

О.Н. Скоробогатова

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО БИОЛОГИИ

Учебно-практическое пособие



Издательство
Нижевартовского
государственного
университета
2013

ББК 28.0я73
С 44

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета
Нижевартовского государственного университета

Рецензенты:

первый заместитель директора Департамента образования
и молодежной политики ХМАО—Югры, канд. биол. наук
Д.А.Погоньшев;

директор Учебно-научного центра растениеводства
НИИПи ЭСГБОУ ВПО «Сургутский государственный
университет ХМАО — Югры», канд. биол. наук
И.Н.Турбина

Скоробогатова О.Н.

С 44 **Лабораторные занятия по биологии:** Учебно-практическое
пособие. — Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. —
119 с.

ISBN 978–5–00047–077–0

Учебно-практическое пособие «Лабораторные занятия по биологии» составлено в соответствии с требованиями стандартов третьего поколения (федеральный компонент) к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки по направлениям 022000.62 — «Экология и природопользование», 050100.62 — «Педагогическое образование», 02040062 — «Биология».

Для преподавателей вузов, учителей школ и студентов, обучающихся по перечисленным направлениям.

ББК 28.0я73

ISBN 978–5–00047–077–0

© Скоробогатова О.Н., 2013
© Издательство НВГУ, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
------------------	---

Раздел I. РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Лабораторная работа № 1

Растения. Структуры, свойственные растительным клеткам.....	6
---	---

Лабораторная работа № 2

Растительные покровные ткани и анатомическое строение листа	11
--	----

Лабораторная работа № 3

Пластиды, фотосинтез. Получение спиртовой вытяжки хлорофилла и разделение пигментов по методу Крауса.....	16
--	----

Лабораторная работа № 4

Бактерии. Изучение бактерий методом висючей капли.....	22
--	----

Лабораторная работа № 5

Грибы. Изучение плесневых грибов.....	28
---------------------------------------	----

Раздел II. ОНТОГЕНЕЗ

Лабораторная работа № 6

Митоз в корешке лука.....	36
---------------------------	----

Лабораторная работа № 7

Развитие эмбриона курицы.....	41
-------------------------------	----

Раздел III. ИЗМЕНЧИВОСТЬ И НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Лабораторная работа № 8

Законы Г.Менделя в эксперименте.....	48
--------------------------------------	----

Лабораторная работа № 9

Морфологический критерий вида на примере родов ромашка и чина	50
--	----

Лабораторная работа № 10

Изучение световой модификации у сосны обыкновенной	53
--	----

<i>Лабораторная работа № 11</i>	
Статистические закономерности модификационной изменчивости	56
<i>Лабораторная работа № 12</i>	
Изучение модификационной изменчивости у растений, построение вариационного ряда и вариационной кривой	58
<i>Лабораторная работа № 13</i>	
Индивидуальная изменчивость живых организмов	60

Раздел IV. ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ

<i>Лабораторная работа № 14</i>	
Механизм естественного отбора в системе «хищник—жертва»	65
<i>Лабораторная работа № 15</i>	
Дивергенция и конвергенция признаков как результат движущего отбора	70
<i>Лабораторная работа № 16</i>	
Доказательства существования эволюции	72
<i>Лабораторная работа № 17</i>	
Гомологичные органы, рудименты как доказательство эволюции	80
<i>Лабораторная работа № 18</i>	
Ароморфозы и идиоадаптации	84
<i>Лабораторная работа № 19</i>	
Происхождение человека	88
ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ	91
ГЛОССАРИЙ	110
ЛИТЕРАТУРА	119

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебно-практическое пособие разработано с целью ознакомления студентов с содержанием, методикой и организацией лабораторных работ по биологии.

Его содержание определяется стандартами по дисциплине «Биология» на I курсе направления 022000.62 — «Экология и природопользование», 050100.62 — «Педагогическое образование» и 020400.62 — «Биология». В учебном плане эта общеобразовательная дисциплина имеет пропедевтический характер для специальных курсов при подготовке студентов данных направлений. Материалы пособия рекомендуется также применять на межфакультетских курсах «Биология с основами экологии».

Работа по курсу «Биология» складывается из лекций, лабораторных работ и самостоятельной подготовки. Основные понятия по биологии раскрываются на лекциях.

В учебно-практическом пособии подобран материал, с помощью которого изучаются особенности строения живых организмов, физиологических процессов (фотосинтез, митоз). В данном пособии широко представлены работы по генетике и эволюции, требующие глубокой проработки большого объема фактического материала. Общеизвестно, что знания, которые получают студенты в ходе эксперимента, наиболее основательны. Предполагается, что студенты, приступая к лабораторно-практическому занятию, изучат теоретические основы темы, ознакомятся с ней по данному пособию или подготовятся самостоятельно, поэтому лабораторные работы сопровождаются краткими теоретическими пояснениями, иллюстрациями, подробной характеристикой хода работы, вопросами для контроля.

Для организации самостоятельной работы студентов в пособие включены задания по генетике, контрольные работы по генетике, глоссарий.

Объем предполагаемого материала рассчитан на 19 лабораторно-практических занятий.

Раздел I

РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Лабораторная работа № 1

Растения. Структуры, свойственные растительным клеткам

Цель: изучить особенности строения растительной клетки.

Материалы и оборудование: микроскопы, луковица (лучше с фиолетовыми чешуями), плоды рябины, апельсин, яблоко, препаровальные иглы, предметные и покровные стекла, пипетки, дистиллированная вода, лабораторная посуда.

Теоретическая часть

Во взрослой клетке растений-эукариотов различают три основные части: клеточную оболочку, протопласт, вакуоль. Протопласт состоит из цитоплазмы: гиалоплазмы (цитозоль), органоидов (кроме ядра), пограничных мембран (плазмалеммы, тонопласт), ядра (рис. 1).

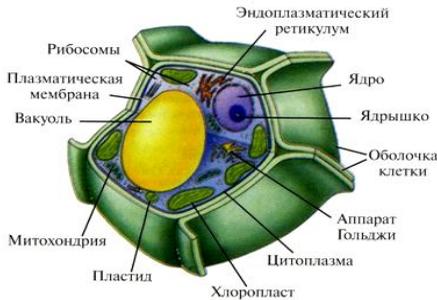


Рис. 1. Строение растительной клетки



Рис. 2. *Koeus blyume*

Растительные клетки заключены в жесткую клеточную стенку. Материал для построения этой клеточной стенки секретирует сама заключенная в ней клетка (протопласт). Первичная клеточная стенка состоит из целлюлозных микрофибрилл, погруженных в матрикс, в состав которого входят сложные полисахариды (пектины, гемицеллюлозы). Некоторые клетки (трахеальные элементы

ксилемы и клетки склеренхимы) претерпевают интенсивную лигнификацию (одревеснение), при этом все слои целлюлозы (первичный и три вторичных) пропитываются лигнином — сложным полимерным веществом, не относящимся к полисахаридам. Лигнин скрепляет целлюлозные волокна и удерживает их на месте. Он действует как очень твердый и жесткий матрикс, усиливающий прочность клеточных стенок на растяжение и, в особенности, на сжатие (прогибы), обеспечивая клеткам дополнительную защиту от неблагоприятных воздействий.

Плазмодесмы — это живые связи, соединяющие соседние клетки растения через очень мелкие поры в сложных клеточных стенках.

Вакуоль представляет собой наполненный жидкостью мембранный мешок, стенка которого состоит из одинарной мембраны. В растительных клетках имеется чаще одна центральная вакуоль, ее окружает мембрана — тонопласт. Жидкость, заполняющая центральную вакуоль, называется клеточным соком. Это концентрированный раствор, содержащий минеральные соли, сахара, органические кислоты, кислород, диоксид углерода, пигменты, отходы жизнедеятельности («вторичные» метаболиты). Иногда в вакуолях присутствуют в растворе пигменты, называемые антоцианами, которые могут быть красной, синей или пурпурной окраски. Эти пигменты с участием хлорофилла придают окраску органам растений (рис. 2).

Пластидом (совокупность пластид клетки) сформирован хлоропластами, лейкопластами и хромопластами. Они образованы из пропластид — мелких телец, обнаруживаемых в меристематических зонах растения. Пластиды окружены двойной мембраной, которая иначе называется оболочкой (рис. 3).

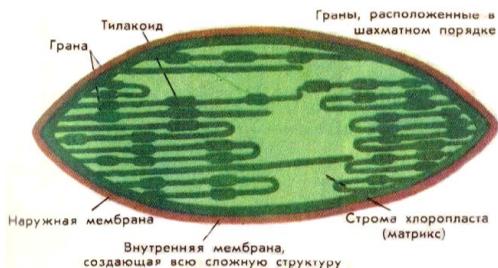
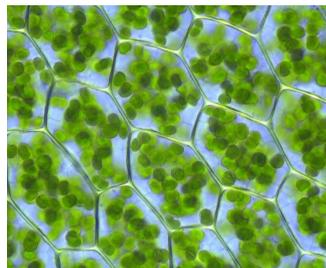


Рис. 3. Хлоропласты в клетках листа элодеи канадской (*Elodéa canadénsis*) и их строение

Хлоропласты — это пластиды, содержащие хлорофилл и каротиноиды, осуществляющие фотосинтез. Хлоропласты находятся в основном в листьях.

Хромопласты — нефотосинтезирующие окрашенные пластиды, содержащие главным образом красные, оранжевые и желтые пигменты (каротиноиды). Больше всего хромопластов в плодах, особенно томата и красного перца, а также в тканях околоцветников, где яркая окраска служит для привлечения насекомых, птиц и других животных, совершающих опыление растений и распространение семян. Оранжевый пигмент, от которого зависит, например, окраска корня моркови, тоже находится в хромопластах.

Лейкопласты — бесцветные пластиды, не содержащие пигментов. Они приспособлены для хранения запасов питательных веществ, и поэтому их особенно много в запасающих органах — корнях, семенах и молодых листьях. В зависимости от природы накапливаемых веществ лейкопласты делят на группы: в амилопластах запасается крахмал, в липидопластах (элайпласты, или олеопласты) — липиды в виде масел или жиров, а в характерных для некоторых семян протеинопластах — белки.

Вся система вакуолей растительной клетки называется вакуоом. В зрелой клетке до 95% ее объема может быть занято вакуолью, а цитоплазма в виде тонкого периферического слоя прижата к клеточной оболочке. Заполняя большую часть клетки «дешевым» вакуолярным содержимым, растения экономят потребляющую азот «дорогую» цитоплазму. При этом поверхность цитоплазмы, т.е. площадь, через которую происходит активный обмен веществ, остается обширной.

Практическая часть

Препарат 1. Строение эпидермиса сочной чешуи лукавицы лука.

Эпидермис (кожица) — покровная ткань, которая располагается на поверхности листьев, стеблей и т.д. и выполняет защитную функцию.

Задания:

- 1) Изготовить препарат эпидермиса сочной чешуи лукавицы.

2) Изучить строение клетки при большом увеличении микроскопа.

3) Зарисовать 2—3 клетки, найти и обозначить их части (оболочка, цитоплазма, ядро, вакуоль, пластиды, зерна ассимиляционного крахмала).

4) Сравнить строение растительной и животной клеток по данным светового микроскопа. Результаты сравнения занести в таблицу 1.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика клеток
растительного и животного происхождения**

Клетки	Цитоплазма	Ядро	Плотная клеточная оболочка	Пластиды
Растительная				
Животная				

Ход работы

Препаровальной иглой или пинцетом снять небольшой участок эпидермиса с вогнутой поверхности чешуи, переместить в каплю воды на предметное стекло, наружной стороной вверх, и накрыть покровным стеклом. Передвигая препарат, найти участок из одного слоя клеток с ясно заметными ядрами. Этот участок поместить в центр поля зрения, установить объектив большого увеличения и изучить объект. На препарате хорошо видны белые стенки клеток. Это оболочки двух соседних клеток и межклеточное вещество. В них иногда заметны неутолщенные места — поры. Внутри каждой клетки в бесцветной зернистой цитоплазме видны ядра с одним-двумя ядрышками. В более старых клетках ядро лежит в постенном слое цитоплазмы, а центральную часть клетки занимает вакуоль, заполненная бесцветным клеточным соком. Если взять луковицы с фиолетовыми чешуями, то клеточный сок будет окрашен благодаря наличию пигмента-антоциана.

Препарат 2. Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов.

Задания:

1) Изготовить препарат клеток мякоти 2—3 плодов.

2) При большом увеличении исследовать строение клеток.

- 3) Зарисовать 2—3 клетки с хромопластами, найти и обозначить их части (клеточную оболочку, хромопласты, цитоплазму, ядро).
- 4) Определить и зарисовать форму хромопластов у плодов рябины, апельсина и др.
- 5) Сделать выводы по выполненной работе.

Ход работы

Острием препаровальной иглы надорвать кожицу зрелого плода и немного мякоти перенести в каплю воды на предметное стекло. Разрыхлить мякоть иглой и накрыть покровным стеклом. При малом увеличении найти участок со свободно лежащими клетками и при большом увеличении исследовать их. Следует обратить внимание на то, что клетки мякоти крупные, округлые, с тонкими оболочками. Внутри клеток видны скопления хромопластов: у рябины — вытянутые, заостренные.

Контрольные вопросы

1. Как формулируется современное определение клетки?
2. Какое строение имеет растительная клетка?
3. Какие существуют основные методы изучения клеток?
4. Перечислите особенности строения растительной клетки.
5. Раскройте смысл терминов: эпидермис, оболочка, пластиды, вакуоль, тонопласт, протопласт, голь, золь, плазмалемма, гиалоплазма, мезоплазма.
6. Какие типы пластид Вам известны?
7. Каковы строение и функции хлоропластов?
8. Какие пигменты находятся в хлоропластах и хромопластах?
9. Каковы строение и функции хромопластов и лейкопластов?
10. Какие типы лейкопластов Вам известны?
11. На какие типы подразделяются хромопласты в зависимости от вида, накапливающихся в них пигментов?
12. Какие онтогенетические связи существуют между различными типами пластид?
13. Чем объясняется изменчивость формы хромопластов и лейкопластов?

Лабораторная работа № 2

Растительные покровные ткани и анатомическое строение листа

Цель: изучить особенности строения растительных тканей.

Материалы и оборудование: микроскопы, постоянные препараты поперечных срезов листа камелии (*Camellia japonica*), временный препарат покровной ткани листьев пеларгонии зональной (*Pelargonium zonale*), препаровальные иглы, предметные и покровные стекла, пипетки, дистиллированная вода, лабораторная посуда.

Теоретическая часть

Покровные ткани растений расположены на границе с внешней средой. Они состоят из плотно сомкнутых клеток. Первичная покровная ткань (эпидерма, или эпидермис) развивается на листьях и молодых стеблях. Толстые наружные стенки ее клеток покрыты кутикулой, защищающей растение от нагревания и излишнего испарения. Наличие в ней устьиц обуславливает её участие в газообмене и транспирации. В корнях первичной покровной тканью служит экзодерма, дифференцирующаяся из наружных слоев клеток первичной коры. На стеблях и корнях голосеменных и двудольных растений первичные покровные ткани сменяются вторичной тканью — пробкой — производной феллогена (пробкового камбия). Пробка состоит из клеток с опробковевшими (суберинизированными) оболочками, непроницаемыми для жидких и газообразных веществ. Пробка развивается также близ мест повреждений, вокруг очагов некроза (раневая пробка), внутри коры древесных растений, отделяя живые слои луба от наружных, мертвых, входящих в состав корки. Слой пробки предохраняет растение от проникновения в него болезнетворных организмов; многолетняя пробка защищает деревья от механических повреждений и резких колебаний температуры. Слой феллогена (пробкового камбия) обеспечивает нарастание перидермы в толщину, откладывая клетки пробки снаруж и клетки феллодермы, питающие феллоген, внутрь. У зрелых деревьев гладкую перидерму заменяет третичная покровная ткань — корка, состоящая

из чередующихся слоев пробки и других отмерших тканей коры. Молодые корневые окончания растений покрывает ризодерма, осуществляющая всасывание из почвы воды и минеральных веществ.

Особенности строения листа определяются его главной функцией — фотосинтезом. Поэтому важнейшей частью листа является мезофилл, в котором сосредоточены хлоропласты и происходит фотосинтез. Остальные ткани обеспечивают нормальную работу мезофилла. Эпидерма, покрывающая лист, регулирует газообмен и транспирацию. Система разветвленных проводящих пучков снабжает лист водой, необходимой для нормального протекания фотосинтеза, и обеспечивает отток ассимилянтов, механические ткани обеспечивают прочность листа. Из всех органов лист в наибольшей степени связан с окружающей средой. Поэтому его строение отражает влияние изменчивых условий среды. Анатомическое строение листьев так же многообразно, как и их морфологические разновидности. Мезофилл находится между верхней и нижней эпидермой, исключая проводящие и механические ткани. Клетки мезофилла однородны, чаще всего округлые или вытянутые. Клеточные стенки тонкие и неодревесневшие. Протопласт состоит из постенного слоя цитоплазмы с ядром и многочисленными хлоропластами и центральной крупной вакуолью. Иногда стенки клеток образуют складки, которые увеличивают поверхность постенного слоя цитоплазмы, где размещается большее число хлоропластов. У большинства растений мезофилл дифференцирован на палисадную (столбчатую) и губчатую ткани. Палисадный мезофилл расположен, как правило, под верхней эпидермой, его клетки вытянуты перпендикулярно поверхности листа и образуют один или несколько слоев. Палисадная ткань содержит примерно три четверти всех хлоропластов листа и выполняет главную работу по ассимиляции углекислого газа, поэтому располагается в наилучших условиях освещения. Клетки губчатого мезофилла соединены рыхло, имеют очень большие межклетные пространства. Через губчатый мезофилл происходит газообмен. Углекислый газ из атмосферы через устьица проникает в большие межклетники губчатого мезофилла и расходится внутри листа. Кислород, выделяемый при фотосинтезе, передвигается в обратном направлении и через устьица выходит в атмосферу.

Наибольшая доля устьиц располагается на нижней стороне листа, что объясняется положением губчатого мезофилла, это способствует экономии воды листьями и получению углекислого газа посредством дыхания многочисленных живых существ, населяющих почву (почвенное дыхание).

Практическая часть

Препарат 1. Эпидермис листа пеларгонии зональной (комнатной герани).

Задания:

- 1) Приготовить временный препарат эпидермиса листа пеларгонии.
- 2) При большом увеличении микроскопа рассмотреть участок эпидермиса.
- 3) Зарисовать несколько клеток эпидермиса, показав на рисунке замыкающие клетки устьиц, устьичную щель, основные и побочные клетки эпидермиса, кроющие и железистые волоски, железки.

Ход работы

Пинцетом снять кусочек эпидермиса с нижней стороны листа пеларгонии, быстро перенести в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом. Препарат поместить на столик микроскопа и при малом увеличении рассмотреть наиболее тонкий участок. Изучить препарат эпидермы листа пеларгонии при малом увеличении, а затем при большом. Найти разные клетки эпидермы: основные клетки, или собственно эпидермальные; замыкающие клетки устьиц; клетки простых кроющих и железистых волосков; околотоволосковые клетки. Изучить строение устьица. Следует обратить внимание на неравномерность утолщения оболочки у замыкающей клетки: она более толстая на стороне, обращенной к межклетнику. Используя микровинт, при большом увеличении убедиться, что устьице погружено вовнутрь листа, а окружающие клетки нависают над ним. При рассмотрении внутреннего содержимого клеток обратить внимание на пластиды, находящиеся в основных клетках эпидермы (лейкопласты), а также в замыкающих клетках устьиц (хлоропласты).

Затем рассмотреть побочные клетки. Обратит внимание на форму, количество, а также на их сходство с основными клетками. Основные клетки имеют извилистые оболочки, плотно прилегают друг к другу (не имеют межклетников). Околотовосковые клетки отличаются формой и расположением от других клеток эпидермы. Оболочки их менее извилистые и они примыкают в виде радиального кольца к волосковой клетке. У крючковых волосков верхушка заостренная, а у железистых имеется головка.

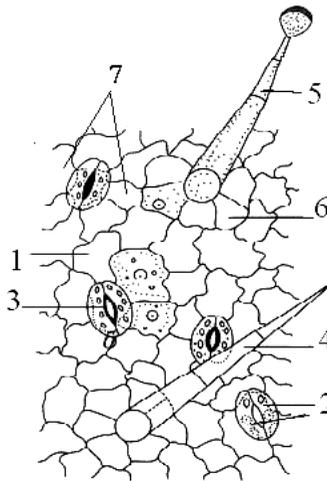


Рис. 1. Эпидерма нижней стороны листа пеларгонии (*Pelargonium zonale* (L.) Ait):
 1 — основные клетки эпидермы, 2 — замыкающие клетки устьица,
 3 — устьичная щель, 4 — крючковый волосок, 5 — железистый волосок (трихома),
 6 — околотовосковые клетки, 7 — побочные клетки

Препарат 2. Анатомическое строение листа.

Задания:

1) Изучить поперечный срез листа при малом и большом увеличении микроскопа.

2) Зарисовать участок листа, показав на нем верхний и нижний эпидермис, кутикулу, палисадную (столбчатую) и губчатую ткани, опорные клетки (склерейды).

3) Схематично отметить жилку, указав ксилему, флоэму и склеренхиму.

4) Сделать выводы по проделанной работе.

Ход работы

При малом увеличении микроскопа исследовать план строения листа. Определить верхнюю и нижнюю стороны листа по расположению ксилемы и флоэмы в жилке. (Ксилема в жилке всегда обращена к верхней стороне листа). Под ксилемой в жилке найти флоэму. Необходимо обратить внимание на толстостенные клетки склеренхимы, которые окружают крупные жилки.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть и зарисовать участок поперечного среза листа (от верхнего до нижнего эпидермиса), обращая внимание на форму клеток палисадной и губчатой ткани, расположение хлоропластов в клетках, на толщину кутикулы на верхнем и нижнем эпидермисе.

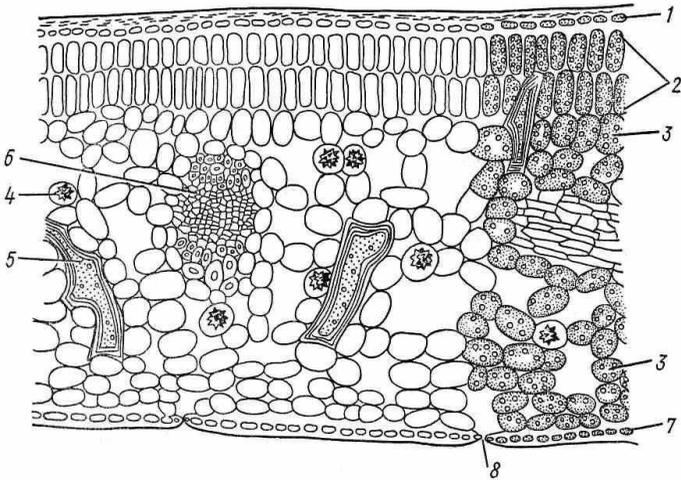


Рис. 2. Поперечный срез листа камелии:

- 1 — верхняя эпидерма; 2 — столбчатый мезофилл;
3 — губчатый мезофилл; 4 — клетка с друзой; 5 — склереида;
6 — проводящий пучок; 7 — нижняя эпидерма; 8 — устьице

Контрольные вопросы

1. По какому принципу покровные ткани делятся на первичные, вторичные и третичные? Назовите их.
2. Назовите строение и функции эпидермы. Какие органы она покрывает?

3. Расскажите о механизме работы устьичного аппарата.
4. Почему у многолетних растений эпидерма заменяется пробкой?
5. Как через пробку происходит газообмен и транспирация?
6. Назовите покровные ткани корня.
7. Какое значение имеет корка?
8. Какие органы растений или их части покрыты перидермой, и какие — пробкой?
9. Какое строение имеет покровная ткань герани зональной?
10. Расскажите о поперечном строении листа камелии.
11. Какие функции выполняют органы и ткани листа?

Лабораторная работа № 3

Пластиды, фотосинтез. Получение спиртовой вытяжки хлорофилла и разделение пигментов по методу Крауса

Цель: получить вытяжку хлорофилла для дальнейшего изучения ее свойств; показать, что зеленая окраска обусловлена присутствием в ней хлорофилла и что наряду с хлорофиллом в спиртовой вытяжке присутствуют желтые пигменты.

Материалы и оборудование: сухие листья крапивы или свежие листья комнатного растения, спиртовая вытяжка из листьев, бензин, этиловый спирт, электроплита, водяная баня, термостойкая колба на 250 мл, воронка, пробирки, пипетки, химический стакан, кусочек бинта или марли, фарфоровая ступка, песок, фильтровальная бумага.

Теоретическая часть

Фотосинтез (от греч. φῶς — свет и σύνθεσις — соединение, складывание, связывание, синтез) — процесс образования органических веществ из углекислого газа и воды на свету при участии фотосинтетических пигментов (хлорофилл у растений, бактериохлорофилл и бактериородопсин у бактерий).

В современной физиологии растений под фотосинтезом чаще понимается фотоавтотрофная функция — совокупность процессов

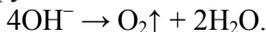
поглощения, превращения и использования энергии квантов света в различных эндергонических реакциях, в том числе превращения углекислого газа в органические вещества.

Фотосинтез — это сложный многоступенчатый процесс. В нем различают световую и темновую фазы (рис. 1—2).

Световая фаза фотосинтеза начинается с освещения хлоропласта видимым светом. Фотон, попав в молекулу хлорофилла, приводит ее в возбужденное состояние: ее электроны перескакивают на высшие орбиты. Один из таких электронов переходит на молекулу-переносчика, она уносит его на другую сторону мембраны тилакоида. Молекулы хлорофилла восстанавливают потерю электрона, отбирая его от молекулы воды. В результате потери электронов молекулы воды разлагаются на протоны и ионы гидроксила (фотолиз):



Протоны, неспособные к диффузии через мембрану, накапливаются в гране. Ионы гидроксила OH^- отдают свои электроны другим молекулам и превращаются в свободные радикалы OH^\cdot , взаимодействующие друг с другом с образованием воды и молекулярного кислорода, который, диффундируя через мембрану, выделяется в атмосферу:



Таким образом, по одну сторону мембраны накапливаются положительно заряженные протоны, по другую — частицы с отрицательным зарядом, что приводит к нарастанию разности потенциалов. При достижении критического уровня разности потенциала протоны проталкиваются на другую сторону мембраны через канал внутри АТФ-синтетазы. Освобождающаяся при этом энергия тратится на синтез АТФ, которая переправляется в место синтеза углеводов. Протоны, присоединив электрон, превращаются в атомы водорода, они также переправляются в место синтеза углеводов ($\text{H}^+ + e \rightarrow \text{H}^0$). Общее уравнение световой фазы фотосинтеза:



Таким образом, в световую фазу фотосинтеза протекают следующие процессы:

- образование молекулярного кислорода, выделяющегося в атмосферу;
- синтез АТФ;
- образование атомарного водорода.

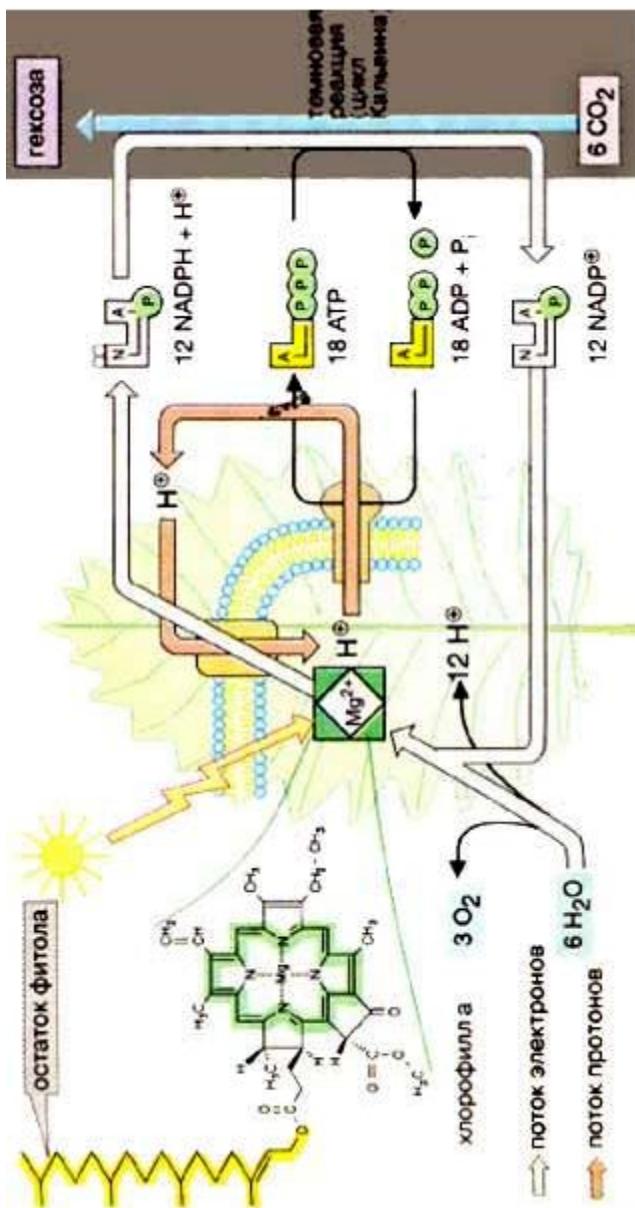


Рис. 1. Общая схема процессов фотосинтеза

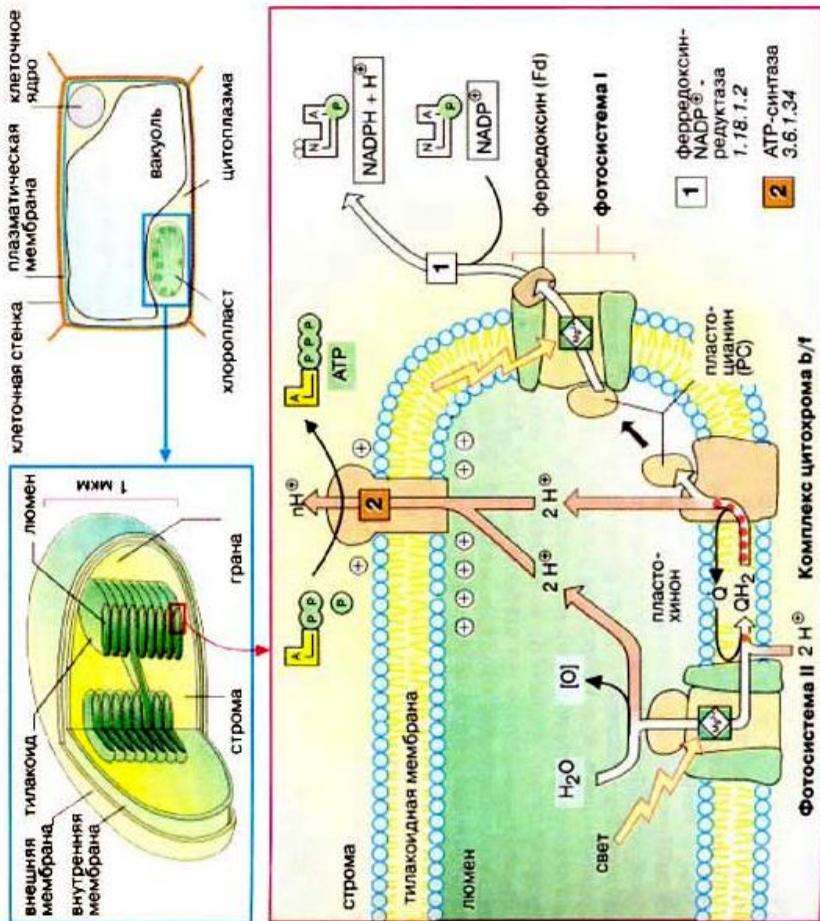
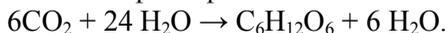
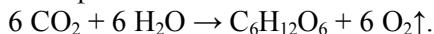


Рис. 2. Процессы световой реакции фотосинтеза

Темновая фаза фотосинтеза состоит из ряда последовательных ферментативных реакций, в результате которых образуется глюкоза, служащая исходным материалом для биосинтеза других углеводов. Этот процесс идет с использованием энергии АТФ и при участии атомов водорода, образовавшегося в световую фазу. Общее уравнение темновой фазы фотосинтеза:



Общее уравнение фотосинтеза:



Кроме углеводов, в пластидах синтезируются аминокислоты, белки, липиды, хлорофилл.

Хлорофилл нерастворим в воде, но растворяется в органических растворителях (спирте, ацетоне). Это свойство пигмента используют для экстрагирования его из зеленых листьев.

Для получения вытяжки можно применять свежие листья растений, а также сухие листья, приготовленные для проведения данного опыта заранее.

Хлоропласты растений содержат следующие пигменты: хлорофилл α $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ — зеленый с синеватым оттенком, хлорофилл β $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ — зелёный с желтоватым оттенком, каротин $C_{40}H_{56}$ — желто-оранжевый, ксантофилл $C_{40}H_{56}O_2$ — золотисто-желтый.

Зеленых пигментов в хлоропластах примерно в три раза больше, чем желтых. Этим и объясняется зеленая окраска листьев. Желтые пигменты хорошо заметны лишь осенью, когда хлорофилл разрушается. Эти пигменты так же, как и хлорофилл, нерастворимы в воде, но растворяются в органических растворителях (ацетоне, спирте), поэтому при получении спиртовой вытяжки хлорофилла из хлоропластов экстрагируются и желтые пигменты. Для доказательства проводят разделение пигментов методом Крауса, используя различную растворимость пигментов листьев в спирте и бензине.

Практическая часть

Препарат. Вытяжка хлорофилла.

Задания:

- 1) Получить спиртовую вытяжку хлорофилла из свежих листьев.
- 2) Получить спиртовую вытяжку хлорофилла из сухих листьев.
- 3) Провести опыт по разделению пигментов в хлоропластах.
- 4) Сделать выводы по выполненной работе.

Ход работы

Для получения спиртовой вытяжки хлорофилла из свежих листьев зеленые листья тщательно растереть с песком в фарфоровой ступке, приливая спирт, и отфильтровать через бумажный фильтр.

Для получения спиртовой вытяжки хлорофилла из сухих листьев необходимо в термостойкую колбу на 250 мл поместить сухие листья крапивы, обварить кипятком, чтобы облегчить последующее извлечение из них пигмента, затем воду слить. В колбу с листьями налить 100 мл этилового спирта, закрыть её пробкой с обратным холодильником, представляющим собой длинную прямую стеклянную трубку, и поставить в водяную баню. После 5-минутного кипячения содержимое охладить и слить раствор в стакан через марлю (следует обратить внимание на то, что листья в колбе обесцветились).

В пробирку налить 4—5 мл спиртовой вытяжки хлорофилла и столько же бензина. Закрыв отверстие пробирки, жидкость энергично взболтать и дать ей отстояться. Жидкость в пробирке разделится на 2 слоя: верхний бензиновый (бензин легче спирта), зеленого цвета от присутствия в нем хлорофилла, нижний — спиртовой, желтого цвета от присутствия в нем ксантофилла. Второй желтый пигмент каротин перейдет в бензиновый слой, но не будет виден из-за интенсивно зеленой окраски хлорофилла. Если разделение пигментов идет плохо, то в пробирку следует добавить несколько капель воды, жидкость хорошо взболтать и снова дать отстояться. По окончании опыта зарисовать картину распределения пигментов.

Контрольные вопросы

1. Перечислите те особенности строения листа, благодаря которым он успешно выполняет свои функции.
2. Перечислите пигменты, характерные для различных групп растений.
3. Как извлечь хлорофилл из листа?
4. Почему у многих растений верхняя сторона листьев более зеленая, чем нижняя?
5. Какие пигменты содержатся в спиртовой вытяжке хлорофилла?
6. Почему листья осенью желтеют?
7. Что такое фотосинтез?

8. Каковы перспективы водородного топлива, получаемого из воды при воздействии света?
9. Объясните, какие процессы происходят в темновую и световую фазы фотосинтеза.
10. Чем отличается спектр поглощения хлорофилла *a* от спектра поглощения хлорофилла *b*?
11. Какие факторы влияют на скорость фотосинтеза?
12. Назовите возможные местообитания или природные условия, в которых факторами, лимитирующими фотосинтез, могут быть а) интенсивность освещения, б) концентрация кислорода, в) температура.
13. Почему при высоких температурах скорость фотосинтеза снижается?

Лабораторная работа № 4

Бактерии. Изучение бактерий методом висячей капли

Цель: обнаружить и исследовать разнообразие микроорганизмов в сенном настое.

Материалы и оборудование: свежий конский навоз, мелко нарезанное сено (сухая трава), кристаллизатор, термостат, микроскоп, предметные стекла с углублением, вазелин.

Теоретическая часть

Бактерии настолько отличаются от других живых организмов, что их выделяют в особое царство *Monera*. Встречаются они повсеместно — в почве, воздухе, в пищеварительной системе. Размеры бактерий колеблются от менее 1 до 10 μ в длину и от 0,2 до 1 μ в ширину. При их классификации руководствуются физиологическими или биохимическими свойствами. По форме клеток их разделяют следующим образом: кокки (шаровидные) — одиночные, диплококки — собраны по два, тетракокки — по четыре,

сарцины — пакеты, кокки в виде грозди — стафилококки (рис. 2), кокки в виде цепочки — стрептококки (рис. 3); спирохеты — длинные и тонкие извитые формы с многочисленными мелкими завитками (рис. 1), бациллы (палочковидные) — одиночные (рис. 4), диплобациллы, стрептобациллы гроздевидных скоплений не образуют (рис. 4); извитые — вибрионы, в виде запятой (рис. 5), спириллы (один или несколько правильных завитков) колониальные и нитчатые (часто в слизевом чехле) — серо- и железобактерии. Собственно бактерии имеют вид коротких палочек (клубеньковые бактерии). Некоторые бактерии способны к активному движению с помощью жгутиков или ритмического сокращения клеток (спириллы).

Бактериальная клетка заключена в плотную жесткую оболочку, в состав которой входят диаминопимелиновая кислота и мурамвая кислота. Такая оболочка имеется только у бактерий. У большинства бактерий клеточная стенка окружена слизистой капсулой, образующей дополнительный защитный слой. Густая цитоплазма их содержит гранулы гликогена, белков и жиров, в ней нет митохондрий, оформленного ядра (хотя имеются и клетки с ядрами) и эндоплазматической сети. Рибосомы свободно лежат в цитоплазме и не связаны с мембранами. Хотя у бактерий нет митохондрий, однако ферменты дыхательной цепи находятся на внутренней стороне клеточной мембраны. ДНК свободно лежит в цитоплазме. В большинстве своем бактерии бесхлорофильные, гетеротрофы (в основном сапрофиты, есть и паразиты), но существуют фотосинтезирующие бактерии — зеленые и пурпурные серобактерии, пурпурные несерные бактерии. Эти бактерии содержат специфичный хлорофилл, называемый бактериохлорофиллом. Они фотосинтезируют без выделения кислорода, поскольку донором водорода у этих бактерий является не вода, а сероводород, перекись водорода, спирты, жирные кислоты и другие соединения.

Существуют еще и хемоавтотрофные бактерии, получающие энергию для синтетических реакций путем окисления неорганических веществ (азота, серы, соединений железа, газообразного водорода). Источник углерода тот же, что и у водорослей, и у растений — двуокись углерода. Процессы хемосинтеза открыты русским ученым-микробиологом С.И.Виноградским.

Большинство бактерий — гетеротрофы. Самая большая группа — сапробионты, питающиеся мертвым органическим веществом, меньшая часть — паразиты, потребляющие органическое вещество живых растений и животных. Сапробионты играют важную роль в разложении и кругообороте органического вещества в природе.

Размножаются бактерии путем простого деления клетки на двое и при благоприятных условиях довольно быстро: клетки некоторых бактерий могут делиться каждые 20 минут. Некоторые бактерии размножаются почкованием. Типичный половой процесс отсутствует, хотя у некоторых из них он известен, но в очень примитивной форме (например, у кишечной палочки).

Образование спор у бактерий — это не способ размножения, так как каждая клетка дает всего одну спору, и общее количество особей при этом не возрастает. При благоприятных условиях (во влажных условиях) спора прорастает. Споры обладают высокой устойчивостью: выдерживают длительное высушивание, кипячение в течение нескольких часов, сухое нагревание до 140°C, температуру -245°C, сохраняют жизнеспособность при воздействии на них ядовитых веществ. Так, палочки сибирской язвы сохраняют жизнеспособность, оставаясь в виде спор в течение 30 лет.

Бактерии могут жить как в присутствии кислорода в среде (аэробы), так и при его отсутствии (анаэробы). Бактерии, растущие при полном отсутствии кислорода, называются облигатными анаэробами, а развивающиеся одинаково хорошо как в присутствии, так и в отсутствие кислорода — факультативными анаэробами.

Большинство бактерий безвредны. Болезнетворные бактерии называют патогенами, они вызывают болезни животных и растений (рис. 6—8). В зависимости от формы патогенные бактерии делятся на три группы: шаровидные кокки вызывают ангину, фурункулы и пневмонию; бациллы, имеющие форму палочек, приводят к брюшному тифу и сальмонеллёзу; спиралевидные спирохеты являются возбудителями болезни Лайма и сифилиса. Из болезней растений, вызываемых бактериями, известны: ожог, поражающий плодовые растения (яблони, груши); черная гниль капусты; мягкая гниль многих растений; опухоли корней растений (бактериальный корневой рак); опухолевидные наросты на листьях (галлы) и др.

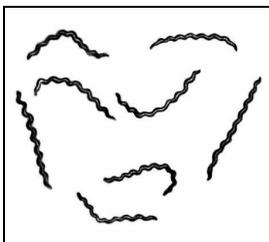


Рис. 1. Спирахеты

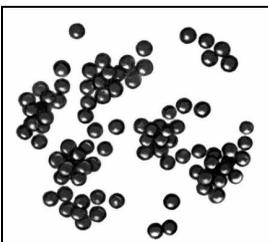


Рис. 2. Стафилококки



Рис. 3. Стрептококки

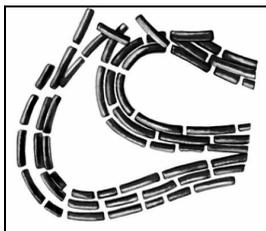


Рис. 4. Бациллы (внешний вид и передача генетического материала)

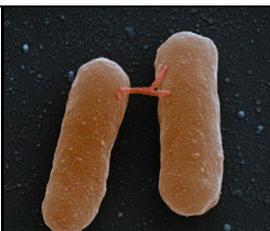


Рис. 5. Вибрионы

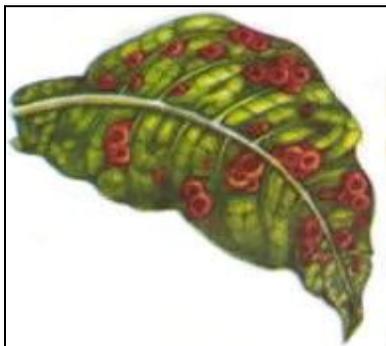


Рис. 6. Бактериальная рябуха табака



Рис. 7. Черный бактериоз пшеницы



Рис. 8. Бактериоз лимона

Положительное значение бактерий определяется их участием во многих биологических процессах, особенно в круговороте веществ в природе. Бактерии разлагают сложные органические вещества до простых неорганических, которые используются зелеными растениями. Ферментативное анаэробное разложение углеводов называется брожением, а ферментативный анаэробный распад белков и аминокислот — гниением. Неприятный запах, сопровождающий разложение пищи, растений и животных, обусловлен азот- и серосодержащими веществами, образующимися при гниении. Соединения, образующиеся в результате деятельности бактерий одного типа, могут служить источником энергии для бактерий другого типа. В процессе дыхания (т.е. в присутствии кислорода) выделяется, а тем более запасается, больше энергии, чем в процессе брожения.

Брожение, вызываемое различными видами бактерий, имеет огромное значение. Различают спиртовое, молочно- и маслянокислое, пектиновое брожение. Каждый тип брожения осуществляется определенными видами бактерий: молочнокислое — молочнокислыми бактериями (конечный продукт — молочная кислота); маслянокислое — маслянокислыми бактериями (конечный продукт — масляная кислота); при спиртовом брожении образуется спирт или спирт и уксусная кислота. Большое значение имеют пектинобактерии, вызывающие пектиновое брожение. Они разлагают пектиновое межклеточное вещество. Все эти процессы сопровождаются выделением углекислоты, поступающей в атмосферу.

Бактерии участвуют в фиксации атмосферного азота. Азотфиксирующие бактерии способны связывать молекулярный азот воздуха независимо от растений — это свободноживущие в почве азотфиксаторы, в том числе и клубеньковые.

Бактерии сенного настоя в живом состоянии изучают методом висячей капли. Висячую каплю изготавливают на предметном стекле с углублением.

Практическая часть

Препарат. Микроорганизмы сенного настоя.

Задания:

- 1) Каплю препарата изучить под микроскопом.

- 2) Зарисовать все обнаруженные формы бактерий, подписать их видимые структуры.
- 3) Сделать выводы по выполненной работе.

Ход работы

Приготовить препарат для изучения бактерий.

В кристаллизатор поместить небольшое количество мелконарезанного сена и навоза и налить столько воды, чтобы она едва покрыла содержимое. Кристаллизатор поставить в термостат при +22 ... +25°C на 5—7 дней.

Продезинфицированной стеклянной палочкой взять капельку настоя и поместить ее на середину покровного стекла. Покровное стекло опрокинуть каплей вниз и накрыть им углубление предметного стекла. Получается «влажная камера». Край покровного стекла покрыть слоем вазелина для большей герметичности влажной камеры.

Каплю при большом увеличении изучить на наличие в препарате неподвижных шаровидных кокков, палочковидных бацилл, извитых спирилл, вибрионов, стрептококков, микрококков.

Контрольные вопросы

1. Как готовят сенной настой?
2. Какие формы бактерий обнаруживают в сенном настое?
3. Какие особенности строения имеет бактериальная клетка?
4. Каково разнообразие форм бактерий?
5. Как происходит рост и размножение бактерий?
6. Какие бактерии можно рассматривать как полезные для человека?
7. Какие бактерии можно рассматривать как опасные для человека?
8. Каковы последние достижения биотехнологии и генетической инженерии?
9. Для чего используют предметное стекло с углублением?
10. Какие наблюдения проведены Вами? Какие получены результаты? Дайте исчерпывающую информацию о своих наблюдениях.

Лабораторная работа № 5

Грибы. Изучение плесневых грибов

Цель: изучить строение, морфологию, значение плесневых грибов, определить их систематическое положение, провести эксперимент по выращиванию плесневых грибов, дать рекомендации по правильному хранению продуктов во избежание заражения их плесневыми грибами.

Материалы и оборудование: 21 чашка Петри; карандаш по стеклу, дистиллированная или кипяченая вода; белый хлеб, кухонный нож; образцы мукора на субстрате (гречневая каша); образцы пеницилла на субстрате (белый хлеб); стерильная вата; мерный шприц.

Теоретическая часть

Грибы — многочисленная группа организмов, насчитывающая более 120 тыс. видов. Грибы обладают признаками, присущими и растениям (неподвижность, неограниченный рост, питание растворенными веществами, размножение спорами и вегетативным

путем), и животным (гетеротрофы, наличие хитина в клеточных стенках, накопление углеводов в виде гликогена).

Общим для всех грибов является наличие мицелия, находящегося на поверхности субстрата или внутри него.

Изучение собственно плесневых грибов активно началось после открытия Яном Флемингом в 40-х гг. XX в. явления подавления роста гнилостных бактерий пенициллом, зеленой хлебной плесенью (рис. 1—2).

По строению грибы классифицируют на высшие и низшие. Низшие имеют неклеточный многоядерный мицелий, гифы не разделены перегородками с множеством ядер в цитоплазме. К низшим относят мукоровые грибы

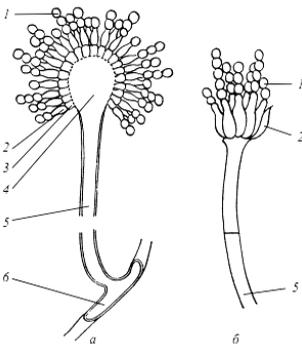


Рис. 1. Строение конидиеносцев

- a* — аспергилл; *б* — пеницилл;
1 — конидии; 2 — фиалиды;
3 — профиалиды; 4 — пузырь;
5 — конидиеносцы;
6 — опорная клетка

из класса Зигомицетов. Высшие грибы — многоклеточные организмы, их гифы разделены поперечными перегородками на отдельные клетки, к ним относятся Аскомицеты (сумчатые грибы) и Гифомицеты. Представителями Аскомицетов являются дрожжи (вторично одноклеточные организмы), сморчки, строчки, трюфели, аспергиллы и др. Среди Гифомицетов первое место по распространению принадлежит пенициллам.

Роль грибов в биоценозе многообразна, но в первую очередь они являются редуцентами — организмами, питающимися мертвыми органическими остатками, подвергающими эти остатки минерализации до простых неорганических соединений и возвращающими их в круговорот



Рис. 2. Ризопус (*Rhizopus*) — хлебная плесень

веществ. Многие грибы вырабатывают ядовитые, галлюциногенные, аллергенные вещества. Современный мир уже невозможно представить без антибиотиков, многочисленных лекарств и пищевых продуктов, вырабатываемых с помощью грибов.

Плесневые грибы постоянно обитают вокруг нас. Их обнаруживают и у здоровых людей. Однако более 400 видов грибов являются болезнетворными. Болезни, вызываемые грибами, называются микозами. Различают поверхностные микозы (микроспория, эпидермофития, руброфития, трихофития и др.), а также глубокие микозы. Последние проявляются глубокими поражениями кожных покровов, органов дыхания, кроветворения, селезенки и печени, костей и суставов, органов зрения и слуха, центральной нервной системы. Заболевания могут носить острый и хронический характер. Как вторичные инфекции и осложнения некоторые глубокие микозы (висцеральный кандидоз, плесневые микозы) часто отягощают хронические заболевания крови, злокачественные опухоли. Среди глубоких микозов известны доброкачественные и злокачественные (тяжелые), одиночные заболевания и эпидемические

вспышки. Вопросы их эпидемиологии, диагностики, лечения и иммунопрофилактики разработаны пока недостаточно. Традиционно в группе глубоких микозов рассматриваются актиномикоз и нокардиоз, возбудителями которых являются так называемые лучистые грибки — актиномицеты, самостоятельная группа микроорганизмов, имеющих признаки грибов и бактерий. Они составляют 65% микроорганизмов в почве, живут в воде, на растениях, находятся в воздухе. В организме человека они могут сохраняться в миндалинах, кариозных полостях зубов, гайморовых пазухах, верхних дыхательных путях. Глубокие микозы встречаются практически повсеместно, но с неодинаковой частотой в разных климатических зонах, наиболее часто — в странах с жарким климатом. Важную роль в их распространении играют также социальные факторы: скученность населения, неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия жизни, малая доступность медицинской помощи. Болезнетворная активность (патогенность) грибов различна.

Некоторые виды низших грибов образуют плесень — *мукор*. У плесневых грибов, выращенных на разных субстратах (растительного и животного происхождения) различают три типа мицелия: субстратный, воздушный и колониальный. Субстратный мицелий — это сложная система в глубине питательной среды. Гифы доставляют питательные вещества из среды в воздушный мицелий (в колонию). Воздушный мицелий состоит из тонких нитевидных частиц и различных фибриллярных телец, колонии плотные, кожистые, имеющие гладкую, бугристую или зернистую поверхность.

Грибы классов Зигомицеты, Гифомицеты культивируются на средах растительного и животного происхождения для получения множества биологически активных веществ — антибиотиков, витаминов группы В, ферментов, которые необходимы для текстильной, кожевенной и других отраслей промышленности, стероидных гормонов. Фермент амилаза, вырабатываемый плесневыми грибами, применяется в пивоварении.

На навозе, испорченных продуктах появляется белый налет грибка *мукор*, через некоторое время этот налет чернеет из-за многочисленных спорангиев со спорами, которые служат для бесполого размножения. *Мукор* имеет вид белых, черных, серых

пушистых налетов на остатках животного и растительного происхождения. К плесневым грибам относится и пеницилл — зеленая плесень. Его мицелий состоит из разветвленных гиф, поделенных, в отличие от мукора, перегородками на клетки. Споры пеницилла собраны в цепочки на концах специальных гиф.

У разных групп грибов гифы различаются по внутреннему строению. При образовании в гифе многочисленных поперечных перегородок, или септ, развивается так называемый септированный мицелий, или мицелий из септированных гиф. Если перегородок нет, то весь исходно одноядерный мицелий представляет собой единственную многоядерную, многофункциональную разветвленную клетку — ценоцитный, несептированный мицелий. Он характерен для грибов класса Зигомицеты (рис. 3). Различные части такой клетки-«монстра» выполняют в цикле развития функции размножения (спорангии), прикрепления к субстрату (ризоиды), экспансии субстрата (столоны). Настоящие грибы отделов аскомикота и базидиомикота имеют хорошо выраженный септированный мицелий (рис. 4).

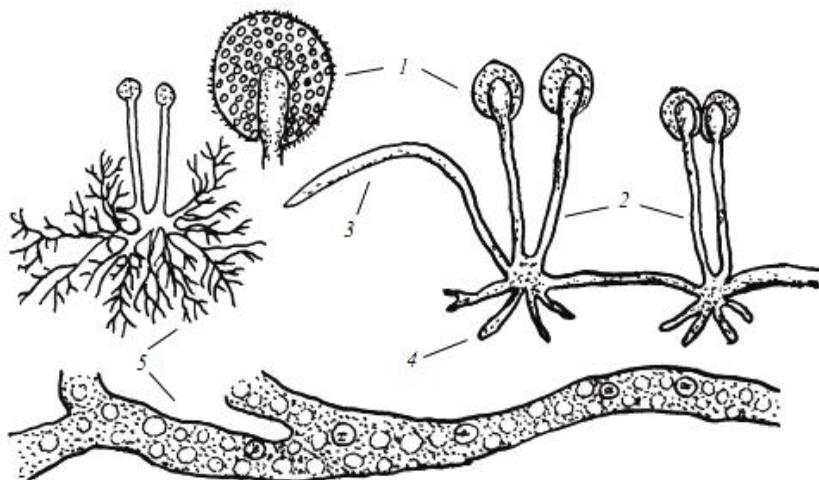


Рис. 3. Строение таллома мукоровых грибов (*Mucorales*):
 1 — спорангий; 2 — спорангиеносцы; 3 — столоны; 4 — ризоиды;
 5 — многоядерный несептированный мицелий

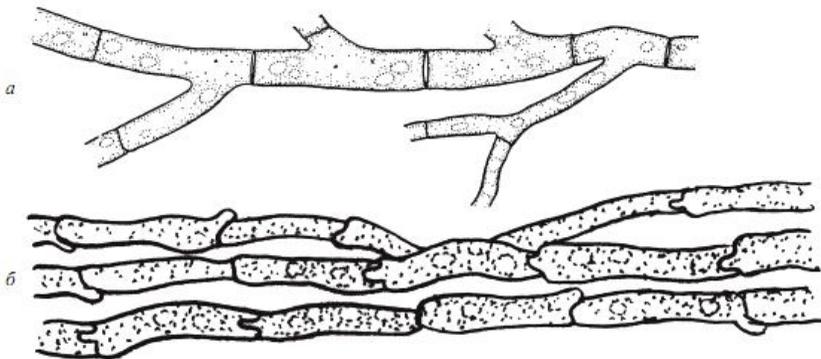


Рис. 4. Септированный мицелий:

a — без перегородок; *б* — с перегородками

В цикле развития дрожжевых грибов (класс *Endomycetes*, порядок *Endomycetales*) обязательно присутствует стадия бесполого размножения, во время которой образуется почкующийся мицелий. У некоторых видов при определенных условиях среды вновь образовавшиеся клетки не отделяются от материнских, а, оставаясь прикрепленными к ним, в свою очередь делятся, образуя псевдомицелий из цепочек и даже веточек клеток (рис. 5).

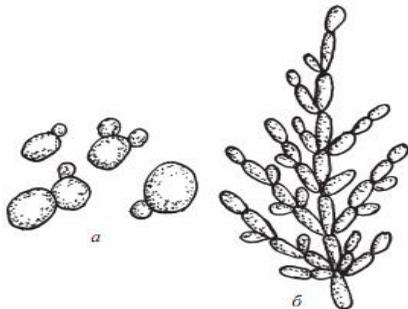


Рис. 5. Почкующийся мицелий

(*a*) псевдомицелий, (*б*) дрожжевых грибов

Грибы могут размножаться бесполом, половым, вегетативным путями. Спора — одноклеточный или многоклеточный специальный орган грибов, предназначенный для расселения и размножения. Спора окружена клеточной стенкой, или оболочкой, которая выполняет защитную функцию, препятствует лизису клетки в гипотонической среде, осуществляет обменные процессы между внешней средой и внутренними структурами клетки. Клеточная стенка многослойна. В упрощенном варианте ее слои объединяют в хорошо различимые под световым микроскопом экзоспорий, эписпорий и эндоспорий (рис. 6).

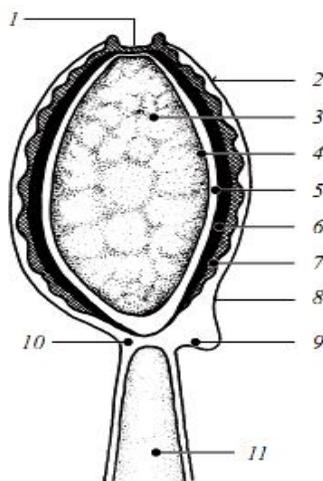


Рис. 6. Строение споры базидиального гриба хрустянки (*Psathyrella velutina*):

- 1 — пора;
- 2 — эктоспорий;
- 3 — цитоплазма;
- 4 — эндоспорий;
- 5 — эписпорий;
- 6 — экзоспорий;
- 7 — периспорий;
- 8 — вмятина (депрессия);
- 9 — апикулус;
- 10 — рубец, рубчик (остается на споре после отделения ее от стеригмы);
- 11 — стеригма

Эти слои могут быть выражены в разной степени, оболочка споры может быть толстой либо тонкой, иметь одну или несколько ростковых пор.

Плесневые грибы имеют большое значение в медицине, так как они синтезируют биологически активные вещества — ферменты, витамины, гормоны, токсины, широко используемые в ветеринарии, растениеводстве, пищевой промышленности. Лучистые грибки играют важную роль в процессе почвообразования и формирования плодородия почв.

При внесении в почву угнетенную гнилостными бактериями, специальных грибов-антагонистов, под воздействием токсинов, вырабатываемых ими, почва становится менее токсичной для растений. Такие грибы также могут оказывать оздоравливающее воздействие на организм животных и человека при инфекционных заболеваниях, благодаря выделению ими антибиотиков. В настоящее время антибиотиками следует называть химические соединения, образуемые различными микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности, которые обладают способностью в незначительных концентрациях и избирательно подавлять рост других микроорганизмов или вызывать их гибель. Грибы образуют с корнями растений симбиоз в виде разновидностей микоризы (рис. 7).

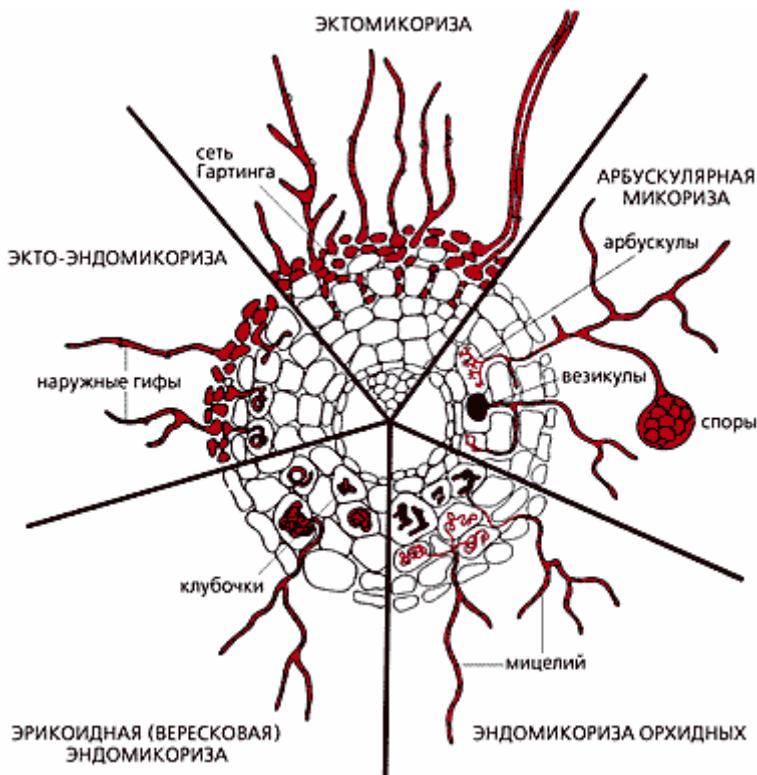


Рис. 7. Разновидности микоризы

Практическая часть

Препарат. Модельное выращивание плесневых грибов.

Задания:

- 1) Провести стерилизацию 21 чашки Петри.
- 2) Вырастить плесневые грибы на субстрате.
- 3) Приготовить микропрепараты плесневых грибов и изучить их под микроскопом.
- 4) Зарисовать виды выявленных грибов, сделать подписи.
- 5) Сделать выводы: какие факторы влияют на рост плесени, сколько дней рекомендуется хранить хлеб, как рекомендуется хранить хлеб (в специальных хлебницах или в пищевых пакетах) и почему?

Ход работы

1) В 21 чашку Петри, прокипяченную в течение 40 мин и охлажденную, поместить по кусочку белого хлеба. Чашки Петри разделить на три группы и подписать карандашом по стеклу — I группа, II группа, III группа.

I группа (контроль) — семь чашек. В три чашки положить только хлеб, в четыре другие добавить по 1 мл кипяченой воды.

II группа — семь чашек. В каждую чашку к кусочку хлеба добавить по три зернышка гречневой каши с выросшим на ней муком. В четыре из них добавить еще по 1 мл кипяченой воды.

III группа — семь чашек. В каждую чашку добавить по кусочку белого хлеба ($\approx 0,3 \text{ см}^3$) с выросшим на нем пенициллом. В четыре из них добавить по 1 мл кипяченой воды. Затем чашки поместить в термостат при температуре не менее 25°C .

2) Определить, на какой день произошло появление плесени; когда увеличение объема плесени стало заметным.

3) Определить, какой вид грибов быстрее развивается на поверхности субстрата.

4) Определить, на какой день муком и пеницилл проросли внутрь субстрата.

5) Определить, как идет развитие грибов в контроле.

Пинцетом отделить часть плесневого нароста и поместить его на предметное стекло. Пипеткой нанести на предметное стекло каплю красителя. Накрыть препарат покровным стеклом и поместить его под микроскоп. Рассмотреть полученный препарат.

Контрольные вопросы

1. Перечислите признаки царства Грибы.
2. Как классифицируют грибы?
3. Расскажите об особенностях строения аспергилла, пеницилла, ризопуса, мукона, дрожжей.
4. Какова роль грибов в биоценозе?
5. Какую роль играют грибы в жизни человека?
6. Что такое мицелий?
7. Дайте характеристику разновидностей мицелия.
8. Охарактеризуйте разновидности микоризы, их особенности и значение.

Раздел II ОНТОГЕНЕЗ

Лабораторная работа № 6

Митоз в корешке лука

Цель: продемонстрировать основные этапы деления соматической клетки.

Материалы и оборудование: молодые корешки лука репчатого, чашки Петри, препаровальные иглы, предметные и покровные стекла, пипетки, дистиллированная вода.

Теоретическая часть

Митоз (от греч. *mítos* — нить) — кариокинез, не прямое деление клетки, наиболее распространённый способ воспроизведения (репродукции) клеток, обеспечивающий тождественное распределение генетического материала между дочерними клетками и преемственность хромосом в ряду клеточных поколений. Биологическое значение митоза определяется сочетанием в нем удвоения хромосом путём продольного расщепления их и равномерного распределения между дочерними клетками. Началу митоза предшествует период подготовки, включающий накопление энергии, синтез дезоксирибонуклеиновой кислоты и репродукцию центриолей. Источником энергии служат макроэргические соединения. Митоз не сопровождается усилением дыхания, т.к. окислительные процессы происходят в интерфазе. Периодическое наполнение и опустошение энергетического резервуара — основа энергетики митоза.

Стадии митоза. Единый процесс митоза подразделяют на 4 стадии: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Иногда описывают ещё одну стадию, предшествующую началу профазы, — препрофазу (антефазу). Препрофаза — синтетическая стадия митоза, соответствующая концу интерфазы (S — G₂ периоды), которая включает удвоение ДНК и синтез материала митотического аппарата (рис. 1). В профазе происходят реорганизация ядра

с конденсацией и спирализацией хромосом, разрушение ядерной оболочки и формирование митотического аппарата путём синтеза белков и «сборки» их в ориентированную систему веретена деления клетки (рис. 2—3). Метафаза заключается в движении хромосом к экваториальной плоскости (метакинез, или прометафаза), формировании экваториальной пластинки («материнской звезды») и в разъединении хроматид, или сестринских хромосом (рис. 4—5). Анафаза — стадия расхождения хромосом к полюсам (рис. 6). Анафазное движение связано с удлинением центральных нитей веретена, раздвигающего митотические полюсы, и с укорочением хромосомальных микротрубочек митотического аппарата. Удлинение центральных нитей веретена происходит либо за счёт поляризации «запасных» макромолекул, достраивающих микротрубочки веретена, либо за счёт дегидратации этой структуры. Укорочение хромосомальных микротрубочек обеспечивается свойствами сократительных белков митотического аппарата, способных к сокращению без утолщения. Телофаза заключается в реконструкции дочерних ядер из хромосом, собравшихся у полюсов, разделении клеточного тела (цитотомия, цитокинез) и окончательном разрушении митотического аппарата с образованием промежуточного тельца (рис. 7—8). Реконструкция дочерних ядер связана с деспирализацией хромосом, восстановлением ядрышка и ядерной оболочки (рис. 9). Цитотомия осуществляется путём образования клеточной пластинки (в растительной клетке) или путём образования борозды деления (в животной клетке). Механизм цитотомии связывают либо с сокращением желатинизированного кольца цитоплазмы, опоясывающего экватор (гипотеза «сократимого кольца»), либо с расширением поверхности клетки вследствие распрямления петлеобразных белковых цепей (гипотеза «расширения мембран»).

Продолжительность митоза зависит от размеров клеток, их плоидности, числа ядер, а также от условий окружающей среды, в частности от температуры. В животных клетках митоз длится 30—60 мин, в растительных — 2—3 часа. Более длительны стадии митоза, связанные с процессами синтеза (препрофаза, профаза, телофаза); самодвижение хромосом (метакинез, анафаза) осуществляется быстро.

Регуляция митоза. В организме митоз контролируются системой нейрогуморальной регуляции, которая осуществляется нервной системой, гормонами надпочечников, гипофиза, щитовидной и половых желёз, а также местными факторами (продукты тканевого распада, функциональная активность клеток). Взаимодействие различных регуляторных механизмов обеспечивает как общие, так и местные изменения митотической активности. Митоз опухолевых клеток выходит из-под контроля нейрогуморальной регуляции.

Выражением регуляции митоза в связи с взаимодействием организма и среды служит суточный ритм деления клеток. В большинстве органов ночных животных максимум митоза отмечается утром, а минимум — в ночное время. У дневных животных и человека отмечается обратная динамика суточного ритма. Суточный ритм митоза — следствие цепной реакции, в которую вовлекаются ритмические изменения внешней среды (освещённость, температура, режим питания и др.), ритм функциональной активности клеток и изменения процессов обмена веществ.

Нарушения митоза. При различных патологических процессах нормальное течение митоза нарушается. Выделяют три основных вида патологии митоза: 1) повреждения хромосом (набухание, склеивание, фрагментация, образование мостов, повреждения центромеров, отставание отдельных хромосом при движении, нарушение их спирализации и деспирализации, раннее разъединение хроматид, образование микроядер); 2) повреждения митотического аппарата (задержка митоза в метафазе, многополюсный, моноцентрический и асимметричный митоз, трёхгрупповая и полая метафазы). Особое значение в этой группе патологии митоза имеет колхициновый митоз, или К-митоз, который вызывается алкалоидом колхицином, а также колцемидом, винбластином, винкристином, аценафтенон и другими так называемыми статмокинетическими ядами, используемыми в качестве мутагенов. К-митозы возникают и самопроизвольно в культуре ткани и опухолях. При К-митозе нарушаются расхождение центриолей и поляризация ими веретена деления, подвергается дезорганизации митотический аппарат, не происходит разъединения хроматид (К-пары); 3) нарушения цитотомии. Патологические митозы возникают после воздействия митотических

ядов, токсинов, экстремальных факторов (ионизирующее излучение, аноксия, гипотермия), при вирусной инфекции и в опухоли. Резкое увеличение числа патологических митозов типично для злокачественных опухолей.

Практическая часть

Препарат. Митоз в молодых корешках лука репчатого.

Задания:

- 1) Приготовить тонкий срез кончика корешка лука (растущего) и рассмотреть его под микроскопом X10, а затем на увеличении X40.
- 2) Определить клетки в разных митотических фазах.
- 3) Сделать рисунки меристатических клеток корешка лука в интерфазе, профазе, метафазе, анафазе и телофазе.
- 4) Сделать выводы по проделанной работе.



Рис. 1. Интерфаза



Рис. 2. Профаза
(фигура рыхлого клубка)

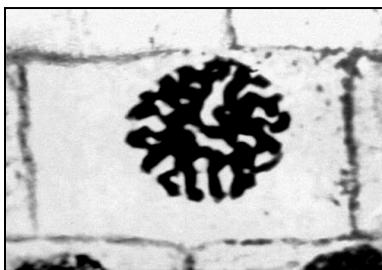


Рис. 3. Поздняя профазе
(разрушение ядерной оболочки)

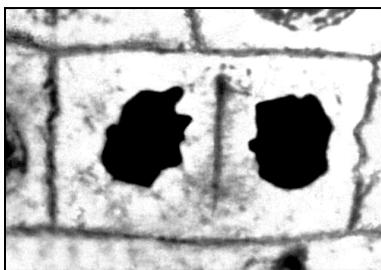


Рис. 4. Прометафаза



Рис. 5. Метафаза

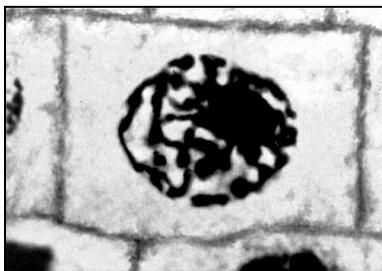


Рис. 6. Анафаза

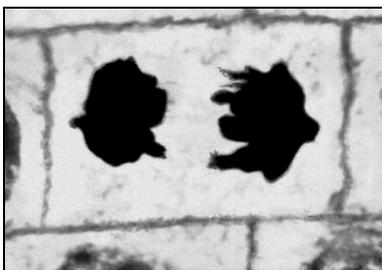


Рис. 7. Ранняя телофаза



Рис. 8. Поздняя телофаза

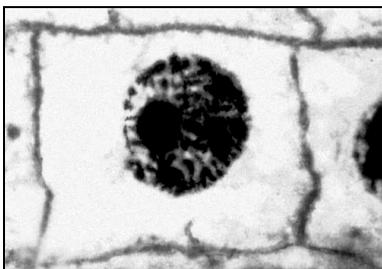


Рис. 9. Образование дочерних клеток

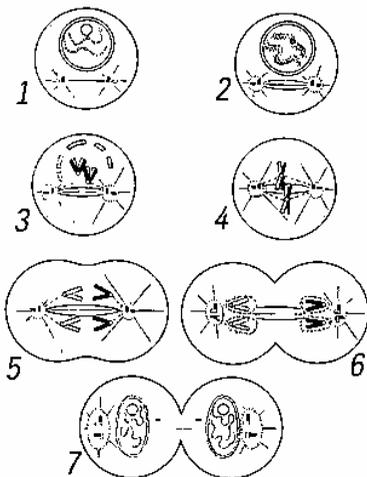


Рис. 10. Схема митоза соматических клеток
(1—2 профаза, 2—4 метафаза, 5—6 анафаза, 7 — телофаза)

Ход работы

За две недели до лабораторных исследований луковицу репчатого лука поместить в емкость с водой, так чтобы ее донце находилось всегда в воде.

На кончиках молодых корешков лука сделать продольные, очень тонкие срезы. Срезы поместить на предметное стекло в каплю воды, окрасить и рассмотреть под микроскопом.

Контрольные вопросы

1. Что такое митоз и какова его биологическая сущность?
2. За счет чего обеспечивается энергетика митоза?
3. Какова последовательность стадий митоза?
4. Раскройте суть каждой стадии митоза.
5. Какова продолжительность митотического деления клеток?
6. Как регулируется митоз в организме?
7. Какие выделяют виды патологии митоза? Дайте им подробную характеристику.

Лабораторная работа № 7

Развитие эмбриона курицы

Цель: изучить под микроскопом строение зародыша курицы на его начальной стадии инкубации, рассмотреть сокращения сердца, движение крови по сосудам.

Оборудование: инкубатор, микроскопы, куриное яйцо, чашки Петри, фильтровальная бумага, ножницы, скальпель, металлический шпатель, лабораторные стаканы объемом 50—100 мл, пинцеты, 200 мл физиологического раствора или теплой воды, предметные стекла, пипетки.

Теоретическая часть

Эмбрион курицы — классический объект эмбриологии. Домашняя курица (*Callus Domesticus*) относится к семейству *Callidae*. Продолжительность эмбрионального развития зависит от породы кур. Длительность инкубации яйценоских кур составляет 20 суток, кур мясных пород — 21 сутки. Овулировавшаяся яйцеклетка курицы одета только желточной оболочкой. После овуляции она быстро перезревает, обычно теряя способность оплодотворяться уже через 40 минут после овуляции. Сперматозоиды петуха способны сохраняться в половых путях кур от 12 до 35 дней. В воронку яйцевода, где происходит оплодотворение, спермии попадают на третьи сутки после спаривания или искусственного осеменения. В яйцо всегда попадает много сперматозоидов. Это явление, называемое физиологической полиспермией, нарушает нормального развития. Первая борозда дробления образуется через 3 часа после овуляции, вторая — через 20 минут после первой. До стадии 8 бластомеров эмбрион движется по яйцеводу в течение 3—6 часов, а последующие деления яйца вплоть до стадии 128 бластомеров происходят в «матке». В «матке» и клоаке яйцо находится от 16 до 24 часов.

Развитие цыпленка от инкубации до вылупления детально изучено.

Следует отметить, что определенное время подогрева не гарантирует получения точно заданной стадии развития зародыша. Это может зависеть от многих причин. К наиболее существенным из них относятся: генетически закрепленный определенный темп развития зародышей в момент их попадания в инкубатор, различия в сроках и температуре хранения яиц до инкубации, различия температуры внутри инкубатора, тип инкубатора и место в нем яйца. Значение имеют также индивидуальные различия размеров и формы яйца, толщина лицевой скорлупы и др.

На стадии инкубации 48 часов у эмбриона наблюдается 16 пар сомитов, голова поворачивается на левую сторону. Передний невротпор закрыт. Обозначается передний мозг. Первичные глазные пузыри и глазной стебель хорошо выражены. Слуховая ямка глубокая, но широко открыта. Сердце слабо 8-образно изогнуто. Головная складка амниона покрывает всю область переднего мозга.

На стадии развития 4-х суток можно наблюдать типично развитый зародыш. Для него характерны следующие особенности: амнион плотно облегает тело зародыша, количество амниотической жидкости незначительное; аллантоис — небольшой мешочек со стенками равной толщины — сверху соприкасается с серозой и, срастаясь с ней, образует хорио-аллантоис, желточная оболочка сброшена, ее остаток и халазы находятся под дном формирующегося желточного мешка.

Непосредственные наблюдения куриного зародыша можно проводить различными способами: открыв доступ к зародышу удалением части скорлупы или производя снятие зародышевого диска с поверхности желтка. Последний способ позволяет лучше изучить строение зародыша на стадии инкубации 2—4 суток, в том числе лучше рассмотреть сокращения сердца, движение крови по сосудам, поскольку эмбрион, снятый с поверхности желтка, можно хорошо отмыть от желтка и поместить в теплом физрастворе под микроскоп для детального изучения в падающем и проходящем свете.

Практическая часть

Препарат 1. Зародышевый диск куриного яйца.

Задание: Снять зародышевый диск с поверхности желтка.

Ход работы

Вынуть из инкубатора яйцо и положить его на горизонтальную поверхность на 1—2 мин. За это время халазы развернут желток, и зародыш окажется в верхнем положении (рис. 1, А).

Взять яйцо двумя руками и, не меняя его ориентации (не поворачивая), поднести к чашке Петри, разбить скорлупу с нижней стороны яйца об ее край. Нужная степень разрушения скорлупы определяется по интенсивности вытекания белка из яйца: белок должен вытекать медленно.

Держа яйцо двумя руками и не меняя его положения, поместить его над центром чашки Петри на минимально возможном расстоянии от ее дна, быстро раскрыть яйцо с нижней стороны, не раздавив при этом скорлупу. В выпавшем в чашку Петри желтке зародыш должен лежать наверху, в центре желтка (рис. 1, Б).

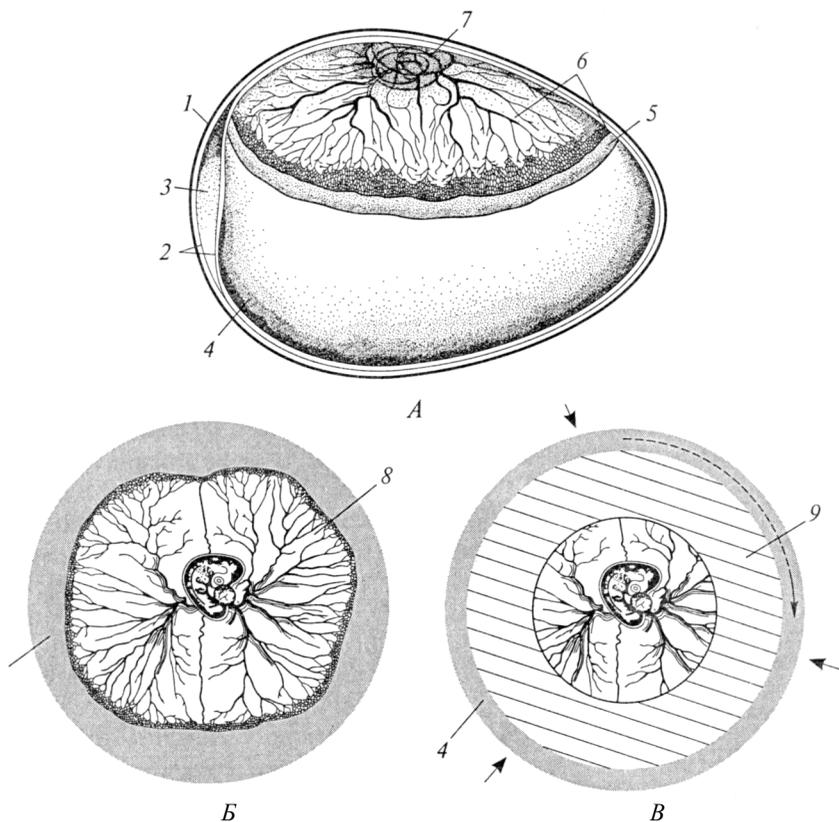


Рис. 1. Приготовление тотального препарата эмбриона курицы 4-го дня инкубации:

- A* — строение инкубированного яйца; *Б* — зародышевый диск на желтке;
В — наложение бумажного кольца на зародышевый диск (стрелками
указаны места, в которых надо надрезать оболочку желтка; пунктир — линия,
по которой следует надрезать оболочку желтка по периметру бумажного кольца);
1 — скорлупа; 2 — подскорлуповые оболочки; 3 — воздушная камера;
4 — белок; 5 — желток; 6 — кровеносные сосуды зародышевого диска;
7 — тело зародыша; 8 — край обрастания; 9 — бумажное кольцо

Вырезать кольцо из фильтровальной бумаги и поместить его на зародыш таким образом, чтобы в отверстии кольца был виден весь зародыш, а ширина бумажной части кольца составляла бы 3—4 мм. На зародышах в стадии инкубации 3—4 суток бумажная часть кольца должна полностью закрыть всю кровеносную систему желточного мешка, что предотвратит случайное разрушение сосудов и вытекание из них крови, иначе сокращения сердца быстро прекращаются (рис. 1, *B*).

Через 3—4 мин (за это время кольцо присохнет к желточной оболочке) следует сделать 2—3 разреза в желточной оболочке по бокам желтка. Желток вытечет, его давление на оболочку будет снято, и при дальнейших манипуляциях он не сможет попасть на кольцо и затопить зародыш.

По внешнему краю бумажного кольца сделать ножницами круговой разрез желточной оболочки, не оставляя при этом неразрезанных участков оболочки.

Взяв металлический шпатель, смочить его в белке или воде и подвести его под бумажное кольцо с зародышем, придерживая при этом пинцетом бумажное кольцо с противоположной от шпателя стороны. Глубина погружения шпателя под кольцо не более 1—2 мм.

Подняв шпателем с желтка зародыш с кольцом, перенести его в чашку Петри или в более глубокую посуду, наполненную теплым (38—40°C) физиологическим раствором. Опустить шпатель в раствор таким образом, чтобы бумажное кольцо с желточной оболочкой находилось под зародышем, начать производить шпателем короткие колебательные движения в горизонтальной плоскости.

Через 30—60 с, по-прежнему придерживая кольцо с оболочкой пинцетом на поверхности раствора, осторожно отвести шпатель в сторону и вниз от кольца, но не вертикально вниз, а по диагонали в сторону, противоположную пинцету. При этом желток отделится от зародыша. После прекращения удерживания пинцетом кольца зародыш и кольцо должны остаться плавать на поверхности раствора.

Если бумажное кольцо с эмбрионом намкнуло и начало тонуть, следует поддерживать его шпателем, не давая опуститься на дно, и продолжать отмывку до полного отделения желтка (рис. 2, *A*).

Препарат 2. Временный микропрепарат зародыша курицы.

Задания:

1) Рассмотреть зародыш под микроскопом кратностью 100, найти амнион зародыша, амниотическую жидкость, аллантоис, серозную оболочку, хорио-аллантоис, остаток желточной оболочки, остатки халазы, желточный мешок.

Ход работы

Подвести под плавающее кольцо предметное стекло и вынуть его вместе с зародышем и кольцом (рис. 2, Б, В). Поместить стекло в чашку Петри. Рассмотреть зародыш под микроскопом, обливая его теплым физиологическим раствором из пипетки или налив этот раствор в чашку Петри. В условиях практикума вместо физиологического раствора можно использовать теплую воду, что позволяет наблюдать сердечные сокращения в течение нескольких минут.

2) Сделать рисунок тотального препарата эмбриона курицы 4-го дня инкубации. Отметить на нем кровеносные сосуды, зародыш, амнион, амниотическую жидкость, аллантоис, серозную оболочку, хорио-аллантоис, остаток желточной оболочки, остатки халазы, желточный мешок.

3) Сделать выводы по выполненной работе.

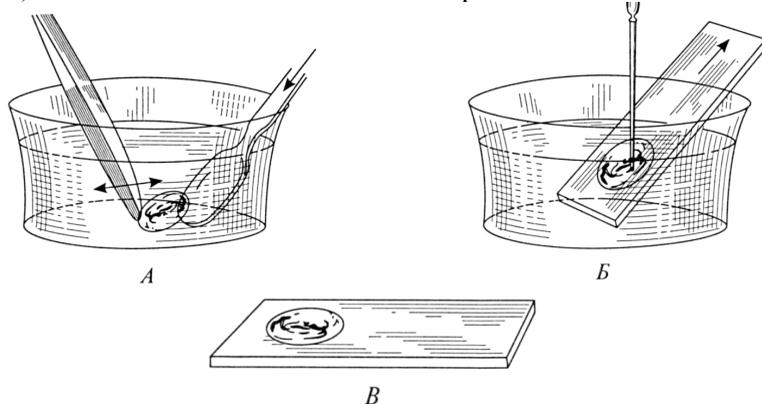


Рис. 2. Приготовление тотального препарата эмбриона курицы 4-го дня инкубации:

- A* — отмывка от желтка зародыша курицы в кристаллизаторе с теплой водой или физиологическим раствором;
Б, В — перенос препарата на предметное стекло

Вопросы для самоконтроля

1. Каково систематическое положение курицы домашней?
2. Каковы особенности овуляция яйцеклетки курицы?
3. Что такое инкубация?
4. Как происходит оплодотворение яйцеклетки курицы?
5. Как происходит дробление зиготы?
6. Что такое гастрюляция?
7. Что такое нейруляция?
8. Что такое эмбриогенез?
9. Как приготовить тотальный препарат эмбриона курицы 2—4-го дней инкубации?
10. Чем можно объяснить отсутствие гарантии заданной стадии развития зародыша?
11. Как развивается эмбрион курицы по истечении 2-х суток инкубации?
12. Как развивается эмбрион курицы по истечении 4-х суток инкубации?

Раздел III

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Лабораторная работа № 8

Законы Г.Менделя в эксперименте

Цель: продемонстрировать основные теоретические выводы, которые следуют из экспериментов Г.Менделя

Материалы и оборудование: семена кукурузы, чашки Петри, фильтровальная бумага.

Самостоятельно изучить законы Г.Менделя.

Практическая часть

Задания:

1) Взять 4 чашки Петри, разложить в них 20—30 семян кукурузы на увлажненной фильтровальной бумаге. Между семенами должно быть расстояние, равное примерно двум длинам семени. Две чашки поставить на хорошо освещенное место так, чтобы на них не попадал прямой солнечный свет. Две другие чашки изолировать от света, накрыв их картонной коробкой. Семена надо проращивать в течение 8—10 дней. При подсыхании следует подливать в чашки несколько капель воды, при этом держать чашки открытыми не более 5—10 секунд.

2) Сравнить проростки, развившиеся в темноте. Подсчитать число растений нормального зеленого цвета и число растений без хлорофилла. Записать данные в таблицу 1. Когда большая часть начнет расти, одну из чашек Петри вынуть из-под коробки и поставить на свет. Продолжать наблюдения за ними до тех пор, пока большинство семян не прорастет.

Таблица 1

**Количественные результаты проростков,
развившихся на свету и в темноте**

На свету		В темноте	
Количество зеленых растений	Количество альбиносов	Количество зеленых растений	Количество альбиносов
Отношение зеленых к альбиносам		Отношение зеленых к альбиносам	
Процент альбиносов		Процент альбиносов	
Изменение процента альбиносов после выноса растений на свет			

Данные, полученные студентами всей группы, занести в таблицу 2.

Таблица 2

**Обобщенные данные проростков,
развившихся на свету и в темноте**

На свету		В темноте	
Количество зеленых растений	Количество альбиносов	Количество зеленых растений	Количество альбиносов
Отношение зеленых к альбиносам		Отношение зеленых к альбиносам	
Процент альбиносов		Процент альбиносов	
Изменение процента альбиносов после выноса растений на свет			

Контрольные вопросы

1. Отличаются ли друг от друга проростки, находившиеся на свету? Чем можно объяснить эти различия?
2. Сравните количественные данные — число растений зеленого цвета и число альбиносов (если они появятся) среди растений, выросших на свету.

3. Вычислите среднее значение отношения зеленых растений к альбиносам. Чем оно отличается от ожидаемого?
4. Каков процент альбиносов, выросших в темноте и на свету?
5. Какие, по Вашему мнению, факторы влияют на образование хлорофилла?
6. Как изменится процент альбиносов среди растений, выращенных сначала в темноте, а потом на свету? Как объяснить эти изменения?
7. Подтверждают ли результаты этой части эксперимента Ваши выводы об образовании хлорофилла или противоречат им?
8. Что говорят результаты этих экспериментов о влиянии окружающей среды на развитие наследственного признака?
9. Какой признак в данном случае доминирует?
10. В природе гомозиготные по гену альбинизма особи обычно погибают, однако, если альбинизм уже появился в популяции, то он обычно повторяется в поколениях. Почему это происходит?

Лабораторная работа № 9

Морфологический критерий вида на примере родов ромашка и чина

Цель: определить и описать морфологический критерий видов.

Материалы и оборудование: гербарные образцы ромашки пахучей и ромашки аптечной, чины луговой и клубненосной, заспиртованные соцветия перечисленных видов растений.

Теоретическая часть

Критерии вида — это признаки, которые позволяют отличить один вид от другого. Самый доступный критерий — морфологический, т.е. совокупность внешних и внутренних признаков, характерная для определенного вида. Под термином *виды-двойники* (введенным в науку в 1942 г. Э.Майром) понимают виды, сходные

морфологически, но не скрещивающиеся между собой. Самый известный пример таких видов — малярийные комары, обитающие в Европе. Показано, что самые надежные различия их заключаются в строении яиц и хромосом слюнных желез комаров. Виды-двойники встречаются практически во всех группах животных. Меньше всего таких видов у млекопитающих: в этом классе виды-двойники обнаружены у землероек и грызунов. Среди птиц виды-двойники обнаружены у саланганов — небольших буроватых стрижей, хорошо известных съедобными гнездами (из гнезд саланган варят превосходные супы, напоминающие по вкусу осетровую икру).

Повсеместно виды-двойники распространены у жаб и лягушек. Особенно часто они встречаются у насекомых, а в пределах этого класса — у бабочек. Так, род листовертков включает два внешне неразличимых вида: один питается на ели и пихте, а другой — на сосне. У таких простейших организмов, как инфузория-туфелька — это комплекс видов, состоящий из 16 видов-двойников.

Практическая часть

Задания:

- 1) Изучить морфологические признаки ромашки пахучей и ромашки аптечной
- 2) Рассмотреть морфологические признаки чины луговой и чины клубненоносной.
- 3) Сделать выводы по выполненной работе.

Ход работы

Морфологический критерий вида — самый доступный для систематиков. На практике с ним лучше познакомиться, взяв 2—3 вида растений в пределах одного рода (род чина и род ромашка).

- 1) Рассмотреть морфологические признаки двух видов: ромашка пахучая и ромашка аптечная (рис. 1—2).
- 2) Определить черты сходства.
- 3) По каким признакам один вид можно отличить от другого?
- 4) Определить признаки, которые отличают один вид от другого и относятся к морфологическому критерию.



Рис. 1. Ромашка пахучая



Рис. 2. Ромашка аптечная

5) Заполнить таблицу 1, указав внешние отличия разных видов, т.е. морфологические признаки.

Таблица 1

**Морфологический критерий видов
ромашка пахучая и ромашка аптечная**

Признак	Ромашка аптечная	Ромашка пахучая
Окраска трубчатых цветков		
Окраска краевых цветков		
Размеры краевых цветков		
Высота растений		

6) Рассмотреть и в сравнительном аспекте описать морфологические признаки чины луговой и чины клубненосной (рис. 3—4).



Рис. 3. Чина луговая



Рис. 4. Чина клубненосная

**Морфологический критерий видов
чина луговая и чина клубненосная**

Признак	Чина луговая	Чина клубненосная
Окраска венчика		
Форма листа		
Особенности корневой системы		

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику генетического, экологического, морфологического, биохимического и географического критериев вида.
2. Какие факторы объединяют особей в одну популяцию?
3. Какой из критериев вида является главным при определении видовой принадлежности особи?
4. Почему при определении принадлежности особи к тому или иному виду учитывают комплекс критериев?

Лабораторная работа № 10

Изучение световой модификации у сосны обыкновенной

Цель: оценить роль световой модификации для сосны обыкновенной и характер ее наследственности.

Материалы и оборудование: побеги сосны, выросшие в затемнении и на свету, транспортер, листья растений для составления вариационного ряда, лист бумаги А3.

Теоретическая часть

Организм от своих предков получает совокупность наследственных признаков — генотип. Генотип реализуется в фенотип —

совокупность внешних и внутренних признаков организма. Эта реализация происходит в условиях внешней среды, которые являются непостоянными. Поэтому даже на основе одинаковых генотипов в различных условиях формируются различные фенотипы. В процессе эволюции вырабатываются некоторые пределы адаптивного реагирования фенотипа. Так возникает норма реакции организма на изменения внешних условий.

Норма реакции — это пределы, в которых может изменяться фенотип при неизменном генотипе.

В генотипе мальков рыб, личинок земноводных записана способность давать определенное число глаз, а в фенотипе (если в среду добавить хлорид магния) развивается циклопия — одноглазие. Значит, фенотипическое проявление данного признака и его норма реакции — наличие одного глаза или двух. Яйца одного вида птиц могут различаться по массе, длине, диаметру, окраске скорлупы и другим признакам, но данные признаки находятся в определенных пределах. Эти значения описывают фенотипическое проявление генотипа и находятся в пределах нормы реакции генотипа.

У растений развитие листьев происходит в разных условиях температуры, освещенности, обеспеченности минеральными солями. Это приводит к тому, что листья различаются по длине и ширине. Измеряя эти показатели в пределах одного растения, можно составить вариационный ряд и описать изменчивость признака. Все варианты от минимальной до максимальной будут лежать в пределах нормы реакции генотипа.

1. Норма реакции генотипа организмов зависит от уровня организации. Как правило, с повышением уровня организации норма реакции расширяется. Эта закономерность выявляется по отношению к температуре: низкоорганизованные животные холоднокровны, а с повышением уровня организации у птиц и млекопитающих появляется теплокровность, что позволяет им существовать при значительных колебаниях температуры среды.

2. Показано, что чем сильнее изменяются условия существования, тем шире у организмов норма реакции. Так, эмбриональное развитие протекает в более постоянных условиях, чем поздние стадии онтогенеза, поэтому норма реакции по признакам эмбрионального развития узкая.

Норма реакции — это адаптивная, т.е. приспособительная характеристика организма. В пределах нормы реакции лежит адаптивная модификационная изменчивость. Широко распространены световые модификации, возникающие в ответ на изменение освещенности. Примером может служить изменение количества оранжевых пятен на коже у пятнистой саламандры: при хорошей освещенности количество пятен увеличивается. При хорошей освещенности у листьев колеуса вырабатывается большое количество красных пигментов, при недостатке они редуцируются. Значительно шире распространены температурные модификации. Например, весеннее поколение бабочек Ванесс развивается из охлажденных яиц, поэтому имеет крылья светлее, чем у бабочек летнего поколения. Китайская примула при температуре +20°C имеет розовую окраску венчика, а при +30°C — белую. Перемещая растение из одних условий в другие, можно получить организм с цветками разной окраски.

Таким образом, модификационная изменчивость, лежащая в пределах нормы реакции генотипа, носит для организмов адаптивный характер.

Практическая часть

Задания:

- 1) Провести сбор побегов сосны.
- 2) Изучить световую модификацию сосны обыкновенной
- 3) Составить и проанализировать вариационный ряд листьев сосны, ели или других растений.
- 4) Сделать выводы по проделанной работе.

Ход работы

1) Рассмотреть не менее 20 побегов сосны, выросших в затенении и на свету. Определить их различие. Описать математически изменчивость признака: угол наклона хвои к побегу сосны из разных условий освещенности. Определить величину угла наклона транспортиром для обоих вариантов. Сделать 11—15 измерений, занести данные в таблицу.

Таблица 1

Световая модификационная изменчивость сосны обыкновенной

Признаки	Сосна на свету	Сосна в затенении
Угол наклона хвои к побегу		
Среднее значение		

Вычислить среднюю арифметическую величину. Сделать вывод.

2) Схематически изобразить побеги сосны с хвоей, указав среднее значение признака.

3) Произвести сбор из кроны сосны обыкновенной, сосны сибирской, ели обыкновенной или других растений (50—100 листьев), составить вариационный ряд листьев и описать изменчивость признака.

Контрольные вопросы

1. Что такое модификационная изменчивость?
2. Что такое норма реакции?
3. Что такое вариационный ряд?
4. Каково значение изученной модификации?
5. Каково влияние световой модификации на характер наследственности?

Лабораторная работа № 11

Статистические закономерности модификационной изменчивости

Цель: изучить закономерности изменчивости длины листьев клевера ползучего. Определить пределы изменчивости (норму реакции) изучаемого признака. Определить наиболее часто встречающиеся значения признака. Отработать профессиональные знания и умения по генетике, способствующие более прочному усвоению теоретического материала, приобретению навыков экспериментальной работы.

Материалы и оборудование: линейки и гербарий листьев растений (клевера ползучего).

Изучить теоретическую часть темы самостоятельно.

Практическая часть

Ход работы

Задания:

- 1) Собрать материал (листья клевера ползучего) на территории города Нижневартовска.
- 2) Измерить длину 20—30 листьев клевера ползучего, занести данные в таблицу 1.

Таблица 1

Длина листьев клевера ползучего

№	Длина листа, мм	№	Длина листа, мм	№	Длина листа, мм
1		8		15	
2		9		16	
3		10		17	
4		11		18	
5		12		19	
6		13		20	
7		14		21	

- 3) Обработать полученные данные и заполнить таблицу 2.

Таблица 2

Статистические данные по длине листа клевера ползучего и количеству листьев с выявленной длиной

Длина листа, мм	Min						Max

- 4) Определить норму реакции (т.е. предел изменчивости) изучаемого признака (min и max).
- 5) Используя данные таблицы изменчивости, построить график изменчивости длины листьев клевера ползучего (вариационную кривую).

б) Определить среднее значение изучаемого признака (длина листьев).

$$\text{Средняя длина} = \frac{1 + 2 + 3 \dots + 20}{20}.$$

Контрольные вопросы

1. Дайте характеристику видам модификационной изменчивости.
2. Какое значение для организмов имеет модификационная изменчивость?
3. Какой вид изменчивости иллюстрирует предлагаемый материал?
4. В чем заключаются закономерности изменчивости длины листьев клевера ползучего?
5. Каковы пределы изменчивости (нормы реакции) изучаемого признака и ее среднее значение?
6. Какие значения признака встречаются чаще?

Лабораторная работа № 12

Изучение модификационной изменчивости у растений, построение вариационного ряда и вариационной кривой

Цель: показать статистические закономерности модификационной изменчивости на примере использования математических методов в биологии.

Материалы и оборудование: клубни картофеля, линейка, простой карандаш.

Изучить теоретическую часть темы самостоятельно.

Практическая часть

Ход работы

Построение вариационного ряда и кривой изменчивости количества почек-глазков на клубнях картофеля.

Задания:

1) Подсчитать на 10—15 клубнях картофеля количество почек-глазков.

2) Расположить их в порядке нарастания величины данного признака. Обозначить цифрами наиболее часто встречающиеся величины признака.

3) Записать полученные данные вариационного ряда в таблицу.

Таблица 1

Изменчивость количества глазков на клубне картофеля

Порядковый номер	1	2	3	...	15
Количество глазков (вариантов)					
Средняя величина признака					

4) Построить графическое выражение (вариационную кривую) изменчивости признака — количество почек-глазков на клубнях картофеля. Для этого:

— по оси абсцисс отложить на одинаковом расстоянии отдельные варианты — количество почек-глазков на клубнях картофеля в нарастающем порядке;

— по оси ординат отложить числовые значения, соответствующие частоте повторяемости каждой варианты (количество почек-глазков на клубнях картофеля);

— по горизонтальной оси восстановить перпендикуляры до уровня, соответствующего частоте повторяемости каждой варианты;

— точки пересечения перпендикуляров с линиями, соответствующими частоте вариант, соединить прямыми.

5) Определить среднюю величину указанного признака — количество почек-глазков на клубнях картофеля, используя для этой цели формулу:

$$M = E(VP) / N.$$

где N — общее число вариант вариационного ряда;
 V — варианта;
 P — частота встречаемости вариант;
 E — знак суммирования;
 M — средняя величина признака.

6) Провести сравнение цифровых данных вариационной кривой и сделать вывод о частоте встречаемости почек-глазков определенного количества.

7) Сделать выводы по проделанной работе: о чем свидетельствует длина вариационного ряда? Что является графическим выражением модификационной изменчивости признака? Чем ограничены пределы вариационной изменчивости?

Контрольные вопросы

1. Как называется линия, полученная в результате выполнения заданий?
2. С каким числом почек-глазков наиболее часто встречаются клубни?
3. Какие статистические закономерности модификационной изменчивости Вы обнаружили в ходе исследования?

Лабораторная работа № 13

Индивидуальная изменчивость живых организмов

Цель: выявить параметры индивидуальной изменчивости вида.

Материалы: гербарий *Trifolium pratense* L (клевер луговой), комнатные растения, коллекции насекомых (жуков, бабочек и т.п.).

Теоретический материал индивидуальной изменчивости живых организмов изучить самостоятельно.

Практическая часть

Ход работы

Задания:

1) Рассмотреть 15—20 экземпляров одного вида растений, например, *Trifolium pratense* (рис. 1), изучить их индивидуальную изменчивость морфологических признаков. Данные занести в таблицу 1, сделать выводы.

Таблица 1

Индивидуальная изменчивость растений вида *Trifolium pratense* L

Признак	Особи одного вида							
	3	4	5	6	7	8	9	
1) Высота растений								
2) Количество стеблей								
3) Количество соцветий								
4) Диаметр соцветия								
5) Количество цветков в соцветии								
6) Окраска венчика цветков								
7) Длина листа								
8) Ширина листа								

Справка. *Trifolium pratense* — двулетнее или многолетнее растение высотой 15—55 см с разветвленным корневищем и ветвистыми побегами. Стебель прямостоячий или восходящий, опушенный прижатыми волосками. Листья тройчатые с широкими прилистниками, суженными в ость, наполовину сросшимися с черешком, листочки эллиптические, почти цельнокрайние, обычно с белым рисунком в виде треугольника. Цветки собраны в шаровидные головки. Венчик мотыльковый, лилово-красный (реже бледно-лиловый или белый), чашечка с 10 жилками, опушенная. Цветет с конца мая до осени. Плод — боб. Растет на лугах, опушках, полянах. Тепло- и светолубивое растение, нетребовательное к почвам. Распространен в Европе в областях с умеренно влажным климатом.

2) Рассмотреть коллекцию чешуекрылых насекомых — боярышница *Aporia crataegi* (рис. 2). Сравнить и определить у них индивидуальную изменчивость перечисленных признаков. Данные внести в таблицу 2, сделать выводы. Путем сравнения определить степень отклонения. Какие свойства организмов проявляются в сходстве и различии особей одного вида?



Рис. 1. *Trifolium pratense* L (клевер луговой)

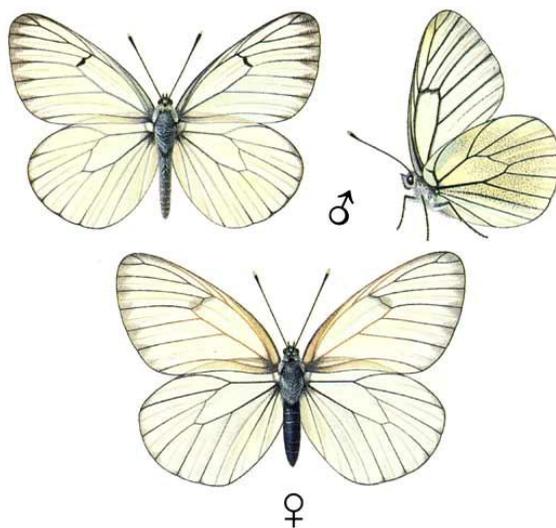


Рис. 2. *Aporia crataegi* (боярышница)

Справка. Боярышница — бабочка из семейства белянок (*Pieridae*). Гусеницы являются вредителями плодовых культур. Боярышница распространена по всей Европе, а также в Северной и Средней Азии до западных склонов гор Восточной Якутии и Японии. Наиболее многочисленна в Северной Африке, Марокко, Алжире. Бабочки выходят из куколки в июне, а на юге уже в мае.

Таблица 2

Индивидуальная изменчивость боярышницы *Aporia crataegi*

№ признака	Признак	Особи одного вида									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
1.	Длина тела										
2.	Размах передних крыльев										
3.	Размах задних крыльев										
4.	Ширина передних крыльев										
5.	Ширина задних крыльев										
6.	Цветовая гамма крыльев										

3) Заполнить таблицу 3 и сравнить две формы изменчивости (ответ «да» или «нет»). Сделать выводы.

Таблица 3

Сравнение определенной и неопределенной изменчивости

Вопросы для сравнения	При неопределенной (индивидуальной) изменчивости	При неопределенной (групповой) изменчивости
Можно ли заранее предсказать, как (в каком направлении) изменится организм под воздействием влаги, холода, пищи?		
Передается ли новый признак по наследству?		
В каких (в одном или в различных) случайных направлениях уклоняется признак у особей, если они живут в одинаковых условиях?		
Адекватна ли изменчивость признака по отношению к вызвавшей её причине?		

Контрольные вопросы

1. Что такое изменчивость (биологическая)?
2. Расскажите о причинах и механизме определенной, неопределенной и относительной изменчивости, приведите примеры.
3. Какое значение имеют перечисленные формы изменчивости в онтогенезе и филогенезе живых организмов?
4. Форма тела у бабочки каллимы напоминает лист. Как сформировалась подобная форма тела у бабочки?
5. Каковы параметры индивидуальной изменчивости клевера лугового и боярышницы?

Раздел IV ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ

Лабораторная работа № 14

Механизм естественного отбора в системе «хищник—жертва»

Цель: доказать, что покровительственная окраска и подражательное свойство животных является результатом естественного отбора в системе «хищник—жертва».

Материалы и оборудование: рисунки, таблицы животных, демонстрирующих покровительственную окраску.

Теоретическая часть

Многообразие форм покровительственных окрасок делится на 4 группы: покровительственная (или скрывающая) (рис. 1), предостерегающая (или предупреждающая), угрожающая, мимикрия (или ложнопредостерегающая). Таким образом, покровительственная окраска, возникающая в результате естественного отбора, является и для хищника, и для жертвы важнейшим приспособительным фактором (рис. 1—5).



Рис. 1. Покровительственная окраска выпя обыкновенной и куропатки белой

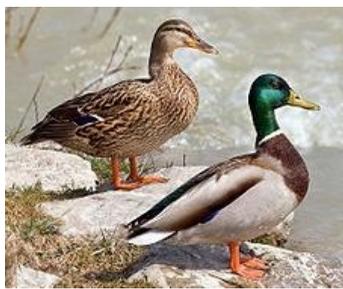


Рис. 2. Покровительственная окраска утки-кряквы, лягушки травяной, зайца-беляка (зима, лето)

Практическая часть

Задание. Заполнить таблицы 1—4 и дать ответы на вопросы. Сделать выводы.

Таблица 1

Покровительственная (скрывающая) окраска животных

№	Животные	Окраска тела	Тип окраски	
			окраска среды	тип окраски
1.	Зяец-беляк (зима, лето)			
2.	Олень пятнистый			
3.	Тигр уссурийский			
4.	Ворон серый			
5.	Лягушка травяная			
6.	Окунь речной			
7.	Выпь обыкновенная			
8.	Утка-кряква			
9.	Песец обыкновенный			
11.	Гусеница бабочки-белянки			

Таблица 2

**Предостерегающая (демонстрационная)
и угрожающая окраска животных**

№	Животные	Окраска тела	Тип окраски	
			предостерегающая	угрожающая
1.	Оса			
2.	Шмель			
3.	Божья коровка			
4.	Морской конёк			
5.	Жерлянка			
6.	Бабочка-крапивница			
7.	Майский жук			

Таблица 3

Мимикрия (подражательное сходство)

№	Животные, растения	Объект подражания
1.	Журчалка шмелевидная	
2.	Богомол	
3.	Цветок орхидеи	
4.	Кукушка	
5.	Бабочка	
6.	Гусеница пяденицы	

Таблица 4

Покровительственная окраска в системе «хищник—жертва»

№	Животные	Хищник		Жертва	
		окраска тела	тип окраски	окраска тела	тип окраски
1.	Синица — березовая пяденица				
2.	Полярная сова — лемминг				
3.	Лягушка — зеленый кузнечик				
4.	Рысь — заяц-беляк				
5.	Степной орёл — суслик				
6.	Куница — белка				
7.	Песец — белая куропатка				
8.	Кукушка — гусеница непарного шелкопряда				



Рис. 3. Жерлянка



Рис. 4. Морской конек



Рис. 5. Шмель



Рис. 6. Журчалка шмелевидная



Рис. 7. Яйцо кукушки в гнезде



Рис. 8. Гусеница пяденицы



Рис. 9. Березовая пяденица



Рис. 10. Лемминг



Рис. 11. Гусеница непарного шелкопряда



Рис. 12. Синица большая



Рис. 13. Полярная сова



Рис. 14. Кукушка

Контрольные вопросы

1. Дайте определение естественного отбора.
2. Приведите доказательства существования естественного отбора.
3. Что следует понимать под покровительственной окраской? Приведите примеры.
4. Как покровительственная окраска сочетается с формой тела у животных? Приведите примеры.
5. Все ли пустынные животные имеют желтую окраску, а арктические — белую? Объясните на примерах.
6. В чем заключается биологическая роль ярких окрасок животных?
7. Подкрепляется ли яркая окраска животных иными средствами защиты? Приведите примеры.
8. Какое значение имеет мимикрия в природе?
9. Каким путем шло параллельное приобретение покровительственных окрасок у хищников и жертв?
10. Почему некоторые животные меняют окраску тела по сезонам года?
11. Чем объясняется тот факт, что хищник и жертва имеют одинаковую окраску? Приведите примеры.
12. Назовите основные формы естественного отбора.
13. Каковы механизмы естественного отбора в системе «хищник—жертва»?

Лабораторная работа № 15

Дивергенция и конвергенция признаков как результат движущего отбора

Цель: установить дивергентные и конвергентные признаки, появившиеся в процессе эволюции у рассматриваемых групп организмов.

Подготовьте ответы на вопросы:

1. Что такое движущий отбор? Приведите примеры. 2. Что такое дивергенция и конвергенция? Приведите примеры. 3. Каково значение в природе процессов дивергенции и конвергенции? 4. Какова роль естественного отбора при дивергентной эволюции видов? Приведите примеры. 7. Каково морфологическое сходство при конвергенции? 8. Какова роль движущего отбора при конвергенции?

Практическая часть

Задания:

1) Применив знания по зоологии, установить видовую принадлежность животных, определить отряды; данные занести в таблицы 1—2.

2) Сделать выводы по проделанной работе.

Таблица 1

Экологическая дивергенция

№	Экологические группы животных	Вид	Отряд
1.	Летающие		
2.	Бегающие		
3.	Лазающие		
4.	Роющие (подземные)		
5.	Плавающие		

Таблица 2

Конвергентные признаки животных (на уровне классов)

№	Животные	Класс	Конвергентные признаки
1.	Группа А		
2.	Лягушка		
3.	Крокодил		
	Бегемот		
1.	Группа Б		
2.	Акула		
3.	Дельфин		
	Ихтиозавр		
1.	Группа В		
2.	Сумчатая белка		
3.	Белка-летяга		
	Летучая мышь		

Контрольные вопросы

1. Что такое биологический прогресс и биологический регресс?
2. Назовите основные пути прогрессивной эволюции.
3. Что такое ароморфоз? Приведите примеры ароморфозов.
4. Дайте понятие о частных приспособлениях растений и животных. Приведите примеры.
5. Что такое дегенерация? В чем заключается сущность дегенерации? Приведите примеры.
6. В чем проявляется конвергентное сходство крокодила, лягушки и бегемота?
7. Какие дивергентные признаки видообразования выявлены у летающих, бегающих, лазающих, роющих животных?
8. Какие конвергентные признаки видообразования выявлены у животных групп А, Б, В?

Лабораторная работа № 16

Доказательства существования эволюции

Цель: на основе данных отдельных конкретных наук (морфологии, физиологии, эмбриологии, палеонтологии, генетики и др.) доказать, что биологическая эволюция является неопровержимым научным фактом.

Материалы и оборудование: коллекция насекомых; коробки с гомологичными и аналогичными органами животных; таблицы: внешний вид ланцетника, рыбы, лягушки, ящерицы, голубя, кролика.

Теоретическая часть

Аналогичные органы — это разные по происхождению органы, имеющие внешнее сходство и выполняющие сходные функции (рис. 1).

Аналогичными являются жабры речного рака, головастика и жабры личинок стрекоз. Спинной плавник касатки (китообразные



Рис. 1. Аналогичные органы птицы и бабочки

млекопитающие) аналогичен спинному плавнику акулы. Аналогичны бивни слона (разросшиеся резцы) и бивни моржа (гипертрофированные клыки), крылья насекомых и птиц, колючки кактусов (видоизмененные листья) и колючки барбариса (видоизмененные побеги), а также шипы шиповника (выросты кожицы) (рис. 2). Аналогичные органы возникают у далеких по происхождению организмов вследствие приспособлений их к одинаковым условиям среды или выполнения органами одинаковой функции.

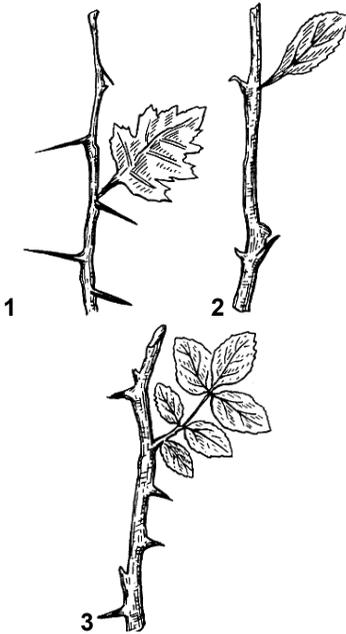


Рис. 2. Аналогичные колючки
(1 — боярышник; 2 — барбарис;
3 — шиповник)

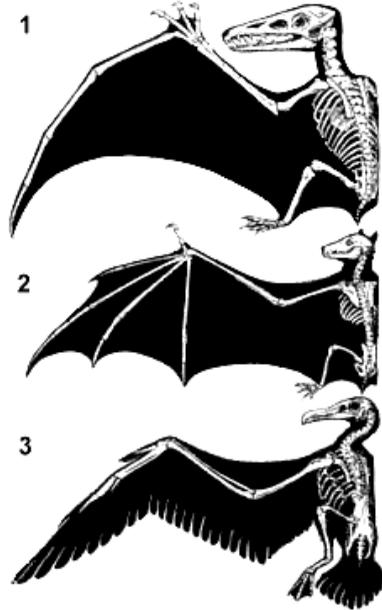


Рис. 3. Гомология конечностей
(1 — археоптерикс; 2 — летучая
мышь; 3 — птица)

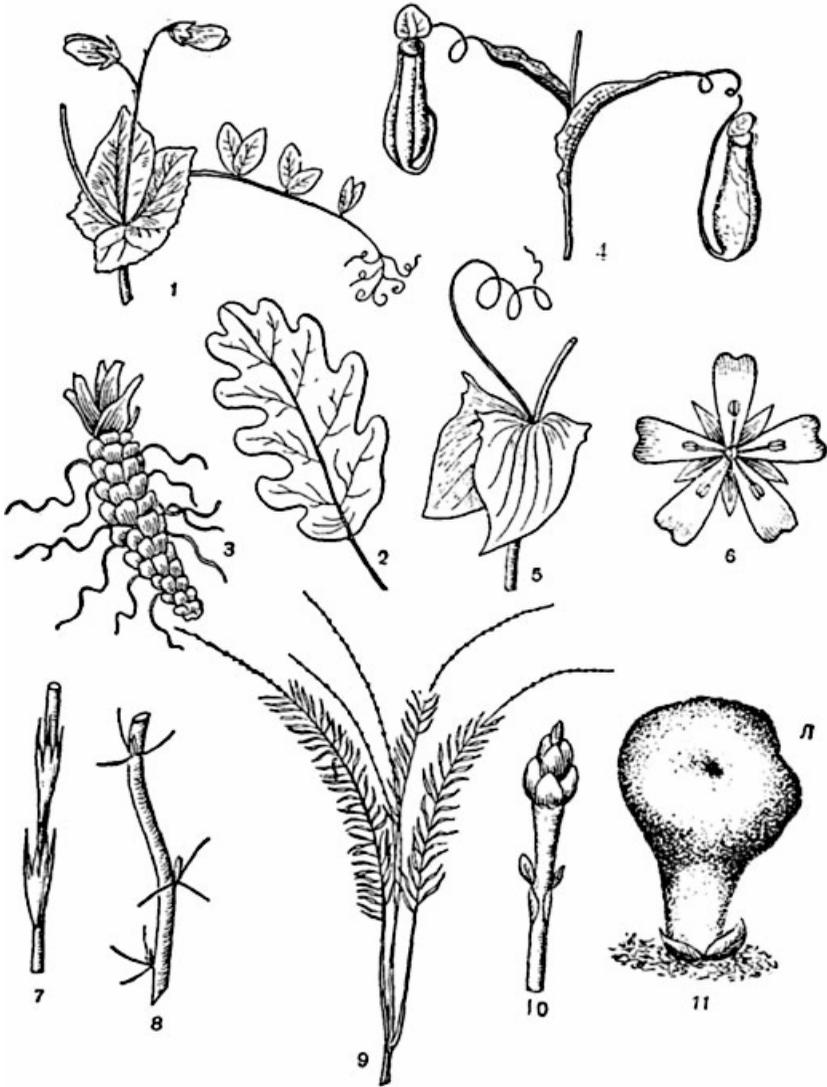


Рис. 4. Лист и гомологичные ему органы

Гомологичные органы — органы, сходные по происхождению, строению, расположению в организме. Конечности всех наземных позвоночных гомологичны, потому что они отвечают

критериям гомологичности: имеют общий план строения, занимают сходное положение среди других органов, развиваются в онтогенезе из сходных эмбриональных зачатков (рис. 3—4). Гомологичны ногти, когти, копыта.

Ядовитые железы змей гомологичны слюнным железам. Молочные железы — гомологи потовых желез. Усики гороха, иглы кактуса, иглы барбариса — гомологи, все они — видоизменение листьев. Сходство в плане строения гомологичных органов есть следствие общности происхождения. Существование гомологичных структур является следствием существования гомологичных генов. Различия возникают из-за изменения функционирования этих генов под действием эволюционных факторов, а также вследствие ретардаций, акселерации и других изменений эмбриогенеза, ведущих к дивергенции форм и функций.

Рудимент (от лат. rudimentum — зачаток, первооснова) — недоразвитый орган, ткань, признак, имевшийся у эволюционных предков вида в развитой форме, но утративший значение в процессе исторического развития (филогенеза). Рудименты присутствуют у всех особей вида. Это третье веко у человека, аппендикс (червеобразный отросток слепой кишки), ушные мышцы, копчик. У человека насчитывается около сотни рудиментов (рис. 5).

У безногой ящерицы-веретеницы есть рудиментарный плечевой пояс конечностей, у китов — рудимент тазового пояса. Наличие рудиментов объясняется тем, что эти органы у далеких предков были нормально развиты, но в процессе эволюции потеряли свое значение и сохранились в виде остатков.

У растений тоже бывают рудименты. На корневищах (видоизмененных побегах) пырея, ландыша, папоротника есть чешуйки, которые являются рудиментами листьев. В краевых соцветиях сложноцветных (нивяника, астры, подсолнечника) под лупой видны недоразвитые тычинки.

Рудименты — важные доказательства исторического развития органического мира. Рудименты тазовых костей у китов и дельфинов подтверждают предположение о происхождении их от наземных четвероногих предков с развитыми задними конечностями. Рудиментарные задние конечности веретеницы и питона указывают на происхождение этих рептилий (так же, как и всех змей) от предков, имевших конечности (рис. 6).



Рис. 5. Рудименты у человека: ушные раковины, клыки, аппендикс



Рис. 6. Рудиментарные задние ноги у питона *Python regius*



Рис. 7. Атавизмы человека (хвостик)

Атавизм (от лат. *atavis* — отдаленный предок, прародитель) — появление у некоторых особей данного вида признаков, существовавших у отдаленных предков, но затем утраченных в процессе эволюции. У человека из атавизмов встречается хвост (рис. 7), волосяной покров на всем лице, многососковость. На вымени у некоторых коров появляется третья пара сосков. Это указывает на то, что крупный рогатый скот произошел от животных, имевших более четырех сосков. У мух дрозофил — гомозигот по мутации тетраптера — вместо жужжалец развиваются нормальные крылья. Это не возникновение нового признака, а возврат к старому. Антенна у дрозофилы иногда превращается в членистую ножку. У лошади может быть трехпалость, как у меригипсуса.

Отличие рудиментов от атавизмов заключается в том, что рудименты есть у всех особей вида, а атавизмы — лишь у немногих; рудименты несут определенную функцию, а атавизмы (все без исключения) не несут каких-либо функций.

Подготовьте ответы на вопросы:

1. Как в процессе эволюции древние формы живого существа постепенно через ряд промежуточных этапов превращались в современные нам формы? Приведите примеры.
2. Почему промежуточные формы не дают достаточных доказательств эволюции?
3. На примере лошади определите последовательность преобразования систематических групп животных.
4. Какие органы называются аналогичными? Приведите примеры.
5. Что такое гомология? Приведите примеры гомологичных органов.
6. Что такое атавизмы? Приведите примеры.
7. Объясните, почему появляются атавизмы у отдельных людей?
8. Какие органы называются рудиментарными? Приведите примеры.

Практическая часть

Одним из доказательств эволюции органического мира является существование ряда организмов, занимающих промежуточное положение между крупными систематическими группировками. К таким организмам относится ланцетник.

Задания:

1) В таблице 1 перечислены некоторые анатомо-морфологические признаки организмов. Заполнить таблицу, указав, какие из перечисленных органов и их систем характерны для беспозвоночных, ланцетника и позвоночных животных. Выяснить, происходит ли совершенствование многочисленных органов и их систем.

2) По натуральным объектам, смонтированным в коробках, рассмотреть скелет и передние конечности крота, голубя, летучей мыши. Установить, какие функции выполняют указанные органы. Указать гомологичные органы. Сравнить исследуемые конечности с другими типами конечностей птиц и млекопитающих (страус, кит, лошадь, человек), заполнить таблицу 2.

3) Сравнить развитие систем органов и жизненных процессов у рептилий, первоптиц и настоящих птиц. Заполнить таблицу 3.

Таблица 1

Анатомо-морфологическая характеристика некоторых систем органов у беспозвоночных, ланцетника и позвоночных животных

№	Название организованных систем	Чем представлены органы и их системы			Идет ли совершенствование сравнительных объектов
		беспозвоночных	ланцетника	позвоночных	
1.	Скелет				
2.	Нервная система				
3.	Система органов дыхания				
4.	Система выделения				
5.	Система кровообращения				
6.	Мускулатура				
7.	Система размножения				
8.	Покровы				
9.	Конечности				

Таблица 2

Анатомо-морфологическая характеристика некоторых органов и их систем у лягушки, ящерицы, обезьяны и человека

№	Системы органов	Лягушка	Ящерица	Обезьяна	Человек
1.	План строения позвоночных				
2.	Передняя конечность				
3.	Кости черепа				
4.	Сердце				
5.	Расположение ЦНС по отношению к позвоночнику				

Таблица 3

Сравнительная характеристика признаков позвоночных животных

№	Системы органов и жизненные процессы	Как развиты системы органов и жизненные процессы		
		у рептилий	у первоптиц (археоптерикс)	у настоящих птиц
1.	Череп (его кости)			
2.	Скелет			
3.	Чешуя			

4.	Перья			
5.	Передние конечности			
6.	Наличие зубов			
7.	Температура тела			
8.	Хвостовые позвонки			
9.	Брюшные рёбра			
10.	Способность к полёту			
11.	Образ жизни			
12.	Размножение			
13.	Общий вид			
14.	Задние конечности			

4) Сделать выводы по достижению цели практического занятия.

Контрольные вопросы

1. Можно ли, исходя из анализа таблицы 1, заключить, что эволюция организмов идет от простого к сложному?

2. Можно ли ланцетника назвать промежуточной формой, «живым ископаемым»?

3. Какие факторы послужили причиной такого совершенствования?

4. Какими факторами подтверждается единство органического мира как одно из доказательств эволюции?

5. Какой вывод можно сделать на основании данных таблицы 2?

6. Являются ли гомологическими органами плакоидная чешуя акул и зубы млекопитающих, органы зрения у насекомых и позвоночных животных, чешуя рыб и акул?

7. Можно ли считать археоптерикса переходной формой между классом рептилий и птиц и почему?

8. Какое значение имеет археоптерикс для эволюции живой природы?

9. Перечислите переходные формы животных.

10. Раскройте современное понятие вида.

11. Дайте характеристику типологической концепции вида.

12. Изучите и охарактеризуйте учение об элементарных видах.

13. Рассмотрите современную биологическую концепцию патетического вида.

14. Охарактеризуйте критерии вида.

Лабораторная работа № 17

Гомологичные органы, рудименты как доказательство эволюции

Цель: познакомиться с общностью плана строения позвоночных животных. Изучить общие сведения о беспозвоночных животных и растениях, выяснить их родственные связи и на основе гомологичных, аналогичных и рудиментарных органов доказать существование эволюции.

Материалы и оборудование: гербарный материал растений (астра, хризантема, шиповник, горох, пшеница, пырей, ландыш, крапива, подорожник, повилка, хвощ, папоротник, заразиха, побеги с почками сирени, тополя, березы). Ручные лупы, линейки, карандаш. Коллекции насекомых. Коробки с гомологичными и аналогичными органами позвоночных животных. Таблица «Рудименты и атавизмы».

Теоретическая часть

Животный мир изменялся в течение миллионов лет. Примитивные позвоночные животные уступали место более приспособленным, более сложно устроенным. Но родственные связи между вымершими и ныне живущими остались. Родственные связи выражаются в общности тканей, белков, последовательности нуклеиновых кислот, плана строения скелета, конечностей и их элементов, развитие которых происходит из сходных зачатков. В процессе дальнейшего развития сходные части органов, конечностей приспособились выполнять различные функции в связи с приспособлением организмов к среде обитания в различных экологических биотопах. Но в процессе длительной эволюции большинство внешне сходных органов не родственных животных приспособились к выполнению одинаковых функций.

Практическая часть

Задания:

1) Из указанных в таблице 1 органов беспозвоночных и позвоночных животных выбрать гомологи верхней конечности человека.

Записать и отметить, из каких органов или тканей они образовались в процессе эволюции. Ответить на вопросы:

- что такое гомология и аналогия?
- что такое гомологичные и аналогичные органы?
- могут ли гомологичные и аналогичные органы служить основанием в пользу доказательства существования эволюции организмов?
- имеют ли позвоночные животные в далеком прошлом дикого предка? Привести доказательства и примеры.

Таблица 1

Общие сведения о животных

№ п/п	Признаки	№ п/п	Признаки
1	Псевдоподии амебы	10	Педипальпы паука
2	Жгутики эвглены	11	Нога двустворчатого моллюска
3	Реснички инфузории туфельки	12	«Руки» щупальца осьминога
4	Щупальца медузы	13	Крыло летучей мыши
5	Параподии многощетинковых червей	14	Передние конечности лягушки
6	Клешни речного рака	15	Роющие конечности крота
7	Клешни скорпиона	16	Плавники рыбы
8	Бегательная ножка таракана	17	Передние конечности ящерицы
9	Крыло бабочки	18	Роющие конечности медведки

2) Гомологичные и аналогичные органы свидетельствуют об эволюционном родстве животных, а значит, это доказывает существование эволюции в природе. В таблице 2 из перечисленных морфологических признаков организмов выбрать гомологичные и аналогичные органы, отметить выполняемую ими функцию. Заполнить таблицу и ответить на вопросы:

- из каких сходных элементов скелета состоят различные по форме и выполняемым функциям конечности краба, броненосца, кита, тюленя, летучей мыши?
- имеются ли гомологичные кости в строении черепа хрящевых, костных рыб, рептилий, млекопитающих? Привести примеры;
- чем объясняется то, что зубы у всех ныне живущих млекопитающих гомологичны чешуе древних акулообразных предков?

Таблица 2

Гомологичные и аналогичные органы некоторых животных

№ п/п	Морфологические признаки организмов	Аналогичные органы	Гомологичные органы	Выполняемая функция
1	Поверхностные ткани вымершего птеродактиля, кита, человека			
2	Плавательный пузырь рыб и легкие наземных позвоночных			
3	Зубы млекопитающих и чешуя акул			
4	Слуховые косточки среднего уха млекопитающих и кости челюстной и подъязычной дуг у рыб			
5	Крыло птицы, бабочки и летучей мыши			
6	Роющие конечности краба и медведки			
7	Колючки кактуса, барбариса, боярышника			
8	Глаза у осьминога и млекопитающего			
9	Приспособления к плаванию у моржей и тюленей			
10	Жабры рыбы и речного рака			

3) Пользуясь лупой, рассмотреть в гербарии растения (цветки, стебли, корни). Отыскать гомологичные органы в соцветии астры, хризантемы, сросшиеся лепестки в краевых язычковых цветах, тычинки, завязи, лепестки венчика шиповника, гороха и пшеницы, чешуйки на корневищах пырея, ландыша, крапивы, папоротника, чешуйки на стеблях заразики, перистосложный лист гороха с прилистниками и усами и сросшиеся листочки-чешуйки вокруг междоузлий хвоща, почечные чешуйки сирени, тополя и березы — видоизмененные листовые пластинки.

4) Рудименты и атавизмы служат доказательством в пользу существования эволюции в мире растений и животных, поскольку указывают пути, по которому идет их развитие. Например, современные удавы, питоны прекрасно обходятся без конечностей, однако остатки тазовых костей и задних конечностей сохранились в мышцах под кожей. Имеются рудиментарные органы и у человека (их насчитывается несколько десятков).

Атавизмы — особенности, признаки, которые не встречаются в строении животных и человека, но имеются у диких видов или были характерны вымершим предкам и утрачены в процессе эволюции: например, полулунная складка в углу глаза человека и пресмыкающихся, птиц, невероятно больших размеров развитые клыки, встречающиеся иногда в зубном аппарате людей (признак, присущий хищным млекопитающим). Возврат к предковым формам специфичен и растениям. Например, у первоцвета в цветке имеется 5 тычинок, но встречается иногда и 10. Обладатели такого набора жили несколько миллионов лет назад. Рудименты и атавизмы показывают путь исторического развития организмов и служат доказательством процесса эволюции.

Определить из перечисленных органов и признаков (табл. 3) рудиментарные органы и атавизмы. Заполнить таблицу.

Таблица 3

Рудименты и атавизмы человека, животных и растений

№ п/п	Название органов и признаков человека, животных и растений	Рудименты	Атавизмы
1	Остатки костей задних конечностей китов и дельфинов, скрытых в мышцах		
2	Недоразвитые глаза, скрытые под кожей крота и пещерного земноводного протоя		
3	Зачатки крыльев, скрытые в оперении птицы новозеландской киви		
4	Мышцы, приводящие в движение ушную раковину человека		
5	Мышечные волокна у основания волосков, поднимающие их вертикально		
6	Трехпалость лошадей		
7	Появление зубов мудрости у человека		
8	Жужжальца насекомых		
9	Листовые побеги, появляющиеся вместо цветка из цветочной почки любого растения		
10	Лишние лепестки в махровых цветках мака, гвоздики, тюльпана, возникшие вместо недостающих тычинок		
11	Наличие нескольких пар сосков на теле человека		

Контрольные вопросы

1. Какие родственные связи обнаруживаются между вымершими и современными животными?
2. Перечислите признаки беспозвоночных животных.
3. Докажите, что позвоночные животные имеют более сложную, чем у позвоночных животных, организацию.
4. Какие существуют доказательства существования эволюции организмов?
5. Приведите примеры аналогичных органов животных.
6. Приведите примеры гомологичных органов животных.
7. Приведите примеры гомологичных органов растений.
8. Сформулируйте определение рудиментов, атавизмов. Почему они служат доказательством процесса эволюции?
9. Объясните возникновение однопалой ноги лошади, тапира, носорога в процессе эволюции.
10. Можно ли считать атавизмами рудиментарные органы, достигающие значительных размеров у некоторых организмов? Докажите, приведите примеры.

Лабораторная работа № 18

Ароморфозы и идиоадаптации

Цель: выявить ароморфозы и идиоадаптации у растений и животных, оценить их биологическое значение для живой природы.

Материалы и оборудование: гербарные материалы мхов, папоротников, голосеменных и покрытосеменных растений, комнатные растения.

Теоретическая часть

Вопрос о направлениях эволюции органической природы — один из основных в систематической теории эволюции. Ж.Б.Ламарк выделял два направления эволюции: вертикальное — повышение организации и боковое — выработка приспособлений. Ч.Дарвин показал, что кроме повышения уровня организации в процессе эволюции может происходить снижение уровня организации. Ученый отстаивал положение о том, что в процессе эволюции обязательно должна повышаться приспособленность организмов к окружающей среде. А.Н.Северцов (1925 г.) считал, что наиболее очевидное направление эволюции — биологический прогресс. Понятие «прогресс» применяется по отношению к биосфере в целом, к виду, к отдельному организму. Биосфера в целом на нашей планете идет по пути прогресса. По отношению к виду биологический прогресс проявляется через три категории: 1) увеличение численности; 2) расширение ареала; 3) увеличение числа внутривидовых группировок. Прогресс особи состоит в усложнении ее уровня организации. Критерии биологического прогресса позволяют определить, идет ли группа организмов по пути прогресса, а также сравнить по этой характеристике разные совокупности организмов. А.Н.Северцов выделяет 4 пути прогресса: ароморфоз — повышение уровня организации; идиоадаптация — выработка частных приспособлений; общая дегенерация — упрощение организации; ценогенез — выработка приспособлений на ранних стадиях развития.

Противоположным прогрессу направлением является биологический регресс.

Основное значение теории А.Н.Северцова состоит в том, что она объяснила одновременное существование организмов на разных стадиях организации. Такие организмы идут по пути прогресса, но разными способами. И.И.Шмальгаузен показал, что развитие ароморфоза начинается с возникновения идиоадаптаций, которые могут стать началом ароморфозов.

Практическая часть

Задания:

- 1) Выявить ароморфозы у разных групп растений (табл. 1).
- 2) Выявить ароморфозы у животных, заполнить таблицу 2.

3) Проиллюстрировать идиоадаптации у растений в таблице 3 и дать характеристику их значения.

4) Определить взаимосвязь между ароморфозом и идиоадаптацией, заполнить таблицу 4.

Таблица 1

Выявление ароморфозов у растений

№	Отделы растений	Представители	Ароморфоз
1	Мхи		
2	Папоротникообразные		
3	Голосеменные		
4	Покрывтосеменные		

Таблица 2

Ароморфозы позвоночных животных

№	Классы животных	Ароморфозы			
		строение сердца	органы дыхания	развитие головного мозга	покровы тела
1	Рыбы				
2	Земноводные				
3	Пресмыкающиеся				
4	Птицы				
5	Млекопитающие				

Таблица 3

№	Вид растения	Идиоадаптации
1	Ячмень гривастый	
2	Брусника обыкновенная	
3	Девясил иволистный	
4	Шиповник	

Таблица 4

Связь ароморфозов и идиоадаптаций

№	Примеры ароморфозов	Идиоадаптации, возникающие на базе ароморфозов
1	Семя	
2		Яркая окраска, большое количество сахара
3	Кожа млекопитающих	
4	Сердце млекопитающих	
5		Яркая окраска, покровительственная окраска

5) Сделать вывод по проделанной работе.

Контрольные вопросы

1. Что такое биологический прогресс и биологический регресс? Каково их значение в эволюции?

2. Охарактеризуйте направления биологического прогресса.

3. Какова роль движущего отбора при биологическом прогрессе эволюции?

4. Можно ли говорить об абсолютном прогрессе в эволюции различных групп животных?

5. Почему высокая численность вида служит показателем биологического прогресса?

6. Выявите сходства и различия основных направлений эволюции.

7. Какие факторы влияют на темпы эволюции?

8. Что такое дегенерация? Какова её роль в направлении эволюции?

9. Чем отличается ароморфоз от идиоадаптации?

10. Дайте определение идиоадаптации и приведите примеры.

11. Начертите схему соотношений между ароморфозом и идиоадаптациями (по А.Н.Северцову). В чем заключается их сущность?

12. Почему уменьшение ареала вида приводит к биологическому регрессу?

13. Примером какого пути достижения биологического прогресса (ароморфоза, идиоадаптации или общей дегенерации) является описанное Ч.Дарвином разнообразие вьюрков на Галапагосских островах?

Лабораторная работа № 19

Происхождение человека

Цель: выявить основные этапы развития человека разумного.

Подготовьте ответы на вопросы:

1. Каково положение человека в зоологической системе?
2. Перечислите и охарактеризуйте этапы антропогенеза.
3. Выявите движущие силы антропогенеза и его направление.
4. Докажите единство происхождения всех рас.
5. Раскройте социальную сущность и реакционность «расовой теории» и социального дарвинизма.

Практическая часть

Задания:

- 1) Письменно ответить на вопросы:

Являются ли современные человекообразные обезьяны предками человека?

Какие наиболее важные доказательства происхождения человека от животного приводил Дарвин?

Какие доказательства дает сравнительная эмбриология о близком родстве животных и человека?

Какие основные движущие факторы способствовали эволюции человека?

- 2) Заполнить таблицы 1, 2, 3.

Таблица 1

Специфичность признаков и органов человекообразных обезьян и человека

№	Сравниваемые признаки и органы	Характерные признаки и органы	
		ч/о обезьян	человека
1.	Хватательный тип стопы		
2.	Сплошные надбровные дуги		
3.	Мозговая часть преобладает над лицевой		
4.	Лоб низкий		
5.	Челюсть слабая		
6.	Клыки в зубном аппарате маленькие		
7.	Объем мозга до 750 см ³		

8.	Наличие подбородочного выступа		
9.	Теменные, височные, лобные доли мозга сильно развиты		
10.	Вертикальное положение тела		
12.	Большой палец руки не противопоставлен другим		
13.	Удлиненные передние конечности		
14.	Сигнальная система (речь)		
15.	Создание и применение орудий труда		
16.	Борозда, идущая от носа к губе		
17.	Большой палец ноги противопоставлен другим		

Таблица 2

Доказательства животного происхождения человека

№	Органы и рудименты у человека	Рудименты	Атавизмы
1.	Наличие аппендицита		
2.	Густая шерсть на всех частях тела		
3.	Хвостовой придаток		
4.	Появление шейной фистулы		
5.	Многососковость		
6.	Ушные мышцы		
7.	Образование «гусиной» кожи		
8.	Слабый волосяной покров		
9.	Наличие «зуба мудрости»		
10.	Подвижность большого пальца		
11.	Мышца, поднимающая брови		
12.	Полулунная складка, находящаяся во внутреннем углу глаза		
13.	Наличие на ушной раковине дарвиновского бугорка		

Таблица 3

Некоторые прогрессивные признаки в эволюции человека

№	Предки человека	Время жизни	Признаки в анатомии		
			рост	объем мозга	передвижение
1.	Австралопитек				
2.	Питекантроп				
3.	Неандерталец				
4.	Кроманьонец				
5.	Современный человек				

Контрольные вопросы

1. Каков образ жизни предков человека?
2. Какие известны доказательства происхождения человека от животных?
3. Какое значение в эволюции человека имело умение изготавливать орудия труда?
4. Каково соотношение основных движущих факторов эволюции человека?
5. В чем антинаучность и «вредность» социального дарвинизма?
6. Докажите единство происхождения рас и их равенство.
7. Какие различия в строении тела человека и человекообразных обезьян возникли в процессе эволюции?
8. Какие социальные факторы являются движущими силами антропогенеза?
9. Почему появление человека стало событием большой значимости в эволюции биосферы?

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Студенты выполняют задания самостоятельно, для подготовки к последующему собеседованию.

Задание 1. ПРАВИЛО ЧАРГАФФА

Эдвин Чаргафф выявил одну из замечательных закономерностей, присущую всем молекулам ДНК: молярное содержание аденина (А) равно содержанию тимина (Т), молярное содержание гуанина (Г) равно содержанию цитозина (Ц). В РНК молярное содержание аденина равно урацилу (У).

Количество пуриновых (АГ) оснований равно количеству пиримидиновых оснований (ЦТ, У — в РНК):

А-30,9 моль — Г-19,9 моль;

Т-29,4 моль — Ц-19,8 моль.

Пары, образуемые основаниями А=Т, Г=Ц, в высшей степени специфичны и, таким образом, нуклеотидные цепи комплементарны друг другу. Эта специфичность основана на водородных связях: между А—Т две, между Г—Ц три водородных связи.

На этих закономерностях основано решение задач.

Задача 1. Известно, что в молекуле ДНК количество тимино-вых нуклеотидов составляет 30%.

1. Запишите решение задачи.
2. Определите количество адениновых, гуаниновых и цитозиновых нуклеотидов.
3. На каком принципе основано решение данной задачи?

Задача 2. Постройте молекулу иРНК, зная кодогенную цепь ДНК.

Дано: ДНК — ТААГЦАЦЦАТААТТТ.

Задача 3. Зная антикодоны транспортной РНК, постройте иРНК и ДНК.

Дано: тРНК — АУУ — ЦГУ — ГГА — УАА.

Задание 2. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ НАСЛЕДСТВЕННЫХ СВОЙСТВ

Задача 4. Определите и выпишите буквенными символами пары аллельных признаков: желтая окраска семени (Ж), белая окраска цветка (Б), гладкая поверхность семени (Г), морщинистая поверхность семени (М), зеленая окраска семени (З), красная окраска цветка (К).

Задача 5. Определите, какие из генов являются аллельными? Какие из генов к аллельным не относятся? К скольким аллелям относятся перечисленные гены? Для каких генов из перечисленных не указаны их аллеломорфы? Гены кролика: серая окраска меха (С), черная окраска меха (Ч), белая окраска меха (Б), мохнатость (вихрастость) меха (М), гладкость меха (Г), висячее ухо (В), глухота (Гл).

Задание 3. МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ ПРИ ПОЛНОМ ДОМИНИРОВАНИИ

Задача 6. Заполните пропуски в тексте: Г. Мендель, скрещивая растения, отличающиеся по _____, установил следующие закономерности:

- наследование _____ определяется _____ ;
- каждый признак контролируется _____ аллелями, которые могут быть _____ или _____ ;
- если два аллеля _____, то организм называется гомозиготным и дает _____ гаметы;
- если два аллеля _____, то организм называется _____ и дает _____ гаметы;
- у гетерозиготных в первом поколении проявляется _____ ;
- аллели распределяются по гаметам с _____ вероятностью, не _____ друг с другом, т.е. _____ ;
- при оплодотворении гаметы объединяются _____, в результате такого объединения можно предсказать _____.

Задача 7. Запишите два варианта следующих выражений:

№	Выражение	Генный	Хромосомный
1	Особь несет два доминантных аллеля окраски шерсти		
2	Дана чистая линия низкорослых растений. Аллель низкого роста — рецессивен		
3	Гибриды первого поколения		
4	Организм несет два сорта гамет		
5	Скрещиваются две гетерозиготные особи		
6	Гетерозиготная особь дала гаметы с разошедшимися в мейозе хромосомами		

Задача 8. Выполните задание на поиск информации, содержащейся в условии задачи. Слева содержится элемент условия, справа — логические следствия из этого условия. Применив знание генетических законов, закончите логическое следствие и заполните пропуски.

№	Условие	Логическое следствие из этого условия
1	Гетерозиготный темноволосый отец и мать блондинка	Следовательно, доминирует ген _____, а рецессивен ген _____
2	В F ₁ от скрещивания длинноносых и коротконосых муравьедов получили только коротконосых особей	Следовательно, доминирует ген _____, а рецессивен ген _____
3	Потомство доброй собаки Греты все было добрым в нескольких поколениях	Следовательно, доминирует ген _____, а рецессивен ген _____, а Грета была _____ по данному признаку
4	Черно-бурые лисы были чистокровные	Следовательно, лисы были _____ по признаку _____, и все гаметы содержали _____
5	В потомстве кота Василия и пяти черных кошек были черные и серые котята, причем серых было в три раза больше	Следовательно, доминирует ген _____, а рецессивен ген _____, а кот Василий _____ по данному признаку

Задача 9. Что подразумевает гипотеза (закон) чистоты гамет?

Задание 4. ГЕНЕТИКА ПОЛА

Задача 10. К какому выводу можно прийти, сравнив следующие данные?

Количественное расщепление новорожденных по полу (в %)

№	Организмы	Женские	Мужские
1	Человек	49	51
2	Лошадь	48	52
3	Крупный рогатый скот	49—50	50—51
4	Овца	51	49
5	Собака	44	56
6	Мышь, голубь	50	50

Задача 11. Заполните таблицу.

Типы соотношения половых хромосом

Организмы	Гаметы		Зиготы		Гетерогаметный пол	
	самки	самца	самки	самца	самки	самца
Человек	XiX	XiY				
Дрозофила	XiX	XiY				
Моль	XiO	XiX				
Птицы	XiY	XiX				
Бабочки	XiY	XiX				
Кузнечики	XiX	XiO				

Задача 12. От скрещивания серой самки дрозофилы с серым самцом получены только желтые самцы. Чем это объяснить? Каковы генотипы самки и самца?

Задача 13. От черной кошки родились один черепаховый и несколько черных котят. Определите: а) фенотип и генотип отца; б) пол черепахового и черных котят.

Задача 14. Каковы будут генотипы и фенотипы потомства, если скрестить: а) желтого самца дрозофилы с гомозиготной серой самкой; б) черепаховую кошку с черным котом; в) рыжую кошку с черным котом?

Задача 15. Серебристую курицу из породы белый виандот скрестили с золотистым (коричневым) петухом породы леггорн. Определите числовое соотношение расщепления гибридов по генотипу и фенотипу (по полу и окраске птиц).

Задача 16. От родителей, имевших по фенотипу нормальное цветовое зрение, родилось несколько детей с нормальным зрением и один мальчик-дальтоник (не различает красный и зеленый цвета). Чем это объяснить? Каковы генотипы родителей и детей?

Примечание. Рецессивный ген дальтонизма и доминантный ген нормального зрения сцеплен с X-хромосомой.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Студенты выполняют работу самостоятельно, выбирая вариант согласно номеру зачетной книжки.

Вариант 1

Задача 1. Цвет кожи человека зависит от действия нескольких генов, хотя и определяется наличием основного гена пигментации. Рецессивный аллель этого гена в гомозиготе обуславливает появление альбиносов. При наличии доминантного аллеля пигмент синтезируется. Количество пигмента зависит от многих генов.

Является ли генетическим препятствием для брака разный цвет кожи? От каких факторов, кроме наследственных, может зависеть цвет кожи?

Задача 2. Известно, что в молекуле ДНК количество цитозино-вых оснований составляет 20%.

Определите количество теминовых нуклеотидов?

Задача 3. У собак черный цвет кожи доминирует над светлым, а короткая шерсть — над длинной. Охотник купил черную короткошерстную собаку и хочет убедиться в том, что она не несет рецессивных генов окраски и длины шерсти.

Как ему проверить генотип купленной собаки?

Задача 4. Доминантный эпистаз.

У лошадей ген *B* вызывает вороную окраску, а его аллель *b* — рыжую. Ген *A* подавляет развитие окраски, вызываемой аллелями *B* и *b* (эпистатичен к ним), поэтому лошади, имеющие эпистатический ген в генотипе, серой окраски. Аллель *a* этого гена не подавляет развитие окраски.

На коневодческой ферме скрестили серых лошадей, гетерозиготных по обоим парам генов.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Какое расщепление по окраске получится от такого скрещивания?
3. Какова вероятность появления рыжих жеребят?
4. Объясните суть взаимодействия между неаллельными генами по типу доминантного эпистаза.

Дополнительные сведения. Взаимодействие неаллельных генов.

Взаимодействие между собой неаллельных генов приводит к существенному изменению соотношений расщепления признаков.

Наиболее известными видами таких взаимодействий являются комплементарность, эпистаз и полимерия.

Комплементарное взаимодействие обусловлено, как правило, доминантными неаллельными генами, которые могут обеспечить развитие признаков только при совместном действии, дополняя функционально активность друг друга.

Эпистаз — это такой тип взаимодействия генов, при котором один ген подавляет проявление другого, неаллельного ему. Если ген-подавитель проявляет свое действие в доминантном состоянии — это доминантный эпистаз; в рецессивном (гомозиготном) — рецессивный эпистаз.

Полимерия — это такой способ взаимодействия генов, при котором несколько генов отвечают за наследование одного и того же признака, изменяя его количественно: чем больше доминантных доз полимерных генов в генотипе, тем сильнее выражен признак. Поскольку гены отвечают за формирование одного признака, то их обозначают одинаковыми буквами, а принадлежность их к разным парам генов отмечают цифровым индексом, например: $A_1A_1A_2A_2$.

Задача 5. У человека развитие нормального слуха связано с присутствием в генотипе двух доминантных неаллельных генов, взаимодействующих по типу комплементарности. Один из них обеспечивает правильное формирование улитки, другой — развитие слухового нерва. Рecessивные их аллели не могут привести к нормальному развитию улитки и слухового нерва соответственно. Отсутствие одного из доминантных генов приводит к возникновению глухоты, хотя и по разным причинам.

В брак вступают мужчина и женщина, страдающие разными формами глухоты, гетерозиготные по второй паре генов.

Определите генотипы и фенотипы мужчины и женщины, вступивших в брак. Какова вероятность рождения в этом браке здоровых и больных детей?

Вариант 2

Задача 1. Правомочны ли суждения об этнических и расовых отличиях генотипов? Ответ аргументируйте.

Задача 2. Зная антикодоны т-РНК, постройте и-РНК и ДНК.

Дано: т-РНК — А-У-У-Ц-Г-У-Г-Г-А-У-А-А.

Задача 3. При изучении совместного влияния генов учёные столкнулись с тем, что существуют *гены-супрессоры* (подавители). Их функция заключается в том, что они подавляют действие других неаллельных им генов.

Пример: ген А подавляет другой доминантный ген В. В результате при наличии в генотипе обоих генов проявится действие только гена А.

При скрещивании гомозиготных белых кур ААВВ с черными курами ааbb во втором поколении произошло расщепление гибридов АаВb по фенотипу 13 : 3.

Дано: P₁ ААВВ × ааbb
 Фенотип белая × черная
 F₁ ?аВb
 Фенотип белые

♂				
♀				

Определите фенотипы и генотипы P₂, F₂. Сформулируйте закономерности, которые проявляются при данном скрещивании.

Задача 4. Как бы Вы истолковали полученные данные при фенотипическом отношении 12 : 3 : 1?

Задача 5. В клетках человека и млекопитающих для защиты от вирусов вырабатывается специфический белок — интерферон. Его образование связано с комплементарным взаимодействием

двух неаллельных доминантных генов, локализованных в разных хромосомах. Один из генов обеспечивает синтез этого белка, а другой — способствует переводу интерферона в активную форму.

В брак вступают здоровые мужчина и женщина, гетерозиготные по обоим парам генов.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Какова вероятность появления в этой семье детей с ослаблённым иммунитетом?
3. Определите процент рождения детей, способных противостоять вирусной инфекции.
4. Объясните суть взаимодействия между неаллельными генами по типу комплементарности.

Вариант 3

Задача 1. Интенсивность окраски млекопитающих варьирует от белой до чёрной. В этом промежутке мы встречаемся с самыми различными формами окраски животных — серыми, бурыми, желтыми, пятнистыми и т.д. На основании этого факта сделайте выводы:

- о характере влияния генов на развитие признака;
- о причинах многообразия окраски животных.

Задача 2. Признак паучьих пальцев (арахнодактилия) наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 25%. Леворукость — рецессивный признак с пенетрантностью 100%. Определите вероятность проявления обеих аномалий одновременно у детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по обоим парам генов.

Задача 3. Гипоплазия эмали (тонкая зернистая эмаль, зубы светло-бурого цвета) наследуется как сцепленный с X-хромосомой доминантный признак. В семье, где оба родителя страдают отмеченной аномалией, родился сын с нормальными зубами.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Определите вероятность того, что следующий ребёнок будет тоже с нормальными зубами.
3. Какова вероятность рождения больных детей в данной семье? Каков их пол?
4. В чем заключаются особенности наследования X-сцепленного доминантного признака?

Задача 4. Ген агаммаглобулинемии (отсутствия защитного белка плазмы крови) находится в X-хромосоме и определяет развитие первичного иммунодефицита.

В брак вступают здоровая женщина, отец которой страдал агаммаглобулинемией, и здоровый мужчина.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Какова вероятность рождения в этой семье больного ребёнка?
3. Каков пол здоровых детей?
4. Каковы генотипы здоровых дочерей?

Задача 5. Известно, что умственные способности у человека наследуются полимерно. Женщина, доминантная гомозиготная, выходит замуж за мужчину, гетерозиготного по двум парам полимерных генов.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Определите генотипы потомков.

Вариант 4

Задача 1. Синдром Тричера-Коллинза (нарушение строения костей лицевого черепа) и нормальная пигментация кожи наследуются как аутосомные доминантные признаки. Родители имеют данные признаки, а дети нет.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Какова вероятность рождения от этого брака детей с признаками родителей?
3. Какой закон используется для решения данной задачи?

Задача 2. Резус-положительность группы крови у человека определяется парой основных аллелей. Доминантный аллель кодирует синтез соответствующего эритроцитарного антигена и определяет резус-положительную группу крови (Rh^+). Рецессивный аллель не синтезирует антигенного белка и, следовательно, определяет резус-отрицательную группу крови (Rh^-).

От брака резус-положительных мужчины и женщины родился резус-отрицательный ребёнок.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Какова вероятность рождения следующего ребёнка с резус-отрицательной кровью?
3. Какова вероятность рождения в этой семье резус-положительных детей?

4. По какому закону происходит наследование данного признака?

Задача 3. Черепно-ключичный дизостоз (изменения костей черепа и редукция ключицы) передается как доминантный признак. Женщина, мать которой была больна, а отец здоров, выходит замуж за здорового мужчину, родители которого были здоровы.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Определите вариант наследования признака.
3. Определите вероятность рождения больных детей.
4. Дайте цитологическое обоснование состава гамет.

Задача 4. У человека аутомомный ген брахидактилии (короткопалость) является рецессивным летальным геном, т.е. в гомозиготном состоянии вызывает множественные нарушения формирования скелета, что приводит к мертворождению или смерти в раннем возрасте. В гетерозиготном состоянии проявляется только укорочением средней фаланги пальцев. Какова вероятность рождения детей с нормальными пальцами в семье короткопалых родителей (расчет от живых потомков)?

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Ответьте на поставленный в задаче вопрос.
3. Какова вероятность рождения короткопалых детей?

Задача 5. У кошек гены черной и желтой окраски находятся в X-хромосоме. Гетерозиготные особи имеют пеструю (двухцветную окраску). От неизвестных родителей родились котята: самки — черные и пестрые, а самцы — черные и желтые.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Каковы генотипы родителей?
3. Какова вероятность рождения пестрого кота?
4. Какой вид взаимодействия генов иллюстрирует данная задача?

Вариант 5

Задача 1. Запишите генный и хромосомный варианты следующих выражений:

- а) особь несёт два доминантных аллеля окраски шерсти;
- б) гибриды первого поколения;
- в) скрещиваются две гетерозиготные особи.

Задача 2. У кареглазого мужчины и голубоглазой женщины родились трое голубоглазых девочек и один кареглазый мальчик. Ген карих глаз доминирует.

Запишите результаты скрещивания и объясните их.

Задача 3. Растение тыквы с белым дисковидным плодом, скрещенное с таким же, дало 28 потомков с белыми дисковидными плодами, 9 — с белыми шаровидными, 10 — с желтыми дисковидными и 3 — с желтыми шаровидными.

Определите генотипы родителей. Какое получится потомство при самоопылении каждого фенотипического класса?

Задача 4. В результате скрещивания растений томата, одно из которых имело красные двугнездные плоды, а второе — красные многогнездные, было получено потомство, среди которого обнаружено 10 растений с красными двугнездными плодами, 3 — с красными многогнездными плодами, 2 — с желтыми двугнездными плодами. Двугнездность плодов доминирует над многогнездностью.

Каких ещё растений следует ожидать в этом скрещивании? Какова вероятность их появления?

Задача 5. В браке женщины с нормальным зрением, у которой были родственники с полной цветовой слепотой, и мужчины с нормальным зрением, отец которого имел полную цветовую слепоту, родились три дочери с нормальным зрением и два сына с цветовой слепотой. В другом браке у супругов также с нормальным зрением родились две дочери с полной цветовой слепотой и два сына с нормальным зрением. Родственники матери детей и мать отца имели эту аномалию.

Объясните, почему в первой семье сыновья, а во второй — дочери родились с аномальным зрением.

Вариант 6

Задача 1. Охотничий талант племени зевотов определяется доминантным геном. Но этот талант проявляется у всех мужчин и только у половины женщин. Какие расщепления по фенотипу возможны в потомстве пары зевотов?

Задача 2. Какие выводы о доминировании некоторых генов можно сделать на основании следующих фактов. У человека ген

облысения доминирует над геном, контролирующим нормальную сохранность волос. У гетерозиготных по этому гену мужчин он проявляется. Они лысеют. У гомозиготных же по доминантному гену женщин он выражен слабо. Ген расположен в аутосоме.

Задача 3. У человека лысость доминирует над отсутствием лысины у мужчин и рецессивна у женщин. Кареглазый лысый мужчина, отец которого не имел лысины и был голубоглазым, женился на голубоглазой женщине, отец и все братья которой были лысые. Каков вероятный фенотип детей от этого брака?

Задача 4. От скрещивания белоглазых самок мушки-дрозофилы с красноглазыми самцами в потомстве получено 895 самцов с белыми глазами и 882 красноглазые самки. Кроме того, обнаружено 2 самки с белыми глазами и 1 самец с красными глазами. Как объяснить появление необычных самок и самцов? Как проверить правильность предположения?

Задача 5. Гены А и В сцеплены и кроссинговер между ними составляет 40%. Определите, сколько появится в потомстве дигетерозиготы АВ/аb при её самооплодотворении форм, с фенотипом ааbb и А-bb? Что получится при кроссинговере 10%.

Вариант 7

Задача 1. Семейная миоплегия (периодически повторяющиеся параличи конечностей) и карий цвет глаз наследуются как доминантные признаки. Гомозиготный кареглазый здоровый мужчина женится на голубоглазой женщине, отец которой был здоров и имел голубые глаза, а мать была гетерозиготной по обоим признакам.

1. Определите вероятность рождения в семье больных голубоглазых детей, записав решение задачи генетическими символами.

2. Определите вероятность рождения здоровых детей.

3. Применима ли в решении данной задачи гипотеза «чистоты гамет»?

Задача 2. Тромбоцитопения с аплазией радиуса (понижение количества тромбоцитов, отсутствие лучевых костей) наследуется как аутосомно-рецессивный признак. У здоровых родителей родился больной ребенок.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.

2. Какова вероятность того, что следующий ребенок тоже будет больным?

3. По каким законам происходит наследование данного признака?

4. Сформулируйте эти законы.

Задача 3. У человека «монголоидный» разрез глаз и «ямочки» на щеках определяются доминантными аутосомными несцепленными генами. Девушка с такими признаками вышла замуж за мужчину с «европеоидным» разрезом глаз и без «ямочек» на щеках. У них родился мальчик с признаками отца.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.

2. Каков генотип матери?

3. Каких еще потомков можно ожидать от этого брака и с какой вероятностью?

4. Дайте цитологическое обоснование состава гамет родителей?

Задача 4. Серповидно-клеточная анемия (замена нормального гемоглобина А на гемоглобин S) наследуется как рецессивный аутосомный ген. Его доминантный аллель, отвечающий за формирование нормального гемоглобина, является не полностью доминантным. Заболевание у гомозиготных особей приводит к смерти обычно до полового созревания; гетерозиготные особи жизнеспособны, анемия у них чаще всего проявляется субклинически; и только гомозиготы по доминантному аллелю являются абсолютно здоровыми. Интересно, что малярийный плазмодий не может использовать для своего питания S-гемоглобин, поэтому люди, имеющие эту форму гемоглобина, не болеют малярией. В брак вступают мужчина и женщина, устойчивые к малярии.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.

2. Какова вероятность рождения в этой семье детей, устойчивых к малярии?

3. Какова вероятность рождения в этой семье здоровых детей?

4. Какие законы генетики проявляются в данной задаче?

Задача 5. Гипертрихоз (рост волос по краю ушной раковины) наследуется как признак, сцепленный с Y-хромосомой. Мышечная дистрофия Дюшена — рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак. Какова вероятность рождения детей с обеими аномалиями в семье, в которой отец страдает гипертрихозом,

а мать гетерозиготна по признаку дистрофии? Каков пол у таких потомков?

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Ответьте на поставленные в задаче вопросы.
3. Могут ли дочери унаследовать гипертрихоз?
4. Каковы особенности наследования признаков, сцепленных с Y-хромосомой?

Вариант 8

Задача 1. Часто в бытовых разговорах можно услышать о преимуществах одной расы над другой, о чистоте крови, об этнической однородности человеческой популяции. Оцените эти разговоры с позиции человека, знающего генетику.

Задача 2. У человека лопухость доминирует над геном нормально прижатых ушей, а ген нерыжих волос над геном рыжих. Какого потомства можно ожидать по данным признакам от брака лопухого рыжего гетерозиготного по первому признаку мужчины с гетерозиготной нерыжей и с нормально прижатыми ушами женщиной?

Задача 3. Рост определяется полимерными несцепленными генами. Высокие люди имеют три пары доминантных полимерных генов и рост 180 см, низкий рост определяется тремя парами рецессивных полимерных генов и равен 150 см. В брак вступают высокий мужчина и женщина с низким ростом.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Определите рост детей от этого брака.
3. Каковы возможные генотипы людей, имеющих рост 175 см?
4. Объясните взаимодействие полимерных генов.

Задача 4. Известно, что мыши линии СВА имеют выраженный иммунный ответ на чужеродный антиген (доминантный аутосомный признак), мыши линии С₅₇В1 — низкий иммунный ответ (рецессивный признак). Гибриды, полученные от скрещивания мышей двух чистых линий F₁(СВА*С₅₇В1), наследуют доминантный признак. Скрещивают самцов и самок гибридного поколения.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Определите вероятность получения мышей чистой линии С₅₇ В1?

3. Какова вероятность появления мышей с выраженным иммунным ответом?

4. Как определить мышей чистой линии СВА среди потомков с выраженным иммунным ответом?

Задача 5. У человека ферментопатия (т.е. болезнь, связанная с отсутствием какого-либо фермента) вызвана наличием в генотипе эпистатического рецессивного гена в гомозиготном состоянии. Доминантный неаллельный эпистатический ген кодирует выработку фермента, а его рецессивный аллель не обеспечивает синтез фермента.

В брак вступают здоровые дигетерозиготные мужчина и женщина.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Какое расщепление по фенотипу можно ожидать в потомстве?
3. Какова вероятность рождения в этой семье здоровых детей?
4. Какова вероятность рождения больных ферментопатией детей от этого брака? Какова причина заболеваний?

Вариант 9

Задача 1. У человека большие глаза и римский нос доминируют над маленькими глазами и прямым носом. Женщина с большими глазами и прямым носом вышла замуж за человека с маленькими глазами и римским носом. У них родилось четверо детей, половина из которых имели большие глаза и римский нос. Определите генотипы родителей и детей.

Задача 2. Полидактилия — аутомно-доминантный признак, а маленькие глаза — рецессивный. Женщина с большими глазами и полидактилией, отец которой был здоров и имел маленькие глаза, вышла замуж за здорового гетерозиготного по второму признаку мужчину.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Дайте цитологическое обоснование разнообразия состава гамет и образования генотипов поколения F₁.
3. Какова вероятность рождения в семье здоровых детей?

Задача 3. Кареглазый (гомозиготный по этому признаку) мужчина женится на голубоглазой женщине.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.

2. Определите вероятность рождения кареглазых детей.

Задача 4. Ангидрозная эктодермальная дисплазия (отсутствие потоотделения, нарушение терморегуляции) у людей передается как рецессивный сцепленный с X-хромосомой признак. Нормальная женщина выходит замуж за мужчину, больного ангидрозной эктодермальной дисплазией. У них рождается большая девочка и здоровый сын.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Определите вероятность рождения следующего ребенка без аномалий.
3. Какова вероятность рождения больных детей в этой семье?
4. Каков пол больного потомства?

Задача 5. Пробанд страдает редкой формой сахарного диабета. Его супруга здорова. Она имеет дочь также с легкой формой диабета. Мать и бабушка пробанда страдали той же легкой формой болезни, остальные сибсы матери и ее отец здоровы. У жены пробанда есть сестра с легкой формой болезни, вторая сестра умерла от диабета. Мать и отец жены пробанда страдали диабетом в легкой форме, и у отца жены было еще два брата и сестра с легкой формой болезни. В семье же сестры отца двое детей умерли от диабета.

Определите вероятность рождения детей с тяжелой формой диабета в семье дочери пробанда, если она выйдет замуж за такого же мужчину, как и ее отец.

Вариант 10

Задача 1. Постройте молекулу иРНК, зная кодогенную цепь ДНК.

ДНК — ТААГЦАЦЦТАТТ.

Задача 2. Гены подагры (отложения солей) и облысения ведут себя как доминантные у мужчин и как рецессивные у женщин.

1. В каком случае женщина облысеет?
2. Чем еще кроме генетических причин можно объяснить такое поведение этих генов?

Задача 3. Заполните пропуски в тексте:

Г.Мендель, скрещивая растения, отличающиеся по ... , установил следующие закономерности:

— наследование ... определяется ... ;

— каждый признак контролируется ... аллелями, которые могут быть ... или ... ;

— если два аллеля ..., то организм называется гомозиготным и дает ... гаметы.

Задача 4. Скрещивание кур, имеющих длинные ноги и простой гребень, с коротконогим петухом с розовидным гребнем, получившим коротконогость от отца, а розовидный гребень от матери, дало следующее потомство: 5 коротконогих с розовидным гребнем, 103 коротконогих с простым гребнем, 89 длинноногих с розовидным гребнем, 12 длинноногих с простым гребнем (всего 209). Как наследуются признаки? Определите генотипы родителей?

Задача 5. Если гены А и В сцеплены и кроссинговер между ними составляет 20%, то какова будет пропорция генотипов ab/ab и aB/aB в F₂ от скрещивания $AB/AB * ab/ab$? $Ab/Ab * aB/aB$?

Вариант 11

Задача 1. Скрещивание коричневой норки с серой дало коричневое потомство. В F₂ получены 47 коричневых и 15 серых. Какой признак доминирует? Сколько будет гомозигот среди 47 коричневых и 15 серых? Как это определить?

Задача 2. У собак жесткая шерсть доминантна, мягкая рецессивна. Два жесткошерстных родителя дают жесткошерстного щенка. С кем его нужно скрестить, чтобы выяснить, имеет ли он в генотипе аллель мягкошерстности?

Задача 3. Белые самцы медаки скрещивались с коричневыми самками. В F₁ самки и самцы коричневые, в F₂ — 248 коричневых, 57 голубых, 53 красных и 21 белая рыбка. Пол удается определить не раньше, чем в годовалом возрасте. Через год среди выживших рыб распределение по полу и окраске оказалось следующим: самок — 147 коричневых и 35 красных, самцов — 77 коричневых, 56 голубых, 16 красных и 19 белых. Как наследуется окраска у медаки? Каковы генотипы у родителей? Что случится, если скрестить гомозиготного коричневого самца с белой самкой?

Задача 4. Скрещивание рябого петуха, имеющего простой гребень, с рябой курицей с ореховидным гребнем дало в потомстве 23 рябых с розовидным гребнем и 19 рябых с ореховидным гребнем

петушков и 12 рябых с ореховидным гребнем, 8 рябых с розовидным гребнем, 11 нерябых с ореховидным гребнем и 10 нерябых с ореховидным гребнем курочек. Объясните результат скрещивания. Определите генотипы исходных петуха и курицы.

Задача 5. У человека есть наследственное аллергическое заболевание — геморрагический диатез, вызываемый рецессивным геном *a*. Аллели этого гена находятся и в X-, и в Y-хромосомах. Попробуйте определить, какие будут дети и внуки, если:

- а) мать здорова, отец болен (оба гомозиготны);
- б) отец здоров, мать больна (оба гомозиготны).

Вариант 12

Задача 1. Полидактилия (шестипалость), близорукость и отсутствие малых коренных зубов передаются как доминантные аутосомные несцепленные признаки.

Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, в которой оба родителя имеют все три признака, но гетерозиготны по всем трем парам генов?

Задача 2. Полидактилия (шестипалость), близорукость и отсутствие малых коренных зубов передаются как доминантные аутосомные несцепленные признаки. В брак вступают:

а) женщина, мать которой была шестипалой, а отец близоруким (в отношении других признаков ее родители нормальны), дочь унаследовала от своих родителей обе аномалии;

б) мужчина, мать которого не имела малых коренных зубов и нормальна в отношении других признаков, а отец — нормален по всем признакам, сын унаследовал аномалию матери.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Каковы генотипы всех указанных лиц?
3. Определите вероятность рождения детей в этой семье без аномалий.
4. Дайте цитологическое обоснование состава гамет.

Задача 3. Женщина, больная муковисцидозом, выходит замуж за здорового мужчину, отец которого был болен муковисцидозом. Муковисцидоз (повышенная вязкость секрета экзокринных желез, вторичное поражение легких, печени, почек) наследуется как аутосомно-рецессивный признак.

Задача 4. Цистинурия наследуется как аутосомный рецессивный признак. Доминантный аллель данного гена является неполностью доминирующим, поэтому здоровым человек является только при гомозиготном доминантном состоянии гена. У гетерозигот обнаруживается повышенное содержание цистина в моче, а у рецессивных гомозигот в почках образуются цистиновые камни. В брак вступают здоровая женщина и мужчина с повышенным содержанием цистина в моче.

1. Запишите решение задачи генетическими символами.
2. Какова вероятность рождения в семье здоровых детей?
3. Существует ли вероятность рождения в этой семье детей, у которых разовьется мочекаменная болезнь?
4. Какие закономерности генетически проявляются в данной задаче?

Задача 5. Нина и Наташа — родные сестры и обе страдают дальтонизмом. У них есть сестра с нормальным зрением и брат с нормальным зрением, но гемофилик. Нина и Наташа вышли замуж за мужчин с нормальным зрением и кровью. У Нины родились шестеро детей — все дальтоники (две девочки и четыре мальчика). У Наташи два сына — гемофилики и дальтоники одновременно и две дочери с нормальным зрением и кровью.

Определите генотипы Нины и Наташи, их родителей и всех детей. Объясните причины появления гемофиликов и дальтоников одновременно.

ГЛОССАРИЙ

Австралопитеки — группа ископаемых высших приматов. Австралопитеками принято считать всех двуногих обезьян с объёмом мозга до 880 см³.

Аналогичные органы — это органы, разные по происхождению, имеющие внешнее сходство и выполняющие сходные функции.

Аналогия — сходство между объектами в некотором отношении.

Антропогенез — процесс происхождения и развития человека.

Ароморфоз (от греч. *aigo* — поднимаю и *morphosis* — образец, форма) — эволюционное преобразование строения и функций организмов, имеющее общее значение для организма в целом и ведущее к морфофизиологическому прогрессу. Концепция ароморфоза была разработана А.Н.Северцовым (1925), который под ароморфозом понимал и сам морфофизиологический прогресс как направление эволюции, обозначаемое иногда термином «арогенез» (А.Л.Тахтаджян, 1951). Примеры ароморфоза — развитие челюстей у предков челюстноротых позвоночных, гомойотермии у птиц и млекопитающих. В результате ароморфоза организмы получают качественно новые возможности для освоения ресурсов внешней среды. Эти возможности реализуются в процессе развития идиоадаптаций и других более узких приспособлений, на базе которых могут формироваться новые ароморфозы. Развитие ароморфоза и идиоадаптаций обусловлено одними и теми же эволюционными механизмами, они отличаются лишь по своему значению для организма в целом. Так, легкие для кистеперых рыб (предков наземных позвоночных) были идиоадаптацией, позволявшей им существовать в водоемах с пониженным содержанием растворенного в воде кислорода. Для их потомков (наземных позвоночных) совершенствование легочного дыхания стало ароморфозом. По Северцову, в филогенезе происходит чередование редких и относительно быстро протекающих ароморфозов и более длительных периодов многочисленных идиоадаптаций.

Атавизмы — появление у данной особи признаков, свойственных отдаленным предкам, но отсутствующих у ближайших.

Бактерии — это одноклеточные микроорганизмы, для которых характерно наличие нуклеотида, цитоплазматической мем-

браны, плотной клеточной стенки и размножение поперечным делением.

Биологический прогресс — эволюционное развитие систематической группы: увеличение числа входящих в нее видов, подвидов и других таксонов, расширение ареала, повышение численности особей и т.д.

Биологический регресс — явление, противоположное биологическому прогрессу. Характеризуется снижением численности особей вследствие превышения смертности над рождаемостью, сужением или разрушением целостности ареала, постепенным или быстрым уменьшением видового многообразия группы. Биологический регресс может привести вид к вымиранию. Общая причина биологического регресса — отставание темпов эволюции группы от скорости изменения внешней среды. Эволюционные факторы действуют непрерывно, в результате чего происходит совершенствование приспособлений к изменяющимся условиям среды. Однако когда условия изменяются очень резко (очень часто из-за непродуманной деятельности человека), виды не успевают сформировать соответствующие приспособления. Это приводит к сокращению численности видов, сужению их ареалов, угрозе вымирания. В состоянии биологического регресса находятся многие виды. Среди животных это, например, крупные млекопитающие, такие как уссурийский тигр, гепард, белый медведь, среди растений — гинкговые, представленные в современной флоре одним видом — гинкго двулопастным.

Вакуоль — одномембранный органоид, содержащийся в некоторых эукариотических клетках и выполняющий различные функции (секреция, экскреция и хранение запасных веществ, аутофагия, автолиз и др.).

Вариационный ряд — это упорядоченное изображение реально существующего распределения особей в группе по величине признака.

Вид — основная структурная единица биологической систематики живых организмов, систематическая единица, группа особей с общими морфофизиологическими, биохимическими и поведенческими признаками, способная к взаимному скрещиванию, дающему в ряду поколений плодовитое потомство, закономерно распространённая в пределах определённого ареала и сходно изменяющаяся под влиянием факторов внешней среды.

Виды-двойники (термин введен в науку в 1942 г. Э.Майром) — виды, сходные морфологически, но не скрещивающиеся между собой.

Гаметогенез — это процесс образования половых клеток. Протекает он в половых железах — гонадах (в яичниках у самок и в семенниках у самцов).

Генетика — это наука о наследственности и изменчивости живых организмов. Ее законы универсальны, они применимы к любому виду живых существ — от вирусов до человека.

Генотип — совокупность генов данного организма, являющихся его наследственной основой.

Гомологичные органы — органы, сходные между собой по строению, происхождению, но выполняющие разные функции

Гомология — сопоставимые части сравниваемых биологических объектов.

Движущий отбор — это естественный отбор, который приводит к изменению генетической и фенотипической структуры популяции.

Дивергенция — расхождение признаков в пределах популяции или вида, возникающее под действием естественного отбора.

Естественный отбор — это преимущественное выживание и оставление потомства наиболее приспособленными особями каждого вида организмов и гибели менее приспособленных.

Идиоадаптация — одно из главных направлений эволюции, при котором возникают частные изменения строения и функций органов при сохранении в целом уровня организации предковых форм.

Изменчивость — способность живых организмов существовать в различных формах, приобретать признаки, отсутствующие у предшествующих родительских форм.

Изменчивость коррелятивная (по Ч.Дарвину (1859)), **относительная изменчивость** — изменчивость, при которой изменение структуры или функции одной части организма нередко обуславливает изменение другой или других, например, связь изменения окраски кожи и шерсти у животных, длины шеи и ног у болотных птиц, длины клюва и языка, связь между развитием мышц и размерами гребней на костях, к которым они прикреплены.

Изменчивость неопределенная индивидуальная — форма изменчивости, под которой Ч.Дарвин (1859) понимал появление

разнообразных отличий у особей одного и того же вида, сорта, породы, которыми, существуя в сходных условиях, одна особь отличается от другой. Например, из семян одной коробочки вырастают нетождественные растения, потомки одной пары животных не бывают совершенно подобными, хотя и развиваются в сходных условиях. Такая равнонаправленная изменчивость — следствие неопределенного влияния условий существования на каждый отдельный индивид. Характер изменчивости, по мнению Дарвина, определяется не только условиями внешней среды, но и особенностью организма, его состоянием. Неопределенная изменчивость всех особенностей организма довольно распространена. Значительное разнообразие особей вследствие индивидуальной наследственной изменчивости является важным материалом для эволюционного процесса.

Каротин (от лат. *Carota* — морковь) — жёлто-оранжевый пигмент, непредельный углеводород из группы каротиноидов.

Конвергенция — процесс появления сходных черт анатомо-морфологического строения, физиологических или поведенческих реакций у далеких в систематическом плане, но обитающих в сходных условиях среды таксонов.

Критерий вида — это разнообразные таксономические (диагностические) признаки, которые характерны для одного вида, но отсутствуют у других видов.

Кроманьонцы — ранние представители современного человека в Европе и отчасти за её пределами, жившие 40—12 тысяч лет назад.

Ксантофилл — растительный пигмент, придающий желтый и коричневый цвета осенним листьям. По химическому составу — каротиноид (каротиноиды — группа соединений, в которую входит каротин, пигмент, придающий красный цвет моркови и помидорам). Все каротиноиды, включая ксантофилл, также играют роль в фотосинтезе.

Мезоплазма (устар.; *mesoplasma*; мезо- + (цито)плазма) — часть цитоплазмы, расположенная между экто- и эндоплазмой.

Мейоз (от греч. *meiosis* — уменьшение) — редуccionное деление. Способ деления клеток, свойственный созревающим половым клеткам (гаметам) и характеризующийся уменьшением (редукцией) вдвое числа хромосом. До мейоза созревающая гамета содержит двойной (диплоидный) набор хромосом, после мейоза —

одинарный (гаплоидный). Биологическое значение мейоза заключается в поддержании постоянства кариотипа в ряду поколений организмов данного вида и обеспечении возможности перераспределения наследственного материала, обеспечивающего возникновение новых комбинаций наследственных свойств.

Мимикрия (ложнопредостерегающая окраска) — раздражительное сходство незащищенного организма с защищенным или несъедобным.

Митоз (от греч. *mítos* — нить) — кариокинез, не прямое деление клетки, наиболее распространенный способ воспроизведения (репродукции) клеток, обеспечивающий тождественное распределение генетического материала между дочерними клетками и преемственность хромосом в ряду клеточных поколений. Биологическое значение митоза определяется сочетанием в нём удвоения хромосом путём продольного расщепления их и равномерно распределения между дочерними клетками.

Морфологический критерий вида основан на существовании морфологических признаков, характерных для одного вида, но отсутствующих у других видов.

Морфология — наука, изучающая как внешнее строение (форму, структуру, цвет, образцы) организма и его составных частей, так и внутреннее строение живого организма. Подразделяется на наружную морфологию (или эйдономию) и внутреннюю морфологию (или анатомию).

Морфофизиологический регресс — это упрощение в строении организмов того или иного вида в результате мутаций. Приспособления, формирующиеся на базе таких мутаций, могут при соответствующих условиях вывести группу на путь биологического прогресса, если она попадает в более узкую среду обитания. Таким путем достигли биологического прогресса многие паразитические формы.

Неандертальцы — ископаемый вид людей, обитавших 300—24 тысячи лет назад.

Норма реакции — это пределы, в которых может изменяться фенотип при неизменном генотипе.

Общая дегенерация — одно из направлений эволюционного процесса, связанное с упрощением организации, в том числе утратой органов и их систем.

Овогенез — это процесс образования и развития женских половых клеток.

Онтогенез — индивидуальное развитие организма от оплодотворения (при половом размножении) или от момента отделения от материнской особи (при бесполом размножении) до смерти.

Определенная (групповая) изменчивость (согласно Дарвину) — сходные изменения всех особей потомства какого-либо вида в одном направлении, вызванные влиянием условий среды обитания. Например, растения водного лютика имеют различную форму листьев в зависимости от того, находятся листья под водой или на воздухе. У всех водных лютиков в воде развиваются тонкие листья, а на воздухе — широкие, изрезанные. Все растения белокочанной капусты при выращивании в жарком климате не образуют кочанов. У всех людей под действием солнечных лучей в коже образуется темный пигмент меланин, обуславливающий потемнение кожи при загаре. Следовательно, все особи одного вида сходно изменяются под действием определенного фактора внешней среды. Ч.Дарвин назвал этот вид изменчивости определенной, так как можно заранее предсказать, какие изменения возникнут у особей вида под действием данного внешнего воздействия, или групповой — так как изменения наблюдаются у всех особей, находящихся в сходных условиях. Определенная, или групповая, изменчивость не является наследственной, и если животные или растения попадают в исходные условия существования, признаки также возвращаются к первоначальным.

Определенная изменчивость — способность организма изменять свои признаки и свойства под воздействием факторов среды, но не передавать эти изменения по наследству.

Палеонтология — наука об ископаемых останках растений и животных, пытающаяся реконструировать по найденным останкам их внешний вид, биологические особенности, способы питания, размножения и т.д., а также восстановить на основе этих сведений ход биологической эволюции.

Питекантропы — подвид людей, некогда рассматриваемый как промежуточное звено эволюции между австралопитеками и неандертальцами.

Плазмалемма [Plasmalemma, Outer Cytoplasmic Membrane, Plasma membrane] (от греч. *πλάσμα* — творение, лепное изображение,

фигура + λέμπα — скорлупа, кожица), или **цитоплазматическая мембрана** — это одна из мембран клетки, окружающая цитоплазму.

Пластиды — это мембранные органоиды, встречающиеся у фотосинтезирующих эукариотических организмов (высшие растения, низшие водоросли, некоторые одноклеточные организмы). Пластиды окружены двумя мембранами, в их матриксе имеется собственная геномная система, функции пластид связаны с энергообеспечением клетки, идущим на нужды фотосинтеза.

Покровительственная (скрывающая) окраска — это окраска, делающая организмы менее заметными в местах их обитания.

Предупреждающая (демонстрационная) окраска — яркая, контрастная (красная с черным, черная с желтым) окраска у животных, имеющих ядовитые или пахучие железы.

Предупреждающая (угрожающая) окраска — это сигнал опасности для хищников о несъедобности данных организмов.

Расовая теория — комплекс идей о решающем влиянии расовых различий на историю, культуру, общественный и государственный строй. Иногда расовая теория не сводится к чисто биологическим факторам.

Ретинол (истинный витамин А) — жирорастворимый витамин, антиоксидант. В чистом виде нестабилен, встречается в продуктах животного и растительного происхождения. Эмпирическая формула $C_{40}H_{56}$. Нерастворим в воде, но растворяется в органических растворителях. Содержится в листьях всех растений, а также в корне моркови, плодах шиповника и др.

Рудимент — недоразвитый, остаточный орган, бывший полноценным на предшествующих стадиях существования организма.

Система «хищник—жертва» — сложная экосистема, для которой реализованы долговременные отношения между видами хищника и жертвы. Отношения между хищниками и их жертвами развиваются циклически, являясь иллюстрацией нейтрального равновесия.

Социальный дарвинизм — социологическая теория, согласно которой закономерности естественного отбора и борьбы за выживание, выявленные Чарльзом Дарвином в природе, распространяются на отношения в человеческом обществе.

Сперматогенез — это развитие мужских половых клеток.

Типологическая концепция вида — это концепция, согласно которой особи не находятся друг с другом в каких-либо особых отношениях будучи просто выражением одного и того же типа.

Тонoplast (от греч. tonos — натяжение, напряжение и plastos — вылепленный, оформленный) — белково-липидная избирательно проницаемая мембрана, ограничивающая вакуоль. Толщина мембраны 10—15 нм. Тонoplast не позволяет цитоплазме смешиваться с вакуолярным соком и обуславливает осмотические явления в клетке, участвует в поддержании в ней тургора. Благодаря тонoplastу вакуоли способны накапливать продукты метаболизма и участвовать в биохимическом кругообороте веществ в клетке. За счет образования тонoplastных впячиваний внутрь вакуоли происходит локальный автолиз цитоплазмы.

Фенотип — совокупность всех свойств и признаков организма, которые выявляются в процессе индивидуального развития.

Физиология — это биологическая наука, изучающая жизнедеятельность здорового организма и его частей — систем, органов, тканей, клеток.

Филогенез — это историческое эволюционное формирование группы организмов.

Хлоропласты — органоиды растительных клеток, содержащие зелёный пигмент хлорофилл; вид *пластид*. Имеют собственный генетический аппарат и систему синтеза белка, что обеспечивает им относительную «независимость» от клеточного ядра и других органоидов. В хлоропластах осуществляется основной физиологический процесс зелёных растений — *фотосинтез*. Кроме того, в них синтезируются богатое энергией соединение АТФ, белки, крахмал. Хлоропласты содержат преимущественно в листьях и зелёных плодах. При старении листьев и созревании плодов хлорофилл разрушается и хлоропласты превращаются в *хромoplastы*.

Хлорофилл — фотосинтезирующий пигмент: α -хлорофилл $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$ — зелёный с синеватым оттенком, β -хлорофилл $\text{C}_{55}\text{H}_{70}\text{O}_6\text{N}_4\text{Mg}$ — зелёный с желтоватым оттенком, каротин $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$ — желто-оранжевый, ксантофилл $\text{C}_{40}\text{H}_{56}\text{O}_2$ — золотисто-желтый.

Хромoplastы (от греч. chroma — цвет, plastós — вылепленный, оформленный) — окрашенные пластиды различной формы (нитевидной, ромбической, серповидной, пластинчатой, треугольной, игловидной, шаровидной и др.), имеющие двухмембранное строение.

Разнообразие форм объясняется тем, что при переходе хлоропластов в хромопласты каротиноиды по мере разрушения хлорофилла кристаллизуются и разрывают пластиду. Форма кристаллов каротиноидов типична для каждого вида растений. Именно они придают листьям, плодам, лепесткам цветков красную, оранжевую и желтую окраску. Роль хромопластов многообразна: привлечение насекомых-опылителей к цветкам, птиц и других животных к плодам для их распространения. Опадающие осенние листья содержат конечные продукты метаболизма, в том числе каротиноиды.

Ценогенез — это развитие чисто эмбриональных приспособлений, обеспечивающих жизнь зародышей и молодых особей и не сохраняющихся во взрослом состоянии.

Цитозоль (англ. cytosol), или внутриклеточная жидкость, матрикс цитоплазмы, гиалоплазма — жидкость, находящаяся внутри клеток. У эукариот матрикс цитоплазмы отделен клеточными мембранами от содержимого органоидов, например, матрикса митохондрий. Содержимое клетки за исключением плазматической мембраны и ядра называют *цитоплазмой*.

Эволюция — это необратимое и, в известной мере, направленное историческое развитие живой природы во времени, сопровождающееся изменением генетического состава популяций, возрастанием разнообразия организмов, формированием адаптации, образованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.

Эмбриология — это наука о закономерностях эмбрионального развития зародыша.

Эпидерма (эпидермис, кожаца) — покровная ткань растений. Образуется из верхушечной меристемы и поэтому относится к первичным тканям. Эпидерма покрывает молодые стебли и листья, а также цветки, плоды, семена. Она регулирует испарение воды (*транспирацию*), газообмен, защищает органы растений от высыхания и повреждения, осуществляет всасывание и выделение различных веществ. Эпидерма обычно образована одним слоем клеток и покрыта восковым налётом и кутикулой. Среди основных клеток эпидермы находятся щелевидные структуры — *устьица*, с помощью которых происходят транспирация и газообмен. К осени эпидерма обычно заменяется вторичной покровной тканью — перидермой (пробкой).

ЛИТЕРАТУРА

Азимов А. Краткая история биологии / Пер. с англ. Л.А.Игоревского. М., 2004.

Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С.Гиляров; редкол.: А.А.Бабаев, Г.Г.Винберг, Г.А.Заварзин и др. 2-е изд., испр. М., 1989.

Биология: В 2 кн. Учебник для мед. спец. вузов / В.Н.Ярыгин, В.Н.Васильева, И.Н.Волков, В.В.Синельникова; под ред. В.Н.Ярыгина. 10-е изд., стер. М., 2010. Кн. 1.

Генетика. Учебник для вузов / Под ред. В.И.Иванова. М., 2007.

Еськов Е.К. Биологическая история Земли: Учеб. пособие. М., 2009.

Жизнь растений: В 6 т. / Под ред. проф. А.А.Федорова. М., 1974. Т. 1: Бактерии и актиномицеты.

Иорданский Н.Н. Эволюция жизни: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. М., 2001.

Лабораторные занятия по курсу гистологии, цитологии и эмбриологии: Учеб. пособие для мед. вузов / Ю.И.Афанасьев, Л.П.Бобова, В.Л.Горячкина и др.; под ред. Ю.И.Афанасьева, А.Н.Яцковского. М., 2004.

Пехов А.П. Биология с основами экологии: Учебник. 2-е изд., испр. и доп. СПб., 2004.

Практикум по эмбриологии: Учеб. пособие для студ. ун-тов / Под ред. проф. В.А.Голиченкова, М.В.Семеновй. М., 2004.

Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. Биология: В 3 т. / Пер. с англ.; под ред. Р.Сопера. 3-е изд. М., 2004. Т. 1—3.

Учебное издание

Скоробогатова Ольга Николаевна

ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ ПО БИОЛОГИИ

Учебно-практическое пособие

Редактор *Н.В.Титова*
Компьютерная верстка *Е.С.Борзова*
Художник обложки *К.В.Латылова*

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 31.12.2013
Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов
Гарнитура Times. Усл. печ. листов 7,5
Тираж 300 экз. Заказ 1436

*Отпечатано в Издательстве
Нижевартовского государственного университета
628615, Тюменская область, г.Нижевартовск, ул.Дзержинского, 11
Тел./факс: (3466) 43-75-73, E-mail: izdatelstvo@nggu.ru*