецессивными, если скрещиваются особи, гомозиготные по двум аллелям. Составьте схему скрещивания. Определите генотипы родителей (P), потомков F1 и F2? Каково соотношение признаков по фенотипу во втором поколении?

Рис. 3.91. Наследование окраски и длины шерсти у кроликов

21. Черная масть крупного рогатого скота доминирует над рыжей, а белоголовость – над сплошной окраской. Какое потомство

можно получить от черного гетерозиготного быка и коровы рыжей белоголовой масти, если последняя гетерозиготна по гену белоголовости?

22. У человека наличие веснушек доминирует над нормальной пигментацией, а курчавость волос – над прямыми волосами. Отец с курчавыми волосами и без веснушек и мать с прямыми волосами и веснушками имеют трех детей с курчавыми волосами и веснушками. Определите генотипы родителей.

23. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность владеть лучше правой рукой доминирует над способностью владеть левой рукой. Кареглазый правша женился на голубоглазой левше. Каких детей можно ожидать в такой семье?

24. Аня и Ася – идентичные сестры близнецы, а Ваня и Вася – идентичные братья близнецы. Ваня женился на Ане, а Вася – на Асе. В обеих семьях родилось по одному сыну. Похожи ли эти мальчики друг на друга как однойцевые близнецы?

25. Рассмотрите рисунок 3.92 и определите доминантные и рецессивные признаки, если исходные родительские особи являются гомозиготами по двум парам признаков. Определите генотипы родителей, потомков первого поколения F1 и F2, полученных от скрещивания особей F1. Составьте схемы скрещивания. Определите соотношение фенотипов в поколении F2. Объясните причину возникновения четырех фенотипов у гибридов второго поколения.

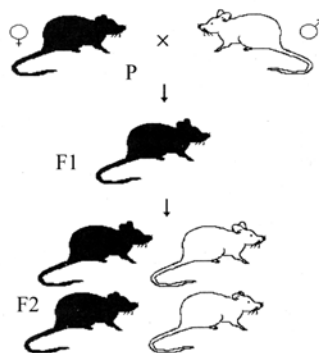


Рис. 3.92. Наследование окраски шерсти и длины ушей у мышей

26. Рассмотрите рисунок 3.93 и определите, какой из признаков является доминантным, а какой – рецессивным. Составьте схему скрещивания кур с черным и белым оперением. Определите генотипы родителей (P), потомства F1 и F2.

Можно ли получить чистую породу голубых андалузских кур? Определите генотипы потомства F3 во всех четырех группах F2. Используя данные рисунка 3.93 определите фенотипы и генотипы

потомства, полученное от скрещивания: а) голубых и черных кур; б) голубых и белых кур. Составьте схемы скрещивания.

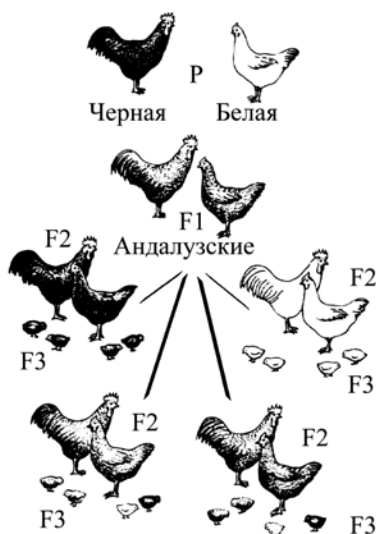


Рис. 3.93. Наследование окраски оперения кур

28. Определите по рисунку 3.95, чем отличаются хромосомные наборы самца и самки дрозофилы. Как называются хромосомы, одинаковые у обоих полов? Какие хромосомы определяют пол особи? Какими цифрами обозначен хромосомный набор самца и самки дрозофилы?

29. Заполните схему (рис. 3.96) хромосомного определения пола. Почему рождается примерно одинаковое количество особей мужского и женского пола? Какой пол гомогаметный, а какой гетерогаметный у млекопитающих?

Рис. 3.94. Наследование формы гребня у кур

1 – ореховидный; 2 – розовидный; 3 – простой; 4 – гороховидный

27. Рассмотрите рисунок 3.94 наследования формы гребня у кур (комплементарность – неаллельное взаимодействие при котором в потомстве от скрещивания двух форм появляются признаки, которых не было ни у одного из родителей). Определите генотипы (1-4) кур и составьте схему скрещивания, если известно, что форма гребня определяется генами R и P , каждый из которых представлен двумя аллелями, их сочетания дают: R – розовидный; P – гороховидный; $R-P-$ – ореховидный; $R-pp$ – розовидный; $rrP-$ – гороховидный; $rrpp$ – простой гребень.

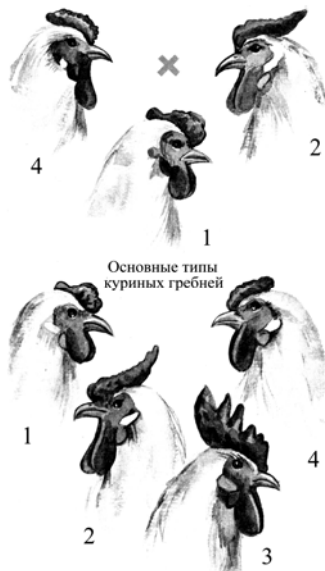




Рис. 3.95. Хромосомный набор самки и самца дрозофилы

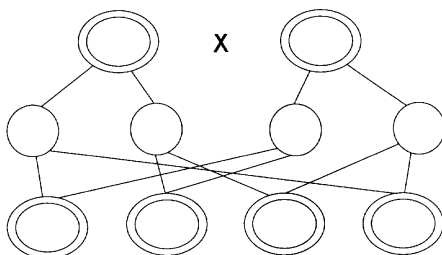


Рис. 3.96. Схема наследования пола

30. Познакомьтесь с рисунком 3.97. Определите, какой пол является гетерогаметным и гомогаметным у разных групп организмов. Запишите состав гамет и пол зигот.

31. Гомозиготная красноглазая самка дрозофилы скрещена с белоглазым самцом (доминантный ген красной окраски глаз W и рецессивный ген белой окраски w находятся в X-хромосоме). Какой цвет глаз будут иметь самцы и самки первого и второго поколений?

32. У кошек ген черной окраски и ген рыжей окраски сцеплены с полом, находятся в X-хромосоме и дают неполное доминирование. При их сочетании получается черепаховая окраска шерсти. От кошки черепаховой масти родилось 5 котят, один из которых оказался рыжим, 2 котенка имели черепаховую окраску и 2 котенка были черными. Рыжий котенок оказался самкой. Определите генотип и фенотип кота производителя, генотипы и пол котят.

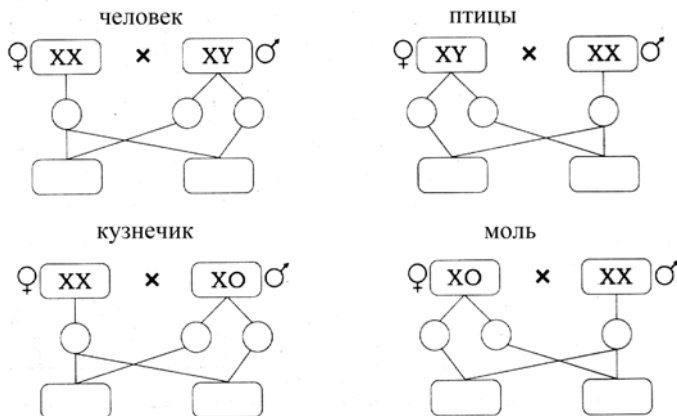


Рис. 3.97. Типы хромосомного определения пола

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. При моногибридном скрещивании гибриды первого поколения фенотипически и генотипически единообразны – закон Менделя: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.
2. *Моногетерозигота это: 1) Aa; 2) AA; 3) AaBB; 4) AaBb; 5) aa; 6) AABb; 7) AaBb.
3. *Анализирующим скрещиванием является: 1) ♀Aa × ♂Aa; 2) ♀Aa × ♂aa; 3) ♀aa × ♂aa; 4) ♀aa × ♂Aa.
4. *Возможные генотипы потомства от скрещивания комолой (доминантный признак) гетерозиготной коровы с рогатым быком: 1) все bb; 2) BB; 3) Bb; 4) все BB; 5) bb.
5. В анализирующем скрещивании скрещивают гибрид F₁ с гомозиготой: 1) доминантной; 2) рецессивной.
6. Скрещивание двух гетерозигот (полное доминирование) в потомстве будет наблюдаться расщепление по фенотипу: 1) 9:3:3:1; 2) 1:1; 3) 3:1; 4) 1:2:1.
7. Совокупность генов в клетке: 1) генотип; 2) геном; 3) кариотип; 4) фенотип; 5) генофонд.
8. *Признак называется доминантным если: 1) наследуется у гибридов F₁ 2) проявляется у гетерозигот; 3) не проявляется у гетерозигот; 4) встречается у большинства особей в популяции.
9. Расщепление по фенотипу в F₂ при неполном доминировании в моногибридном скрещивании: 1) 9:3:3:1; 2) 1:1; 3) 3:1; 4) 1:2:1.
10. *Серая окраска шерсти кролика доминирует над белой. Генотип серого кролика: 1) aa; 2) AA; 3) Aa; 4) AB.
11. В результате скрещивания растений земляники (неполное доминирование – красный, белый и розовый цвет плодов) с генотипами Aa и aa фенотипическое соотношение потомства: 1) 1 красный : 1 белый; 2) 1 красный : 1 розовый; 3) 1 белый : 1 розовый; 4) 1 красный : 2 розовый : 1 белый.
12. В результате скрещивания кур (неполное доминирование: черный–голубой–белый цвет оперения) с генотипами Aa и Aa фенотипическое соотношение потомства: 1) 1 черный : 1 белый; 2) 3 черный : 1 голубой; 3) 3 черный : 1 белый; 4) 1 черный : 2 голубой : 1 белый; 5) 1 голубой : 1 белый; 6) 3 голубой : 1 белый.
13. *Доминантная гомозигота это: 1) AaBB; 2) aabb; 3) AABb; 4) AABb; 5) AABbCC.
14. Гамета ABcD образована генотипом: 1) AabbCcDD; 2) AABbCcdd; 3) AaBbccDd; 4) aaBbCCDd.
15. *У дрозофилы черное (рецессивный признак) тело и нормальные крылья (доминантный признак) – генотип: 1) AABb; 2) AaBb; 3) aabb; 4) AaBB; 5) aaBb; 6) AABb; 7) Aabb; 8) aaBB.
16. *У кролика мохнатый (доминантный признак) белый (рецессивный признак) мех – генотип: 1) AAbb; 2) AaBb; 3) aabb; 4) AaBB; 5) aaBb; 6) AABb; 7) Aabb; 8) aaBB.
17. *У гороха высокие растения (доминантный признак) и красные цветки (доминантный признак) – генотип: 1) aabb; 2) AABb; 3) Aabb; 4) AABb; 5) AaBb; 6) AABb; 7) Aabb.

3.7. Основные закономерности изменчивости

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Какие процессы приводят к комбинативной изменчивости?
2. На чем основывается уникальность каждого живого организма на уровне генотипа и фенотипа?
3. Какие факторы среды могут активизировать процесс мутаций и почему?
4. Чем отличается наследование соматических мутаций от генеративных и какова их значимость для организма и вида?
5. Какие механизмы перемещения мобильных элементов по геному вы можете назвать?
6. Почему деятельность человека увеличивает мутагенное действие среды?
7. Какое биологическое значение может иметь преобразование фенотипа без изменения генотипа?
8. Почему модификации, в основном, полезны для организма?

Контрольные задания

1. Фенотип – это совокупность внешних и внутренних особенностей организма. Рассмотрите рисунок 3.108. Выявите различия в фенотипе. Выскажите предположения о причинах различия фенотипов особей одного вида.

2. Наблюдения за метаморфозом дрозофилы показали: а) если в корм личинок дрозофилы добавить немного нитрата серебра, то выводятся желтые особи, несмотр-



Рис. 3.98. Изменчивость рогов

ря на гомозиготность их по доминантному гену серой окраски тела (AA); б) у особей, гомозиготных по рецессивному гену зачаточности крыльев (bb), при температуре 15°C крылья остаются зачаточными, а при температуре 31°C вырастают нормальные крылья. Что вы можете сказать на основании этих фактов о взаимоотношении генотипа, среды и фенотипа? Происходит ли в данных случаях превращение рецессивного гена в доминантный или наоборот?

3. Любой признак может изменяться в определенных пределах. Что такое норма реакции? Приведите примеры признаков организмов, обладающих широкой и узкой нормой реакции. Чем определяется широта нормы реакции?

4. Вычислите среднюю величину (M) и постройте вариационную кривую по следующим данным (табл. 3.8; 3.9).

Таблица 3.8.

Изменчивость числа язычковых цветков в соцветии хризантемы

Число цветков в соцветии	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Число соцветий	1	3	6	25	46	141	529	129	47	30	12	12	8	6	9

Таблица 3.9.

Изменчивость числа костных лучей в хвостовом плавнике камбалы

Число лучей в плавнике	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Число особей	2	5	13	23	58	96	134	127	111	74	37	16	4	2	1

5. В районе Чернобыля после катастрофы на атомной электростанции стали появляться животные-мутанты, у людей увеличилась частота заболеваний раком щитовидной железы. О чем свидетельствуют эти факты? Почему в загрязненных промышленными отходами реках крупных городов появляются рыбы-мутанты с огромной головой, без чешуи, с одним глазом, лишенные окраски? Дайте объяснение данному явлению.

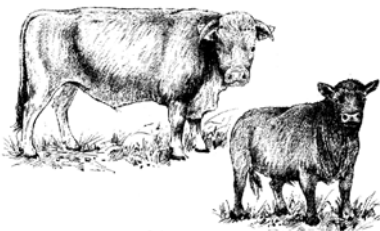


Рис. 3.99. Два бычка годовалого возраста, произошедшие от одного отца, но выращенные в разных условиях

6. Рассмотрите рисунок 3.99. Масса тела у крупного рогатого скота, как и у других животных — типичный количественный признак. Развитие количественных признаков сильно зависит от влияния условий среды. Установите какой вид изменчивости привел к изменению массы тела этих бычков, один из которых полу-

чал корм в избытке, а другой питался очень скудно.

7. Рассмотрите различные формы листьев стрелолиста, (рис. 3.100), который является классическим примером модификационной изменчивости. Определите, чем вызваны различия в форме листьев у растений стрелолиста выросших в разных условиях.

8. Рассмотрите изменения окраски волос горностаевого кролика под влиянием разных температур (рис. 3.101). Определите вид изменчивости.

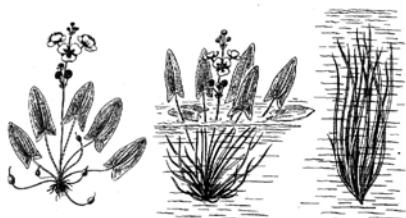


Рис. 3.100. Форма листьев стрелолиста при развитии в разных средах

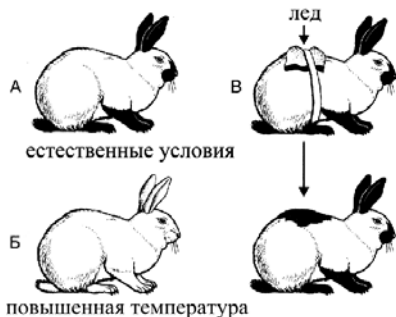


Рис. 3.101. Изменение окраски шерсти гималайского кролика под влиянием различных температур

Лабораторный практикум

1. **Серия множественных аллелей – рисунок седых пятен на листьях клевера.** Познакомьтесь с гербарием листьев клевера и проследите характер наследования признака седых пятен. Ген, определяющий этот признак, представлен восемью наиболее часто встречающимися аллелями. Сравните рисунок на листе гербария с рисунками, изображенными на схеме (рис. 3.102) и определите генотип.

Имеет место неполное доминирование. Невозможно определить генотип лишь тех форм, где рисунки пятен, определяемые двумя аллелями, сливаются или имеет место полное доминирование. Например, $VBVH$ и $VHVH$ имеют одинаковый фенотип, $VBVP$ и $VBVB$ также фенотипически не различаются, так как VB доминирует над VH и VP ; $VFVP$ и $VFVL$ не отличимы от $VFVF$ в силу слияния рисунков. Гетерозиготы с v также не отличаются от доминантных гомозигот.



Зарисуйте предложенные вам экземпляры и определите их генотипы или фенотипические радикалы, запишите символы. Составьте серию всех встретившихся аллелей.

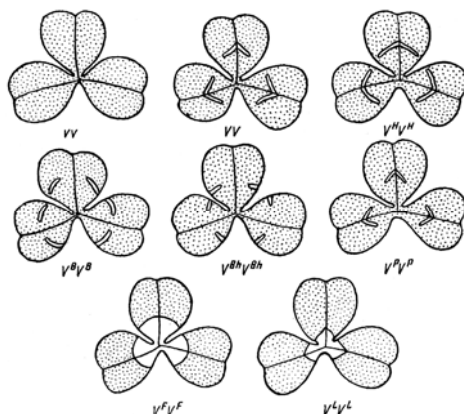


Рис. 3.102. Схема рисунков седых пятен на листьях клевера с указанием генотипа

(vv – пятно отсутствует; VV – сплошное ^-образное пятно; V^HV^H – сплошное высокое ^-образное пятно; VBVB – ^-образное пятно с разрывом; VBhVBh – высокое ^-образное пятно с разрывом; VPVP – ^-образное пятно в центре; VFVF – сплошное треугольное пятно на основании; VLVL – сплошное небольшое треугольное пятно на основании)

2. Определение индивидуальной способности человека ощущать горький вкус фенилтиомочевины (ФТМ). С помощью пинцета поместите на заднюю часть спинки языка сначала контрольную, а затем опытную полоску фильтровальной бумаги, определите свою индивидуальную способность (неспособность) ощущать горький вкус ФТМ, т.е. признак ФТМ+ или ФТМ-. Сделайте заключение о своем возможном генотипе имея ввиду, что признак ФТМ+ контролируется доминантным геном (Т).

Условно рассматривая студенческую группу в качестве отдельной популяции, определите популяционную частоту признака ФТМ+ (или ФТМ-) как долю числа лиц, являющихся носителями признака, в общем числе обследованных.

Рассчитайте генетическую структуру популяции (частоту аллельных генов и возможных генотипов), используя формулу Харди-Вайнберга: $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, где p^2 – частота гомозигот по доминантному аллелю (генотип ТТ), $2pq$ – частота гетерозигот (Тt), q^2 – частота гомозигот по рецессивному аллелю (tt) в исследуемой популяции. При расчете частот имеющихся в популяции доминантного (Т) и рецессивного аллеля (t) следует использовать формулу $p + q = 1$.

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. Химические соединения, индуцирующие мутации: 1) метагены; 2) метилены; 3) мутагены.
2. *Основными механизмами мутационного процесса являются нарушения следующих матричных процессов: 1) трансляции; 2) репликации; 3) транскрипции; 4) репарации.
3. Ненаследуемое изменение называется: 1) ревертация; 2) изоляция; 3) модификация.
4. *Высокая вариабельность количественных признаков обусловлена: 1) полигенным характером наследования; 2) влиянием факторов среды; 3) генотипической неоднородностью; 4) гомозиготизацией в процессе отбора.
5. *Выявлена генетическая активность следующих генетических факторов: 1) электрический ток; 2) рентгеновское излучение; 3) гамма-излучение; 4) ультрафиолетовое излучение; 5) экстремальные температуры.
6. Передается по наследству от родителей потомкам: 1) признак; 2) модификация; 3) норма реакции; 4) фенотип; 5) модификационная изменчивость.
7. Форма изменчивости, в результате которой у праворуких крестящих родителей родился леворукий голубоглазый ребенок: 1) мутационная; 2) комбинативная; 3) модификационная; 4) случайная фенотипическая.
8. Форма изменчивости, в результате которой с наступлением зимы у животного произошло изменение окраски и густоты волосного покрова: 1) мутационная; 2) комбинативная; 3) модификационная; 4) случайная фенотипическая.
9. Форма изменчивости, в результате которой в семье пятипалых родителей (рецессивный признак) родился ребенок с шестипалостью рук: 1) мутационная; 2) комбинативная; 3) модификационная; 4) случайная фенотипическая.
10. *Причина увеличения частоты (встречаемости) нескольких патологических аллелей в популяции человека: 1) повышение уровня радиационной загрязненности; 2) иммиграция из районов с неблагоприятной экологической обстановкой; 3) повышение рождаемости; 4) увеличение продолжительности жизни; 5) повышение уровня медицинского обслуживания.
11. Характерная особенность модификаций, в отличие от мутаций: 1) материал для эволюции; 2) их формирование сопровождается изменением генотипа; 3) обычно полезны; 4) передаются по наследству.
12. У взрослых горностаевых кроликов, обитающих в естественных условиях, большая часть тела имеет белую шерсть, а хвост, уши и мордочка – черную, что обусловлено различием участков тела по температуре кожных покровов – это проявление формы изменчивости: 1) мутационная; 2) комбинативная; 3) модификационная; 4) случайная фенотипическая.
13. Форма изменчивости, в результате которой с наступлением половой зрелости у юноши изменился тембр голоса, появились усы и борода: 1) мутационная; 2) комбинативная; 3) модификационная; 4) случайная фенотипическая.
14. Вид типичной вариационной кривой: 1) прямая линия; 2) купообразная кривая; 3) экспонента; 4) окружность.
15. *Стойкое увеличение частоты одного из доминантных генов в популяции животных связано с следующими **наиболее** вероятными причинами: 1) изменением условий существования; 2) повышением рождаемости 3) миграцией части животных; 4) истреблением животных человеком; 5) отсутствием естественного отбора.

ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВОЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Органическая эволюция – объективный процесс.

Популяция – элементарная эволюционная единица. Основные характеристики популяции как эколого-генетической системы (популяционный ареал, численность особей в популяции, возрастной состав, половой состав, основные морфо-физиологические характеристики популяции, генетическая гетерогенность популяции, генетическое единство популяции). Мутации разных типов – элементарный эволюционный материал. Генетические процессы в популяциях. Элементарное эволюционное явление.

Элементарные факторы эволюции. Мутационный процесс. Популяционные волны. Изоляция. Генетико-автоматические процессы. Естественный отбор.

Формирование адаптаций – результат действия естественного отбора. Классификация и механизм возникновения адаптаций. Относительный характер адаптаций.

Вид – основной этап эволюционного процесса. Понятие, критерии и структура вида.

Видообразование – результат микроэволюции. Основные пути и способы видообразования.

Закономерности макроэволюции. Эволюция онтогенеза (целостность и устойчивость, эмбрионизация и автономизация онтогенеза, онтогенез – основа филогенеза). Эволюция филогенетических групп (формы филогенеза, главные направления эволюции, вымирание групп и его причины). Эволюция органов и функций. Эволюционный прогресс.

Происхождение и эволюция человека.

4.1. Органическая эволюция – объективный процесс

Контрольные задания

1. Одним из доказательств эволюции является единство органического мира, в котором существует ряд организмов, занимающих промежуточное положение между крупными систематическими группировками, – переходные формы. На рисунке 4.1 представлены некоторые из ныне существующих переходных форм организмов. Познакомьтесь с данными организмами и укажите в их строении признаки разных типов организации.

2. Скелет конечностей амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих, несмотря на довольно крупные различия во внешнем виде конечностей и выполняемой ими функции, оказывается построенным сходно (рис. 4.2). О чем свидетельствует сходство в строении конечностей, несущих весьма различные функции, у позвоночных?

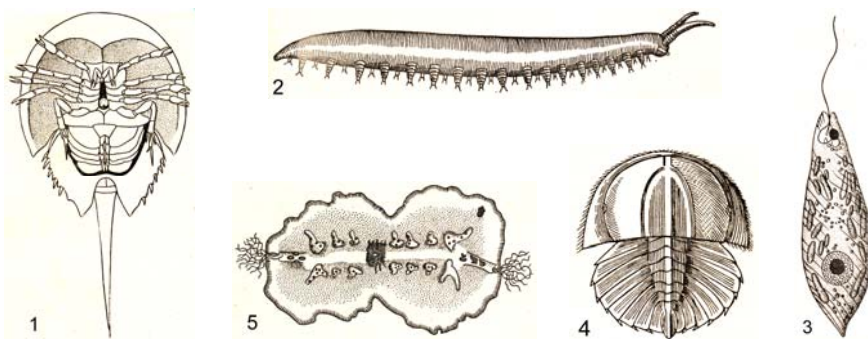


Рис. 4.1. Ныне существующие переходные формы:

1 – **мечехвост**, занимающий промежуточное положение между современными типичными членистоногими и ископаемыми трилобитами; 2 – **перипатус**, несущий признаки членистоногих и кольчатых червей; 3 – **эвглена**, соединяющая признаки животных и растений; 4 – **личинка мечехвоста**, похожая на личинку трилобитов; 5 – ползающий **гребневик** соединяет в себе наравне с признаками кишечнополостных животных признаки плоских червей

3. В строении практически любого организма можно найти органы или структуры, сравнительно недоразвитые и утратившие былое значение в процессе филогенеза, – это рудиментарные органы. На рисунке 4.3 представлены рудиментарные задние конечности питона, едва заметные выросты рудименты крыльев у киви, рудименты тазовых костей китообразных. О чем свидетельствуют данные органы?

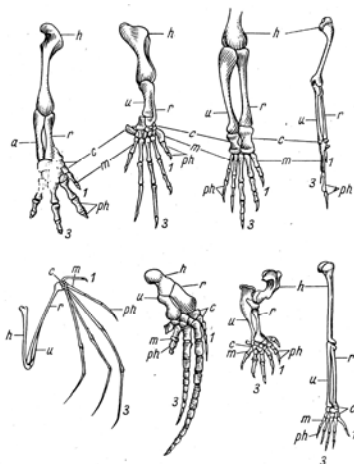


Рис. 4.2. Гомология передних конечностей позвоночных

(саламандра, морская черепаха, крокодил, птица, летучая мышь, кит, крот, человек) гомологичные части обозначены одинаковыми буквами и цифрами

4. Среди животных одной из наиболее ярких реликтовых форм является гаттерия – единственный представитель целого подкласса рептилий (рис. 4.4). В ней отражены черты рептилий живших на Земле в мезозое.

Другой известный реликт – кистеперая рыба латимерия, сохранившаяся малоизмененной с девона.

Среди растений реликтом может считаться гинкго. Облик этого растения дает представление о древесных формах, вымерших в юрском периоде. О чем свидетельствуют реликтовые формы?

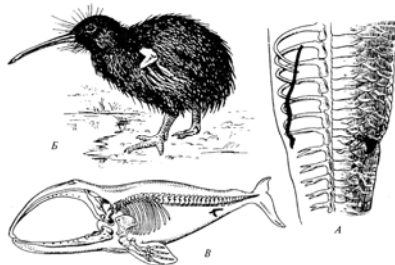


Рис. 4.3. Примеры рудиментарных органов (А – задние конечности питона; Б – крыло киви; В – элементы тазового пояса гладкого кита)

6. Можно ли считать археоптерикса переходной формой между классом рептилий и настоящих птиц и почему? Какое значение имеет археоптерикс для доказательства эволюции органической природы (рис. 4.5)?

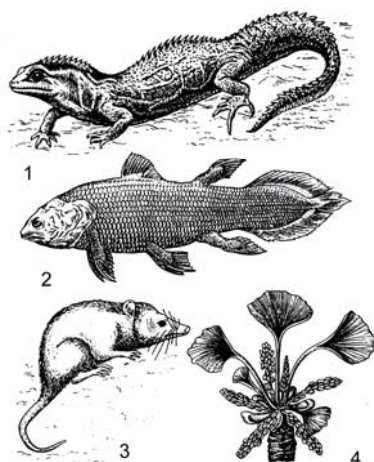


Рис. 4.4. Реликтовые организмы

1 – гаттерия, 2 – латимерия; 3 – опоссум; 4 – гинкго

5. В пользу существования родства систематических групп животных служат ископаемые переходные формы. Заполните таблицу 4.1, указав некоторые признаки первоптиц в сравнении с рептилиями и настоящими птицами.

Перечислите известные Вам переходные формы. Почему промежуточные формы не дают достаточных доказательств эволюции?

7. Зародыши птиц на ранних стадиях эмбрионального развития выделяют в качестве конечного продукта азотистого обмена аммиак, на более поздних мочевины, а на последних стадиях развития – мочевую кислоту. Сходным образом у головастиков лягушек конечным продуктом обмена является аммиак, а у взрослых амфибий – мочевины. Как объяснить данные факты?

Таблица 4.1.

Сравнительная характеристика некоторых признаков рептилий, археоптерикса и настоящих птиц

Системы органов и жизненные процессы	Рептилии	Археоптерикс	Настоящие птицы
Чешуя			
Перья			
Передние конечности			
Наличие зубов			
Хвостовые позвонки			
Сердце			
Способность к полету			
Образ жизни			
Размножение			

8. Изучение эмбрионального развития высших, наземных позвоночных показало, что у них закладываются и достигают известного уровня развития некоторые органы, не имеющие у взрослого животного никакого значения, но вполне сходные с органами, характеризующими взрослых рыб. Рассмотрите рисунок 4.6 и ответьте, о чем свидетельствует факт закладки частей жаберного аппарата у зародышей наземных позвоночных?

9. Как можно доказать объективность процесса эволюции жизни на Земле?



Рис. 4.5. Отпечатки костей скелета и перьев археоптерикса

10. Перед вами находится лошадь, мышь, черепаха, бабочка, сосна. Какими методами наиболее надежно можно установить родство этих форм?

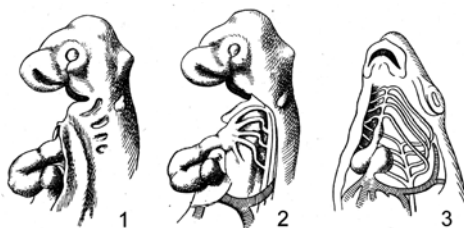


Рис. 4.6. Сравнение закладки жаберного аппарата у зародыша курицы с жаберным аппаратом костистой рыбы

1 – жаберные щели зародыша курицы; 2 – то же с удаленными покровами, видны артериальные дуги, идущие по жаберным дугам между жаберными щелями; 3 – артериальные дуги костистой рыбы

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. Единство органического мира доказывается фактом: 1) наличия ископаемых форм животных и растений; 2) универсальности генетического кода; 3) сходства между человеком и человекообразными обезьянами; 4) сходства химического состава живой и неживой природы.
2. *Ископаемыми переходными формами являются: 1) ихтиостега; 2) осьминог; 3) юрская первоптица; 4) птерозавр; 5) гаттерия; 6) крокодил.
3. *Основными палеонтологическими методами изучения эволюции являются: 1) изучение реликтовых форм; 2) выявление ископаемых промежуточных форм; 3) сравнение флор и фаун; 4) восстановление филогенетических рядов; 5) обнаружение последовательности ископаемых форм.
4. *Гомологичными органами являются: 1) передние конечности гигантского броненосца и слона; 2) колючки барбариса и усики гороха; 3) колючки барбариса и белой акации; 4) крылья бабочки и птицы.
5. *Рудиментарными органами являются: 1) трехпалость современных лошадей; 2) малая берцовая кость у птиц; 3) развитие у китообразных выступающих на поверхность тела задних конечностей; 4) глаза у крота и слепыша; 5) полимастия у человека.
6. *Атавизмами являются: 1) развитие волосяного покрова по всему телу человека; 2) малая берцовая кость у птиц; 3) развитие у китообразных выступающих на поверхность тела задних конечностей; 4) остатки волосяного покрова у ряда китообразных; 5) хвостовые позвонки у человека.
7. *Наиболее яркими реликтовыми формами являются: 1) гаттерия; 2) латимерия; 3) опоссум; 4) гинкго; 5) вампир.
8. *На основе палеонтологических данных можно установить следующие изменения в процессе филогенеза лошадиных: 1) увеличение размеров тела; 2) сохранение всех пальцев; 3) редукция боковых пальцев; 4) совершенствование органов чувств; 5) преобразование верхних клыков в бивни.

4.2. Популяция – элементарная эволюционная единица

Контрольные задания

1. Известно, что мутационная изменчивость у организмов, поставляющая материал для естественного отбора, случайна и ненаправленна. Каким образом тогда микроэволюция приобретает направленный характер?

2. Дайте объяснение с эволюционных позиций следующему выражению: отбору подвергаются не отдельные гены, а целостные фенотипы. Фенотип выступает не только объектом отбора, но и выполняет роль передатчика наследственной информации в поколениях?

3. Известно пять рас севанской форели, нерест которых происходит в разные месяцы. Сдвиг в сроках размножения рыб небольшой, но весьма значителен для существования отдельных популяций. Каков механизм, обуславливающий различия между популяциями севанской форели? В чем его значение для вида в целом?

4. В лесной зоне обитают две четко выраженные популяции серой полевки. Одна из них населяет хорошо прогреваемые участки: поля, луга, пашни; другая – перелески, опушки, поляны, где света, тепла и корма гораздо меньше, чем у первой популяции. В какой популяции и в какие сезоны года наиболее остры формы борьбы за существование и почему? Как, на ваш взгляд, колеблется численность в обеих популяциях?

5. Будет ли происходить естественный отбор в гомогенной популяции, состоящей из однородных особей, например, у дочерних растений вегетативно размножающихся корневищных злаков? Ответ поясните.

6. Эволюционный анализ популяционно-биологических наблюдений:

6.1. На небольших островах в Средиземном море были описаны меланистические расы одного из видов ящериц. Причем, частота темных ящериц была выше на маленьких скалистых островах и меньше на соседних крупных. Темные ящерицы этого вида не встречались на сходных островах (как больших, так и мелких) в Красном море и других более теплых районах. Количество мелких

островов с темными ящерицами превышает количество островов со светлыми ящерицами.

Попытайтесь объяснить наблюдаемые явления. Известно, что темные насекомые быстрее согреваются по утрам и в холодные дни. Используйте это для объяснения различий островных популяций ящериц.

6.2. В Австралии кролики, завезенные туда в 1859 году, сильно размножились и стали вредителями сельскохозяйственных угодий. В 1960 году кроликов с целью истребления заразили вирусом миксомы, вызывающим у них острое заболевание и быструю гибель. В первый же год от миксомы погибло 99% кроликов. Вирус переносится комарами, и летом болезнь распространяется очень быстро. Зимой, когда комаров нет, вирус, не имея промежуточного хозяина, погибает. Каждую весну фермерам приходилось заново интродуцировать вирус. Однако в течение ряда лет гибель кроликов от миксоматоза стала снижаться (в одной из популяций снизилась до 25%). Обнаружилось также наличие у многих кроликов непатогенного вируса миксомы (способного жить и размножаться в организме, не вызывая заболевания и гибели), сохранявшегося в популяции и в зимнее время.

Опишите пути эволюции двух видов – кролика и вируса. В каких направлениях идет в этих популяциях отбор? Можно ли (и как) продолжить борьбу с кроликами, используя вирус миксомы?

6.3. У серой крысы встречается вариация окраски, называемая "ирландской пегостью" (белое пятно на груди). Анализ географического распространения этого признака показал, что он встречается на всем протяжении евразийского ареала этого вида: от Швеции до Кореи и от Югославии до Камчатки. Частота пегости изменяется от популяции к популяции в широких пределах. Так, на острове Саарема (Эстония) была обнаружена популяция, состоящая исключительно из пегих особей. Часто встречаются популяции, в которых этот признак отсутствует.

Назовите тип изменчивости, который проявляется в данном случае. Как Вы думаете, имеет ли этот признак селективное значение и подвержен ли он отбору?

6.4. В Йоркширском сосновом лесу в 1800 г. произвели вырубку сосны, и в одной из его частей стала преобладать береза. Части леса разделились широкой просекой. Гаррисон в 1907 г. обнаружил в составе популяций бабочек светлые и темные формы. В

сосновой части 96% бабочек темной (меланистической) формы и 4% – светлой. В березовой части 85% бабочек – светлой и 15% – темной формы. При изучении крыльев съеденных птицами и летучими мышами бабочек, было обнаружено, что среди съеденных бабочек более 50% светлоокрашенных.

Как изменится соотношение данных окрасок в дальнейшем и какова причина преобладания светлоокрашенных бабочек в березовом лесу? Назовите форму отбора. Можно ли бабочек из березовой и сосновой части леса считать разновидностями?

6.5. В Приангарье с 1974 по 1978 год был изучен фенотип белок из нескольких популяций. Различались два основных варианта окраски - серохвостые и красновостые. Численность белок в 1977-78 году была наивысшей, а в 1974-76 годах наблюдалась депрессия (резкое уменьшение) численности. Было обнаружено, что в одной из популяций (в Жигаловском районе) доля красновостых белок в 1977-78 годах по сравнению с 1974-76 годами возросла с 18 до 42.2%. В двух других популяциях (в Тулунском и Нижне-Удинском районах) доля красновостых, наоборот, снизилась до 3.1% и 8.5% соответственно.

Как можно объяснить эти изменения?

6.6. На острове Нью-Провиданс (Вест-Индия) моллюски различаются по окраске и форме раковины. На западе острова находят моллюсков с белыми ребристыми раковинами, на востоке преобладают – с пигментированными гладкими раковинами. Между этими двумя формами имеется непрерывный ряд переходных форм, промежуточных по окраске и ребристости раковины.

Плате связывает наблюдающиеся различия раковин моллюсков с различиями климата в разных частях острова (на востоке – дождливый, на западе – более сухой), предполагая, что толстая белая раковина лучше предохраняет от перегрева солнечными лучами.

Назовите тип изменчивости, проявляющийся в данном случае. Являются ли эти различия результатом отбора? Если да, то на что действует отбор – на генотип или на фенотип?

6.7. На песчаных и илистых грунтах озера Байкал обитают моллюски. В юго-западной части озера они имеют высокую, почти башневидную раковину. Дальше на запад и север раковина становится более низкой и широкой. Вдоль всего северо-восточного побережья

раковина моллюсков совсем плоская, с широким пупком. На юго-востоке она вновь преобразуется в высокую. Соседние популяции разделены каменистыми грунтами и частично изолированы. По морфотипу особи соседних популяций почти неразличимы.

Назовите форму изменчивости, проявляющуюся в данном случае. Являются ли эти изменения результатом отбора?

6.8. В Северной Америке был описан случай гибридизации в природе двух видов бабочек-желтушек. В луговых стациях преобладал первый, в посевах люцерны – второй. Частота гибридов составляла в разных частях ареала от 1 до 12%. Гибриды первого поколения плодовиты и скрещиваются с обеими родительскими формами.

Что можно сказать о происхождении этих двух видов?

6.9. Якутский заяц-беляк имеет целый ряд морфо-физиологических отличий от субтропических и лесостепных популяций того же вида: мелкие размеры, однократное в течение года размножение при большой плодовитости самок, большая амплитуда колебаний численности, способность накапливать жировые запасы.

Объясните, как могла возникнуть каждая из этих черт? Какие из них имеют приспособительное значение для вида (укажите, что выгодно для особи, а что – для популяции в целом)?

Лабораторный практикум

1. **Защитная окраска и форма животных.** Рассмотрите коллекционный материал. Определите тип покровительственной окраски насекомых и выясните ее значение для этих видов в природной обстановке. Результаты занесите в таблицы 4.2., 4.3.

Таблица 4.2.

Маскировка

Вид насекомого	Окраска тела	Окраска среды	Тип окраски
Серый усач			
Крапивница			
Жужелица черная			
Пяденица березовая			
Лимонница			

Таблица 4.3.

Демонстрация

Вид насекомого	Окраска тела	Защитные свойства окраски	Тип окраски
Божья коровка			
Оса обыкновенная			
Щавелевый клоп			
Павлиний глаз			
Шмель полевой			

2. Коадаптивная эволюция цветковых растений и насекомых-опылителей.

2.1. Пользуясь гербарием и определителями, рассмотрите растения, указанные в таблице 4.4, относящиеся к различным семействам. Обратите внимание на размер цветков, на характер окраски чашечки, венчика, месторасположение нектарника и установите насекомых-опылителей. Все ли растения в равной степени приспособлены к опылению цветов? Каким путем шла специализация растений к привлечению насекомых?

2.2. Пользуясь определителями, определите насекомых, познакомьтесь с морфологической характеристикой насекомых следующих отрядов: жесткокрылые, чешуекрылые, двукрылые, прямокрылые, перепончатокрылые, стрекозы и полужесткокрылые. Обратите внимание на строение ротового аппарата и на опушенность тела. Установите участие насекомых в опылении растений. Заполните таблицу 4.5. Какое значение в опылении растений имеет опушенность тела насекомого? Какие связи с растениями исторически обусловили особенности строения ротовых частей и других приспособлений у насекомых?

Таблица 4.4.

Морфологические особенности растений

Вид растения	Окраска чашечки	Окраска венчика	Месторасположение нектарника	Состав насекомых-опылителей
Лютик				
Цикорий				
Одуванчик				
Аконит				
Окопник				

Таблица 4.5.

Морфологические особенности насекомых

Вид насекомого	Тип ротового аппарата	Наличие опушенности тела	Участие в опылении
Коромысло большое			
Кобылка пестрая			
Бронзовка золотистая			
Шмель полевой			
Журчалка цветочная			
Щавелевый клоп			

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. Элементарной эволюционной единицей является: 1) вид; 2) особь; 3) популяция; 4) индивид.
2. Собственной эволюционной судьбой обладает: 1) особь; 2) популяция; 3) индивид.
3. Популяция: 1) выступает во времени и в пространстве как определенное единство; 2) не способна изменяться в течение поколений; 3) реально не существует в природе; 4) имеет неограниченные размеры.
4. Элементарным эволюционным материалом является: 1) гетерогенность особей популяции; 2) мутация; 3) борьба за существование; 4) изменчивость; 5) наследственность.
5. Эволюционный фактор, изменяющий частоты аллелей в популяциях: 1) специализация; 2) наследственность; 3) популяционные волны; 4) панмиксия.
6. Эволюционный фактор, изменяющий частоты аллелей в популяциях: 1) борьба за существование; 2) мутация; 3) прогрессия размножения; 4) мутационный процесс.
7. Избирательная элиминация имеет место при: 1) естественном отборе; 2) изоляции; 3) миграциях; 4) борьбе за существование.
8. Эволюционное значение мутационного процесса в природных популяциях: 1) поддерживает высокую степень гетерогенности особей; 2) обезвреживает мутации; 3) поддерживает высокую степень гомогенности особей; 4) приводит к ненаследственным изменениям.
9. Эволюционное значение мутационного процесса в природных популяциях 1) направляет эволюционные изменения 2) поставляет элементарный эволюционный материал 3) является источником фенотипической изменчивости 4) поддерживает низкую степень гетерогенности особей
10. Мутационный процесс поставляет элементарный эволюционный материал в природные популяции: 1) постепенно; 2) направленно; 3) случайно; 4) закономерно.
11. Комбинативная изменчивость связана с: 1) характером протекания эволюционного процесса; 2) случайной встречей гамет при оплодотворении; 3) изменением условий среды; 4) бесполом размножением.
12. Расселение на северо-восток зайца-русака является примером: 1) быстрых территориальных экспансий; 2) мутационного процесса; 3) изоляции; 4) генетико-автоматических процессов.

13. Колебания численности обыкновенной белки в зависимости от величины урожая семян ели является примером: 1) изоляции; 2) популяционных волн; 3) быстрых территориальных экспансий; 4) миграций.
14. Появление мутации *cut* («обрезанные крылья») у дрозофилы связано с фактором эволюции: 1) изоляция; 2) популяционные волны; 3) мутационный процесс; 4) естественный отбор; 5) миграции.
15. Расширение ареалов на север у вороны, галки, сороки и домового воробья в России связано с фактором эволюции: 1) изоляция; 2) популяционные волны; 3) мутационный процесс; 4) естественный отбор; 5) миграции.
16. Разорванный ареал голубой сороки в Палеарктике (Европа и Дальний Восток) связан с фактором эволюции: 1) изоляция; 2) популяционные волны; 3) мутационный процесс; 4) естественный отбор; 5) миграции.
17. Эколого-этологическая форма изоляции приводит к нарушению свободного скрещивания между особями в результате различий в: 1) строении копулятивных органов; 2) жизнеспособности гибридов; 3) поведении и образе жизни; 4) плодовитости особей.
18. Собственно генетическая форма изоляции, связанная с возникновением изоляции после оплодотворения, включает: 1) гибель зигот после оплодотворения; 2) повышенную жизнеспособность; 3) морфофизиологические особенности; 4) особое поведение и образ жизни.
19. Эволюционное значение изоляции: 1) создает новые генотипы; 2) закрепляет и усиливает начальные стадии генотипической дифференцировки; 3) создает новые внутривидовые формы; 4) объединяет несколько популяций в одну.
- 20.* Примеры стабилизирующей формы естественного отбора 1) раннеспелый весенний и позднеспелый летний виды погремка 2) меланизм в природных популяциях различных организмов 3) регуляция размеров кладки у птиц 4) размеры насекомых-опылителей и диаметр венчика цветков 5) красные и черные формы у двуточечной божьей коровки.
- 21.* Примеры дизруптивной формы естественного отбора 1) раннеспелый и позднеспелый подвиды погремка большого 2) красные и черные формы у двуточечной божьей коровки 3) размеры насекомых-опылителей и диаметр венчика цветков 4) регуляция размеров кладки у птиц.
- 22.* Самцы оленей в период спаривания дерутся между собой за самок – это проявление 1) группового отбора 2) естественного отбора 3) полового отбора 4) борьбы за существование 5) внутривидовой конкуренции 6) межвидовой конкуренции.
23. Покровительственная окраска и форма у животных является результатом 1) естественного отбора 2) изменчивости 3) прогрессии размножения 4) борьбы за существование 5) мутационного процесса.
- 24.* Предпосылками естественного отбора являются 1) борьба за существование 2) мутационный процесс 3) прогрессия размножения 4) дивергенция 5) видообразование 6) гетерогенность особей популяции 7) популяционные волны 8) конвергенция 9) репродуктивная изоляция.
- 25.* Индустриальный меланизм более чем 70 видов бабочек ряда стран Европы, Англии и США, представляет собой результат отбора 1) частотно-зависимого 2) стабилизирующего 3) естественного 4) искусственного 5) движущего.

4.3. Вид – качественный этап эволюционного процесса

Контрольные задания

1. На Галапагосских островах, расположенных приблизительно 1100 км западнее Эквадора, обитают лишь немногие виды организмов. Среди них заметное место занимают дарвиновы вьюрки, которых различают 13 видов. Один из видов обитает на отстоящем на 800 км Кокосовом острове. Дарвиновы вьюрки отличаются друг от друга и вида, который обитает на южно-американском континенте, и от которого, как предполагается, они и произошли, формой и величиной клюва (рис. 4.7). К тому же, они имеют разные способы питания.

Известно, что разные виды вьюрков с Галапагосских островов частично могут скрещиваться между собой и могут производить потомство. Каким образом возникло видовое разнообразие вьюрков?

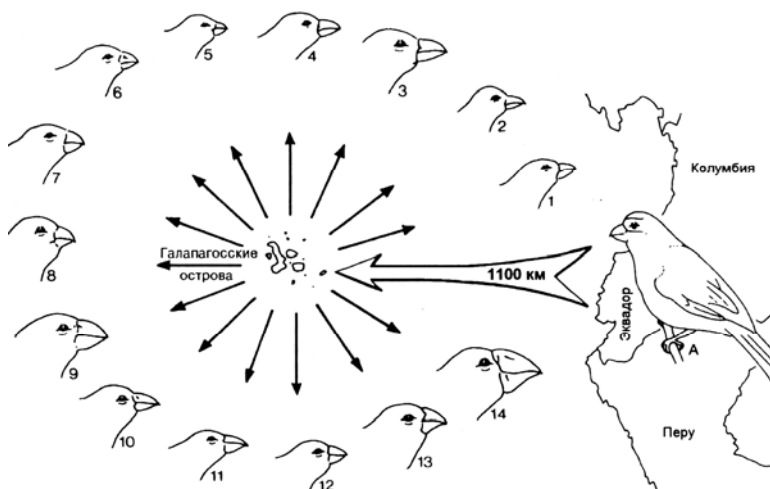


Рис. 4.7. Дарвиновы вьюрки

1 – вьюрок с Кокосового острова; 2 – певчий вьюрок; 3 – дятловидный вьюрок; 4 – мангоровый древесный вьюрок; 5 – малый вьюрок; 6 – средний вьюрок; 7 – большой вьюрок; 8 – вьюрок, обитающий на лиственных деревьях; 9 – большой кактусовый вьюрок; 10 – малый кактусовый вьюрок; 11 – остроклювый обыкновенный вьюрок (основной тип); 12 – малый земляной вьюрок; 13 – средний земляной вьюрок; 14 – обыкновенный толстоклювый вьюрок. За исходный тип (А) принят зерноядный земляной вьюрок с южно-американского континента

2. В плейстоцене обитал древний медведь, от которого произошли травоядный пещерный медведь (он вымер) и современная форма – всеядный бурый медведь. В конце ледникового периода от бурого всеядного медведя произошел белый полярный медведь. Объясните процесс образования нового вида белого медведя от исходного вида. При объяснении отметьте элементарную эволюционную структуру, элементарный эволюционный материал, поясните значение длительного направленного изменения генофонда популяций как необходимой предпосылки эволюционного процесса, укажите элементарные эволюционные факторы, под совместным действием которых совершаются элементарные эволюционные явления, приведшие к образованию нового вида медведя.

Лабораторный практикум

1. **Сравнительная характеристика видов синиц.** Рассмотрите морфологические признаки разных видов синиц (большая синица, гаичка буроголовая, синица хохлатая, лазоревка), выявите их отличительные признаки и заполните таблицу 4.7. На чем основан морфологический критерий определения вида? Почему для систематики морфологический критерий является недостаточным? Применим ли морфологический критерий для выделения видов-двойников?

Таблица 4.7.

Сравнительная характеристика видов синиц

Виды синиц	Большая синица	Гаичка буроголовая	Синица хохлатая	Лазоревка
Длина тела				
Наличие "шапочки"				
Наличие хохолка				
Окраска темени				
Окраска брюшка				
Особенности				

2. **Морфологические признаки зайцев.** Любой вид в природе имеет определенное местообитание. Границы распространения вида определяют его ареал, где вид возник, определился, существовал или существует в настоящее время, устанавливая тесные

взаимоотношения с абиотическими и биотическими факторами среды. Морфология организмов, ограниченность видового ареала, территория, на которой вид оказывается адаптивным, составляют основу географического критерия вида. Рассмотрите особей различных видов зайцев (русак, беляк, толай), с помощью определителя установите их видовую принадлежность и заполните таблицу 4.8. Какими фактами можно доказать, что описываемые виды зайцев являются самостоятельными? Какие изменения претерпевает вид в пределах ареала? Как можно использовать географический и экологический критерии при определении зайцев в природе?

Таблица 4.8..

Морфологические признаки зайцев

Морфологические признаки	Заяц беляк	Заяц русак	Заяц толай
Длина тела (см)			
Вес (кг)			
Расположение ушей			
Длина ушей (см)			
Окраска тела летом			
Окраска тела зимой			
Окраска ушей			
Количество пометов в год			
Места обитания			

3. *Внутривидовая изменчивость белки обыкновенной.*

Организмы, относящиеся к одному виду, выросшие в различных физико-географических условиях, значительно отличаются друг от друга. Например, белка обыкновенная, житель хвойных лесов, широко распространена от Сахалина до Карпат и представлена 22 подвидами, каждый из которых занимает свой ареал со свойственными ему условиями. Рассмотрите внутривидовую изменчивость белки обыкновенной по окраске белок разных подвидов. Определите характер изменчивости и заполните таблицу. Как можно объяснить изменение окраски меха белок зимой от серой до темной и летом от рыжей до черной при движении с запада на восток? Как могла

закрепиться такая окраска белок? Как по окраске зимнего меха определить район добычи белок?

Таблица 4.9.

Внутривидовая изменчивость белки обыкновенной

Признаки	Белки		
	Среднерусская	Белка-телеутка	Алтайская
Окраска зимнего меха спинки			
Окраска хвоста			
Ширина белого пятна			
Окраска летнего меха спинки			

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. Видоспецифическая требовательность к условиям среды и специфические взаимоотношения с другими организмами относятся к критерию вида: 1) генетическому; 2) морфологическому; 3) экологическому; 4) физиолого-биохимическому.
2. *Примеры эколого-этологического критерия вида: 1) видовые различия поведения роющих ос; 2) пара видов-двойников обыкновенной полевки с разными кариотипами; 3) приуроченность к разным почвам чабреца степного и чабреца песчаного; 4) два вида саранчовых не спариваются из-за различий в призывных песнях самцов; 5) комплекс морфологических особенностей малярийных комаров.
3. *Примеры географической дивергенции: 1) два вида прострела – западный и восточный; 2) 250 эндемичных видов бокоплавов озера Байкал; 3) разные виды ландышей; 4) видовые различия поведения роющих ос; 5) раннецветущие и поздноцветущие расы погремка.
4. Правильная последовательность событий при видообразовании: 1) межгрупповая конкуренция; 2) расчленение вида на группы; 3) специализация групп; 4) индивидуальная конкуренция; 5) прекращение конкуренции и стабилизация видов; 6) расхождение групп по экологическим нишам.
5. *Географическая изоляция предшествует видообразованию: 1) гибридогенному; 2) географическому; 3) экологическому; 4) дивергентному; 5) постепенному; 6) внезапному.
6. Видообразование, основанное на «негеографической» дивергенции: 1) гибридогенное; 2) экологическое; 3) географическое.
7. *Рябинокизилык – результат: 1) гибридогенеза; 2) гибридогенного видообразования; 3) дивергентного видообразования; 4) географического видообразования.
8. Встречающиеся на территории нашей страны виды ландышей являются примером видообразования: 1) географического; 2) экологического; 3) гибридогенного; 4) внезапного.

9. Видообразование в группе австралийских мухоловок относится к: 1) дивергентному; 2) гибридогенному; 3) географическому; 4) экологическому.
10. Процессы, ведущие к видообразованию или к филогенетической эволюции, начинаются на уровне: 1) видов; 2) экосистем; 3) популяций; 4) особей; 5) индивидуумов.
11. *Расширение ареала зайца-русака на север европейской части России связано с: 1) развитием земледелия и вырубкой лесов; 2) гибридогенезом; 3) дифференциацией вида; 4) адаптациями к новым условиям обитания; 5) географическим видообразованием.
12. Репродуктивная изоляция во времени привела к образованию: 1) двух видов чаек, серебристой и клуши, на северном побережье Европы; 2) трех новых форм горного погремка (весенней, летне-осенней, поздноцветущей); 3) рябинокизильника в лесах южной Якутии; 4) острорылой и тупорылой форм палеарктического ленка.
13. *Видообразование, связанное с пространственной изоляцией отдельных популяций одного вида: 1) недивергентное; 2) экологическое; 3) географическое; 4) внезапное; 5) гибридогенное; 6) дивергентное.
14. *Видообразование без географической изоляции, новый вид возникает внутри ареала исходного вида: 1) дивергентное; 2) экологическое; 3) постепенное; 4) недивергентное; 5) географическое; 6) внезапное; 7) постепенное.
15. *Дарвиновы выюрки результат видообразования: 1) постепенного; 2) гибридогенного; 3) внезапного; 4) географического; 5) экологического; 6) дивергентного.
16. Последовательность событий при видообразовании 1. межгрупповая конкуренция 2. расчленение вида на группы 3. специализация групп 4. индивидуальная конкуренция 5. прекращение конкуренции и стабилизация видов 6. расхождение групп по экологическим нишам: 1) 4, 2, 6, 1, 3, 5; 2) 1, 5, 4, 2, 3, 6; 3) 2, 6, 5, 1, 4, 3
- 17.* Основные пути видообразования 1) дивергентное 2) аллопатрическое 3) гибридогенное 4) симпатрическое 5) конвергентное.

4.4. Закономерности макроэволюции

Контрольные задания

1. В Северной и Южной Америке на каждом из материков до образования Панамского перешейка, сформировавшегося в плейстоцене, примерно 2 млн. лет назад, независимо возникли полные наборы наземных млекопитающих. В результате одна и та же экологическая группа формировалась из разных форм организмов (рис. 4.9):

- 1) семейство землероек в Северной Америке (1) и семейство крысовидных посумов в Южной Америке (1');
- 2) волк (2) в Северной и соответствующий сумчатый хищник (2') в Южной Америке;
- 3) североамериканский верблюд (3) и южно-американская литоптерия, похожая на верблюда (3');
- 4) североамериканская лошадь (4) и южно-американская литоптерия, похожая на лошадь (4');
- 5) североамериканский носорог (5) и южно-американский токсодонт (5');
- 6) североамериканский саблезубый тигр (6) и соответствующая ему южно-американская сумчатая форма (6');
- 7) североамериканский халикотерий (7) и южноамериканский хомалодонтотерий (7').

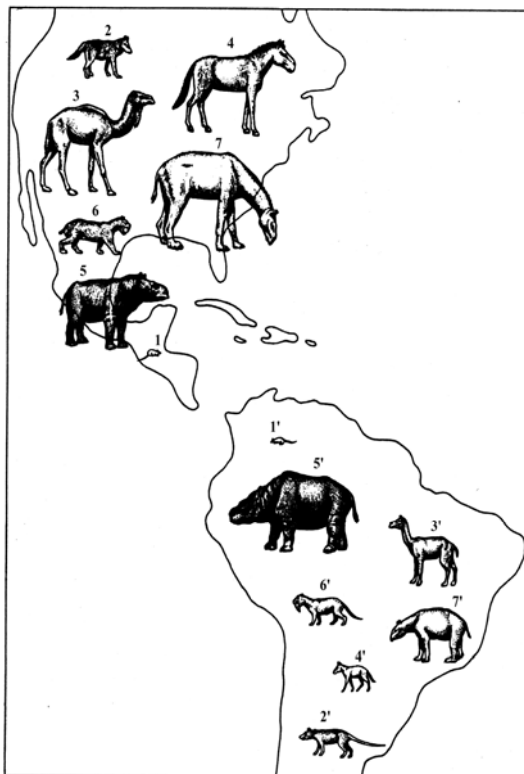


Рис. 4.9. Некоторые наземные млекопитающие Северной и Южной Америки

После того как в середине плейстоцена образовался перешеек, соединивший эти два материка. Между ними произошел

значительный фаунистический обмен. Какую форму филогенеза иллюстрирует данный пример?

2. Академик И.И.Шмальгаузен, характеризуя основные направления органической эволюции, наряду с понятиями «биологический прогресс» и «биологический регресс» предлагает еще одно понятие – «биологическая стабилизация – определяется согласованностью темпов эволюции и изменениями среды, при которых приспособленность организма к изменяющейся среде поддерживается на известном уровне. Объективным показателем стабильности является сохранение численности, сохранение ареалов с возможными миграциями, но без значительного расселения». Приведите примеры биологической стабилизации.

3. Могут ли эндопаразитические черви, развивающиеся путем катаморфоза, быть примером биологического прогресса? Почему некоторые древние животные, пройдя путь катаморфоза, дожили до наших дней? Можно гипоморфоз считать экологической специализацией?

4. Рассмотрите рисунок 4.10. Определите, какая форма филогенеза на нем представлена?

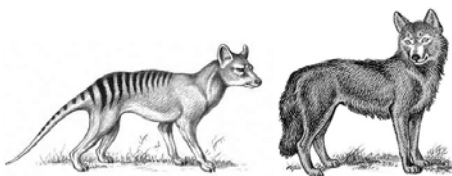


Рис. 4.10. Сумчатый и обычный волк

5. Гиперморфоз - переразвитие, гигантизм распространен во многих группах животного и растительного царств. Объясните, почему гиперморфоз считается крайним случаем специализации органа или всего организма, резко сужающим его экологическую нишу? Приведите примеры гиперморфоза.

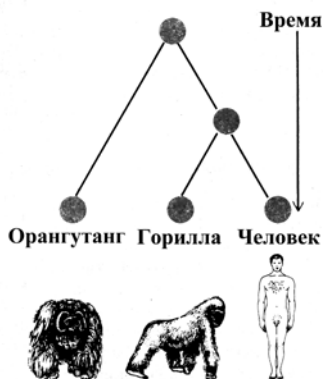


Рис. 4.11.

6. Является ли процесс возвращения млекопитающих в водную среду ароморфозом? Что произойдет с организмами с узкой специализацией при резких изменениях среды?

7. Анализ нуклеотидной последовательности гена, кодирующего субъединицу NAD-дегидрогеназы митохондриальной ДНК орангутана, гориллы и человека, показал, что последовательность гориллы отличается от последовательности человека на 10%, а орангутана – на 17%. Предполагая, что эти различия обусловлены случайными мутациями, появляющимися с одинаковой частотой в линии каждого вида, можно вывести родословную, показанную на рисунке 4.11. К кому же ближе человек?

Лабораторный практикум

1. **Гомология конечностей насекомых.** Рассмотрите предложенный материал, зарисуйте конечности насекомых, обозначив разным цветом их отделы, укажите функции этих отделов. Заполните таблицу 4.10.

Таблица 4.10.

Гомология конечностей насекомых

Насекомое	Тип конечности (какая пара, функция)	Модифицированный отдел конечности
Жужелица		
Пчела		
Кузнечик		
Медведка		
Плавунец		
Богомол		

2. **Аллогенные изменения класса птиц.** Рассмотрите предложенных птиц, установите изменения приспособительного характера, способствовавшие использованию определенных экологических ниш. Заполните таблицу 4.11.

Таблица 4.11.

Аллогенные изменения класса птиц

Представители	Строение клюва	Строение ног	Пища
Голубь			
Утка			
Кулик			
Ястреб			
Куропатка			
Ворона			

Тестовые задания

* Тестовые задания с несколькими правильными ответами

1. *Сходство в форме тела прыгающих млекопитающих является результатом: 1) конвергенции; 2) дивергенции; 3) параллелизма; 4) независимого развития сходных признаков; 5) филетической эволюции.

2. Эволюция группы организмов, характеризующаяся прогрессирующим приспособлением

особей последовательных поколений под действием направленного отбора: 1) адаптивная радиация; 2) дивергенция; 3) конвергенция; 4) филетическая эволюция; 5) параллелизм.

3. Схема (рис. 4.13) эволюции группы организмов соответствует: 1) дивергенции; 2) филетической эволюции; 3) конвергенции; 4) параллелизму.

4. *У грызунов и зайцеобразных обособление различных жизненных форм – бегających (заяц-русак), летающих (белка-летяга), прыгающих (тушканчик), роющих (большая песчанка, слепыш) и плавающих (бобр) – результат: 1) морфологической дивергенции; 2) адаптивной радиации; 3) экологической конвергенции; 4) экологической дивергенции; 5) морфологической конвергенции.



Рис. 4.12

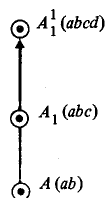


Рис. 4.13

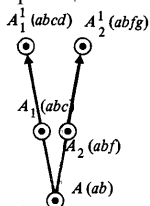


Рис. 4.14

6. Схема (рис. 4.14) эволюции группы организмов соответствует: 1) дивергенции; 2) филетической эволюции; 3) конвергенции; 4) параллелизму.

7. *Эволюция группы организмов, характеризующаяся расхождением признаков особей разных филетических линий, возникших от общего предка: 1) конвергенция; 2) адаптивная радиация; 3) филетическая эволюция; 4) параллелизм; 5) дивергенция.

8. Вторичное сходство органов и признаков, возникающее в результате конвергенции: 1) адаптивная радиация; 2) гомологичные органы; 3) аналогия; 4) гомология; 5) аналогичные органы.

9. *Сходство формы тела пелагических хищников (акула, ихтиозавр, дельфин) (рис. 4.15) – результат: 1) параллелизма; 2) конвергенции; 3) адаптивной радиации; 4) независимого развития сходных признаков; 5) филетической эволюции; 6) дивергенции.

10. *Переход от трехпалой конечности к однопалой в палеонтологических рядах: литоптерн (Южная Америка) и лошадей (Северная Америка) – иллюстрация: 1) дивергенции; 2) адаптивной радиации; 3) параллелизма; 4) конвергенции; 5) независимого развития сходных признаков у близкородственных организмов.

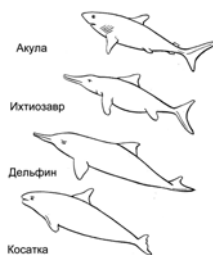


Рис. 4.15

11. *Адаптации к использованию различной пищи у дарвиновых (галапагосских) вьюрков – классический пример: 1) параллелизма; 2) конвергенции; 3) адаптивной радиации; 4) экологической дивергенции.

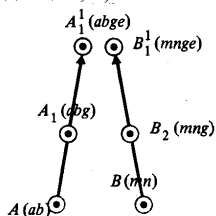


Рис. 4.16

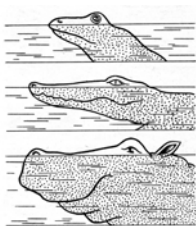


Рис. 4.17

12. *Схема (рис. 4.16) эволюции группы организмов соответствует: 1) дивергенции; 2) параллелизму; 3) филетической эволюции; 4) конвергенции; 5) независимому развитию сходных признаков у близкородственных организмов.

13.*Основные направления эволюции: 1) арогенез; 2) тихогенез; 3) аллогенез; 4) катагенез.

14.*Основные пути достижения биологического прогресса: 1) конвергенция; 2) ароморфоз; 3) дегенерация; 4) параллелизм; 5) идиоадаптация.

15. *Сходство положения глаз и ноздрей у лягушки, крокодила и бегемота (рис. 4.17): 1) параллелизм; 2) конвергенция; 3) адаптивная радиация; 4) независимое развитие сходных признаков; 5) филетическая эволюция; 6) дивергенция.

16. *Основные пути достижения биологического прогресса: 1) морфофизиологический прогресс; 2) дивергенция; 3) морфофизиологический регресс; 4) идиоадаптация.

17. *Переход от размножения спорами к размножению семенами, образование цветка, от переноса пыльцы ветром к насекомым опылителям: – 1) алломорфоз; 2) морфофизиологический регресс; 3) ароморфоз; 4) идиоадаптация; 5) морфофизиологический прогресс.

18. *Критерии биологического прогресса: 1) увеличение численности; 2) сокращение численности; 3) расширение экологической ниши; 4) прогрессивная дифференциация; 5) утрата приспособленности.

19. *Ароморфоз – появление в процессе эволюции: 1) эукариот; 2) фотосинтеза; 3) насекомоядных птиц; 4) полового процесса; 5) многоклеточности.

20. Разные типы клювов у птиц в связи с использованием различной пищи: 1) ароморфоз; 2) алломорфоз; 3) катаморфоз.

21. Специализация дятла к добыванию насекомых под корой деревьев: 1) ароморфоз; 2) алломорфоз; 3) катаморфоз.

22. Четырехкамерное сердце и теплокровность у млекопитающих: 1) ароморфоз; 2) алломорфоз; 3) катаморфоз.

23. *Классические примеры эволюционно консервативных форм «живых ископаемых»: 1) гаттерия; 2) крокодил; 3) мечехвост; 4) амeba; 5) гидра.

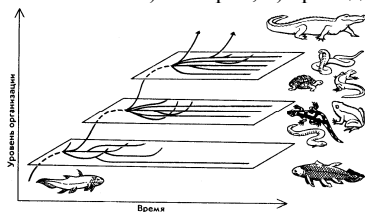


Рис. 4.18

24.* Схема (рис. 4.18) иллюстрирует правило эволюции: 1) чередования главных направлений; 2) прогрессирующей специализации; 3) адаптивной радиации; 4) необратимости; 5) усиления интеграции биологических систем

ЭКОСИСТЕМНЫЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ

Организм и среда. Экологические факторы. Динамика численности популяций и их регуляция.

Экологические системы. Понятие экосистемы. Цепи питания и пищевые сети. Экологические пирамиды. Развитие экосистем.

Биосфера как экологическая система. Функции живого вещества в биосфере. Поток энергии и круговорот веществ в биосфере. Антропогенное воздействие на биосферу.

Вопросы для повторения и обсуждения

1. Дайте определение экологии и назовите причины, определяющие междисциплинарный характер этой науки
2. Что вы понимаете под средой организмов? Есть ли разница в понятиях «окружающая среда» и «среда обитания»?
3. Что представляет собой экологическая система?
4. Объясните связь между энергией, порядком и энтропией?
5. Какими, по вашему мнению, отличиями характеризуются созданные человеком искусственные биоценозы и какие трудности приходится ему преодолевать для поддержания целостности сообщества?
6. Как вы думаете, почему приспособление живых организмов к абиотическим условиям среды обитания не может быть бесконечным?
7. Какие формы взаимоотношений между организмами, по вашему мнению, преобладают в пресноводном водоеме и доминируют во влажном тропическом лесу?

Контрольные задания

1. Для роста пшеницы нужна температура от 0°C (минимум) до 42°C (максимум); для фасоли – от 9°C до 46°C; для клена остролистного – от 7°C до 26°C; для бактерии сенной палочки – от 5°C до 57°C; для жизни муравья рыжего – от 2°C до 50°C.

Какие из этих организмов являются стенобионтными (узкоприспособленными), какие – эврибионтными (широкоприспособленными) к температурному фактору? Для каких организмов из числа перечисленных температура почвы 2°C и воздуха 2°C весной будет являться ограничивающим фактором? Почему?

2. Рассмотрите рисунок 5.1. Чем вызваны различия в размерах ушных раковин у разных видов зайцев?

3. Познакомьтесь с графиками (рис. 5.2) роста численности двух видов инфузорий-туфелек (1 – туфелька хвостатая, 2 – туфелька золотистая).

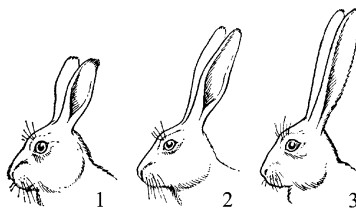


Рис. 5.1. Относительный размер ушных раковин у зайцев разных видов

1 – беляк; 2 – толай; 3 – американский

К каким последствиям могут привести взаимоотношения между двумя близкими, совместно обитающими в одной экологической нише видами организмов?

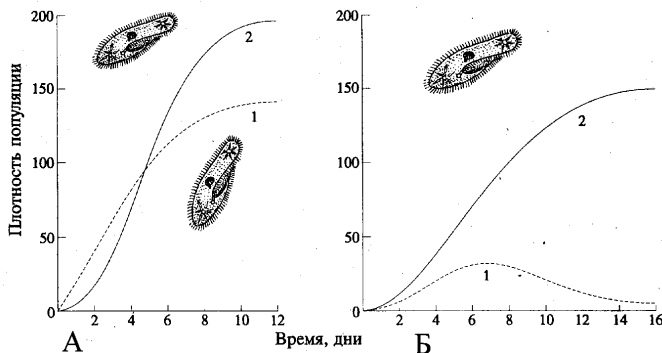


Рис. 5.2. Рост численности инфузорий туфелек разных видов

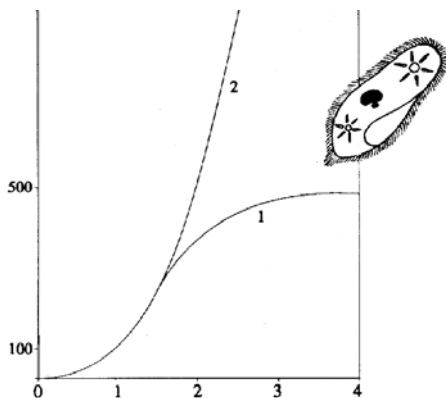
1 – туфелька хвостатая; 2 – туфелька золотистая

(А – при выращивании в чистых культурах с большим количеством пищи; Б – в смешанной культуре, с тем же количеством пищи)

4. У холоднокровных животных при понижении температуры окружающей среды в организме происходят биохимические и физиологические изменения, позволяющие им перенести неблагоприятные условия. Назовите эти изменения и раскройте их биологическое значение. Как влияют высокие температуры на жизнедеятельность теплокровных животных? Назовите приспособления, характерные для этих животных.

5. У трех зайцев, обладающих разной скоростью бега, наблюдается различная скорость окисления глюкозы и образование АТФ в мышцах. Объясните: а) как предположительно будет

действовать естественный отбор среди этих животных (при равенстве всех остальных признаков у них); б) какова роль изменчивости, наследственности, естественного отбора в совершенствовании процессов энергетического обмена?



6. Рассмотрите рисунок 5.3 и сравните кривые роста численности популяций инфузории-туфельки. По какому закону увеличивается численность популяции, обозначенной цифрой 1? Какие факторы могут оказывать влияние на реальную кривую роста популяции? В каких случаях численность популяции может возрастать по типу кривой, обозначенной цифрой 2?

Рис. 5.3. Реальная (1) и теоретическая (2) кривые роста популяции инфузорий (по вертикали – число особей; по горизонтали – время, сутки)

7. Многие животные – обитатели степей и пустынь теряют воды значительно больше, чем ее пьют. Объясните, как такие животные обеспечивают себя необходимым для жизни количеством воды.

8. У многих растений в качестве запасного органического вещества в семенах накапливается жир, тогда как в вегетативных органах накапливаются, главным образом, углеводы. Чем это можно объяснить?

9. Запасной жир (сало) у одной группы животных откладывается под кожей более или менее равномерным слоем по всему телу (кит, морж, тюлень, свинья, суслик, барсук и др.), а у другой – лишь в определенных участках тела, образуя «склад» жира (у верблюдов – горб, у курдючных овец – курдюк под хвостом). Объясните:

а) в какой среде и в каких климатических условиях живет та или иная группа животных?

б) какое биологическое, приспособительное значение имеет откладывание жира у тех и у других животных?

в) как в процессе эволюции могли возникнуть такие приспособления, при участии каких факторов эволюции?

10. Рассмотрите рисунок 5.4, на котором представлены животные, занимающие экологическую нишу дятла в тех местах, где дятлы отсутствуют: один из видов галапагосских вьюрков, добывающий насекомых из-под коры при помощи кактусовой колючки; один из видов гавайских цветочниц, у которой в процессе эволюции развился клюв, сходный с клювом дятла; полосатый поссум с Новой Гвинеи и айай – примат с Мадагаскара, которые благодаря развитию удлинненных пальцев на передних конечностях могут извлекать из-под коры деревьев личинок насекомых.

О чем свидетельствуют данные факты, чем были обусловлены данные адаптации животных?

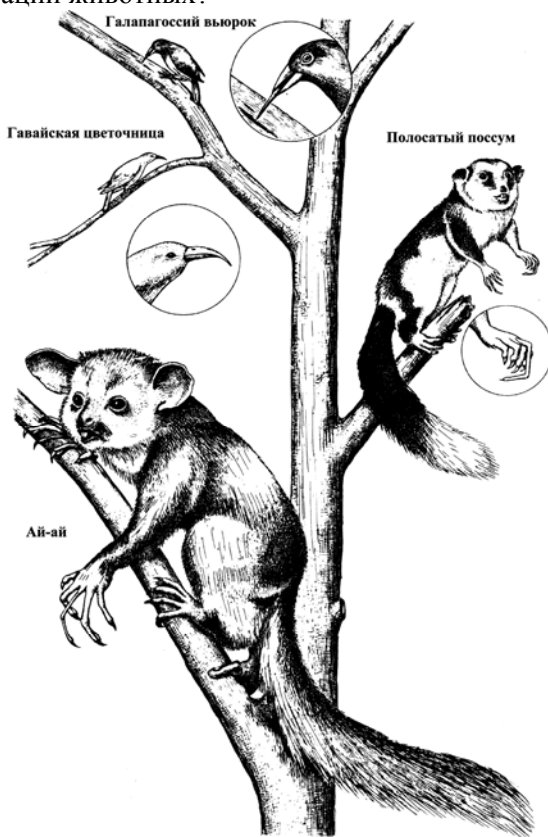


Рис. 5.4. Животные, занимающие экологическую нишу дятла в тех местах, где дятлы отсутствуют

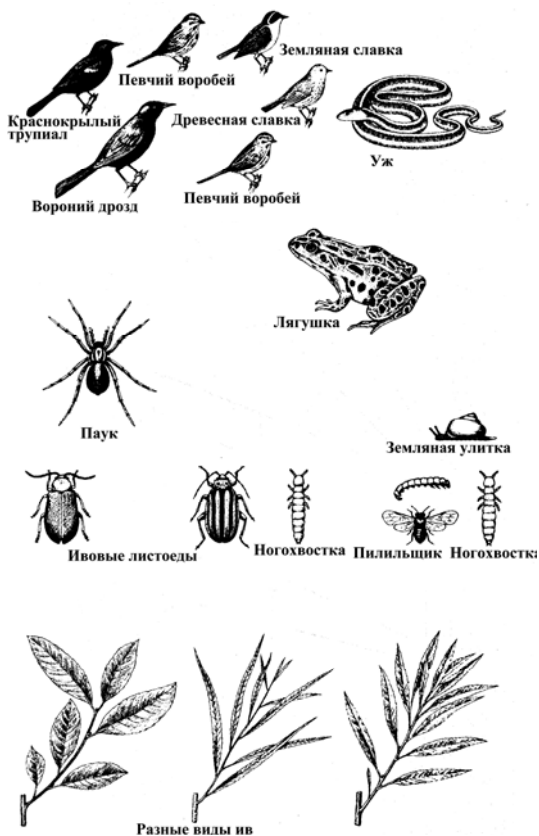


Рис. 5.5. Пищевая сеть

11. Каждый живой организм живет в окружении множества других организмов, вступая с ним в самые разнообразные отношения. Опишите связи организмов на конкретном примере (озеро, дубрава).

12. На схеме (рис. 5.5) изображены некоторые обитатели ивовой роши в Канаде. Выделите трофические уровни. Составьте пищевые цепи и постройте пищевую сеть.

13. Любое сообщество можно представить в виде пищевой сети, в которой сложно переплетены многочисленные пищевые цепи. Охарактеризуйте трофические уровни в экосистеме. Объясните, почему при переходе с одного трофического уровня на другой теряется 90% энергии.

14. Состояние экосистемы зависит от разнообразия обитающих в нем видов, численности их популяций. В ряде регионов нашей страны истребили волков. Численность каких животных при этом резко возросла? Почему в данных биоценозах были уничтожены многие кустарники и молодые деревья? Как восстановить нарушенное равновесие?

15. Продуктивность биогеоценозов пустыни сравнима с продуктивностью биогеоценозов тундры. Объясните, почему? Какие экологические факторы влияют на их биологическое разнообразие?

Почему почвы в этих экосистемах имеют небольшую мощность и малое содержание гумуса?

16. Рассмотрите рисунок 5.6. Какие компоненты экосистемы обозначены цифрами 1-5? Опишите пищевые взаимоотношения. Как происходит превращение световой энергии Солнца в энергию химических связей? В результате какого процесса происходит высвобождение заключенной в пище энергии, и на что она расходуется? Напишите суммарные уравнения процессов фотосинтеза и дыхания. Почему количество пищевых уровней в пищевой цепи ограничено?



Рис. 5.6. Пищевая цепь

(стрелками обозначены потоки сосредоточенной в пище химической энергии, проходящие через различные трофические уровни. Большая часть химической энергии переходит в рассеянное тепло в соответствии со вторым законом термодинамики)

17. Для экосистемы характерна следующая пищевая цепь: злаки – кобылки – лягушки – ужи – орел. В каком звене масса органического вещества должна быть наибольшей? Объясните почему. Какой должна быть масса ужей, чтобы орел достиг массы 5 кг?

18. Известно, что пространственная структура биоценоза определяется сложением его растительной части (фитоценоза) по

ярусам. Рассмотрите рисунок 5.7, иллюстрирующий ярусное сложение дубравы.

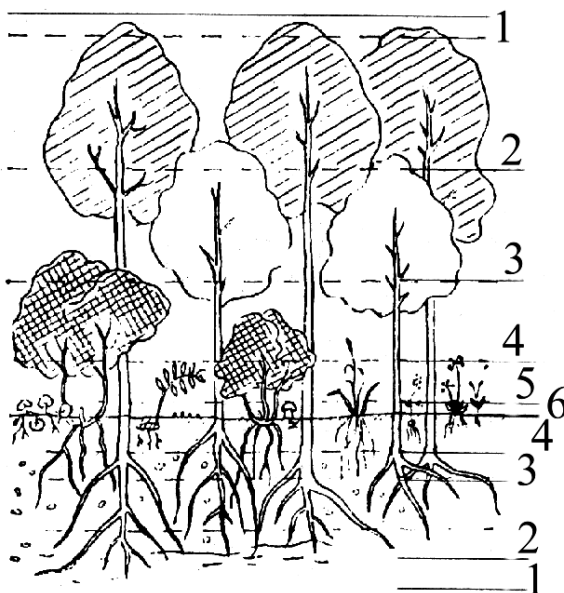


Рис. 5.7. Ярусность в дубраве

Какими цифрами обозначены ярусы:

(1-6): травянистый ярус (низкие травы); нижний древесный ярус: приземный ярус (лишайники, мхи, грибы); верхний древесный ярус: травянистый ярус (высокие травы); кустарниковый ярус (подлесок); граница почвы (1-4): подстилка; коренная порода; пахотный слой (нижний органический ярус); подпочва (выветриваемые породы).

Распределите по ярусам дубравы обитающие в ней организмы:

млекопитающие: белка, куница, лисица, барсук, еж, крот, заяц, лесная мышь, землеройка, кабан, полевка; **птицы:** неясыть, ястреб-тетеревятник, сорока, дятел, певчий дрозд, зяблик, большая синица, сойка, поползень, горихвостка, мухоловка, славка, крапивник; **пресмыкающиеся и земноводные:** уж, ящерица, лягушка; **насекомые, пауки и ракообразные:** непарный шелкопряд, майский жук, оса, пчела, муравей, листовертка дубовая, усач дубовый, жук-олень, жужелица, жук-могильщик, древоточец пахучий, паук-крестовик, сенокосец, клещ, мокрица, ногохвостка, тля; **моллюски и черви:** цепя лесная, янтарка, слизень, дождевой червь, нематоды, коловратки; **простейшие, бактерии и грибы:** гнилостные бактерии, плесневые грибы, гриб-трутовик, почвенные простейшие.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
Знакомство с устройством биологического микроскопа	5
Техника исследования с помощью микроскопа	6
Правила оформления лабораторной работы	9

Часть 1.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИЗНИ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1. Сущность, субстрат, свойства и уровни организации живого	11
Контрольные задания	11
Тестовые задания	13
1.2. Основные черты и этапы истории жизни на Земле	14
Контрольные задания	14
Тестовые задания	19
1.3. Биоразнообразие	20
Контрольные задания	20
Лабораторный практикум	25
1. Ультратонкое строение бактериальной клетки. Бактериофаг Т4.	25
2. Морфология бактерий	25
3. Основные формы бактерий	27
4. Мицелий гриба муко́ра	28
5. Клетки кожицы листа валлиснерии	28
6. Клетки крови лягушки	29
Тестовые задания	30

Часть 2.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ

2.1. Химические компоненты живого	32
Контрольные задания	33
Тестовые задания	37
2.2. Генный уровень организации материала наследственности и изменчивости	39
Контрольные задания	39
Тестовые задания	48
2.3. Хромосомный уровень организации генетического материала	51

	Контрольные задания	51
	Лабораторный практикум	54
1. Изучение гигантских (политенных) хромосом в препарате слюнных желез личинок двукрылых		54
2. Определение полового хроматина в клетках слизистой оболочки ротовой полости здоровых людей		55
3. Составление схемы распределения хромосом во время клеточного цикла		55
	Тестовые задания	57
2.4. Геномный уровень организации наследственного материала		58
	Контрольные задания	58
	Лабораторный практикум	59
1. Составление кариогаммы нормального хромосомного набора человека по фотокопиям метафазных пластинок		59
2. Изучение морфологии и подсчет хромосом в клетках корешков кормовых бобов		60
Часть 3.		
ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЗНИ		61
3.1. Клетка — элементарная единица живого. Структурно-функциональная организация эукариотической клетки		61
	Контрольные задания	62
	Лабораторный практикум	
1. Общий план строения клетки растений и животных		67
1.1. <i>Строение клеток листа элодеи</i>		67
1.2. <i>Клетки кожицы чешуи луковицы репчатого лука</i>		69
1.3. <i>Клетки эпителия кожи лягушки</i>		70
2. Структурно-функциональная организация эукариотической клетки		71
2.1. <i>Влияние изотонического, гипертонического и гипотонического растворов на эритроциты млекопитающего</i>		71
2.2. <i>Избирательная проницаемость плазматической мембраны для различных веществ</i>		72
2.3. <i>Физиологические свойства цитоплазмы и клеточного сока на примере листьев элодеи или валлиснерии</i>		72
2.4. <i>Аппарат Гольджи в спинном ганглии морской свинки</i>		74
2.5. <i>Ресничный эпителий мантии беззубки</i>		74
3. Вещества запаса		75
3.1. <i>Крахмальные зерна в клубне картофеля</i>		75
3.2. <i>Жировые включения в клетках печени аксолотля</i>		76
3.3. <i>Гликоген в клетках печени</i>		77
3.4. <i>Желточные включения в яйцеклетке лягушки</i>		77
3.5. <i>Пигментные включения в клетках кожи лягушки</i>		78
4. Пластиды		78

4.1. Ультраструктура хлоропластов	78
4.2. Обнаружение ассимиляционного крахмала в клетках листа элодеи	79
4.3. Хромопласты в клетках околоплодника зрелых плодов и корнеплодах моркови	80
Тестовые задания	81
3.2. Обмен веществ и превращение энергии в клетке	85
Контрольные задания	85
Тестовые задания	91
3.3. Воспроизведение клеток	93
Контрольные задания	93
Лабораторный практикум	96
1. Митоз в клетках корней лука	96
2. Митоз в бластомерах оплодотворенного яйца аскариды	98
Тестовые задания	99
3.4. Размножение организмов	101
Контрольные задания	101
Лабораторный практикум	110
1. Спорообразование у плесневого гриба	110
2. Почкование у дрожжевых грибов	111
3. Бесполое и половое размножение улотрикса	112
4. Конъюгация у спирогиры	113
5. Кариогамия (оплодотворение) яиц аскариды	114
6. Срез семенника млекопитающего	115
7. Гаметогенез (поперечный срез яичника млекопитающего)	116
8. Мейоз в пыльниках цветковых растений	117
9. Пыльник и пыльца цветковых растений	119
Тестовые задания	121
3.5. Индивидуальное развитие организмов	123
Контрольные задания	123
Лабораторный практикум	127
1. Эмбриональное развитие лягушки	127
2. Вскрытие куриного яйца	131
Тестовые задания	132
3.6. Основные закономерности наследственности	133
Контрольные задания	133
Тестовые задания	141
3.7. Основные закономерности изменчивости	145
Контрольные задания	145
Лабораторный практикум	147
1. Серия множественных аллелей – рисунок седых пятен на листьях клевера	147

2. Определение индивидуальной способности человека ощущать горький вкус фенилтиомочевины (ФТМ)	148
Тестовые задания	149
3.8. Генетика человека	150
Контрольные задания	150
Тестовые задания	153

Часть 4.

ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВОЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ 154

4.1. Органическая эволюция – объективный процесс	154
Контрольные задания	154
Тестовые задания	158
4.2. Популяция – элементарная эволюционная единица	159
Контрольные задания	159
<i>Эволюционный анализ популяционно-биологических наблюдений</i>	159
Лабораторный практикум	162
1. Защитная окраска и форма животных	162
2. Коадаптивная эволюция цветковых растений и насекомых-опылителей	163
Тестовые задания	164
4.3. Вид – качественный этап эволюционного процесса	166
Контрольные задания	166
Лабораторный практикум	167
1. Сравнительная характеристика видов синиц	167
2. Морфологические признаки зайцев	167
3. Внутривидовая изменчивость белки обыкновенной	168
Тестовые задания	169
4.4. Закономерности макроэволюции	171
Контрольные задания	171
Лабораторный практикум	173
1. Гомология конечностей насекомых	173
2. Аллогенные изменения класса птиц	173
Тестовые задания	174

Часть 5.

ЭКОСИСТЕМНЫЙ	УРОВЕНЬ	ОРГАНИЗАЦИИ	176
ЖИЗНИ		Контрольные задания	176

Учебное издание

Петр Станиславович Горбунов
Татьяна Анатольевна Иудина

ПРАКТИКУМ ПО ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

для студентов биологических специальностей

Оригинал макет и корректура П.С.Горбунова

Подписано в печать 13.01.08.

Формат 60х88 1/16.

Бумага офсетная.

Печать оперативная.

Гарнитура тип «Таймс».

Уч. изд. л. 11.25

Тираж 200.

Заказ №

ООО «ТЕССА»

190121, Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, д. 25, оф. 9

Тел. (812) 973-10-25

E-mail: tessa@admiral.ru