

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)**

**Б.Д. Куранов, М.В. Минина**

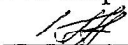
**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО БИОЛОГИИ**

(методические указания для специальности 020801 – Экология)

**Томск - 2012**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга  
(РЭТЭМ)

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой РЭТЭМ  
 В.И. Туев

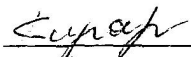
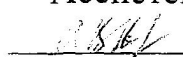
«6» 06 2012

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО БИОЛОГИИ**

(методические указания для специальности 020801 – Экология)

Разработчики:

Профессор каф. РЭТЭМ, д.б.н.

 Б.Д. Куранов  
Ассистент каф. РЭТЭМ  
 М.В. Минина

Томск - 2012

## ВВЕДЕНИЕ

Курс биологии входит в число обязательных предметов, составляющих фундаментальную основу подготовки экологов всех специальностей. В рамках предмета важная роль отводится практическим занятиям, которые наряду с теоретическим лекционным курсом способствуют созданию цельного представления о биоразнообразии, а также помогают в приобретении навыков самостоятельной работы с биологическим материалом и книгой как справочником. На практических занятиях основное внимание уделяется изучению внутренней организации организмов разных царств, типов и классов с целью выявления эволюционных преобразований живого мира.

Настоящие методические указания представляют собой программу-конспект анатомической части практикума по биологии, и состоит из 9 разработок конкретных тем, составленных по единому плану. По каждой теме дается таксономическая характеристика изучаемого объекта, затем перечень необходимых для отработки данной темы материалов и оборудования, включающего готовые препараты, таблицы и раздаточный материал. В разделе "Задание" указывается, что студент должен изучить и усвоить на каждом занятии. Для проверки усвоения материала студентами и самоконтроля служат вопросы, ответы на которые требуют дополнительной подготовки по соответствующим разделам учебников. При написании пособия использовался принцип сравнительно-анатомического анализа и филогенетических связей живых организмов.

## Первый (осенний) семестр (20 ч, самостоятельная работа 5 ч.)

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. АНАТОМИЯ КЛЕТКИ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель работы:** освоить навыки микроскопирования и приготовления временных препаратов, изучить строение растительной клетки с помощью светового микроскопа.

#### Предмет и содержание работы

**Объект изучения:** чешуя луковичы лука (*Allium cepa* L.), листья элодеи (*Elodea canadensis* Rich.), свежие плоды томата (*Lycopersicum* sp.) или шиповника (*Rosa canina* L.), лист традесканции (*Tradescantia* sp.), побег сосны (*Pinus* sp.).

#### Краткие теоретические сведения

Клетка является основной структурной единицей растительного организма. Организм одноклеточных растений представлен одной клеткой, которая осуществляет все жизненные функции. Клетки, составляющие тело многоклеточного организма, как правило, неоднородны, имеют разную структуру, и выполняют различные функции.

Живая клетка растений представляет собой объемное тело, состоящее из протопласта, окруженного оболочкой. Протопласт (от греч. протос – первый, пластос – вылепленный) состоит из цитоплазмы и ядра. Ядро – органоид растительной клетки, состоящий из двумембранной липопротеидной оболочки, отделяющей его содержимое от цитоплазмы, хроматина, ядрышка, кариоплазмы и продуктов синтетической активности. Цитоплазма включает гиалоплазму, мембранные и немембранные компоненты. К мембранным компонентам относится эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли и двумембранные компоненты (митохондрии и пластиды). К немембранным компонентам относят рибосомы, микротрубочки, микрофиламенты.

Гиалоплазма (от греч. гиалине – прозрачный) представляет собой сложную систему растворов различных веществ. Важнейшая роль гиалоплазмы заключается в том, что она объединяет все клеточные структуры и обеспечивает химическое взаимодействие их друг с другом. В живой растительной клетке основное вещество находится в постоянном движении. Это движение называется током цитоплазмы или циклозом. Он облегчает передвижение веществ в клетке и обмен ими между клеткой и окружающей средой. Циклоз прекращается в мертвой клетке.

Клетки высших растительных организмов содержат вакуоли. У молодых клеток может быть несколько мелких вакуолей, которые по мере роста и дифференцировки клетки сливаются друг с другом и образуют одну или

несколько крупных вакуолей. Полость вакуоли заполнена клеточным соком. Одной из главных функций вакуолей является поддержание тургорного и осмотического давления клеток.

Оболочка клетки защищает ее содержимое от повреждений, принимает участие в поглощении и передвижении веществ, транспирации и выделении секретов. Очень часто оболочка растительной клетки выполняет жизненно важные функции, и после отмирания живого содержимого.

### **Материал и оборудование**

1. Чешуя лука репчатого (красного сорта), листья элодеи, свежие плоды томата или шиповника, лист традесканции, побег сосны.
2. Микроскоп.
3. Препаровальная игла.
4. Пипетки.
5. Предметные и покровные стекла.
6. Капельница с дистиллированной водой.
7. Марлевые салфетки.
8. Фильтровальная бумага.
9. Пинцет.

### **Техника работы с микроскопом**

Работа с микроскопом требует определенных навыков и знаний всех его потенциальных возможностей. В микроскоп можно рассматривать не только поверхность объекта, но и внутреннюю ее часть, так как свет, полученный от источника, проходя через объект, освещает всю его толщу. Опуская или поднимая тубус микроскопа, можно поставить фокус и рассматривать любые участки объекта, находящиеся на разной глубине, то есть получать «оптическое сечение».

Резкость изображения участков, лежащих на разных уровнях, – глубина поля зрения – зависит от размеров отверстия диафрагмы. Уменьшая это отверстие путем закрывания диафрагмы можно получить большую глубину поля зрения.

При выполнении первого задания необходимо внимательно изучить принципы устройства микроскопа и познакомиться с основными частями оптической и механической систем. Особенное внимание обратить на цифровые и буквенные обозначения, имеющиеся на объективах и окулярах и чистоту их линз. Освоить основные приемы и правила работы с микроскопом и подготовить его к просмотру препарата при малом увеличении. В альбоме сделать записи согласно заданию.

Для выполнения второго задания необходимо подготовить предметные и покровные стекла. Для этого поместить стекло в складку марлевой салфетки между большим и указательным пальцами руки и протереть их легкими и

круговыми движениями пальцев. Затем на середину предметного стекла нанести каплю воды. Внутреннюю мясистую чешую лука слегка надрезать и препаровальной иглой или пинцетом снять кожицу с вогнутой или наружной стороны. Эпидермис расправить препаровальной иглой в капле воды на предметном стекле и накрыть покровным. Листья элодеи сорвать с растения за 30 минут до начала занятия и выдержать на ярком свете в чашке Петри с водой при температуре 20-25°.

### Задание

1. Познакомиться с устройством светового микроскопа и освоить основные правила работы с ним.
2. Подготовьте микроскоп к просмотру препарата при малом увеличении.
3. Подготовьте предметные и покровные стекла для микроскопирования препарата.
4. Приготовьте временный препарат эпидермы наружной стороны сочной чешуи фиолетового лука.
5. Рассмотрите клетки при небольшом увеличении микроскопа. Зарисуйте их.
6. Опишите форму клеток. Различаются ли клетки размерами?
7. К какой группе по форме (паренхимная или прозенхимная) относятся клетки эпидермы лука?
8. Рассмотрите клетки при 400-кратном увеличении микроскопа.
9. Найдите оболочку, ядро, цитоплазму, вакуоль.
10. Найдите основные структурные элементы цитоплазмы.
11. Опишите внешнее строение мембранных компонентов цитоплазмы: эндоплазматической сети, аппарата Гольджи, лизосом, вакуолей.
12. Опишите внешнее строение немембранных компонентов цитоплазмы: рибосом, микротрубочек, микрофиламентов.
13. Отметьте, сколько вакуолей имеется в клетке.
14. Отметьте, какой объем относительно общего объема клетки занимают вакуоли (вакуоль)?
15. Найдите клетки с разным количеством вакуолей. Сравните размеры вакуолей в клетках с одиночными и множественными вакуолями.
16. Опишите цвет содержимого вакуолей.
17. Опишите, как выглядит оболочка вакуоли (тонопласт).
18. Опишите структуру цитоплазмы, выстилающую внутреннюю поверхность клеточной оболочки.
19. Найдите цитоплазматическую структуру, из которой образуются ядерный кармашек.
20. Найдите клеточное ядро и опишите его форму.
21. Опишите строение ядерной оболочки. Из скольких слоев она состоит?
22. Найдите и опишите ядерные поры. Какую функцию они выполняют?

23. Найдите ядрышко, опишите его внешнее строение.
24. Изготовьте препарат листа элодеи.
25. При большом увеличении наблюдайте вращательное движение цитоплазмы в клетках средней жилки листа элодеи.
27. Зарисуйте одну клетку элодеи и укажите стрелками направление движения цитоплазмы.
28. Подсушите препарат элодеи и наблюдайте, сохранилось ли движение цитоплазмы в погибшей клетке.
29. Найдите и зарисуйте хлоропласты у элодеи.
30. Изготовьте препараты клеток мякоти плодов томата или шиповника.
31. Исследуйте содержимое клеток при большом увеличении и найдите хромопласты. Зарисуйте несколько клеток мякоти плодов и сделайте обозначения.
32. Изготовьте препарат нижней эпидермы листа традесканции. Рассмотрите при большом увеличении содержимое клеток традесканции и найдите лейкопласты. Зарисуйте несколько клеток и сделайте обозначения.
34. Приготовьте препараты срезов древесины побегов сосны. Рассмотрите при большом увеличении строение стенок клеток. Найдите окаймленные поры. Зарисуйте и сделайте обозначения.
35. Составить отчет о проделанной работе.

### **Пояснение к препарату**

Работа с микроскопом требует определенных навыков и знаний всех его потенциальных возможностей. В микроскоп можно рассматривать не только поверхность объекта, но и внутреннюю ее часть, так как свет, полученный от источника, проходя через объект освещает всю его толщу. Опуская или поднимая тубус микроскопа, можно поставить фокус и рассматривать любые участки объекта, находящиеся на разной глубине, то есть получать «оптическое сечение».

Резкость изображения участков, лежащих на разных уровнях, - глубина поля зрения – зависит от размеров отверстия диафрагмы. Уменьшая это отверстие путем закрывания диафрагмы можно получить большую глубину поля зрения.

При выполнении первого задания необходимо внимательно изучить принципы устройства микроскопа и познакомиться с основными частями оптической и механической систем. Особое внимание обратить на цифровые и буквенные обозначения, имеющиеся на объективах и окулярах и чистоту их линз. Освоить основные приемы и правила работы с микроскопом и подготовить его к просмотру препарата при малом увеличении. В альбоме сделать записи согласно заданию.

Для выполнения второго задания необходимо подготовить предметные и покровные стекла. Для этого поместить стекло в складку марлевой салфетки между большим и указательным пальцами руки и протереть их легкими и круговыми движениями пальцев. Затем на середину предметного стекла нанести

каплю воды. Внутреннюю мясистую чешую лука слегка надрезать и препаровальной иглой или пинцетом снять кожицу с вогнутой или наружной стороны. Эпидермис расправить препаровальной иглой в капле воды на предметном стекле и накрыть покровным.

При малом увеличении микроскопа в поле зрения будут видны множество плотносомкнутых клеток многоугольной формы и разных размеров (рис. 1). При большом увеличении микроскопа внимательно изучить одну-две клетки. Работая микровинтом и изменяя диаметр диафрагмы добиться четкой видимости всех структур клетки. Обратите внимание, что каждая клетка имеет собственную оболочку. В клетке различимы несколько вакуолей с окрашенным соком. Внутреннюю поверхность клеточной оболочки выстилает тонкий слой цитоплазмы с зернистыми включениями, от которого отходят тяжи, пересекающие полость клетки. Они образуют ядерный кармашек, в котором располагается ядро округлой формы с хорошо различимым ядрышком.

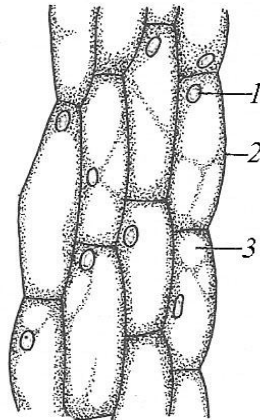


Рис.1. Клетки эпидермиса мясистой чешуи лука: 1-ядро; 2-оболочка; 3- вакуоль

### Контрольные вопросы

1. К каким двум группам можно свести все многообразие клеток по форме?
2. Какие основные органоиды растительных клеток можно наблюдать под световым микроскопом?
3. Какие существуют мембранные компоненты цитоплазмы?
4. Какие существуют немембранные компоненты цитоплазмы?
5. Какие элементы входят в состав клеточного ядра?
6. Назовите основные свойства цитоплазмы как живой системы
7. Назовите основную функцию вакуоли.
8. Дайте определение терминам протопласт и циклоз.
9. Назовите функции хлоропластов, хромопластов и лейкопластов.
10. Как определить, жива или мертва растительная клетка?



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. АНАТОМИЯ ТКАНЕЙ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель работы:** познакомиться со строением и функциями покровных, ростовых, механических, проводящих тканей высших растений

### Предмет и содержание работы

**Объекты изучения:** листья традесканции (*Tradescantia sp.*), побег бузины (*Sambucus racemosa L.*), побег элодеи (*Elodea canadensis Rich.*), срезы клубня картофеля (*Solanum tuberosum L.*), кувшинки (*Nymphaea alba L.*), льна (*Linum sp.*), тыквы (*Cucurbita pepa L.*), подсолнечника (*Helianthus annuus L.*), одуванчика (*Taraxacum officinale Wigg.*), побега сосны (*Pinus sp.*).

### Краткие теоретические сведения

**Покровные ткани** можно разделить на: первичные – эпидерма (эпидермис, кожица); вторичные – пробка; третичные – корка. Основная функция покровной ткани – защита внутренних тканей растения от прямого влияния внешней среды, а также участие в регуляции газообмена и транспирации. Эпидерма составлена самым наружным слоем клеток, облегающим листья и молодые стебли. Клетки эпидермы плотно сомкнуты без межклетников; с наружной стороны покрыты слоем кутикулы. Клетки эпидермы живые, протопласт занимает постенное положение, в центре – вакуоль. Среди основных клеток эпидермы размещены устьица, состоящие из двух бобовидных замыкающих клеток и устьичной щели между ними. Эта щель может то расширяться, то сужаться, регулируя транспирацию и газообмен.

Пробка состоит из мертвых клеток. Главное ее назначение – защита от потери влаги и болезнетворных организмов. Феллоген (пробковый камбий) представляет собой один слой меристематических клеток. Феллодерма выполняет функцию питания феллогена. Лежащие под пробкой живые ткани испытывают потребность в газообмене. Поэтому в перидерме образуются чечевички – проходные отверстия, через которые проветривается орган.

**Меристемные ткани.** По положению в теле растения меристема может быть верхушечной (апикальной), вставочной (интеркалярной), боковой (латеральной) и раневой (травматической). С учетом относительного времени появления – первичной (прокамбий, перицикл) и вторичной (камбий, феллоген). Основная функция меристемы – образование новых клеток, которые затем дифференцируются в клетки постоянных тканей. Благодаря делению клеток меристемы обеспечивается рост растений и образование новых тканей и органов.

Клетки меристемы характеризуются небольшими размерами, в основном форме правильных многогранников. Клетка имеет тонкую пектиновую оболочку, способную к растяжению; в центре – крупное ядро, в периферической части цитоплазмы – отдельные вакуолярные пузырьки, еще не полностью сформировавшаяся эндоплазматическая сеть и аппарат Гольджи, прорибосомы, пропластиды.

**Механические ткани** – это ткани с ярко выраженной опорной функцией, образуют скелет растения. Различают два основных типа механических тканей: колленхиму и склеренхиму. Колленхима – это опорная ткань растущих органов. Она состоит из вытянутых в длину живых клеток. Их оболочки неравномерно утолщены и содержат целлюлозу, гемицеллюлозу, пектин. В зависимости от характера утолщения стенок и соединения клеток между собой различают угловую, пластинчатую и рыхлую колленхиму.

Склеренхима состоит из мертвых клеток с одревесневшими оболочками. Различают два типа склеренхимы – волокна и склереиды. Различают лубяные волокна, входящие в состав луба (флоэмы) и древесинные (волокна либриформа), входящие в состав древесины (ксилемы). Склереиды могут образовывать сплошные комплексы в скорлупе ореха, в косточке сливы или распределяться поодиночке среди других тканей, как каменистые клетки в плодах груши.

**Проводящие ткани** – это ткани, по которым происходит массовое передвижение веществ. Различают две проводящие ткани: ксилема (древесина) и флоэма (луб). По ксилеме в направлении от корней к листьям поднимаются вода и растворенные в ней соли (восходящий ток). По флоэме в направлении от листьев к корням передвигаются вещества, синтезируемые в листьях, главным образом сахара (нисходящий ток).

Ксилема и флоэма имеют общие черты.

1. Образуют непрерывную разветвленную систему в теле растения, соединяющую все органы.
2. Представляют собой сложные ткани, т.е. в их состав входят разнородные элементы – проводящие, механические, запасующие.
3. Проводящие элементы ксилемы – трахеиды и сосуды, флоэмы – ситовидные клетки и ситовидные трубки с клетками-спутницами.
4. Стенки проводящих элементов содержат поры или сквозные отверстия, облегчающие прохождение веществ.

### **Материал и оборудование**

1. Препараты из листьев традесканции, побега бузины, побега элодеи, среза клубня картофеля, кувшинки, льна, тыквы, подсолнечника, одуванчика, сосны.
2. Микроскоп.
3. Препаровальная игла.

4. Предметные и покровные стекла.
5. Марлевые салфетки.
6. Чашки Петри с водой.
7. Фильтровальная бумага.
8. Пинцет.

### Задание

1. Приготовьте временный препарат эпидермиса листа традесканции.
2. Подготовьте микроскоп, предметные и покровные стекла к работе.
3. Рассмотрите препарат эпидермиса при небольшом увеличении микроскопа.
4. Отметьте степень сомкнутости клеток эпидермиса (плотно- или слабосомкнутые).
5. Опишите форму клеток эпидермиса.
6. Среди бесцветных клеток эпидермиса найдите окрашенные клетки. Найдите вакуоли в окрашенных клетках и опишите цвет их содержимого и цитоплазмы.
7. Среди основных клеток эпидермиса найдите устьица.
8. Найдите устьичную щель, замыкающие и сопровождающие клетки.
9. Опишите форму и размеры замыкающих и сопровождающих клеток.
9. Найдите хлоропласты в замыкающих клетках.
10. При большом увеличении найдите ядро, лейкопласты и игольчатые кристаллы щавелевокислого кальция.
11. Зарисуйте 2-3 эпидермальных клетки и рядом с ними устьичный аппарат. Сделайте обозначения к рисунку и его описание согласно заданию.
12. При небольшом увеличении рассмотрите строение перидермы бузины.
13. На препарате перидермы найдите и зарисуйте феллему (пробку), феллоген (пробковый камбий) и феллодерму.
14. На том же препарате найдите чечевичку и зарисуйте ее форму.
15. На поперечном срезе чечевички найдите заполняющую и замыкающую ткань.
16. Опишите структуру и форму клеток заполняющей и замыкающей ткани.
17. При малом увеличении рассмотрите строение верхушки побега элодеи и сделайте контурный рисунок.
18. Найдите у элодеи конус нарастания, листовые бугорки, эмбриональные листья, зачаточные пазушные почки, а также зоны деления, растяжения и дифференцировки.
19. При большом увеличении у элодеи рассмотрите и зарисуйте 2-3 клетки из зоны деления и растяжения, отметив особенности их строения (оболочку, ядро, цитоплазму, вакуоль, межклетники).
20. При малом увеличении рассмотрите на постоянном препарате строение кончика корня лука и сделать контурный рисунок, отметив зоны деления, растяжения, всасывания, проведения, корневой чехлик, корневые волоски.

21. Приготовьте препарат среза клубня картофеля и рассмотрите его при малом увеличении.
22. Найдите клетки запасающей паренхимы. Опишите и зарисуйте участок основной ткани и сделайте обозначения.
23. Приготовьте препарат поперечного среза черешка листа кувшинки рассмотрите его при малом увеличении.
24. На препарате найдите и зарисуйте участок воздухоносной ткани (аэренхимы) и сделайте соответствующие обозначения.
25. На препарате поперечного среза стебля тыквы при большом увеличении рассмотрите механическую ткань (уголковую колленхиму) зарисуйте и сделайте обозначения.
26. Рассмотрите на готовом препарате поперечного среза стебля льна участки склеренхимных волокон, выясните характер расположения волокон (группа, кольцо, одиночные клетки), тип волокон (лубяные, древесные) и зарисуйте несколько клеток склеренхимы, отметив полость клетки, слоистую оболочку.
27. Рассмотрите лубяное волокно льна на продольном разрезе и зарисуйте.
28. Приготовьте препарат мякоти груши и зарисуйте 2 - 3 каменистые клетки (склереиды), сделав обозначения: полость клетки, поровые каналы, слоистые утолщения стенок.
29. Рассмотрите радиальный срез стебля сосны и зарисуйте трахеиды в месте их соединения, отметив скошенные концы, окаймленные поры.
30. Рассмотрите тангентальный срез сосны и зарисуйте несколько клеток, отметив окаймленные поры.
31. Рассмотрите на готовом препарате подсолнечника различные типы сосудов в продольном разрезе и зарисуйте кольчатые, спиральные, сетчатые и пористые сосуды.
32. Изготовьте препарат продольного среза корня одуванчика и рассмотрите млечники; зарисовать и сделать обозначения.

### **Пояснение к препарату**

Для выполнения задания готовится временный препарат эпидермиса традесканции: необходимо отделить лист, расположенный на верхушке побега и поместить его в каплю воды на предметном стекле морфологически верхней стороной вверх. Накрыть покровным стеклом, при этом внимательно следить, чтобы весь лист был погружен в воду и препарат не содержал пузырьков воздуха.

При изучении препарата под малым увеличением микроскопа обратить внимание, что эпидермис состоит из плотносомкнутых клеток, имеющих, как правило, шестиугольную форму. Среди бесцветных клеток можно найти клетки в клеточном соке которых растворен пигмент антоциан. В таких клетках иногда отчетлива видна граница между окрашенной вакуолью и бесцветной цитоплазмой.

Среди основных клеток эпидермиса видны устьичные аппараты, которые узнаем по наличию хлоропластов в замыкающих клетках.

Замыкающие клетки имеют, как правило, почковидную форму, а между ними устьичную щель (рис. 2). Обратите внимание на неравномерно утолщенные оболочки замыкающих клеток. К замыкающим клеткам примыкают четыре сопровождающих или побочных клеток, которые по своим размерам меньше основных клеток эпидермиса. При большом увеличении микроскопа в эпидермальных клетках хорошо просматривается крупное ядро, окруженное мелкими шаровидными прозрачными лейкопластами. В некоторых клетках видны игольчатые кристаллы щавелевокислого кальция. Часто они объединяются в пачки – рафиды.

При оформлении первого задания зарисовать 2-3 эпидермальных клетки и рядом с ними устьичный аппарат. Сделать обозначения к рисунку и его описание согласно заданию.

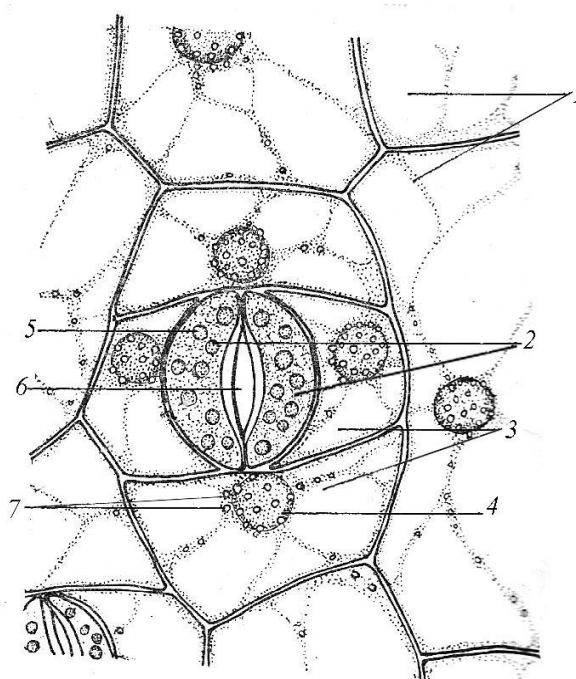


Рис.2. Эпидермис листа традесканции: 1- основные клетки эпидермиса; 2- замыкающие клетки устьиц; 3-сопровождающие клетки устьиц; 4-ядро; 5-хлоропласты; 6-устьичная щель; 7-лейкопласты

### Контрольные вопросы

1. Сколько слоев клеток в эпидермисе? Примеры.
2. Каково строение и функция устьиц? Механизм их работы.
3. Какую роль в механизме открывания устьиц играет неравномерное утолщение стенок и хлоропласты замыкающих клеток устьиц?

4. Какие существуют типы устьичных аппаратов? Основные принципы, положенные в основу их классификации.
5. Чем представлена вторичная покровная ткань?
6. Какие приспособления у эпидермиса к уменьшению испарению воды?
7. Назовите морфологические особенности меристемных тканей.
8. Назовите типы механической ткани.
9. Какие функции выполняют флоэма и ксилема?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. МОРФОЛОГИЯ БАКТЕРИЙ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель занятия:** получение и закрепление навыков определения форм клеток микроорганизмов, особенностей их морфологии.

### Теоретические сведения

Бактерии составляют наиболее обширную и весьма разнообразную группу микроорганизмов. Бактерии в основном представлены одноклеточными организмами, размножающимися простым поперечным делением клетки.

Морфологически бактерии различают по форме, величине, взаимному расположению клеток, наличию или отсутствию жгутиков и капсул, способности к спорообразованию.

По форме бактерии делят на 3 группы: шаровидные, палочковидные и извитые (рис. 3).

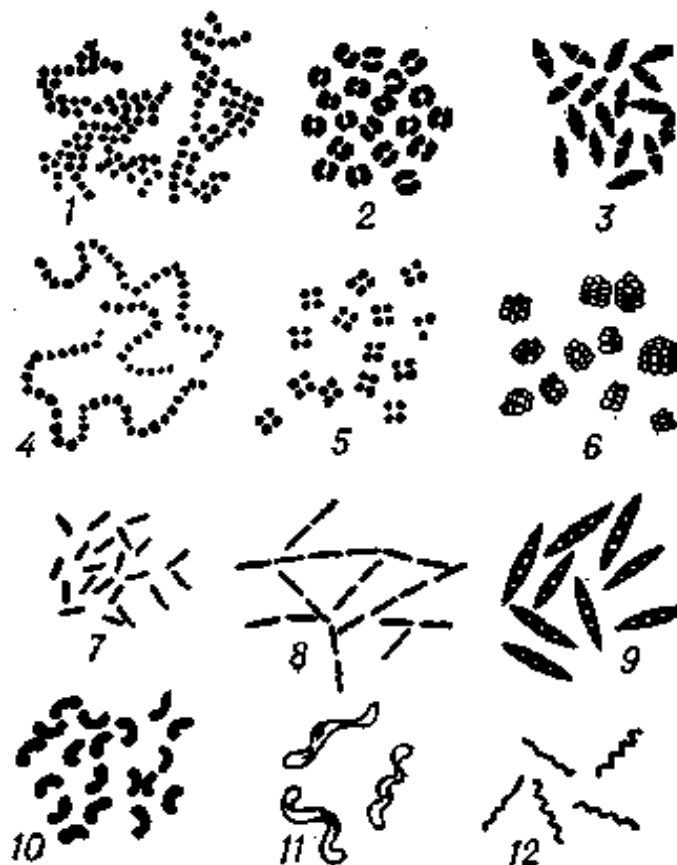


Рис. 3. Основные формы бактерий (схематическое изображение): 1-6 – кокки (1 – стафилококки, 2 и 3 – диплококки, 4 – стрептококки, 5 – тетракокки, 6 - сарцины); 7-9 – различные виды палочек; 10-12 – извитые формы (10 – вибрионы, 11 и 12 – спириллы).

**Шаровидные бактерии – кокки (Coccus).** Направление плоскости деления клетки и характер взаимного расположения клеток используют как систематический признак при выделении родов шаровидных бактерий. Диаметр кокков 0,5-1,2 мкм (рис. 4).

**Моно-** или **микрочкокки** (род *Micrococcus*). Их клетки делятся в любой плоскости и сразу после деления обособляются, располагаясь одиночно.

**Диплококки** (род *Diplococcus*) и **стрептококки** (род *Streptococcus*) образуются при делении клеток в одной плоскости; у диплококков клетки располагаются попарно, у стрептококков соединены в цепочки.

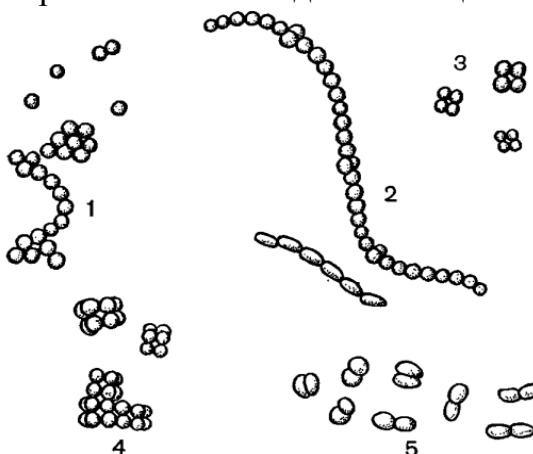


Рис. 4. Родовая принадлежность кокков в зависимости от расположения клеток после деления: 1 - *Micrococcus*, 2 – *Streptococcus*, 3 – *Gaffkya*, 4 – *Sarcina*, 5 – *Diplococcus*.

**Тетракокки** (род *Tetracoccus*) возникают при делении клеток в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, клетки образуют группы по 4 особи.

**Сарцины** (род *Sarcina*) формируются при делении клеток в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, при этом образуются пакеты из 8-16 клеток и более.

**Стафилококки** (род *Staphylococcus*) представлены скоплениями клеток, напоминающими виноградные грозди. Деление клеток происходит в любой плоскости. Деление клеток происходит в любой плоскости.

Помимо правильной шаровидной формы, клетки могут иметь овальную или ланцетовидную форму (пневмококки) или бобовидную форму кофейного зерна (гонококки, менингококки). Шаровидные бактерии, как правило, не имеют жгутиков, неподвижны и спор не образуют. Исключение составляет мочевиная сарцина (*Sporosarcina ureae*).

**Палочковидные бактерии.** Это самая многочисленная и разнообразная группа бактерий. Палочковидные бактерии различают по величине клеток, их расположению, очертанию концов клетки, по наличию или отсутствию жгутиков. Длина клетки палочковидных бактерий колеблется от десятых долей микрометра



до 10-15 мкм и более, диаметр клетки 0,5-1,0 мкм. Размер клеток зависит от условий выращивания культуры (состава среды, значения рН, аэрации, температуры) и возраста культуры.

**Бактерии** (*Bacterium*, обозначают *Bact* или *B.*) – неспорообразующие формы.

**Бациллы** (*Bacillus*, обозначают *Bac.*) – палочковидные бактерии, способные при неблагоприятных условиях формировать споры.

Бактерии и бациллы располагаются одиночно, попарно или соединяются в цепочки (*стрептобактерии* и *стрептобациллы*).

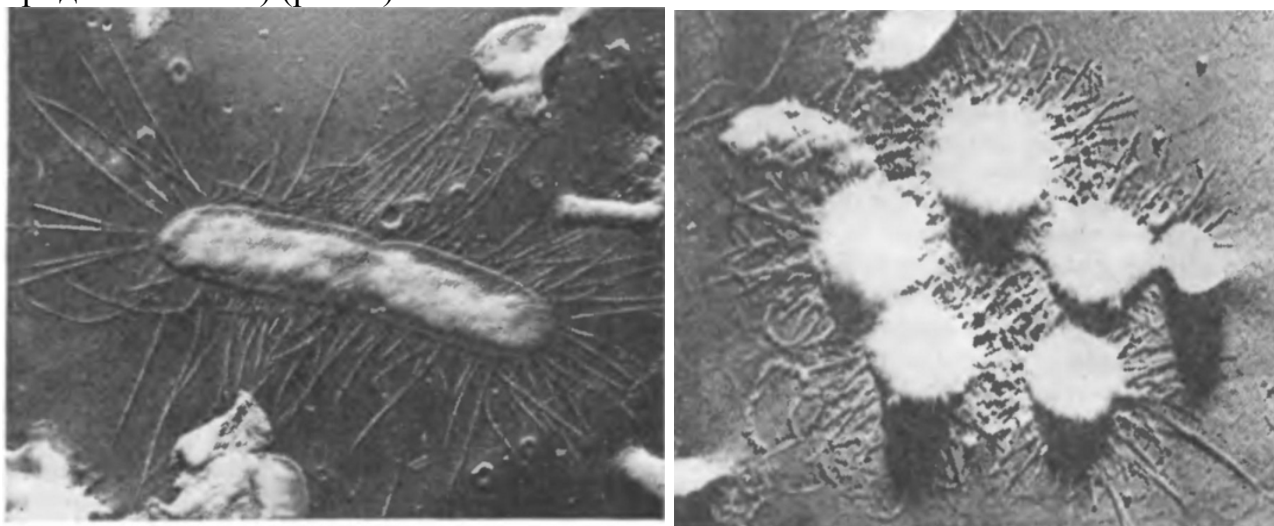
**Извитые бактерии.** В зависимости от формы клетки и количества витков их делят на 3 типа клеток.

**Вибрионы** (род *Vibrio*) представлены короткими изогнутыми палочками в форме запятой. Клетки вибрионов изогнуты на 1/3-1/4 оборота. Длина клетки составляет 1-3 мкм.

**Спириллы** (род *Spirillum*). Клетки их изогнуты на 2-3 оборота и имеют форму латинской буквы S. Размеры клетки по сравнению с вибрионами значительно крупнее – 15-20 мкм.

**Спирохеты** (род *Spirochaeta*) представлены очень тонкими длинными клетками штопорообразной формы с большим числом мелких витков. Длина клетки превосходит ширину в 5-200 раз. Число витков спирали является одним из систематических признаков при определении вида.

Поверхность клеток бактерий имеет часто придаточные структуры. Наиболее распространены жгутики и ворсинки (фимбрии, нитевидные придатки клеток) (рис. 5).



А)

Б)

Рис. 5 А) Палочковидная бактерия с фимбриями (Увел. 15000), Б) Кокки с фибриями (Увел. 12000).

## Материал и оборудование

1. Микроскоп.
2. Иммерсионное масло.
3. Приготовленные мазки, окрашенные по Граму.
4. Вата гигроскопическая.
5. Марля хлопчатобумажная.

### Задание

1. Провести микроскопирование полученного препарата на иммерсионном объективе:

- поместить препарат на предметный столик мазком вверх;
- на небольшом увеличении найти поле зрения, где клетки лежат одиночно либо небольшими скоплениями;
- сдвинуть стекло, на исследуемый препарат нанести каплю иммерсионного масла и микроскопировать препарат на иммерсионном объективе.

2. Определить следующие характеристики:

- морфология одиночной клетки. Зарисовать то, что увидели;
- окраска по Граму (Гр+, Гр-);
- определить характерный тип скопления клеток для данной культуры (по самому сложному скоплению). Не определять для одиночных бактерий.

3. Оформить отчет.

### Контрольные вопросы

1. Как морфологически различают бактерии?
2. На какие 3 группы делят бактерии?
3. Какой систематический признак выделяют у шаровидных бактерий? Какие кокки выделяют по расположению клеток после деления?
4. Как различаются палочковидные бактерии? Какие выделяют формы?
5. В чем заключаются особенности извитых бактерий? Какие существуют формы?
6. Как определить характерный тип скопления для культуры?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ПРОСТЕЙШИХ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель работы:** изучение представителей подцарства простейших на примере инфузории туфельки.

### Предмет и содержание работы

**Объект изучения:** Подцарство Простейшие или Одноклеточные - *Protozoa*  
Тип Ресничные, или Инфузории - *Ciliata*, Класс Ресничные инфузории - *Ciliata*  
Вид Инфузория-туфелька - *Paramecium caudatum*

### Краткие теоретические сведения

К простейшим относятся животные, тело которых состоит из одной клетки, функционирующей как самостоятельный организм (то есть способной к самостоятельному питанию, движению, размножению и переживанию неблагоприятных условий). Поэтому клетки простейших имеют более сложное строение, чем клетки многоклеточных организмов. Кроме постоянных клеточных структур – клеточной мембраны, митохондрий, эндоплазматической сети, рибосом, ядра (органойды), имеются специализированные структуры – псевдоподии, жгутики, пищеварительные и сократительные вакуоли (органеллы). Цитоплазма ограничена снаружи трехслойной мембраной.

Простейшим свойственно бесполое и половое размножение. Бесполое размножение происходит путем деления на две или множество клеток при митотическом делении ядер. Половое размножение характеризуется образованием гаплоидных половых клеток (гамет) с их последующим слиянием (оплодотворением), что приводит к формированию зиготы, из которой развивается новый организм.

Многие простейшие при наступлении неблагоприятных условий способны к инцистированию: клетка округляется, сбрасывает или втягивает органеллы движения, выделяет на поверхность плотную оболочку. В инцистированном состоянии простейшие могут переносить резкие колебания условий окружающей среды.

Простейшие обитают в морях, пресных водах, почве. Много паразитов человека и животных, очень небольшое число видов паразитирует у растений.

Инфузории – наиболее крупные и сложно устроенные простейшие (рис. 6). Тело покрыто пелликулой и ресничками, характерны крупные сократительные вакуоли, сложная система органелл пищеварения (клеточный рот, окруженный специализированными ресничками, расположен на дне предротовой или окологротовой полости). Ядра двух типов: небольшое диплоидное генеративное

(микронуклеус) и очень крупное полиплоидное вегетативное (макронуклеус). Во время конъюгации между партнерами образуется цитоплазматический мостик, по которому происходит обмен мигрирующими ядрами, партнеры расходятся и ядерный аппарат восстанавливается.

Бесполое размножение – простое деление надвое (реже множественное или почкование). Подавляющее большинство инфузорий – свободноживущие формы, питаются бактериями, водорослями или другими простейшими. Играют важную роль в процессах очистки водоемов от загрязнений (выедают бактериальную массу, сами служат кормом для мальков рыб). Часть видов паразитирует на поверхности кожи и жабрах рыб, часть видов обитает в пищеварительной системе различных животных (питаются главным образом содержимым и кишечными бактериями).

### Материал и оборудование

1. Живая культура инфузории-туфельки *Paramecium caudatum*
2. Микроскоп
3. Ручная лупа
4. Предметные и покровные стекла
5. Пипетки
6. Тушь
7. Раствор метиленовой зелени
8. Пинцет
3. Фильтровальная бумага и вата
4. Раствор (2-3 %) уксусной кислоты

### Задание

Изучают животных в небольшой капле. Чтобы приостановить движение инфузорий, следует удалить избыток воды фильтровальной бумагой либо положить на каплю с культурой небольшой комочек предварительно расщепленной ваты. Вата служит препятствием для инфузорий, движение их замедляется, что облегчает наблюдения. Для замедления движения парамеций можно использовать и 3% раствор желатины, однако его применение часто приводит к деформации тела животных.

Наблюдать за движением инфузорий-туфелек. Изучить и зарисовать строение туфельки: форму тела, рот, глотку, реснички, сократительные вакуоли, экто- и эндоплазму. Для изучения инфузории-туфельки следует приготовить временный препарат из лабораторной культуры этих простейших. Изучают животных в небольшой капле. Чтобы приостановить движение инфузорий, следует удалить избыток воды фильтровальной бумагой либо положить на каплю с культурой

небольшой комочек предварительно расщепленной ваты. Вата служит препятствием для инфузорий, движение их замедляется, что облегчает наблюдения. Для замедления движения парамеций можно использовать и 3% раствор желатины, однако его применение часто приводит к деформации тела животных.

Приготовить новый препарат с «туфельками» и добавить туда раствор метиленовой зелени в 2-3 % растворе уксусной кислоты. Это вызовет активное выстреливание трихоцист. Часть из них следует зарисовать. Для изучения процесса пищеварения следует добавить в культуру инфузорий мелко натертую твердую тушь или кармин. На приготовленном из такой культуры микропрепарате можно наблюдать разные стадии циклоза пищеварительной вакуоли, что позволяет сделать необходимые дополнения к рисунку.

На одном из микропрепаратов проследить за работой выделительных вакуолей. Зарисовать их. Добавить в воду тушь и рассмотреть пищеварительные вакуоли. На постоянных микропрепаратах рассмотреть и зарисовать ядерный аппарат инфузорий, состоящий из большого почковидного макронуклеуса и одного довольно крупного микронуклеуса, один полюс которого остается неокрашенным. Добавить в каплю с инфузориями раствор метиленовой сини в 2-3 % растворе уксусной кислоты, рассмотреть микро- и макронуклеусы и трихоцисты. В молодых активно размножающихся культурах нередко удается обнаружить разные стадии деления ядер.

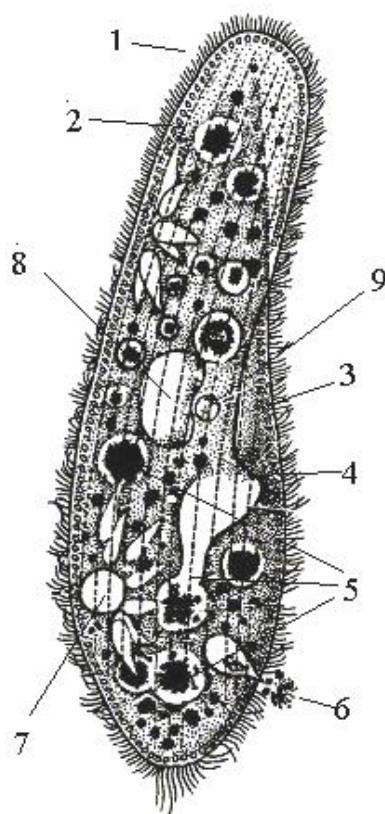


Рис. 6. Строение инфузории *Paramecium caudatum*:

1 – реснички; 2 – трихоцисты; 3 – перистом; 4 – клеточный рот; 5 – пищеварительные вакуоли; 6 – порошица; 7 – сократительная вакуоль; 8 – макронуклеус; 9 – микронуклеус.

### Контрольные вопросы

1. Полная таксономическая характеристика представителей н/т *Ciliophora*, т. *Ciliata*.

2. Особенности организации инфузорий на примере инфузории-туфельки *Paramecium caudatum* (покровы; локомоторная система, понятие об эктоплазматической фибриллярной системе инфузорий (ЭФС) как о правильно построенной сети микрофибрилл и микрофиламентов, экскреция и осморегуляция; ядерный дуализм; пищеварение).

3. Половое и бесполое размножение инфузорий.

4. В чем заключается биологический смысл конъюгации. Ее основные этапы и отличия от копуляции.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КОЛЬЧАТЫХ ЧЕРВЕЙ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель работы:** изучение класса кольчатых червей на примере дождевого червя

### Предмет и содержание работы

Тип Кольчатые черви – *Annelida*  
Класс Малощетинковые – *Oligochaeta*  
Семейство Дождевые черви – *Lumbricidae*  
Дождевой червь – *Lumbricus terrestris*

### Краткие теоретические сведения

Наиболее важные особенности кольчатых червей – появление сегментации и вторичной полости тела. Сегментация (метамерия) означает, что вдоль главной оси тела повторяется не только половая система (как у ленточных), но сегментированными оказываются покровы, мускулатура, нервная и выделительная системы. Вторичная полость тела (целом) развивается из мезодермальных мешков, имеет собственные стенки и функционирует как особый орган. Парные мешки закладываются в каждом сегменте, и полость тела оказывается разбитой на обособленные отсеки соответственно сегментации (по средней линии они образуют брыжейки, поддерживающие пищеварительную систему). Отдельные участки полости тела могут выполнять специализированные функции: выполнять выделительную или половую функции, служить опорой для кожно-мускульного мешка. Развитие целома определило появление единой транспортной системы – кровеносной. Кровеносная система замкнутого типа. Нервная система становится более концентрированной – нейроны собираются в нервные узлы (ганглии), парные надглоточные узлы выполняют функцию головного мозга, парные узлы каждого сегмента связаны продольными стволами и контролируют двигательные реакции (брюшная нервная цепочка).

Выделительная система метанефридиальная. продукты обмена веществ сбрасываются в полость тела, откуда их извлекают особые структуры – ресничные воронки (или группы клеток). Кольчатые черви считаются предками всех целомических животных (моллюсков, членистоногих, хордовых). Известно около 75 000 видов.

**Класс Малощетинковые (*Oligochaeta*).** В основном наземные и пресноводные формы, у них редуцированы пальпы, антенны и параподии, сохраняется лишь небольшое число щетинок. Самыми крупными представителями класса являются земляные (дождевые) черви (сем. *Lumbricidae*). Стенки ходов

укрепляет выделяемая слизь. Дождевые черви являются основными почвообразователями: питаются растительными остатками, которые собирают ночью с поверхности, непереваренные остатки (клетчатка) смешиваются с частицами почвы и выводятся в виде мелких пористых гранул, которые хорошо удерживают почвенные растворы, в них создаются условия для работы бактерий. Особые известковые железы пищеварительной системы нейтрализуют кислую реакцию растительной массы, черви перемешивают слои почвы, по их ходам в глубокие слои проникает воздух, необходимый для дыхания корней.

**Внешнее строение.** Тело слагается из головной лопасти, сегментированного туловища и анальной лопасти. Тело состоит из большого количества колец, или сегментов – члеников, отделенных друг от друга перетяжками. Спинная сторона округлая, более темная, через кожу просвечивает кровеносный сосуд. Брюшная сторона уплощена и имеет более светлую окраску. Передний конец толще заднего и темнее окрашен. В каждом сегменте тела имеются пучки коротких щетинок, принимающих участие в передвижении дождевого червя. В каждом сегменте имеется по 2 пары боковых и 2 пары брюшных щетинок. Ротовое отверстие лежит на брюшной стороне первого сегмента туловища. В области 32-37 сегментов у половозрелых червей тело утолщено и образует так называемый поясок. Поясок имеет большое значение при размножении. На границе туловища и анальной лопасти находится анальное отверстие. Глаз нет. В коже разбросаны осязательные и светочувствительные клетки.

**Внутреннее строение (рис. 7). Кожно-мускульный мешок.** Имеет сложное строение и состоит из однослойного эпителия, который выделяет тонкую кутикулу, под которым расположены два слоя мышц, кольцевых и продольных.

**Пищеварительная система.** Рот ведет в мускулистую глотку (расположен в области 2-6 сегментов), переходит в довольно длинный пищевод (7-13 сегменты), в который впадают известковые железы. Последние вырабатывают известь и нейтрализуют гумусовые кислоты, находящиеся в пище. В области 14-15 сегментов находится зоб, являющийся расширением пищевода. За зобом находится мускулистый желудок, служащий для механической обработки пищи. Желудок переходит в очень длинную среднюю кишку. На спинной стороне средней кишки имеется продольная складка, благодаря которой увеличивается рабочая поверхность органа. Средняя кишка незаметно переходит в короткую заднюю, заканчивающуюся анальным отверстием.

**Кровеносная система.** Кровь у дождевого червя красного цвета благодаря растворенному в плазме гемоглобину. Вдоль спинной стороны кишечника проходит одноименный кровеносный сосуд, стенки которого сокращаются. По нему кровь течет от заднего конца к переднему. По кишке находится брюшной кровеносный сосуд, в котором кровь движется от переднего конца тела к заднему. Оба сосуда сообщаются многочисленными кольцевыми сосудами, огибающими стенки кишечника. Особенно мощные сосуды имеются в области пищевода – это



так называемые «сердца». Ритмическая пульсация их мускулистых стенок обеспечивает движение крови по сосудам.

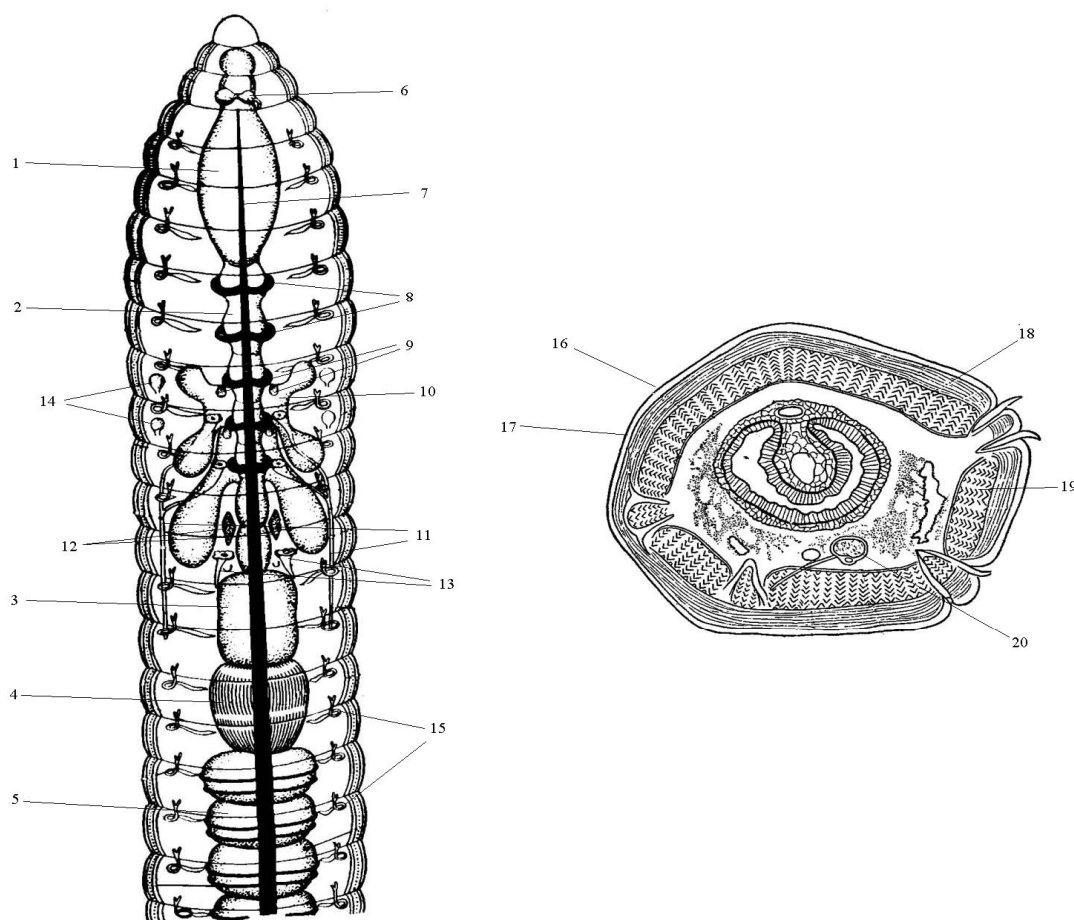


Рис. 7. Внутреннее строение дождевого червя: 1 – глотка; 2 – пищевод; 3 – зоб; 4 – мускулистый желудок; 5 – средняя кишка; 6 – окологлоточное нервное кольцо; 7 – спинной кровеносный сосуд; 8 – кольцевые сосуды; 9 – семенники; 10 – семенные мешки; 11 – семяпроводы; 12 – яичники; 13 – яйцеводы; 14 – семяприемники; 15 – метанефридии; 16 – кутикула; 17 – эпидермис; 18 – слой кольцевой мускулатуры; 19 – слой продольной мускулатуры; 20 – брюшная нервная цепочка.

**Органы дыхания** отсутствуют. Дыхание совершается через кожу, в которой проходит густая сеть кровеносных капилляров.

**Органы выделения.** Органы выделения метанефридии состоят из системы каналов, внутренний конец которых находится в целомической полости, а внешний открывается на боковой стороне соседнего сегмента тела. Метанефридии

выглядят как тонкие беловатые извилистые трубочки. Расположены по обе стороны кишечника между перегородками. Метанефридий начинается воронкой с мерцательными ресничками. Воронка широким концом открывается в полость тела, а узким прободает в перегородку и открывается особым отверстием наружу.

**Органы размножения.** Дождевые черви – гермафродиты. Половые железы сосредоточены в передних сегментах тела. У дождевого червя две пары семенников находятся в десятом и одиннадцатом сегментах. В этих же сегментах находятся три пары семенных мешков, в которых происходит накопление и созревание сперматозоидов. Имеются две пары половых протоков (семяпроводов), которые, сливаясь, открываются парными мужскими половыми отверстиями на пятнадцатом сегменте. Женская половая система представлена парой яичников, расположенных в тринадцатом сегменте. От них отходят два яйцевода, открывающиеся парой половых отверстий на четырнадцатом сегменте. Диссепименты тринадцатого сегмента образуют пару яйцевых мешков. К женской половой системе относятся и две пары кожных карманов (семяприемников) на девятом и десятом сегментах. Оплодотворение внутреннее, перекрестное.

Начинается цикл размножения с поиска половозрелой особи аналогичной другой особи. В это время у них набухает поясок, который ясно виден на теле. Встретившиеся особи прикладываются брюшными сторонами головных концов навстречу друг к другу (рис. 8).

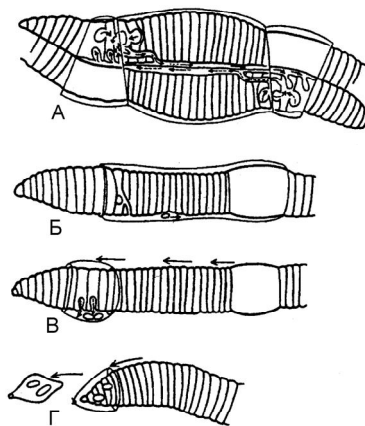


Рис. 8. Процесс размножения.

Набухшие пояски каждой особи, выделяющие слизь, оказываются напротив семяприёмников другой особи. Из мужских половых отверстий обеих червей выделяется семенная жидкость, содержащая сперматозоиды, которая сокращением брюшной мускулатуры проводится по специальному желобку к пояску, где смешивается со слизью пояска. Семяприёмники партнёра производят при этом как бы глотательные движения и заполняются чужим семенем, после чего черви расходятся. Откладка яиц и их оплодотворение происходит позже.

Перед откладкой яиц поясок вновь обильно выделяет слизь, которая образует слизистую муфту, сползающую к переднему концу. Когда она находится над женским половым отверстием, под неё откладываются яйца. Муфта сдвигается дальше и во время нахождения её над семяприёмниками под неё выделяется семя. Затем муфта сползает через головной конец червя, передний и задний концы смыкаются, стенки уплотняются, и она превращается в яйцевой кокон, по форме напоминающий лимон. Внутри кокона, заполненного семенем и незагустевшей слизью, происходит оплодотворение яиц, дальнейшее их развитие и превращение в маленьких червячков. В одном коконе одновременно может происходить развитие до 15 особей. В умеренной климатической зоне за летний сезон некоторые виды дождевых червей могут отложить до 10–15 коконов.

**Нервная система.** Нервная система состоит из окологлоточного кольца и пары брюшных нервных стволов, тесно сближенных или слившихся вместе. Надглоточный, или мозговой ганглий состоит из двух узлов, сливающихся вместе. В каждом сегменте имеется своя пара нервных ганглиев (тип строения нервной системы - брюшная нервная цепочка). У вскрытого червя нервная ткань желтовато-белого цвета.

### Материал и оборудование

1. Живые и умерщвленные крупные дождевые черви.
2. Влажный препарат вскрытого дождевого червя.
3. Микроскопический препарат поперечного среза дождевого червя.
4. Микроскоп.
5. Ручная и препаровальная лупа.
4. Предметные и покровные стекла.
5. Препаровальные принадлежности (скальпель, бритва, ножницы, пинцет, ванночка, иглы, булавки).
6. Стаканчик или банка с водой.

### Задание

1. Наблюдать за движением дождевого червя.
2. Рассмотреть его внешнее строение. Вскрыть дождевого червя, изучить и зарисовать его внутреннее строение.
3. Изучить и зарисовать поперечный срез червя.
4. Оформить отчет.

### Наблюдение за живым объектом

Поместите живого дождевого червя на лист бумаги. Определите брюшную и спинную стороны, передний и задний концы тела. Наблюдайте за передвижением

червя. Обратите внимание на характер сокращения мускулатуры и на шорох, вызываемый движением щетинок по бумаге.

### **Контрольные вопросы**

1. Что означает термин сегментация?
2. Опишите кровеносную и выделительную системы.
3. Каково внешнее строение дождевых червей?
4. Строение кожно-мускульного мешка.
5. Опишите пищеварительную систему.
6. Строение органов дыхания и выделения.
7. Опишите процесс размножения дождевых червей.
8. Строение нервной системы.

**Второй (весенний) семестр (16 ч, самостоятельная работа 4 ч.)**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ НАСЕКОМЫХ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)**

**Цель работы:** изучение класса насекомых на примере черного таракана

**Предмет и содержание работы**

**Объект изучения:** черный таракан (*Blatta orientalis*)

**Краткие теоретические сведения**

Членистоногие составляют самый большой по числу видов тип. В настоящее время насчитывают свыше 1 000 000 видов. Членистоногие освоили все среды обитания от солёных вод до воздуха.

Размеры членистоногих в целом небольшие, большинство видов относится к мезофауне, есть и очень мелкие, входящие в группу микрофауны. Обитающие в морской воде могут иметь и большие размеры – до нескольких десятков сантиметров. Самые разнообразные в видовом отношении обитают на суше.

Тело членистоногих сегментировано на голову, грудь и брюшко (рис. 9). Конечности представляют собой подвижные рычаги. Тело покрыто прочной кутикулой, выполняющей одновременно и роль наружного скелета, поэтому рост сопровождается линькой. Мускулатура членистоногих не образует сплошной кожно-мускульный мешок, так как представлена отдельными специализированными пучками мышц. Полость тела двойственного происхождения. Целомические мешки сливаются друг с другом и с остатками первичной полости тела. Образующуюся таким способом полость тела принято называть миксоцелью. В ней располагаются все внутренние органы.

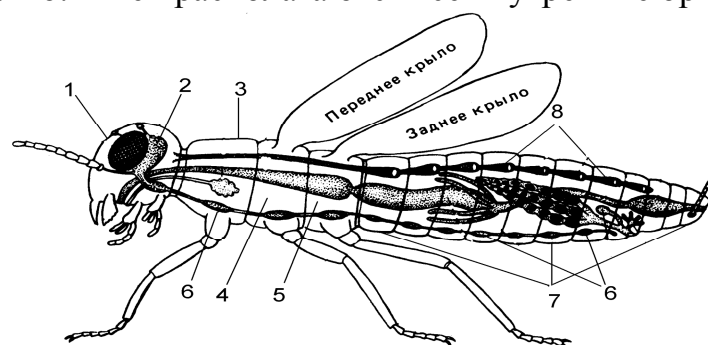


Рис. 9. Схема строения насекомого: 1 – голова; 2 – надглоточный нервный узел; 3 – переднегрудь; 4 – среднегрудь; 5 – заднегрудь; 6 – брюшная нервная цепочка; 7 – сегменты брюшка; 8 – сердце

Кровеносная система незамкнутая. Имеется камеральный или трубчатый центральный пульсирующий орган (сердце), от которого отходят одна или несколько аорт. Кровь представляет собой смесь полостной жидкости и собственно крови и называется гемолимфой. Органы дыхания в зависимости от образа жизни могут представлять собой жабры, лёгкие или трахеи. У очень мелких видов органы дыхания могут отсутствовать, и поглощение кислорода в этом случае происходит через всю поверхность тела. Органы выделения представлены либо видоизменёнными нефридиями – коксальными, челюстными железами, либо новоприобретёнными мальпигиевыми сосудами. Нервная система построена по типу таковой кольчатых червей и складывается из парного головного мозга, окологлоточных коннектив, подглоточного узла и брюшной нервной цепочки. Часто наблюдается концентрация ганглиев брюшной нервной цепочки и образование за счёт их слияния крупных нервных узлов. Членистоногие размножаются только половым способом. Как правило, они раздельнополые. Нередко они обладают наружным половым диморфизмом.

### **Материал и оборудование**

1. Свежеуслыпленные тараканы (самцы и самки), коконы и личинки.
2. Микроскоп.
3. Ручная и препаровальная лупа.
4. Пипетки.
5. Предметные и покровные стекла.
6. Препаровальные принадлежности (скальпель, ножницы, пинцет, ванночка, иглы, булавки, пинцеты).
7. Стаканчик или банка с водой.

### **Задание**

1. Найдите на теле таракана голову, грудь и брюшко.
2. Опишите форму тела и внешние покровы.
3. Найдите на голове усики, простые глазки и сложные (фасеточные) глаза и ротовые органы с щупиками.
4. На грудных сегментах найдите конечности и подсчитайте количество пар ног. Найдите на ножках тазик, вертлуг, бедро, голень и лапку.
5. Найдите на спинной стороне крылья и подсчитайте их количество. Различите среди них крылья и надкрылья. Сравните степень развития крыльев у самцов и самок.
6. Подсчитайте количество сегментов на брюшке. Найдите на заднем конце брюшка церки и грифельки (у самцов).
7. На боках первых сегментов брюшка найдите дыхальца.
8. Вскройте таракана в ванночке с невысоким слоем воды.

9. Найдите ротовое отверстие; найдите последовательно пищевод, зоб и мускульный желудок, среднюю, толстую, прямую кишку и анальное отверстие.
10. Найдите слепые отростки, впадающие в среднюю кишку.
11. Найдите на границе между средней и задней кишкой тонкие трубочки (мальпигиевые сосуды).
12. В полости тела найдите жировое тело и гемолимфу.
13. На спинной стороне тела найдите сердце и подсчитайте количество камер, из которых оно состоит.
14. На сердечных камерах найдите парные отверстия (остии).
15. В полости брюшка найдите трахеи, проследите, как они открываются в дыхальца.
16. В брюшке у самца найдите 2 семенника, парный семяпровод, семенные пузырьки и непарный семяизвергательный канал, который открывается ниже анального отверстия. В начальной части семяизвергательного канала найдите придаточные железы белого цвета грибовидной формы.
17. В брюшке у самки найдите парный яичник, парный яйцевод, непарное влагалище и семяприемник.
18. Найдите у самки овоотеку, вскройте и осмотрите ее. Посчитайте количество эмбрионов и сделайте рисунок.
19. Осмотрите личинок и найдите различия внешнего строения личинок и взрослых особей.
19. В голове найдите надглоточный узел (головной мозг), подглоточный узел и связывающие узлы, боковые комиссуры.
20. Найдите брюшную нервную цепочку с ганглиями и отходящие от них нервы.
21. В лупу осмотрите простые глазки, фасеточные глаза, членистые усики и щупики.
22. Зарисуйте внешнее строение и пищеварительной, дыхательной, выделительной, нервной и половой системы насекомого. Сделайте обозначения.
23. Оформить отчет о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите отделы тела у насекомых.
2. Как устроены конечности у членистоногих?
3. Чем покрыто тело членистоногих?
4. Как устроена нервная система, и какие органы чувств имеются у насекомых?
5. Опишите органов дыхания у насекомых.
6. Из каких отделов состоит пищеварительная система у насекомых?
7. Каковы особенности кровеносной системы у насекомых? Как устроено сердце у насекомых?
8. Опишите строение выделительной системы у насекомых. Где заканчиваются выделительные трубочки у насекомых (голова, брюшко, кишка)?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ КОСТИСТЫХ РЫБ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель работы:** изучение позвоночных на примере речного окуня

### Предмет и содержание работы

**Объект изучения:** речной окунь (*Perca fluviatilis L.*)

### Краткие теоретические сведения

Костные рыбы, сохраняя общий план строения водных челюстноротых, сформировавшийся у хрящевых рыб, отличаются от последних рядом прогрессивных черт. Главное отличие костных рыб от хрящевых - появление костного скелета, биологическое значение которого очень велико: превосходя хрящ в прочности, костная ткань придает скелету легкость и подвижность. Важным приобретением костистых рыб является плавательный пузырь - гидростатический орган, увеличивающий их вертикальную маневренность без существенной затраты энергии. По сравнению с хрящевыми у костных рыб увеличивается относительная длина кишечника, дифференцировка его на отделы; отсутствие спирального клапана компенсируется развитием у многих видов пилорических придатков, увеличивающих всасывающую поверхность кишечника. Эти преобразования способствуют интенсификации пищеварения. Многообразны адаптации костных рыб к различным типам и способам питания. Среди них есть и плотоядные, и растительноядные формы (среди хрящевых рыб - только плотоядные); многие виды характеризуются смешанным питанием.

Перечисленные морфо-экологические особенности, а также ряд прогрессивных физиологических свойств (большая, чем у хрящевых рыб кислородная емкость крови, некоторые особенности пищеварения, осморегуляции и др.) обеспечили костным рыбам возможность более широкой адаптивной радиации, как по характеру местообитаний, так и по пищевой специализации (рис. 10, 11). Костные рыбы заселяют в гидросфере практически все жизненные ниши. Среди них имеются как пелагические морские виды, так и придонные формы, приспособившиеся к высокому давлению и отсутствию освещения; столь же широко они заселяют и пресные водоемы. По количеству ныне существующих видов это один из наиболее процветающих классов подтипа позвоночных.



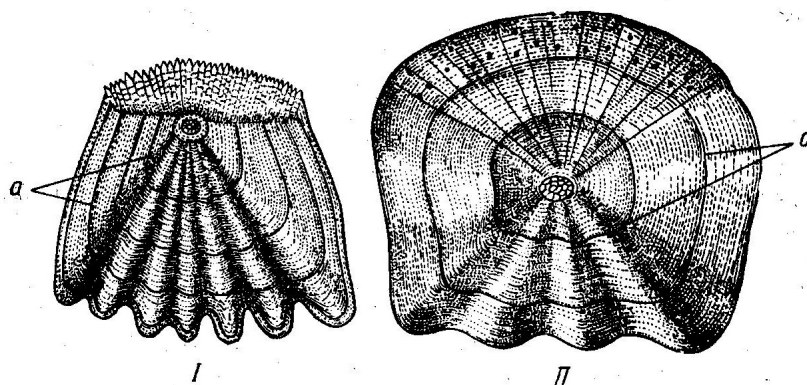


Рис 10. Чешуя костистых рыб. I - ктеноидная чешуя (окуня); II - циклоидная (плотва): а - годовые кольца.

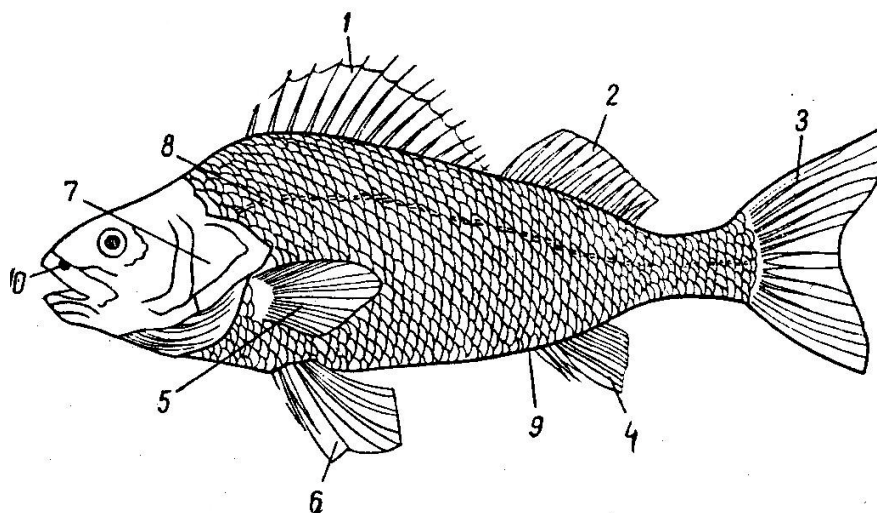


Рис 11. Наружное строение окуня: 1 - передний спиной плавник; 2 - задний спиной плавник; 3 - хвостовой плавник; 4 - анальный плавник; 5 - грудной плавник; 6 - брюшные плавники; 7 - жаберная крышка; 8 - боковая линия; 9 - анальное отверстие; 10 - ноздря.

### Материал и оборудование

1. Вскрытая рыба.
2. Инъецированная кровеносная система.
3. Мочеполовая система самца и самки.
4. Смонтированный скелет окуня на подставке.
5. Окунь (свежий или фиксированный).
6. Набор препаровальных инструментов.
7. Ванночка или доска.
8. Марлевые салфетки.

### Задание

1. Найдите на теле окуня голову, туловище и хвост. Опишите форму тела.
2. Осмотрите внешние покровы. Отделите фрагмент чешуи и рассмотрите ее строение и форму под лупой. Укажите тип чешуи.
3. Найдите парные плавники (грудные и брюшные), непарные плавники (два спинных и хвостовой). Укажите тип хвостового плавника.
4. Опишите строение первого и второго спинного плавника.
5. На голове расположено найдите ротовое отверстие, глаза, парные ноздри и жаберную крышку.
6. Найдите боковую линию и подсчитайте количество чешуй, расположенных вдоль боковой линии.
7. На границе туловища и хвоста найдите половое, мочевое и анальное отверстия.
8. На смонтированном скелете найдите осевой, висцеральный скелета, скелет конечностей и их поясов.
9. На осевом скелете найдите череп и позвоночник. Выделите на позвоночнике туловищный и хвостовой отделы.
10. Найдите на позвонках верхние, нижние дуги и остистые отростки. В позвоночнике найдите спинномозговой канал.
11. Найдите места сочленения ребер с позвонками. Подсчитайте количество ребер.
12. Осмотрите строение хвостовых позвонков. Сравните их с туловищными позвонками.
13. Осмотрите мозговой череп. Найдите накладные и хондральные кости.
14. Осмотрите висцеральный скелет и найдите верхнюю и нижнюю челюсти, жаберные дуги и жаберную крышку.
15. Приоткройте ротовую полость и найдите язык, зубы и глотку.
16. Вскройте окуня и последовательно найдите и осмотрите пищевод, желудок, пилорические отростки, двенадцатиперстную, тонкую, толстую, прямую кишку и анальное отверстие.
17. Вскройте кишечник и убедитесь в отсутствии спирального клапана.
18. Найдите пищеварительные железы: печень с желчным пузырем и поджелудочную железу.
19. На жабрах найдите жаберные дуги и жаберные лепестки. Подсчитайте количество жаберных дуг. Найдите ложную жабру.
20. Найдите сердце, выделите предсердие и желудочек, брюшную аорту и жаберные артерии и венозные сосуды. По таблице проследить схему циркуляции крови.
21. По бокам позвоночника над плавательным пузырем найдите почки и опишите их форму. Найдите мочеточники, непарный канал и мочевой пузырь и наружное мочевое отверстие.
22. У самцов найдите семенники и семяпроводы, у самок окуня – яичник и яйцевод. Опишите цвет и размеры икринок. Проследите, где на теле открываются

наружу половые железы.

23. Найдите головной, спинного мозг и периферические нервов. В головном мозге найдите передний, промежуточный, средний, продолговатый и мозжечок.

24. Сделайте следующие рисунки: туловищный и хвостовой позвонок; типы костных чешуй; схема кровеносной системы; головной мозг; жабра в поперечном разрезе.

25. Оформить отчет о проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Как устроена кожа и наружные покровы костистых рыб?
2. Какие особенности отличают дыхательную систему костистых рыб от хрящевых?
3. Чем компенсируется отсутствие спирального клапана у костистых рыб?
4. В чем состоит специфика органов выделения и размножения костистых рыб?
5. Для чего служит плавательный пузырь, как осуществляется его гидростатическая функция?
8. Как можно определить возраст и темп роста рыбы?
9. В чем заключается биологическое преимущество костной ткани по сравнению с хрящевой?
10. Как устроен осевой скелет костистых рыб? Чем различаются туловищные и хвостовые позвонки?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ПТИЦ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель работы:** изучение класса птиц на примере сизого голубя

Тип Хордовые - *Chordata*  
 Подтип Позвоночные - *Vertebrata*  
 Класс Птицы - *Aves*  
 Подкласс Веерохвостые - *Neornithes*  
 Отряд Голубеобразные - *Columbiformes*  
 Вид Сизый голубь - *Columba livia* (форма *domestica*)

### Краткие теоретические сведения

Птицы во многих чертах своей организации сохраняют большое сходство со своими предками – пресмыкающимися. Их следует рассматривать как прогрессивную ветвь рептилий, которая приобрела постоянную температуру тела и приспособилась к полету. С пресмыкающимися птиц объединяет почти полное отсутствие кожных желез и наличие роговых чешуй; роговой покров клюва; наличие клоаки; сходное строение мочеполовой и некоторых отделов кровеносной систем; откладка яиц и почти тождественное развитие зародышей.

В отличие от пресмыкающихся птицы обладают постоянной высокой температурой тела и высоким уровнем обмена веществ; прогрессивным развитием органов чувств (зрение, статоакустический орган) и отделов головного мозга, в особенности переднего, среднего и мозжечка; четырехкамерным сердцем и одной (правой) дугой аорты, а также сложным комплексом приспособлений, связанных с полетом.

Прямые приспособления к полету выражаются в компактности тела; жесткости и практической неподвижности туловищного отдела позвоночника и редукции его хвостового отдела; резком увеличении размеров грудины и образовании на ней киля; прочности пояса передних конечностей; строении скелета крыла; мощности мускулатуры, обеспечивающей движения крыла; развитии перьев – легких и прочных роговых образований, создающих несущие плоскости крыльев и хвоста и обеспечивающих обтекаемость тела в полете; редукции зубов, облегчающей скелет черепа; особенно сильным развитии мозжечка - центра равновесия и координации движений.

Сильные изменения коснулись и других систем органов птиц. Небольшие по размерам легкие связаны с объемистыми воздушными мешками, играющими роль "мехов", прокачивающих воздух через легкие. Четырехкамерное сердце с полным разделением токов артериальной и венозной крови обеспечивает снабжение органов одной артериальной кровью и высокий уровень метаболизма. С

интенсивностью обмена связано и развитие мускульного желудка, играющего важную роль в измельчении пищи и функционально замещающего отсутствующие у птиц зубы. Интенсивность пищеварения, кровообращения и дыхания наряду с образованием теплоизолирующего покрова из пуха и перьев приводит к теплокровности птиц (гомойотермии). Значительное увеличение объема головного мозга и возрастание числа нервных клеток в нем, по сравнению с рептилиями, определяют более высокий уровень высшей нервной деятельности птиц. Плодовитость птиц меньше, чем у пресмыкающихся. Увеличение размеров яиц увеличивает размеры вылупившегося детеныша. Сложные биологические явления, сопровождающие размножение (постройка гнезда, насиживание, выкармливание, обогрев и охрана птенцов и т. п.), обеспечивают ускорение эмбрионального развития и повышенное выживание потомства.

Совершенство органов движения (большая подвижность), гомойотермия, сложность высшей нервной деятельности и совершенство органов чувств (особенно зрения и слуха) позволили птицам широко расселиться по всему Земному шару. Практически нет на Земле ни одного района, включая высокие широты Арктики и Антарктики, где не встречались бы те или иные виды птиц. Однако, несмотря на резкое повышение уровня жизнедеятельности и широкие экологические возможности, открываемые гомойотермией, отчетливая специализация птиц к полету в какой-то мере ограничивает круг экологических приспособлений этих животных.

## ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ

Тело компактное округлой формы. Расчленено на относительно небольшую голову, длинную подвижную шею и туловище. На голове имеется клюв, состоящий из костных челюстей, покрытых роговым чехлом. Зубов нет. Клюв состоит из надклювья (верхняя часть) и подклювья (нижняя часть). На надклювье находятся ноздри. Между надклювьем и головой находится участок голой кожи, который называется восковицей. По бокам головы расположены глаза с верхним, нижним веком и мигательной перепонкой. Ниже глаз находятся слуховые отверстия, которые ведут в слуховые проходы. Кожа тонкая и сухая и почти лишенная желез. Имеется только копчиковая железа, расположенная над корнем хвоста, секрет которой служит для смазывания перьев и для придания перьевому покрову водонепроницаемости. Тело покрыто перьями, которые располагаются только на некоторых участках (птерилии). На других участках тела перьев нет (аптерии). отверстия клоаки. Снаружи расположены контурные перья, под ними – пуховые. Самые крупные контурные перья находятся на крыльях (маховые) и на хвосте (рулевые). Перо состоит из полого стержня и опахала. Передние конечности преобразованы в крылья. Задние конечности – ноги, покрытые в нижней части роговыми щитками.

## ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ

**Скелет.** Череп с большой мозговой коробкой и большими глазничными впадинами. Кости черепа у птиц тонкие, сливаются на ранних стадия развития, поэтому границы лучше рассматривать на черепе птенцов. Челюсти без зубов, сильно вытянуты, их кости срастаются между собой.

Позвоночник состоит из шейного отдела (11-25 позвонков), грудного (3-10, у голубя - 5 позвонков, неподвижно сросшихся в спинную кость, поясничного (у голубя 6 позвонков), крестцового (2 позвонка), хвостового (3-8 позвонков). Хвостовой отдел заканчивается вертикальной костной пластиной – копчиковой костью, состоящую из нескольких сросшихся позвонков. Поясничные позвонки срастаются между собой, с подвздошными костями и с крестцовыми позвонками. В итоге образуется сложный крестец.

К грудным позвонкам примыкают ребра, подвижно соединенные с грудиной и позвоночником. Ребро имеет крюковидный отросток и состоит из двух отделов – спинного и брюшного отделы, подвижно сочлененных друг с другом и образующих угол, направленный вершиной назад. В связи с таким строением ребер грудина при сокращении соответствующих мышц может то отодвигаться, то приближаться к позвоночнику. В итоге меняется объем грудной клетки, что имеет значение для механизма дыхания. Грудина представляет собой широкую костную пластину, к краям которой причленяются грудные ребра. У большинства птиц грудина несет костный киль. К килю прикрепляются мышцы, приводящие в движение крылья.

Плечевой пояс конечностей состоит из лопатки, коракоида и ключицы. Тазовый пояс состоит из подвздошной и седалищной костей. В состав передней конечности, или крыла входит плечо, предплечье (локтевая и лучевая кости), кисть (две самостоятельные косточки запястья, почти неподвижно сросшиеся с предплечьем, пястно-запястная кость – пряжка, фаланги пальцев: одна фаланга первого пальца, две фаланги второго и одна фаланга третьего пальца). В состав задней конечности входит бедро с коленной чашечкой, голень (большая берцовая, малая берцовая кости) и стопы. Две косточки предплюсны срастаются с голенью, остальные элементы предплюсны и все косточки плюсны срастаются в единую кость – цевку. У птиц обычно 4 пальцев, реже 3 и только у африканского страуса 2 пальца.

**Пищеварительная система.** Начинается с ротовой полости, с подвижным коническим языком. В глубине ротовой полости находится глотка. Длинный пищевод образует расширение – зоб, служащий для временного пребывания в нем проглоченной пищи. У голубя стенки зоба в период выкармливания птенцов выделяют жирное творожистое вещество – так называемое «молочко». Желудок ведет в тонкостенный *железистый* желудок, где пища подвергается воздействию секрета пищеварительных желез. Вслед за железистым желудком располагается

толстостенный *мышечный* желудок, который изнутри выстлан плотной рогоподобной кутикулой. Здесь пища перетирается. *Тонкий отдел* кишечника относительно длинный. Начинается с *двенадцатиперстной кишки*, в петле которой лежит *поджелудочная железа*. *Задний отдел* кишечника сравнительно короток и не дифференцирован на толстую и прямую кишку. На границе между толстым и тонким отделами кишечника имеется парная *слепая кишка*. Короткая толстая кишка открывается в клоаку. *Печень* большая, двухлопастная. Желчного пузыря у голубя нет (у других видов он хорошо развит). Желчный проток открывается в двенадцатиперстную кишку.

**Дыхательная система.** Состоит из дыхательных путей и легких. Дыхательные пути начинаются с ноздрей, которые в ротовой полости открываются *хоанами*. Гортанная щель ведет в *трахею*, верхняя часть которой образует *верхняя гортань*. В месте разделения трахеи на два бронха находится *нижняя гортань*, которая представляет собой расширение, поддерживаемое костными кольцами. Внутри нижней гортани находятся *голосовые перепонки*. Бронхи входят в легкие, представляющие плотные губчатые тела, прикрепленные к спинной стенке грудной клетки. Бронхи в легких многократно ветвятся, а их главные разветвления пронизывают легкие насквозь и впадают в *воздушные мешки*. Акт дыхания в покое происходит за счет расширения и сужения грудной клетки с помощью межреберных мышц. В полете роль насоса выполняют только воздушные мешки: вдох происходит во время подъема крыла, когда уменьшается давление на воздушные мешки, выдох – при опускании крыла, когда давление возрастает.

**Кровеносная система.** Полное разделение артериальной и венозной крови. Сердце четырехкамерное, состоит из двух предсердий и двух желудочков. Имеется два круга кровообращения: малый круг (правый желудочек → легкие → левое предсердие) и большой круг (левый желудочек → сосуды всего тела → правое предсердие). По таблице, препарату и рисунку проследить схему циркуляции крови (рис. 12).

**Органы выделения.** Представлены тазовыми почками и парными мочеточниками, впадающими в клоаку. Мочевого пузыря у птиц нет.

**Органы размножения.** У самцов имеются парные семенники с придатками, прикрепленные к внутренним краям семенников. Семенники представляют собой пару бобовидных тел, расположенных над верхней долей почек и подвешенных на брыжейке. От придатков отходят семяпроводы, которые тянутся параллельно мочеточникам и впадают в клоаку. Перед впадением в клоаку семяпроводы образуют расширения – семенные пузырьки. У самок имеется непарный левый яичник и левый яйцевод. Яичник выглядит как зернистое тело неправильной формы, лежащий впереди от левой почки. Яйцевод имеет вид длинной трубки, один конец которой открывается в клоаку, другой (верхний) открывается воронкой в полость тела.

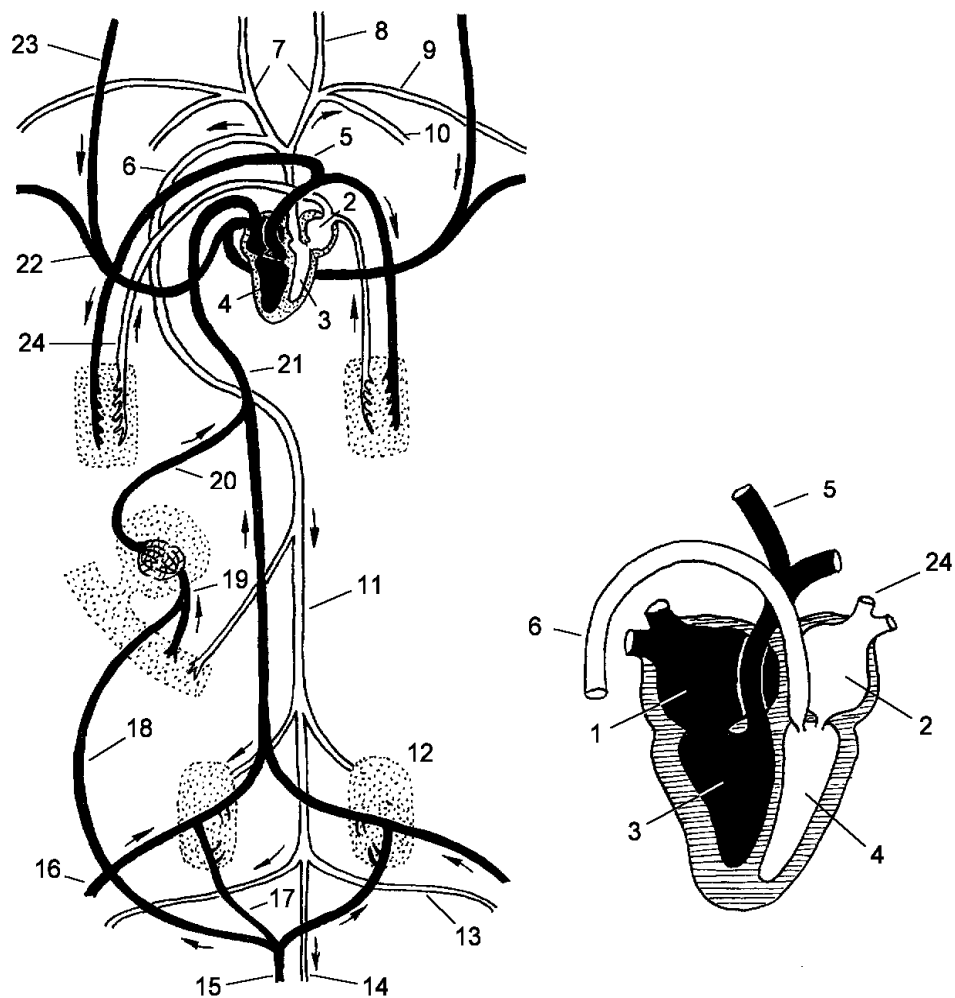


Рис. 12. Схема кровеносной системы и строение сердца птицы:

1- правое предсердие; 2- левое предсердие; 3- правый желудочек; 4- левый желудочек; 5-правая легочная; 6-дуга аорты; 7- безымянные артерии; 8 - левая сонная артерия; 9- левая подключичная артерия; 10- левая грудная артерия; 11- спинная аорта; 12- почки; 13- левая подвздошная артерия; 14- хвостовая артерия; 15- хвостовая вена; 16- правая бедренная вена; 17-правая воротная вена почек; 18- копчиковая вена; 19- воротная вена печени; 20- печеночная вена; 21-задняя полая вена; 22 - правая передняя полая вена; 23- правая яремная вена; 24- правая легочная вена.

**Нервная система.** Головной мозг состоит из 5 отделов. Передний отдел с хорошо обособленными полушариями большей частью образован полосатыми телами. Обонятельные доли малы, что связано с недоразвитием органов обоняния.



Промежуточный мозг развит слабо. На его спинной поверхности, прикрытой сверху большими полушариями находится эпифиз, а на дне позади перекрестья зрительных нервов – гипофиз. Средний мозг с крупными зрительными долями. Мозжечок очень большой, является центром координации движения и равновесия. Последний отдел – продолговатый мозг. Имеется 12 пар черепно-мозговых нервов. Спинной мозг с поясничным и плечевым утолщением. По сравнению с рептилиями у птиц наблюдается значительное увеличение массы головного мозга.

### **Материалы и оборудование**

#### **Демонстрационный материал:**

1. Вскрытый голубь.
2. Инъецированная кровеносная система.
3. Воздушные мешки.
4. Мочеполовая система самца и самки.
5. Смонтированный скелет голубя на подставке.

#### **Раздаточный материал:**

(на 2 - 3-х студентов)

1. Свежеусыпленный голубь.
2. Комплект инструментов для вскрытия.
3. Ванночка или доска.
4. Вата, марлевые салфетки.

### **Задание**

Познакомиться с особенностями внешнего вида птицы, затем вскрыть ее и изучить строение основных систем внутренних органов: пищеварительной, дыхательной, кровеносной, нервной и мочеполовой. Выделить черты специализации к полету в строении этих систем. Рассмотреть строение черепа, позвоночника, парных конечностей и их поясов птиц на примере голубя. В каждом отделе скелета выделить особенности, связанные с приспособлением к полету.

Сделать следующие рисунки:

1. Схема строения пера.
2. Типы перьев.
3. Схема кровеносной системы.
4. Головной мозг.
5. Череп голубя.
6. Скелет крыла.
7. Скелет задней конечности.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие признаки внешнего строения указывают на сходство птиц и пресмыкающихся?
3. Каковы прогрессивные изменения в кровеносной системе птиц по сравнению с рептилиями?
4. В чем специфика дыхательной системы в связи с полетом?
5. С чем связана дифференцировка желудка на два отдела? Для чего служит зоб? Чем обеспечивается высокая интенсивность пищеварения?
6. Каковы особенности мочеполовой системы птиц?
7. Как усложняется головной мозг птиц по сравнению с пресмыкающимися?
2. В чем заключаются прямые приспособления скелета птиц к полету?
5. В чем специфика грудной клетки птиц?
6. Как образуется сложный крестец, каково его биологическое значение?
7. Каковы особенности плечевого пояса как летательного аппарата?
8. Какое строение имеет крыло?
10. Как устроена задняя конечность? Как образуется цевка?

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. АКТИНОМИЦЕТЫ И ГРИБЫ (4 часа, самостоятельная работа – 1 час)

**Цель занятия:** получение и закрепление навыков строения актиномицетов и микроскопических грибов.

### Краткие теоретические сведения

Актиномицеты – своеобразные микроорганизмы, сочетающие свойства бактерий и плесневых грибов. Типичные представители актиномицетов имеют хорошо выраженный мицелий. В отличие от плесневых грибов мицелий актиномицетов не септирован и представлен одной огромной, сильно ветвящейся клеткой. Диаметр гиф актиномицетов составляет 0,1-1,0 мкм, т. е. примерно в 10 раз меньше диаметра гиф плесневых грибов (рис. 13).

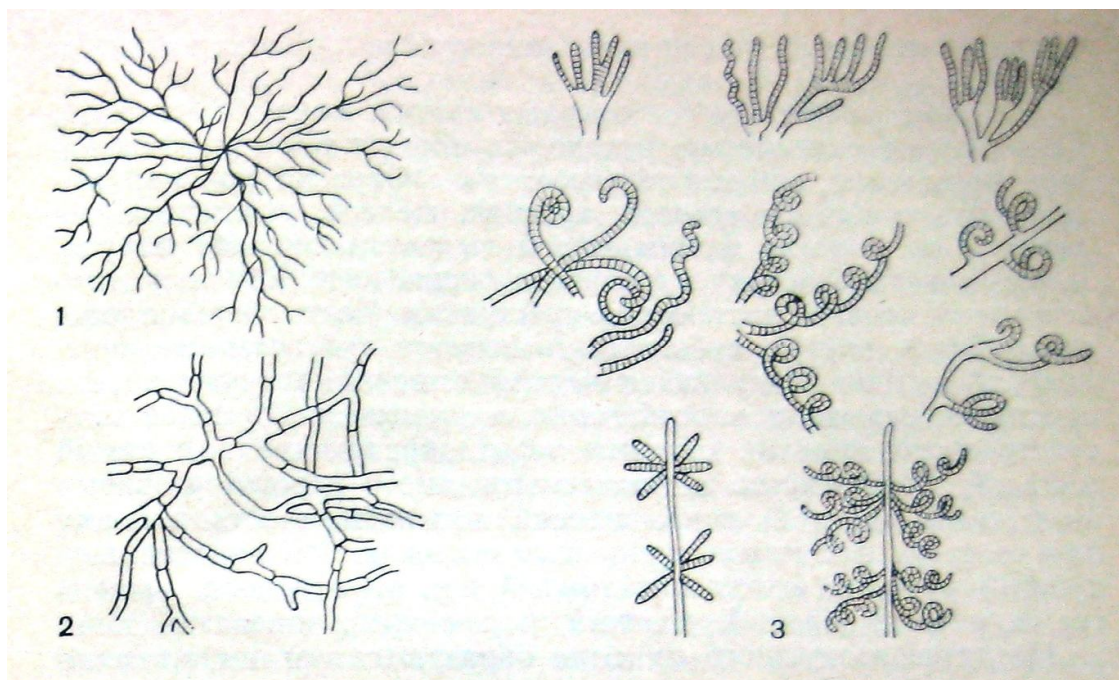


Рис. 13. Мицелии: актиномицетов (1) и гриба (2) при одинаковом увеличении; 3 – формы спороносцев у актиномицетов.

Клеточная стенка мицелия актиномицетов по строению сходна с оболочкой грамположительных бактерий. Она образована белковыми, липидными и мукополисахаридными компонентами, толщина клеточной стенки 0,01-0,03 мкм. Под оболочкой мицелия актиномицетов находится цитоплазматическая мембрана, активно участвующая в процессах обмена веществ и в образовании спор.

Отсутствие оформленного ядра отличает актиномицетов от плесневых грибов и роднит их с бактериями.

Колонии актиномицетов плотные, петлей не захватываются. Они бывают складчатые, бугристые, корковидные, реже гладкие, бесцветные или пигментированные. Колонии актиномицетов прочно срастаются с субстратом. Часть мицелия, расположенную внутри субстрата, называют *субстратный мицелий*. Мицелий, стелющийся непосредственно по поверхности субстрата, называют *надсубстратным мицелием*. От нитей надсубстратного мицелия отходят гифы, образующие воздушный мицелий. Большинство актиномицетов имеет хорошо развитый воздушный мицелий, покрывающий всю поверхность колонии или ее часть пушистым, мучнистым налетом.

На нитях воздушного мицелия образуются органы плодоношения – спороносцы со спорами. Спороносцы актиномицетов различают по их строению и расположению. По строению спороносцы могут быть прямые, длинные или короткие, волнистые и спирально закрученные, с числом завитков 1-10 и более. Спираль витков может быть сжата или растянута. На гифах воздушного мицелия спороносцы располагаются последовательно, мутовчато, супротивно и пучкообразно (рис. 13).

В спороносцах формируются споры по типу фрагментации или сегментации. При фрагментации ядерное вещество спороносной гифы распадается на комочки, вокруг которых концентрируется цитоплазма. Каждый такой фрагмент обрастает собственной оболочкой и превращается в зрелую спору.

При сегментации цитоплазматическая мембрана спороносной гифы образует впячивания, разделяя спороносец перегородками на ряд равномерных клеток – будущих спор (рис. 14). Когда споры созревают, спороносец распадается и споры высыпаются.

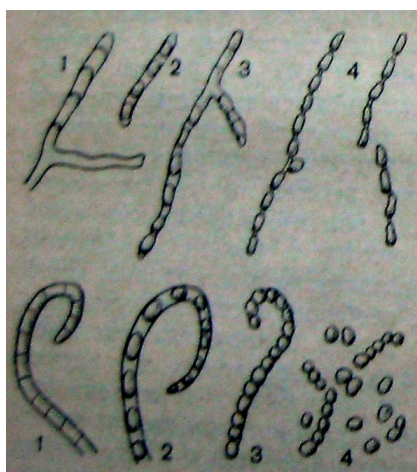


Рис. 14. Способы спорообразования у актиномицетов: вверху – фрагментация, внизу – сегментация: 1 – распространение плазмы на отдельные участки; 2 –

начало формирования спор; 3 – созревание и растворение спороносной гифы; 4 – зрелые споры.

Различают формы спор – шаровидные, палочковидные, цилиндрические и грушевидные. Споры актиномицетов сравнительно устойчивы к действию неблагоприятных условий среды, но менее устойчивы, чем споры бактерий. Попадая в благоприятные условия, споры прорастают в новый мицелий, формируя в дальнейшем колонии. Прорастание споры начинается сразу в нескольких участках. Помимо размножения спорами, актиномицеты могут размножаться и обрывками мицелия.

Строение и расположение спороносцев, тип спорообразования, форма и размер спор, поверхность оболочки спор являются диагностическими признаками при определении систематического положения актиномицетов.

Многие актиномицеты являются продуцентами антибиотических веществ, витаминов, биотина, фолиевой кислоты, никотиновой кислоты, ауксина.

**Плесневые грибы.** Колонии грибов по размерам во много раз превосходят дрожжевые бактериальные клетки. Поверхность пушистая, как вата, бархатистая, мучнистая, кожистая или гладкая. Диаметр нитей грибов 5-50 мкм и больше.

Из грибов основным объектом, интересующих микробиологов, являются дрожжевые грибы. **Дрожжи** относятся к классу грибов (*Fungi*), порядку одноклеточных грибов (*Unicellomycetales*).

Дрожжи в отличие от остальных грибов являются одноклеточными организмами, не образующими настоящего мицелия. Клетки дрожжей округлой, овальной или палочковидной формы, диаметром 4-12 мкм. В световом микроскопе различимы оболочка дрожжевой клетки, цитоплазма и вакуоли.

По способу вегетативного размножения дрожжи подразделяются на 3 семейства:

5. *Saccharomycetaceae* – дрожжевые организмы, размножающиеся почкованием (рис. 15).

6. *Schizosaccharomycetaceae* – дрожжевые организмы, размножающиеся делением клетки перегородкой.

7. *Saccharomycodaceae* – дрожжевые организмы, размножение которых начинается почкованием, а завершается делением с образованием перегородки между почкой и материнской клеткой.

Родовой состав семейств определяется типом спорообразования, формой и характером прорастания спор.

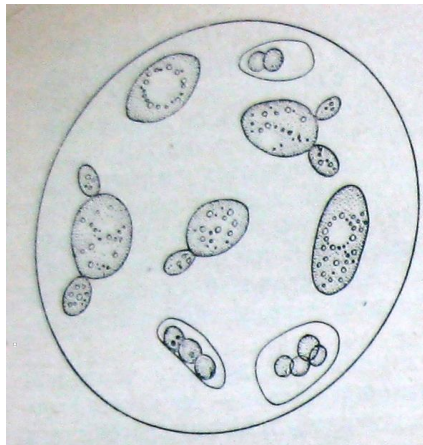


Рис. 15. *Saccharomyces vini*, 10-дневная культура на солодовом агаре.

### Материал и оборудование

1. Микроскоп.
2. Иммерсионное масло.
3. Предметные стекла.
4. Покровные стекла.
5. Препаровальные иглы.
6. Пинцет.
7. Спиртовка.
8. Чашка Петри с колониями микроорганизмов.
9. Стеклопалочка или пипетка.
10. Вата гигроскопическая.
11. Марля хлопчатобумажная.

### Задание

1. Приготовить препарат отпечаток: на чашке Петри найти колонии актиномицетов, колонию накрыть покровным стеклом, слегка прижать иглами, перенести на предметное стекло.

2. Провести микроскопирование препарата отпечаток: определить форму спор, форму спороносцев, найти участки фрагментации и сегментации. Все увиденное зарисовать.

3. Приготовить препарат отпечаток из колонии 3 грибов (также как для актиномицетов).

4. Провести микроскопирование. Зарисовать увиденное: споры, мицелий, спороносцы.

5. Из культуры дрожжей приготовить препарат раздавленная капля: стеклянной палочкой (или пипеткой) на предметном стекле сделать крупную каплю, накрыть каплю покровным стеклом.

6. Провести микроскопирование препарата: зарисовать клетки дрожжей: с почками, с аскомицетами. Обозначить на рисунке оболочку, цитоплазму, вакуоли (только то, что действительно видели в микроскоп).

7. Оформить отчет.

### **Контрольные вопросы**

1. Дайте определение «актиномицеты». В чем их отличие от плесневых грибов?

2. Дайте характеристику клеточной стенки мицелия актиномицетов. Есть ли ядро?

3. В чем особенность мицелия колоний актиномицетов?

4. Какие особенности актиномицетов являются диагностическими признаками при определении систематического положения?

5. Какую повежность имеют плесневые грибы?

6. Чем отличаются дрожжи от остальных грибов?

7. Как определяют родовой состав семейств дрожжей?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Практикум по анатомии и морфологии растений: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.П. Викторов, М.А. Гуленкова, Л.Н. Дорохина и др.; Под ред. Л.Н. Дорохиной. – 2-е изд., испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2001. – 176 с.
2. Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений. Серебрякова Т.И., Воронин Н.С. и др. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 543 с.
3. Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М.: Высшая школа, 1981. – 160 с.
4. Лотова Л.И. Строение растительной клетки. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 32 с.
5. Вехов В.Н., Лотова Л.И. и др. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980 – 196 с.
6. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений . М.: Эдиториал УРСС , 2001. 528 с.
7. Гуртовой Н.Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Я. Практическая зоотомия позвоночных. Низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы. - М.: Высшая школа, 1976. - 351 с.
8. Гуртовой Н.Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Я. Практическая зоотомия позвоночных. Земноводные, пресмыкающиеся. - М.: Высшая школа, 1978. - 407 с.
9. Гуртовой Н.Н., Матвеев Б.С., Держинский Ф.Я. Практическая зоотомия позвоночных. Птицы, млекопитающие. - М.: Высшая школа, 1992. - 414 с.
10. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шилов И.А. Практикум по зоологии позвоночных. - М.: Высшая школа, 1981. - 320 с.
11. Константинов В.М., Наумов С.П., Шаталова С.П. Зоология позвоночных. М.: Академия, 2000. – 496 с.
12. Лукьянцев С. В., Бабенко А.С. Пособие для практических занятий по зоологии беспозвоночных: учебное пособие. – Томский госуниверситет – Томск, 2005 – 58с.
13. Романенко В.Н. Почвенная зоология: Учебное пособие. – Томск
14. Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных. Низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы, земноводные. Ч.1. - М.: Высшая школа, 1979. - 333 с.
15. Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных. Пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Ч.2. - М.: Высшая школа, 1979. - 272 с.
16. Романенко В.Н. Почвенная зоология: Учебное пособие. – Томск, 2009 159 с.
17. Ромер А.Ш., Парсонс Т. Сравнительная анатомия позвоночных. Т.1. - М.: Мир, 1991.. - 358 с.
18. Ромер А.Ш., Парсонс Т. Сравнительная анатомия позвоночных Т.2. - М.: Мир, 1991. – 402 с.