

Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий  
Институт фундаментальных и прикладных агробиотехнологий

## **БОТАНИКА**

Рабочая тетрадь  
для лабораторно-практических занятий

Издание второе

Новосибирск  
2026

Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

Составители: *С. Х. Вышегуров*, д-р с.-х. наук, проф.  
*Н. В. Иванова*, канд. с.-х. наук, доц.  
*Е. В. Пальчикова*, канд. с.-х. наук, доц.  
*М. Е. Ершова*, препод.

Рецензент *А. Г. Митракова*, канд. с.-х. наук., доц.

**Ботаника:** раб. тетр. / Сиб. гос.ун-т инж. и биотех., ИФИПА.; сост.: С. Х. Вышегуров, Н. В. Иванова, Е. В. Пальчикова, М. Е. Ершова. – Изд. 2-е. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2026. – 88 с.

Рабочая тетрадь для выполнения лабораторно-практических занятий по курсу «Ботаника» предназначена для студентов очного и заочного образования, обучающихся по направлениям:

- (06.03.01) – Биология;
- (35.03.07) – Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции;
- (36.03.02) – Зоотехния;
- (35.03.01) – Лесное дело;
- (35.03.10) – Ландшафтная архитектура;

Утверждена и рекомендована к изданию учебно-методическим советом учебно-методическим советом Института фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий № 5 от 02.07.2025 г.).

## ВВЕДЕНИЕ

Ботаника (гр. *botane* – росток, трава) – наука о растениях, их структуре, жизнедеятельности, распространении. Объектами изучения являются растения на разных уровнях их организации.

Рабочая тетрадь включает 12 двухчасовых лабораторных работ по следующим разделам: цитология, гистология, органография, основы экологии.

Лабораторные работы по курсу способствуют формированию у студентов следующих умений и навыков:

- использования современного оборудования (микроскопов, бинокляров) для изучения биологических образцов;

- изготовления и изучения микропрепаратов, распознавания элементов структуры растительных и грибных организмов, анализа и оформления полученных результатов.

Основопологающую роль при изучении дисциплины играет научный рисунок как средство познания и способ сохранения полученных данных.

Студентам необходимо научиться выполнять и схематические изображения, и детальные рисунки отдельных органов растений, которые должны быть отчетливыми, опрятными и иметь пояснительные надписи.

Кроме того, для самостоятельного изучения дисциплины студенты должны использовать учебные пособия, указанные в библиографическом списке. По окончании работы студенты для проверки и закрепления знаний должны ответить на контрольные вопросы, представленные в конце каждой пройденной темы занятия.

# ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

## Тема 1. ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

**Цель занятия:** усвоить правила организации труда на лабораторных занятиях по ботанике; научиться изготавливать временные микропрепараты; овладеть практическими навыками работы с микроскопом; приготовить препарат из эпидермиса чешуйки лука и листа мха мниум, рассмотреть при малом и большом увеличении; ознакомиться с требованиями к оформлению рабочей тетради и выполнению рисунков в соответствующем масштабе со всеми необходимыми обозначениями.

**Задание 1.** Изучить устройство микроскопа и основные приемы работы с ним, сделать обозначения к рис. 1. Заполнить табл. 1.

Микроскопирование – комплекс методов для наблюдения и визуального изучения клеток, объектов с помощью микроскопа.

Микроскоп – это оптический прибор, позволяющий получить обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат за пределами разрешающей способности глаза.

Различают полезное и бесполезное увеличения. Под полезным понимают такое увеличение наблюдаемого объекта, при котором можно выявить новые детали его строения. Бесполезное – это увеличение, при котором, увеличивая объект в сотни и более раз, нельзя обнаружить новых деталей строения.

В микроскопе выделяют две системы: оптическую и механическую (рис. 1).

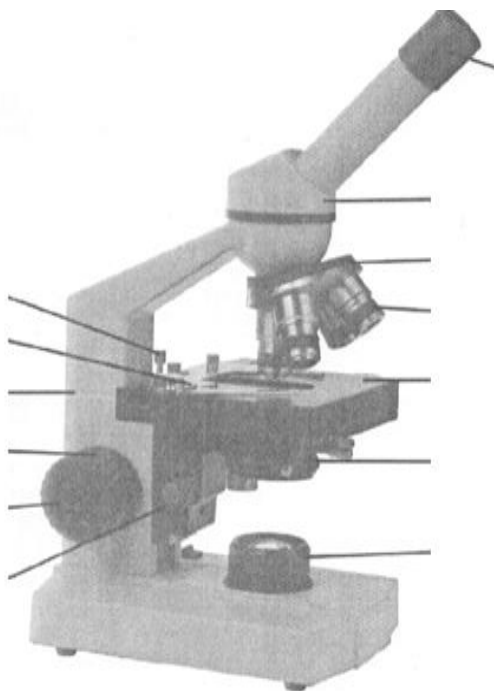


Рис. 1. Световой микроскоп МИКРОМЕД Р-1:

- 1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – тубусодержатель; 4 – винт грубой наводки;  
5 – рукоятка грубой фокусировки; 6 – подставка; 7 – конденсор; 8 – ирисовая диафрагма;  
9 – предметный столик; 10 – револьверное устройство; 11 – объектив; 12 – корпус коллекторной линзы;  
13 – патрон с лампой; 14 – основание микроскопа

**Задание 2.** Научиться определять увеличение рассматриваемого под микроскопом объекта, особое внимание обратить на цифровые и буквенные обозначения, имеющиеся на объективах и окулярах. Проанализировать табл. 1 и добавить названия деталей.

Назначение основных деталей светового микроскопа

| Названия деталей                                                                                                                                                                                                   | Предназначение деталей                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| К оптической системе относят объективы, окуляры и осветительное устройство                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                    | Важная часть микроскопа, поскольку он определяет полезное увеличение объекта. Состоит из металлического цилиндра с смонтированными в него линзами, число которых может быть различным. Увеличение обозначено на нем цифрами. В учебных целях используют объективы х4 и х40 |
|                                                                                                                                                                                                                    | Не выявляет новых деталей строения, и в этом отношении их увеличение бесполезно, дает прямое, мнимое, увеличенное изображение наблюдаемого объекта                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                    | Состоит из электроосветителя, конденсора (рассеивает свет) с ирисовой диафрагмой (для изменения диаметра светового потока), расположенных под предметным столиком                                                                                                          |
| Механическая система микроскопа состоит из подставки, микрометрического винта, тубуса, тубусодержателя, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, винта перемещения конденсора, револьвера, предметного столика |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                    | Основание микроскопа                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                    | Цилиндр, в который сверху вставляют окуляры                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                                                    | Винт, служащий для незначительного перемещения тубусодержателя, а следовательно, и объектива на расстояния, измеряемые микрометрами. Во избежание порчи микрометрического механизма разрешается крутить этот винт в одну сторону не более чем на половину оборота          |
|                                                                                                                                                                                                                    | Предназначен для быстрой смены объективов, которые ввинчиваются в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                    | Несет тубус и револьвер                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                    | Предназначен для расположения на нем препарата. В середине имеется круглое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. На нем имеются две пружинистые клеммы – зажимы, закрепляющие препарат                                                                 |

**Задание 3.** Ознакомиться с правилами организации рабочего места, усвоить метод микроскопирования.

При работе с микроскопом необходимо соблюдать следующий порядок:

1. Работать с микроскопом следует сидя.
2. Микроскоп осмотреть, вытереть от пыли мягкой салфеткой объективы, окуляр, зеркало или электроосветитель.
3. Микроскоп установить перед собой, немного слева, на 3–5 см от края стола. Во время работы его не сдвигать.
4. Работу с микроскопом всегда начинать с малого увеличения.
5. Опустить объектив х4 в рабочее положение, т.е. на расстояние 1 см от предметного стекла.
6. Установить освещение в поле зрения микроскопа, используя электроосветитель. Подсоединить микроскоп к источнику питания, включить лампу и установить необходимую яркость горения.
7. Положить микропрепарат на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом. Глядя сбоку, опускать объектив при помощи макровинта до тех пор, пока расстояние между нижней линзой объектива и микропрепаратом не станет 4–5 мм.
8. Смотреть одним глазом в окуляр и вращать винт грубой наводки на себя, плавно поднимая объектив до положения, при котором хорошо будет видно изображение объекта. Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив. Фронтальная линза может раздавить покровное стекло, и на ней появятся царапины.
9. Для изучения объекта при большом увеличении сначала нужно поставить выбранный участок в центр поля зрения микроскопа при малом увеличении, затем поменять объектив на х40, поворачивая револьвер так, чтобы он занял рабочее положение.

10. По окончании работы с большим увеличением установить малое увеличение, поднять объектив, снять с рабочего столика препарат, протереть чистой салфеткой все части микроскопа, накрыть его сверху полиэтиленовым пакетом.

**Задание 4.** Освоить основные приемы изготовления временного препарата и подготовить его к просмотру при малом увеличении. В рабочей тетради сделать рисунки и записи согласно заданию.

***Для изготовления временных препаратов нужно:***

1) нанести на середину предметного стекла каплю воды, глицерина или какого-либо реактива, поместить в неё изучаемый объект и расправить его препаровальной иглой;

2) под острым углом к предметному стеклу приложить покровное стекло, осторожно опустить его на приподнятую препаровальную иглу и медленно вынуть её из капли; покровное стекло нельзя опускать резко, так как в противном случае объект покроется пузырьками воздуха. Если этого избежать не удалось, лёгким постукиванием по покровному стеклу кончиком иглы удаляют пузырьки воздуха и равномерно распределяют под ним каплю среды.

**Задание 5.** Приготовить микропрепарат листа мха мниум, поместив в каплю воды на предметное стекло небольшой кусочек листа и накрыв покровным стеклом. При большом увеличении исследовать содержимое клеток, рассмотреть расположение и форму хлоропластов (рис. 2). Сделать обозначения.

При приготовлении препарата из кожицы лука вместо воды взять раствор йода в йодистом калии. Рассмотреть форму клеток, ядро, вакуоль, цитоплазму (рис. 3). Сделать обозначения.

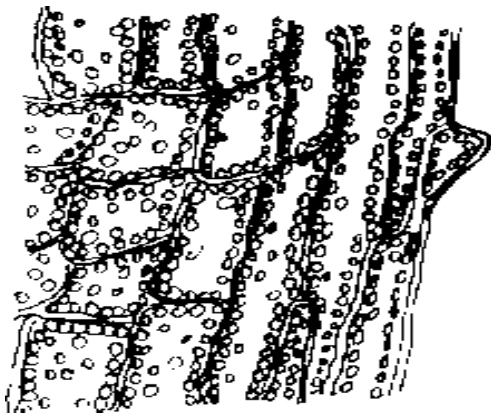


Рис. 2. Клетки листа мха:

1 – паренхимные; 2 – прозенхимные; 3 – хлоропласты;  
4 – стенка клетки

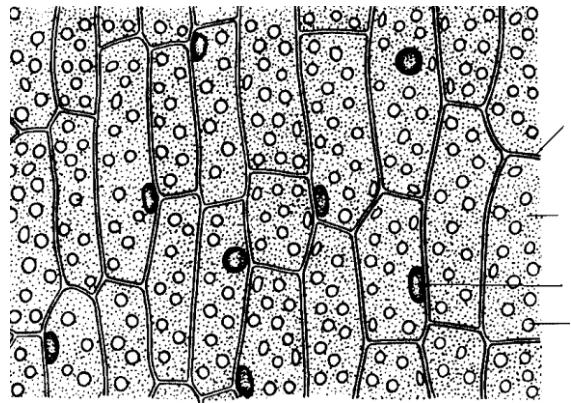


Рис. 3. Клетка кожицы лука:

1 – стенка клетки; 2 – цитоплазма; 3 – вакуоли;  
4 – ядро и ядрышки

**Задание 6.** Изучить строение растительной клетки при увеличении под электронным микроскопом и сделать обозначения на рис. 4.

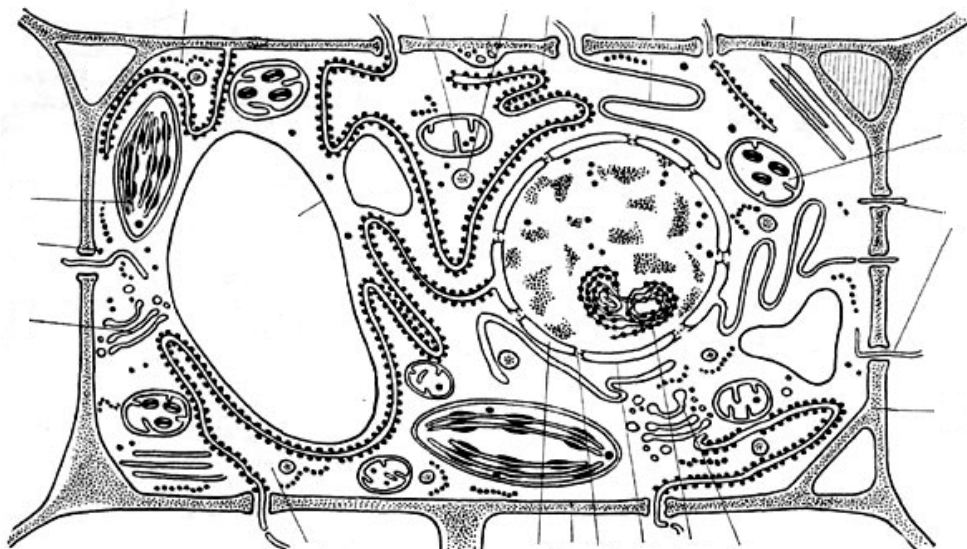


Рис. 4. Строение растительной клетки:

- 1 – клеточная стенка; 2 – межклетник; 3 – плазмодесмы; 4 – цитоплазма; 5 – плазмалемма;  
6 – тонопласт; 7 – вакуоль; 8 – ядро с ядрышком; 9 – ядерная оболочка; 10 – хлоропласт;  
11 – митохондрия; 12 – диктиосомы (аппарат Гольджи);  
13 – гранулярный эндоплазматический ретикулум, лизосомы

### Контрольные вопросы

1. Как можно определить увеличение рассматриваемого под микроскопом объекта?
2. Устройство микроскопа.
3. Правила работы с микроскопом.
4. Строение растительной клетки. Протопласт и его производные: клеточная стенка и вакуоль.
5. В чем отличие прокариотической клетки от эукариотической?
6. По каким признакам растительные клетки отличаются от клеток животных и грибов?
7. Что такое органоиды клетки? Назовите органоиды растительной клетки.
8. Что такое вакуоли, как они образуются и каково их строение?
9. Что такое клеточный сок и каков его состав?
10. Что такое плазмодесмы и каковы их функции?

## Тема 2. ЦИТОПЛАЗМА

**Цель работы:** изучить основные свойства цитоплазмы как живой системы. Рассмотреть типы движения цитоплазмы.

**Задание 1.** Ознакомиться с важным свойством гиалоплазмы – движением цитоплазмы, регулирующим обмен веществ. Зарисовать струйчатое и вращательное движение цитоплазмы (рис. 5).

Цитоплазма – высокоупорядоченная коллоидная система, заключенная между плазматической мембраной и ядром. Цитоплазма растительных клеток содержит 75–85 % воды, 10–20 % белка, 2–3 % липидов и 1 % неорганических веществ.

Основу цитоплазмы составляет ее гиалоплазма, или матрикс, – бесцветная коллоидная система, которая обладает ферментативной активностью. Роль матрикса заключается в объединении всех клеточных структур в единую систему и обеспечении взаимодействия между ними. Гиалоплазма пронизана микротрубочками и микрофиламентами, полимеризация и распад которых обеспечивают обратимые переходы ее участков из золя в гель. Совокупность микрофиламентов и микротрубочек составляет цитоскелет, который влияет на изменения формы клетки и перемещение внутриклеточных структур. Практически ни один процесс в клетке не обходится без участия цитоскелета. С гиалоплазмой связано движение цитоплазмы, которое регулирует обмен веществ. Различают два типа движения цитоплазмы: струйчатое и вращательное. Струйчатое движение характерно для более молодых клеток, а вращательное движение – старых.

Рис. 5. Струйчатое и вращательное движение цитоплазмы

Важнейшее свойство цитоплазмы – избирательная проницаемость (полупроницаемость); это значит, что она проницаема для воды и в меньшей степени – для растворенных в ней веществ. В явлении избирательной проницаемости исключительная роль принадлежит двум пограничным слоям цитоплазмы – плазмалемме (наружной цитоплазматической мембране) и тонопласту (вакуолярной мембране).

**Задание 2.** Рассмотреть рис. 6 и подписать на представленной схеме следующие элементы: 1) клеточная стенка; 2) вакуоль; 3) тонопласт; 4) плазмаллема; 5) цитоплазма; 6) плазмодесмы.

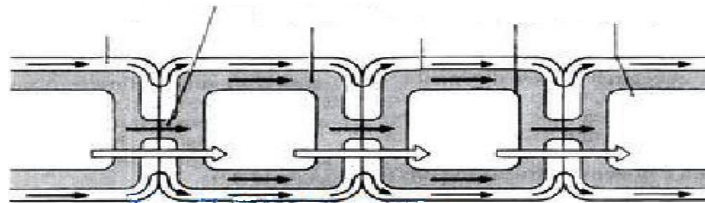


Рис. 6. Схематическое изображение всех возможных путей передвижения воды (растворов) в группе растительных клеток

Одновременно могут использоваться сразу несколько путей передвижения воды (растворов):

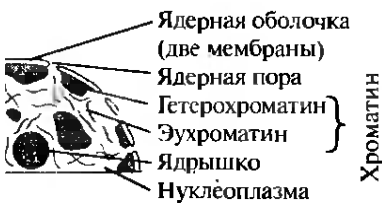
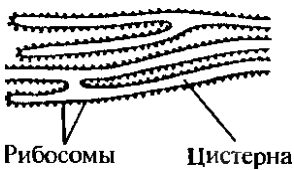
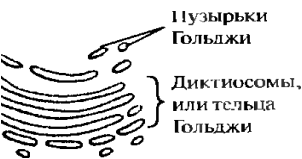
- апопластный путь – по клеточным стенкам;
- симпластный путь – по цитоплазме и плазмодесмам;
- ⇒ вакуолярный путь – через плазмолеммы, цитоплазму и тонопласты (играет в движении воды сравнительно незначительную роль).

Такие пути могут функционировать и в листе, и в коре корня.

**Задание.** Рассмотреть табл. 2 и заполнить последний столбец.

Таблица 2

Краткая характеристика клеточных структур

| Название и схема<br>1                                                                                                                       | Структура<br>2                                                                                                                                                                                                                                   | Функции<br>3 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <p>Плазмалемма, или плазматическая мембрана (4–10 нм)</p>  | <p>Между двумя слоями белка два слоя фосфолипидов и липопротеидов (бислойное строение)</p>                                                                                                                                                       |              |
| <p>Ядро (3–500 мкм)</p>                                    | <p>Самая крупная органелла, заключенная в двухмембранную оболочку, пронизанную ядерными порами. Имеет ядрышко. Содержит в интерфазе хроматин – раскрученные хромосомы</p>                                                                        |              |
| <p>Эндоплазматический ретикулум (ЭПР)</p>                | <p>Система уплощенных мембранных мешочков – цистерн, трубочек и пластинок, которые образуют единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки</p>                                                                                               |              |
| <p>Рибосомы (17–23 нм)</p>                               | <p>Очень мелкие безмембранные органеллы, состоящие из двух субчастиц – большой и малой. Содержат белок и РНК приблизительно в равных долях. Находятся в цитоплазме, ядрышках, на поверхности шероховатого ЭПР, в митохондриях и хлоропластах</p> |              |
| <p>Комплекс Гольджи</p>                                  | <p>Стопка уплощенных мембранных мешочков – цистерн, которые на одном конце стопки непрерывно образуются, а на другом отшнуровываются в виде пузырьков. Стопки могут существовать в виде дискретных диктиосом</p>                                 |              |

| 1                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 3 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <p>Хлоропласт (4–10 мкм)</p>          | <p>Крупная пластида, содержащая хлорофилл. Окружена двойной мембраной и заполнена студенистой основой – стромой, в которой находится система мембран – ламелл, тилакоидов, собранных в стопках. Строма содержит также рибосомы, кольцевую молекулу ДНК, зерна крахмала и капельки масла</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |
| <p>Митохондрии (до 10 мкм)</p>        | <p>Митохондрии окружены двойной мембраной; внутренняя мембрана образует складки – кристы. Матрикс содержит небольшое количество рибосом, одну кольцевую молекулу ДНК и фосфатные гранулы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |
| <p>Лизосомы (0,2–18 мкм)</p>         | <p>Сферические одномембранные пузырьки с гомогенным содержимым, богатым гидролитическими ферментами</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |
| <p>Клеточная оболочка (стенка)</p>  | <p>Ограничивает клетку, состоит из целлюлозных микрофибрилл, погруженных в матрикс, состоящих из сложных полисахаридов – гемицеллюлоз и пектиновых веществ. У некоторых клеток клеточные стенки претерпевают вторичное утолщение и химические изменения (лигнизация, суберинизация, кутинизация, минерализация и др.)</p> <p>Срединная пластинка (слой пектиновых веществ, пектатов кальция и магния)</p> <p>Плазмодесмы – тонкие цитоплазматические нити, связывающие цитоплазму двух соседних клеток через тонкую пору клеточной стенки, выстланную плазматической мембраной. Сквозь пору проходят десмотубулы, соединенные на обоих концах с ЭПР</p> |   |
| <p>Центральная вакуоль</p>                                                                                             | <p>Мешок, образованный тонопластом и заполненный клеточным соком – водным раствором различных веществ (минеральных солей, сахаров, пигментов, органических кислот, ферментов)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   |

**Задание 4.** Познакомиться со строением и функцией разных типов пластид: хлоропластов, хромопластов, лейкопластов и заполнить табл. 3.

Таблица 3

**Сравнительная характеристика пластид**

| Признак           | Хлоропласты | Хромопласты | Лейкопласты |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| Окраска           |             |             |             |
| Форма             |             |             |             |
| Функции           |             |             |             |
| Взаимопревращения |             |             |             |

### **Контрольные вопросы**

1. Как образуются и какой вид имеют развитые вакуоли растительных клеток? Какова их роль?
2. Что такое протопласт, из чего он состоит?
3. Каковы структура, химический состав, физические и биологические свойства цитоплазмы?
4. В клетках каких органов растений встречаются хлоропласты?
5. В клетках каких органов растений встречаются хромопласты?
6. В клетках каких органов имеются лейкопласты и какие функции они выполняют?
7. Какие взаимные превращения возможны между пластидами?

### Тема 3. ДЕЛЕНИЕ ЯДРА И КЛЕТКИ

**Цель занятия:** ознакомиться со строением ядра растительной клетки и фазами кариокинетического (митоз) и мейотического деления; изучить строение интерфазного ядра, отметить форму ядра, количество и форму ядрышек, установить соотношение размеров ядра и клетки; проанализировать фазы деления клетки, определить относительную длительность фаз.

Рост растений происходит главным образом за счет увеличения числа клеток в растущих органах. Митоз – основной способ деления соматических клеток. Он представляет собой составную часть митотического цикла, через который проходит каждая клетка от деления до деления. Митотический цикл состоит из интерфазы и собственно митоза, тесно связанных между собой.

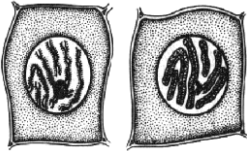
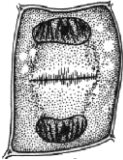
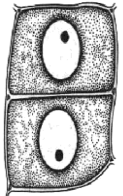
Интерфаза – наиболее продолжительная часть митотического цикла. В этой фазе происходят важные биохимические процессы, подготавливающие клетку к делению: репликация ДНК, накопление веществ и энергии. В интерфазе различают три периода: пресинтетический –  $G_1$  (рост клетки и подготовка к удвоению ДНК), синтетический – S (репликация молекул ДНК) и постсинтетический –  $G_2$  (подготовка к построению веретена деления и накопление энергии).

Митоз, в свою очередь, делит на четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. В конце телофазы в области экваториальной пластинки формируется клеточная стенка, которая разделяет клетку на две равные части, т.е. происходит цитокинез. При митозе генетическая информация равномерно распределяется между двумя новыми клетками – каждая из них получает число хромосом, равное числу хромосом исходной клетки.

**Задание 1.** Заполнить табл. 4, подписать соответствующие фазы развития и дать их краткую характеристику.

Таблица 4

Митотическое деление клеток

| Схема фазы                                                                          | Название фазы, краткая характеристика |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|  |                                       |
|  |                                       |
|  |                                       |
|  |                                       |
|  |                                       |

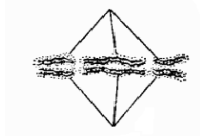
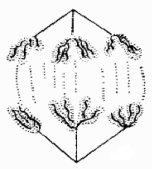
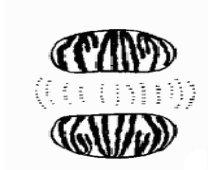
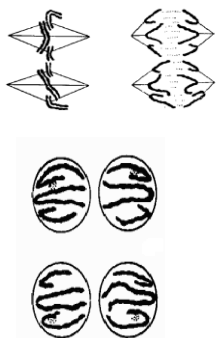
**Задание 2.** Изучить редукционное деление клетки, проанализировать табл. 5, подписать соответствующую фазу развития и дать краткую характеристику.

Мейоз встречается у подавляющего большинства растений, но происходит лишь в небольшом числе клеток, обычно при образовании спор. Происходит уменьшение (редукция) числа хромосом вдвое по сравнению с родительской в каждой из образующихся клеток. Мейоз регулирует постоянство числа хромосом организма.

Нужно отметить, что мейоз – единый непрерывный процесс, состоящий из двух последовательных делений, каждое из которых можно разделить на те же, что и в митозе, четыре фазы.

Таблица 5

**Редукционное деление клеток**

| Схема фазы                                                                          | Название фазы, краткая характеристика |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
|    |                                       |
|   |                                       |
|  |                                       |
|  |                                       |
|  |                                       |

### **Контрольные вопросы**

1. Охарактеризуйте строение, химический состав и функции ядра.
2. Что является носителем наследственности в растительных и животных клетках?
3. Какова функция ядра? Из каких оргanelл оно состоит? Каковы их структура и функции?
4. Как происходит деление клетки путем митоза? Каким клеткам свойственно это деление?
5. Когда происходит мейоз? В чем его принципиальное отличие от митоза? Из каких двух делений он состоит?
6. Какая разница между анафазой митоза и анафазой первого деления мейоза?

## Тема 4. ЗАПАСНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ВКЛЮЧЕНИЯ

**Цель занятия:** ознакомиться с разнообразием эргастических включений в растительной клетке. Научиться распознавать в клетках растений включения запасных питательных веществ; закрепить навыки приготовления временных микропрепаратов.

**Задание 1.** Рассмотреть табл. 6 и сделать необходимые рисунки:

1) крахмальные зерна клубня картофеля (*Solanum tuberosum* L.). Отметить форму зерен, тип слоистости и тип сложения;

2) кристаллы и сrostки кристаллов в клетках наружной чешуи луковицы лука (*Allium sera* L.). Указать биологическое значение кристаллов.

Эргастические включения – это продукты обмена веществ протопласта, не обладающие жизненными свойствами. Они имеют различным образом оформленную структуру. Могут откладываться в цитоплазме, вакуолях и даже клеточной оболочке. Чаще всего эргастические включения представляют собой запасные вещества растительной клетки, которые временно выводятся из обмена веществ, но в определенные периоды жизни растения мобилизуются и вновь используются для обеспечения жизненных процессов. Реже включения представляют собой конечные продукты обмена веществ, чаще всего соли щавелевой кислоты (оксалаты).

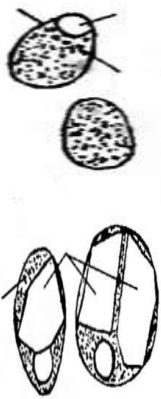
Они могут быть твердыми и жидкими, находиться в вакуолях или в цитоплазме. *Твердые, или кристаллические, включения* подразделяются на запасные (крахмальные и алейроновые зерна) и экскреторные – конечные продукты обмена веществ (кристаллы оксалата, карбонатов, силикатов и др.). Кристаллы представляют собой структурные компоненты клетки.

К *жидким включениям* относятся растворимые углеводы клеточного сока вакуолей (моно-, ди- и полисахариды), жиры, эфирные масла, алкалоиды, гликозиды, полифенолы и другие биологически активные вещества.

Таблица 6

Характеристика клеточных включений

| Включение                                                                          | Рисунок                                                                                                                                                                                                                             | Место локализации и внешнее строение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                   | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Углеводы</b><br>Крахмал ассимиляционный, или первичный                          |                                                                                                                                                                                                                                     | Синтезируется в зеленых частях растения, откладывается в пластидах в виде мельчайших зерен шаровидной или палочковидной формы и является одним из первоначальных продуктов фотосинтеза                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Запасной (вторичный), подразделяют на транзиторный, запасной и оберегаемый крахмал |  <p>А – простое эксцентрическое; Б – сложные; В – полусложное; 1 – центр образования; 2 – собственные слои крахмала; 3 – общие слои крахмала</p> | <p><i>Вторичный</i> крахмал синтезируется из продуктов гидролиза первичного крахмала. Образуется в виде крахмальных зерен. Крахмальные зерна могут быть <i>простыми</i> (с одним центром), <i>сложными</i> (с несколькими центрами и слоистостью вокруг них); <i>полусложными</i> (с несколькими центрами, имеющими собственные, а также общие слои).</p> <p><i>Транзиторный</i>, или переходной, крахмал образуется и расщепляется под действием ферментов и переводится в растворимую форму, транспортируется из клетки в клетку (глюкоза).</p> <p><i>Запасной</i> крахмал откладывается в амилопластах запасющих тканей корней, корневищ, клубней, плодов, семян и в меньшей степени других органов. Крахмальные зерна запасного крахмала формируются путем заложения образовательного центра и наслоения вокруг него плотных темных – дневных слоев и обводненных светлых – ночных слоев крахмала.</p> <p><i>Оберегаемый</i> крахмал накапливается в корневом чехлике, эндодерме, содействует росту и тропизму органов. Его количество более или менее постоянно</p> |

| 1                                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                 | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Белки</b><br>Протеины,<br>алеироновые<br>зерна               |  <p>Алеироновые зерна:<br/>А – простые; Б – сложные:<br/>1 – белковая оболочка;<br/>2 – аморфный белок;<br/>3 – глобoid;<br/>4 – кристаллоид</p> | <p>Запасной (эргастический) белок синтезируется в виде аморфного или кристаллического протеина разнообразной формы в различных органеллах цитоплазмы (откладывается в нуклеоплазме ядра, иногда в гиалоплазме (клубни картофеля), строме пластид, матриксе митохондрий, а также в вакуолях.</p> <p>Белки, служащие резервным продуктом, запасаются клеткой как простые, растворимые белки (протеины) в виде кристаллогидратов или аморфного вещества в гиалоплазме и пластидах. Они также образуют алеироновые зерна, которые представляют собой высохшие вакуоли, богатые протеинами. Алеироновые, или протеиновые, зерна по строению подразделяют на простые и сложные.</p> <p>Простые алеироновые зерна состоят из белковой оболочки и аморфного белка, изредка включают глобoid – кальций-магниевую соль фосфорной кислоты.</p> <p>В сложных алеироновых зернах кроме этого образуется белковый кристаллогидрат – кристаллоид (клеяевина, лен, мак, тыква и др.). Кристаллоиды, в отличие от истинных кристаллов, состоят из белков, способных к набуханию в воде. Наиболее богаты запасными белками питательные ткани семян (эндосперм, перисперм), зародыш семени, некоторые плоды, реже – подземные органы и другие части растения</p> |
| <b>Жиры</b><br>Липидные капли (гранулы)                         |                                                                                                                                                                                                                                   | <p>У большинства растений жирные масла жидкие, они слабо связаны с цитоплазмой и в случае механического повреждения клетки вытекают из нее в первую очередь.</p> <p>Липидные капли, или гранулы, содержат различные смеси жиров. Образуются непосредственно в гиалоплазме.</p> <p>При усиленном отложении жиров гранулы сливаются, образуя крупные капли. Липидные капли называют сферосомами</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Экскреторные включения (кристаллы) – продукты отброса</b>    |                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Кристаллы</b><br>Соли, органические и неорганические кислоты |                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Кристаллы, содержащиеся в растениях, чаще представлены солями щавелевой кислоты – оксалатами кальция, содержатся исключительно в вакуолях.</p> <p><i>Одиночные кристаллы</i> имеют удлиненную форму (сухие наружные чешуи лука).</p> <p><i>Рафиды</i> – кристаллы в виде пучков игл (листья винограда, стебли традесканции).</p> <p><i>Друзы</i> – шаровидные образования, состоящие из многих мелких сросшихся кристаллов (корневище ревеня, плоды жимолости). Благодаря образованию кристаллов происходит нейтрализация щавелевой кислоты, обладающей ядовитыми свойствами.</p> <p><i>Цистолиты</i> – гроздевидные образования, накапливаются у растений с большим содержанием карбоната кальция, который пропитывает выросты клеточной оболочки, вдающиеся в полость клетки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

### Контрольные вопросы

1. Какие эргастические включения растительной клетки являются накопителями запасных питательных веществ?
2. Чем представлены в клетках растений запасные углеводы?
3. Что такое первичный и вторичный крахмал?
4. Каковы форма, строение и типы крахмальных зерен?
5. В клетках каких органов растений накапливаются крахмальные зерна?
6. В чем отличие белков запасных от белков конституционных?
7. Как образуются алеироновые зерна?

8. В чем отличие простых алейроновых зерен от сложных?
9. В клетках каких органов растений встречаются алейроновые зерна?
10. Формы отложения и локализация в клетке запасных жиров.

## Тема 5. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

**Цель занятия:** изучить классификацию растительных тканей по их структуре и функциям, по происхождению и форме клеток; познакомиться с апикальной меристемой побега и корня, а также с особенностями строения и деятельности клеток; научиться распознавать на микропрепаратах и изучить особенности строения растительных тканей; закрепить навыки приготовления временных микропрепаратов.

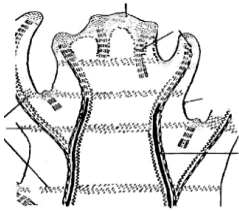
**Задание 1.** Изучить особенности строения клеток образовательных тканей (меристем), места их локализации в теле растения, классификацию меристем. Рассмотреть табл. 7, сделать обозначения на рисунках и заполнить третий столбец.

Ткани у растений возникли в ходе эволюции и постепенного перехода к жизни на суше. *Настоящей тканью* называют группу клеток, имеющих общее происхождение, сходное строение и выполняемые функции. Настоящие ткани присущи высшим растениям, но их формирование отмечено и у высокоорганизованных низших растений.

В свою очередь, постоянные ткани подразделяются на *первичные*, формирующиеся при дифференциации первичных образовательных тканей, и *вторичные* ткани, возникшие из вторичных образовательных или основных тканей. По строению и выполняемым функциям постоянные ткани объединяют в группы: *образовательные ткани*, или *меристемы*, дают начало всем постоянным тканям, обеспечивают рост органов; *защитные ткани* – покровные, механические; и *ткани, обеспечивающие обмен веществ* – всасывающие, проводящие, выделительные, основные.

Таблица 7

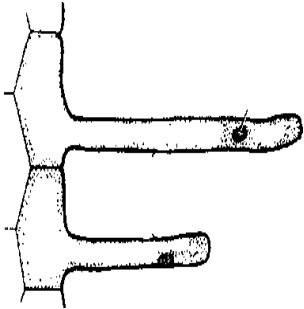
| Сравнительная характеристика образовательных тканей в растительном организме                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Типы меристем                                                                                                                                                                                                         | Характерные признаки                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Функции |
| 1                                                                                                                                                                                                                     | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3       |
| <p><b>Апикальные</b></p>  <p>Апикальная меристема побега элодеи: 1 – точка роста; 2 – листовые зачатки</p>                         | <p>Локализуются на полюсах зародыша – кончике корешка и почечке. Апексы корней имеют эндогенное заложение, они не образуют ни листьев, ни боковых ветвей. Апексы побегов (экзогенное заложение) формируют листья и боковые побеги</p>                                                                |         |
| <p><b>Интеркалярные</b></p>  <p>1 – верхушечная (апикальная) меристема; 2 – интеркалярная меристема; 3 – латеральная меристема</p> | <p>Интеркалярные или вставочные, происходят от верхушечных. Интеркалярные меристемы можно обнаружить в основании молодых листьев. У злаков они располагаются в нижних частях междоузлий, окруженных влагалищем листа. Закладываются, как правило, в базальной части междоузлий побегов и листьев</p> |         |

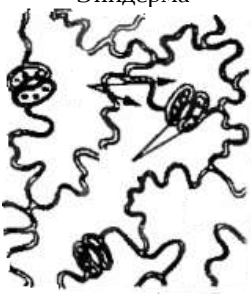
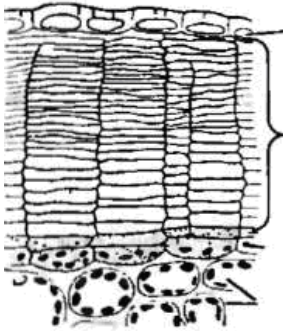
| 1                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <p>Латеральные, или боковые, меристемы</p>  <p>1 – верхушечные; 2 – вставочные; 3–4 – боковые (центрального цилиндра); 5 – камбий; 6 – основная меристема первичной коры</p> | <p>Боковые меристемы различают по происхождению и местоположению: а) первичные – по местоположению и происхождению связаны с апикальными (прокамбий, перицикл) и б) вторичные – возникают позднее и не из апикальных меристем, а из клеток постоянной ткани (камбий, феллоген). Боковые меристемы залегают сбоку органов, располагаясь параллельно их поверхности, и обуславливают рост в толщину. Характерны для осевых органов</p>        |   |
| <p>Раневые меристемы</p>                                                                                                                                                                                                                                      | <p>Возникают из живых клеток, расположенных рядом с поврежденными участками специализированных живых клеток. Раневые меристемы образуют каллус – плотную ткань беловатого и желтоватого цвета, состоящую из паренхимных клеток. Могут возникнуть в любом участке тела растения, где была нанесена травма. Живые клетки, окружающие пораженные участки, дедифференцируются и начинают делиться, т.е. превращаются во вторичную меристему</p> |   |

**Задание 2.** Изучить первичную покровную ткань надземных и подземных органов, строение и функции, а также её производные (кутикула, трихомы, эмергенцы). Образование устьиц, их строение и механизм работы. Рассмотреть вторичную покровную ткань – перидерму, её образование и строение. Чечевички, их образование, строение и функции. Формирование и строение корки. Сделать обозначения на рисунках и заполнить третий столбец в табл. 8.

Таблица 8

## Сравнительная характеристика покровных тканей

| Название                                                                                                        | Характерные признаки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Функции |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1                                                                                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3       |
| <p>Эпиблема (ризодерма)</p>  | <p>Тонкостенные клетки, лишенные кутикулы, с вязкой цитоплазмой, с большим числом митохондрий (активное поглощение веществ происходит с затратой энергии). Поглощающая поверхность эпіблемы увеличивается в 10 раз и более за счет образования корневых волосков.</p> <p>Первичная однослойная поверхностная ткань корня формируется из протодермы – наружного слоя клеток апикальной меристемы корня вблизи корневого чехлика. Эпиблема покрывает молодые корневые окончания. Она недолговечна и постоянно обновляется за счет митотического деления</p> |         |

| 1                                                                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <p style="text-align: center;">Эпидерма</p>  <p>Клетки:<br/>1 – эпидермальные;<br/>2 – околоустьичные;<br/>3 – замыкающие</p> | <p>Эпидерма – сложная ткань, в ее состав входят морфологически различные клетки: основные клетки эпидермы, клетки устьиц, трихомы. Боковые стенки основных клеток, т.е. перпендикулярные поверхности, часто извилистые, что повышает прочность их сцепления. Наружные стенки обычно толще остальных. Их внутренний, наиболее мощный, слой состоит из целлюлозы и пектинов. С наружной стороны вся эпидерма покрыта сплошным слоем кутикулы. Клетки эпидермы имеют живой протопласт, обычно с хорошо развитой эндоплазматической сетью и аппаратом Гольджи. У некоторых растений (традесканция) в цитоплазме можно видеть лейкопласты.</p> <p>Устьица – специализированные образования эпидермы, регулирующие газообмен, необходимы для газообмена и транспирации.</p> <p>С точки зрения теории эволюции эпидерма возникла у растений в связи с выходом из водной среды обитания на сушу с целью предотвращения от высыхания</p> |   |
| <p style="text-align: center;">Пробка</p>  <p>1 – эпидерма; 2 – пробка;<br/>3 – феллоген; 4 – феллодерма; 5 – перидерма</p> | <p>Ткань приходит на смену эпидерме, характеризуется многослойностью и состоит из центрального слоя камбиальных клеток – феллогена (вторичная меристема), который наружу откладывает клетки феллемы (покровная ткань), внутрь – феллодерму (основная ткань, обеспечивает питание феллогена). Таким образом, возникает комплекс трех тканей вторичного происхождения. Этот комплекс называется перидермой. Пробковая ткань (феллема) состоит из нескольких слоев плотно сомкнутых, расположенных правильными рядами клеток, пропитана суберином, что делает ее непроницаемой для воды и газов и способствует отмиранию протопласта (мертвая ткань).</p> <p>У большинства деревьев и кустарников феллоген закладывается в однолетних побегах уже в середине лета.</p> <p>Слой пробки непостоянен, периодически в нем случаются разрывы, образуются бугорки – чечевички</p>                                                        |   |
| <p style="text-align: center;">Корка</p>                                                                                                                                                                       | <p>Формируется на стволах деревьев в результате многократного заложения и деятельности феллогена. Она состоит из нескольких перидерм и расположенных между ними тканей коры. В зависимости от характера заложения феллогена различают <i>чешуйчатую корку</i>, если слои феллогена закладываются под углом друг к другу, и <i>кольчатую корку</i>, если слои феллогена располагаются параллельными кольцами.</p> <p>Водо- и газообмен через корку обеспечивают трещины.</p> <p>Корка образуется у дуба, березы, сосны и достигает 8–10 см толщины</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   |

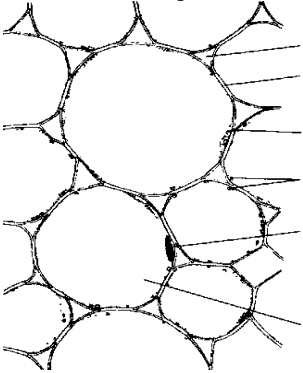
## Контрольные вопросы

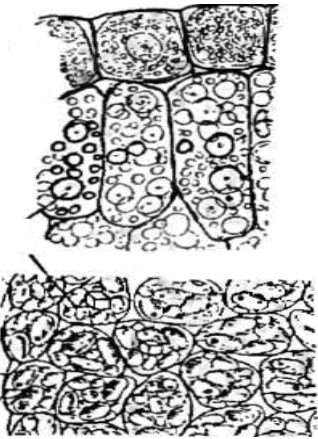
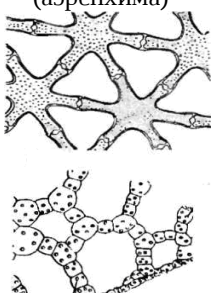
1. Какие покровные ткани являются первичными, а какие – вторичными?
2. Какие органы растения покрыты эпидермой?
3. Почему эпидерму называют комплексной тканью?
4. В чем заключаются особенности строения основных эпидермальных клеток?
5. Что представляют собой устьица? Какие функции они выполняют?
6. Строение и функции эпиблемы.
7. Возникновение и строение перидермы.
8. В чем отличие между строением клеток пробки и эпидермы?
9. Из каких гистологических элементов состоит корка?

**Задание 3.** Изучить основные ткани: ассимиляционную, запасную, аэренхиму, водозапасающую; особенности строения, функции, локализацию в теле растения. Сделать обозначения к рисункам и заполнить третий столбец в табл. 9.

Таблица 9

**Сравнительная характеристика основных тканей**

| Название                                                                                                                                                                                        | Характерные признаки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Функции |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1                                                                                                                                                                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |
| <p>Основная паренхима</p>  <p>1 – паренхимные клетки;<br/>2 – межклетник</p>                                  | <p>Паренхима состоит из живых паренхимных клеток, чаще почти изодиаметрических, тонкостенных, с простыми порами, расположены они достаточно рыхло. Характерно наличие развитых межклетников. Пространства между клетками совместно образуют важную транспортную систему – апопласт.</p> <p>Основная паренхима заполняет сердцевину стебля, внутренние слои коры после сердцевины стебля и корня. Её клетки образуют вертикальные и горизонтальные тяжи (лучи), по которым в радиальном направлении перемещаются вещества из основной паренхимы</p> |         |
| <p>Ассимиляционная паренхима (хлоренхима)</p>  <p>1 – хлоренхима столбчатая;<br/>2 – хлоренхима губчатая</p> | <p>Образована тонкостенными клетками с обильными межклетниками с хлоропластами. Хлоропласты в ней располагаются по порядку, не затеняя друг друга. Хлоренхима расположена в надземных органах, обычно под эпидермой особенно хорошо развита в листьях (мезофилл), меньше – в молодых стеблях. Характерно наличие межклетников, облегчающих газообмен. Клетки тонкостенные, в пристенном слое цитоплазмы много хлоропластов. Общий объем их может достигать 70–80% объема протопласта</p>                                                           |         |
| <p>Запасная паренхима</p>                                                                                                                                                                       | <p>Запасные ткани состоят из живых тонкостенных клеток. Особенности их строения зависят от характера запасных веществ.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |

| 1                                                                                                                                                                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|  <p>1 – алейроновые зерна;<br/>2 – крахмальные зерна</p>                                        | <p>Если это крахмал, клетки содержат много лейкопластов; если сахара и инулин, то крупные вакуоли; если белок, то много мелких вакуолей, образующих алейроновые зерна; если гемицеллюлоза, то толстые клеточные стенки (семена финиковой пальмы).</p> <p>Можно обнаружить в клубнях картофеля, корнеплодах свеклы, моркови, луковичах лука, зерновках злаков, семенах подсолнечника, клецвины, а также в стеблях сахарного тростника, корневищах, корнях.</p> <p>У растений засушливых мест – суккулентов (агавы, алоэ, кактусы) – в клетках запасочной паренхимы накапливается вода, так же как у растений засоленных местообитаний</p> |   |
| <p>Воздухоносная паренхима (аэренхима)</p>  <p>1 – рдест плавающий;<br/>2 – кувшинка белая</p> | <p>Состоит из клеток различной формы (звездчатых) и крупных межклетников, в которых скапливается воздух. Хорошо развита в органах растений, погруженных в воду (в цветоножках кувшинки, в стеблях пушицы, белокрыльника, в корнях камыша, рогоза и т.д.).</p> <p>Аэренхима развивается у растений, произрастающих в условиях избыточного увлажнения. Встречается во всех органах водных и болотных растений – корнях, стеблях и листьях, где затруднен газообмен</p>                                                                                                                                                                     |   |

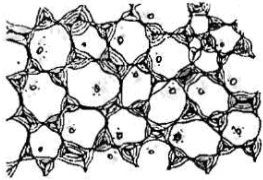
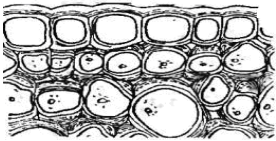
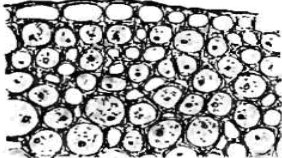
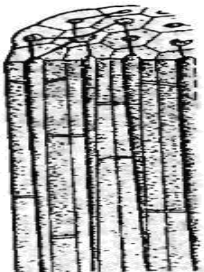
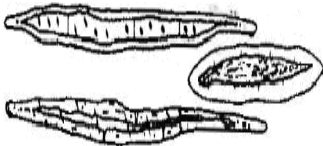
### Контрольные вопросы

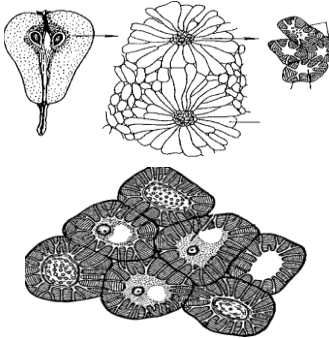
1. Почему основные ткани получили такое название?
2. Какие ткани относятся к основным?
3. Общие черты строения основных тканей.
4. На каком принципе построена классификация основных тканей?
5. Какие основные черты строения характерны для ассимиляционной, запасочной и вентиляционной ткани?

**Задание 4.** Изучить строение механических тканей, общую характеристику и функции, особенности строения клеток, классификацию. Сделать обозначения к рисункам и заполнить третий столбец в табл. 10.

Таблица 10

**Сравнительная характеристика механических тканей**

| Название                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Характерные признаки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Функции |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3       |
| <p><b>Колленхима</b></p>  <p>1 – полость клетки;<br/>2 – утолщенная клеточная стенка</p>   | <p>Колленхима – первичная механическая ткань с живым содержимым клеток: ядром, цитоплазмой, иногда с хлоропластами, с неравномерно утолщенными клеточными стенками. В утолщениях чередуются слои целлюлозы и сильно обводненные слои, богатые пектином и гемицеллюлозой.</p> <p>Уголковая колленхима имеет стенки, утолщенные в углах клеток. Утолщения стенок соседних клеток смыкаются, образуя трех- и пятиугольники. Её часто можно обнаружить под эпидермой над главной жилкой листа, по ребрам травянистых стеблей. Хорошо развита уголковая колленхима в стеблях тыквы, георгина, черешке листа свеклы.</p> <p>Пластинчатая колленхима имеет утолщенные тангентальные стенки клеток. Радиальные стенки у неё остаются тонкими. Часто пластинчатая колленхима образует в стебле сплошное кольцо (в стеблях подсолнечника, баклажана).</p> <p>Рыхлая колленхима в отличие от первых двух имеет хорошо выраженные межклетники. Рыхлая колленхима наблюдается в черешке листа лопуха большого, подбела лечебного, в стеблях ваточника</p> |         |
| <p><b>Склеренхима</b></p>                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Клетки склеренхимы вытянуты в длину и имеют прозенхимную (волокна) форму с заостренными концами.</p> <p>Клетки склеренхимы имеют равномерно утолщенные, как правило, одревесневшие стенки. Их прочность близка прочности стали. Полость клетки мала, поры простые, щелевидные, немногочисленные. Протопласт отмирает рано, и опорную функцию выполняют мертвые клетки.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
|  <p>1 – склеренхимные волокна;<br/>2 – полость</p>                                                                                                                                                                                                          | <p>В зависимости от особенностей строения и расположения в органах растений склеренхима подразделяется на лубяные и древесинные волокна (либриформ). Волокна – сильно вытянутые прозенхимные клетки длиной от нескольких десятков долей миллиметра до 1 (крапива) и даже 4 см (рамы – тропическое растение).</p> <p>Склеренхимные волокна состоят из мертвых толстостенных клеток с заостренными концами, с одревесневшей оболочкой и немногочисленными порами, как у лубяных волокон; волокна либриформа – структурные элементы механической ткани, долго сохраняющие живой протопласт</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |

| 1                                                                                                                                                                                                            | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <p>Склерейды<br/>(каменистые клетки)</p>  <p>1 – цитоплазма; 2 – утолщенная клеточная оболочка;<br/>3 – поровый каналец</p> | <p>Склерейды – клетки, чаще всего имеющие паренхимную форму. Они могут располагаться в растении плотными группами или в виде одиночных клеток. Окончательно сформировавшиеся склерейды – это мертвые клетки с толстыми одревесневшими стенками, пронизанными порами каналами, нередко ветвистыми. Поры простые. Склерейды имеют первичное происхождение. Из каменистых клеток состоят косточки вишни, сливы, персика и скорлупа ореха. Они встречаются в сочных плодах груши, айвы, рябины, в корнях хрена среди тонкостенных клеток</p> |   |

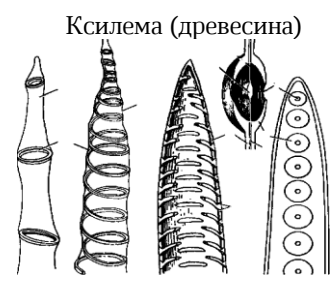
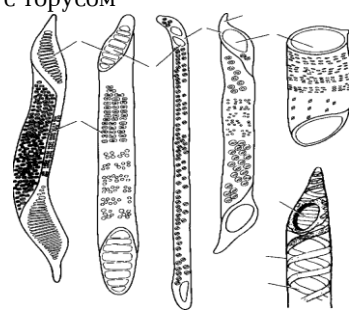
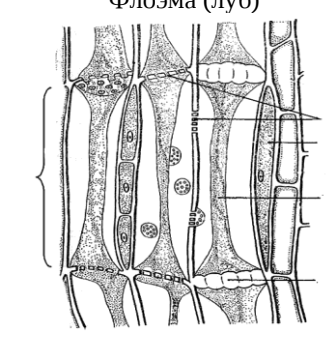
### Контрольные вопросы

1. Какую роль в растениях выполняют механические ткани?
2. Типы механических тканей.
3. Каковы характерные признаки клеток механических тканей?
4. В чем заключаются главные различия в строении клеток колленхимы и склеренхимы?
5. Какие типы колленхимы характерны для растений? Чем они отличаются друг от друга?
6. Виды склеренхимы.
7. Какой тип механической ткани придает прочность многим сочным плодам, делает упругими листья?
8. Особенности структуры склерейд.
9. Какие виды склерейд характерны для растений?

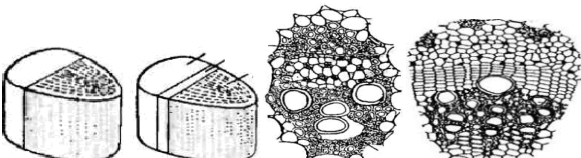
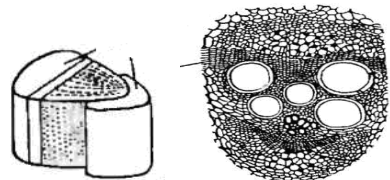
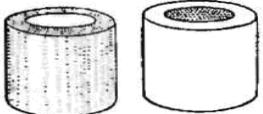
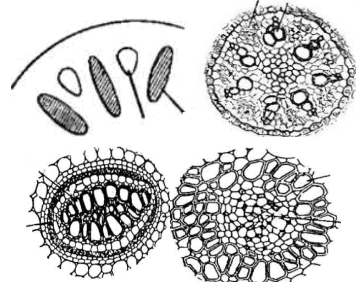
**Задание 5.** Изучить проводящие ткани в различных проекциях на микропрепаратах, научиться выделять составляющие элементы проводящих тканей, усвоить строение различных типов проводящих пучков. Сделать обозначения к рисункам в табл. 11, 12 и заполнить третий столбец табл. 11.

Таблица 11

Сравнительная характеристика проводящих тканей

| Сложные ткани                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Основные признаки проводящих элементов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Функции и локализация в растении |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <p><b>Ксилема (древесина)</b></p>  <p>Трахеиды: 1 – кольчатая; 2 – спиральная, пористая; 3 – лестничная; 4 – точечная; 5 – окаймленная точечная пора с торусом</p>  <p>Членики сосудов со сложными лестничными (А, Б), эфедроидными (В) и простыми (Г-Е) перфорационными пластинками: 1 – вторичная клеточная стенка; 2 – окаймленная пора; 3 – перфорация; 4 – перфорационная пластинка; 5 – первичная клеточная стенка</p> | <p>В состав ксилемы входят следующие гистологические элементы: сосуды (трахеи) и трахеиды, древесная паренхима, древесные волокна.</p> <p><b>Трахеида</b> представляет собой удлинённую клетку с острыми или округлыми концами и одревесневшими стенками. Поры – только окаймленные. У хвойных растений они с торусом. Длина трахеид 1–4 мм. Живое содержимое трахеид постоянно отмирает.</p> <p>Растворы передвигаются за счет фильтрации через окаймленные поры, поэтому процесс идет медленно.</p> <p><b>Сосуд (трахея)</b> в отличие от трахеиды состоит из многих клеток – члеников сосуда. Членики располагаются друг над другом, образуя полые трубки. Их длина 10 см, поперечные стенки соприкасающихся клеток местами растворяются. Возникают отверстия (перфорации), по которым и происходит водоток из одного членика сосуда в другой, но при старении сосудов полость их часто закупоривается тиллами. По сосудам растворы передвигаются значительно легче, чем по трахеидам. Сосуды – это более совершенная проводящая ткань, достигли наибольшего развития у покрытосеменных растений. Растворы могут передвигаться как вертикально, так и горизонтально, т. е. в поперечном направлении, через утолщенные участки или поры.</p> <p>В зависимости от характера утолщения боковых стенок различают кольчатые, спиральные, сетчатые, лестничные и точечно-поровые трахеиды и сосуды. Кольчатые и спиральные сосуды характерны для молодых органов растений, позднее формируются сетчатые, лестничные и пористые сосуды</p> |                                  |
| <p><b>Флоэма (луб)</b></p>  <p>Ситовидные трубки стебля тыквы: 1 – ситовидные пластинки на поперечном и продольном срезах; 2 – клетка-спутница; 3 – камбий; 4 – членик ситовидной трубки</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Флоэму также относят к сложным тканям, т. к. она образована клетками нескольких типов. Основными являются проводящие, называемые ситовидными элементами. Это ситовидные клетки и ситовидные трубки. Они сохраняют живой протопласт, по которому и происходит движение ассимилятов. Протопласты соседних клеток сообщаются через мелкие перфорации, собранные группами (ситовидное поле). Ситовидная клетка сильно вытянута в длину, концы клеток заостренные, ситовидные поля рассеяны по боковым стенкам. В зрелых клетках сохраняется ядро. Ситовидная трубка состоит из многих удлинённых клеток, расположенных одна над другой. Ситовидные пластинки обеспечивают более тесный контакт между члениками ситовидных трубок, ситовидные поля на боковых стенках ситовидных клеток. Это облегчает передвижение растворов. Рядом с каждым члеником ситовидной трубки располагается клетка-спутница. Благодаря их структурному и функциональному взаимодействию обеспечивается транспорт органических веществ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                  |

Сравнительная характеристика проводящих пучков

| Название                                                                                                                                          | Характерные признаки                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>1 – флоэма;<br/>2 – ксилема; 3 – камбий; 4 – склеренхима</p> | Коллатеральные пучки характеризуются расположением флоэмы и ксилемы бок о бок, на одном радиусе. При этом в осевых органах флоэма занимает наружную часть пучка, ксилема – внутреннюю, а в листьях – наоборот. Коллатеральные пучки могут быть закрытыми (однодольные растения) и открытыми (двудольные)                 |
|  <p>1 – флоэма;<br/>2 – ксилема; 3 – камбий</p>                  | Биколлатеральные пучки всегда открытые, с двумя участками флоэмы – внутренней и наружной, между которыми расположена ксилема. Камбий находится между наружной флоэмой и ксилемой. Биколлатеральные сосудисто-волокнистые пучки характерны для представителей семейств тыквенные, пасленовые, кутровые и некоторые другие |
|  <p>1 – флоэма; 2 – ксилема</p>                                  | Концентрические пучки закрытые. Они бывают центрофлоэмными, если ксилема окружает флоэму, и центроксилемными, если флоэма окружает ксилему. Центрофлоэмные пучки формируются чаще у однодольных растений, центроксилемные – у папоротниковидных                                                                          |
|  <p>1 – флоэма; 2 – ксилема</p>                                 | Радиальные пучки закрытые. В них флоэма и ксилема чередуются по радиусам. Радиальные пучки характерны для зоны всасывания корней, а также зоны проведения корней однодольных растений                                                                                                                                    |

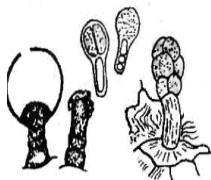
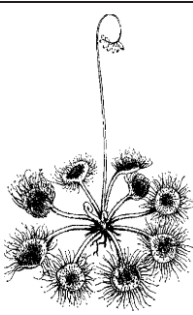
## Контрольные вопросы

1. В чем принципиальное сходство и различие между флоэмой и ксилемой?
2. Почему флоэму и ксилему называют сложными тканями?
3. Из каких структурных элементов состоят флоэма и ксилема?
4. В чем разница между первичной и вторичной флоэмой и между первичной и вторичной ксилемой?
5. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
6. Особенности строения сосудов.
7. Типы сосудов по характеру утолщений их клеточных стенок.
8. Особенности строения трахеид.
9. Какие функции выполняют механические элементы ксилемы и древесинная паренхима?
10. Какую роль в транспорте веществ играют клетки-спутницы?
11. Что собой представляют сосудисто-волокнистые пучки растений?
12. В чем принципиальное различие открытых и закрытых проводящих пучков?
13. На какие типы подразделяются пучки в зависимости от взаимного расположения флоэмы и ксилемы? Для каких органов растений характерен тот или иной тип пучка?
14. Какие пучки характерны для стеблей однодольных и двудольных растений?

**Задание 6.** Изучить процессы выделения как обязательную сторону обмена веществ растений, вторичный обмен веществ, ткани и специализированные структуры, обеспечивающие процессы выделения воды и других химических веществ. Научиться различать в разных органах растений ткани и структуры, ответственные за процессы выделения. Сделать обозначения к рисункам в табл. 13.

Таблица 13

**Сравнительная характеристика наружных и внутренних выделительных структур**

| Наружные выделительные структуры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                              | Внутренние выделительные структуры                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Характерные признаки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Схема                                                                                                                                                                                        | Характерные признаки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Схема                                                                                                                                                             |
| <p>Возникают либо из клеток эпидермиса, либо из субэпидермальных слоев. Продукты выделения – эфирные масла, нектар, вода.</p> <p>Железистые волоски могут быть трихомами и эмергенциями, содержащими пространство для накопления секрета и выделительную систему. Выводят разнообразные секреторные вещества в газообразном, жидком, твердом виде, т.е. являются выделительными волосками</p> |  <p>Железистые структуры наружной секреции, волоски:<br/>1 – герани;<br/>2 – шалфея;<br/>3 – белладонны</p> | <p>Внутренние выделительные ткани представлены у растений идиобластами, особыми вместилищами выделений, и млечниками. Секрет, накапливаемый этими тканями, может храниться на протяжении многих лет и выводится во внешнюю среду только при механических повреждениях или при естественном отмирании и опадении органов.</p> <p>Вместилища выделений по происхождению бывают схизогенные и лизигенные. Схизогенные образуются за счет расширения межклетников, секреторное вещество изолируется от живых тканей эпителиальным слоем клеток</p> |                                                                                                                                                                   |
| <p>Гидатоды – это водяные устья, комплекс клеток в листьях, обеспечивающий выделение из растений капельно-жидкой воды и солей. Этот процесс называют гуттацией</p>                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                           | <p>Выделительные клетки-идиобласты встречаются среди клеток разных тканей, могут иметь разнообразную форму и химический состав. Секреты накапливаются внутри пузырька, прикрепленного к оболочке, постепенно пузырек разрастается и замещает полость клетки. Одновременно на оболочку клетки изнутри откладывается суберин, который изолирует ядовитое содержимое от окружающих тканей</p>                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                   |
| <p>Нектарники представляют собой разнообразные железистые образования, выделяющие нектар, располагаются большей частью в цветках</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                           | <p>Лизигенные вместилища возникают в результате растворения соседних клеточных стенок накапливающимися выделениями. В результате образуются полости, окруженные слоем эпителиальных клеток</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  <p>1 – лизигенное вместилище в околоплоднике мандарина;<br/>2 – полость</p> |
| <p>К наружным выделительным тканям относят пищеварительные железки насекомоядных растений (росянки, пузырчатки). Жидкость, выделяемая этими растениями, содержит вещества (ферменты, кислоты), с помощью которых перевариваются пойманные животные</p>                                                                                                                                        |                                                                                                           | <p>Млечники (млечные трубки) представлены отдельными клетками и продольными цепочками слившихся клеток, которые содержат млечный сок (латекс) в вакуолях. Латекс представляет собой эмульсию: различные вещества (терпены – смолы, каучук, алкалоиды, танины, белки) накапливаются в виде гидрофобных капелек, взвешенных в водянистом клеточном соке</p>                                                                                                                                                                                      |  <p>Членистые млечники с анастомозами</p>                                    |

### **Контрольные вопросы**

1. Какие структуры называются выделительными?
2. В чем принципиальное различие структур внутренней и внешней секреции?
3. Какие структуры внешней секреции вам известны? В чем заключаются особенности их строения?
4. По каким признакам можно отличить простые и железистые волоски?
5. Какие структуры выполняют функцию внутренней секреции? Их строение.
6. В чем отличие членистых млечников от нечленистых?
7. Функции млечников.
8. Что такое латекс?
9. В чем сходство и различие между схизогенным каналом и лизигенным вместилищем?
10. Значение для растений веществ, накапливаемых в выделительных тканях.

## ЧАСТЬ II. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

### Тема 1. РАЗВИТИЕ И СТРОЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

**Цель занятия:** на основании достижений науки получить современное представление о строении вегетативных органов, об основных тканях и комплексах тканей вегетативных органов; научиться выполнять анатомические рисунки, отражающие строение вегетативных органов растений.

**Задание 1.** Познакомиться с морфологическим строением двудольного растения, изучить и рассмотреть строение вегетативных и репродуктивных органов. Сделать обозначения к рис. 7.

Органы у растений появились в процессе эволюции в связи с переходом их к наземному образу жизни. Органы высших растений подразделяют на:

1) вегетативные; 2) репродуктивные (цветок, семя, плод).

Вегетативные органы составляют тело растения и выполняют основные функции его жизнедеятельности, включая вегетативное размножение. К ним относят корень, стебель и лист – чаще всего они закладываются уже в зародыше семени. Стебель с листьями и почками называют побегом.

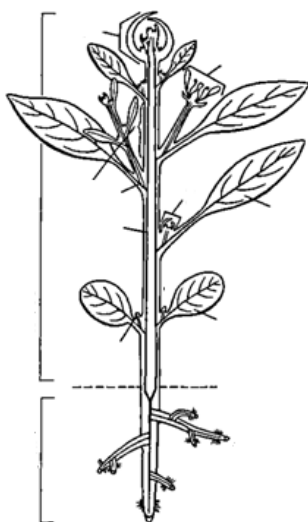


Рис. 7. Схема расчленения тела высшего растения на органы  
(на примере строения двудольного растения):

1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – семядоли; 4 – гипокотиль;  
5 – эпикотиль; 6 – узел; 7 – пазуха листа; 8 – пазушная почка; 9 – междоузлие;  
10 – лист; 11 – цветок; 12 – верхушечная почка; 13 – стебель

**Задание 2.** Научиться различать главные, боковые и придаточные корни. Сделать обозначения к рис. 8.

Корень – это осевой орган, обладающий способностью к неограниченному росту в длину и свойством положительного геотропизма. Продолжительный рост связан с потенциальной возможностью клеток меристемы неограниченно долго делиться, если для этого имеются необходимые условия внешней среды. Функции корня: поглощает воду, минеральные и органические вещества из почвы и проводит их в стебель, закрепляет растение в субстрате, синтезирует некоторые органические вещества, осуществляет связь с микроорганизмами почвы – грибами, бактериями; накапливает запасные продукты, служит для вегетативного размножения.

## Классификация корней

1. По происхождению различают *главный корень* (происходящий из зародышевого корешка), *боковые корни* (ответвления от главного, придаточных) и *придаточные* (образованные побегом и его частями).

2. По отношению к субстрату, или среде обитания, в которой развиваются корни, они бывают следующих типов: *земляные* – развиваются в почве; *водные*, или *плавающие* (у плавающих водных растений) – находятся в воде; *воздушные* (у эпифитов – растений, поселяющихся на стволах, сучьях и листьях других растений) – находятся в воздушной среде; *чужеродные*, или *корни-присоски* (у растений-паразитов) – находятся в тканях растения-хозяина.

3. По форме корни выделяют *цилиндрические*, *нитевидные*, *конические*, *реповидные*, *шаровидные*, *веретеновидные* и др.

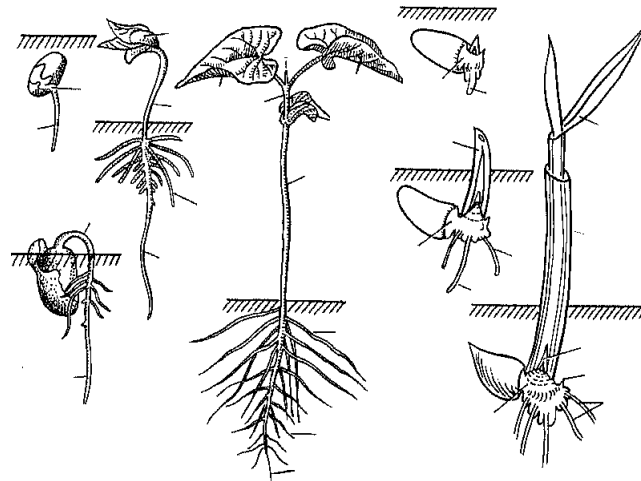


Рис. 8. Морфологическое строение мятликовых и бобовых:

А – пшеница; Б – фасоль; 1 – главный корень; боковые корни;  
2 – придаточный корень; 3 – колеоптиль; 5 – лист

**Задание 3.** Ознакомиться с основными типами корневой системы и видоизменениями корней высших растений. Сделать обозначения к рис. 9.

Совокупность всех корней одного растения называется корневой системой.

### Классификация корневых систем по происхождению

*Система главного корня* развивается из зародышевого корешка и представлена главным корнем (первого порядка) с боковыми корнями второго и последующих порядков.

*Система придаточных корней* развивается на стеблях, листьях, иногда на цветках.

*Смешанная корневая система* широко распространена как среди двудольных, так и однодольных. Вначале развивается система главного корня, но рост ее продолжается недолго – часто прекращается уже к осени первого периода вегетации. К этому времени последовательно развивается система придаточных корней на гипокотиле, эпикотиле и последующих метамерах главного побега, а впоследствии на базальной части боковых побегов.

Основные видоизменения корня связаны с выполнением ими дополнительных функций. Видоизменениями корней являются: запасающие, ходульные, дыхательные, воздушные, корни-присоски.

Запасающие корни служат местом отложения питательных веществ. При утолщении главного корня образуются корнеплоды, как у свеклы, репы, редиса и т. д. Корнеплоды содержат большое количество питательных веществ, поэтому широко используются человеком для различных целей.

Корнеклубни – утолщения придаточных или боковых корней, по форме напоминают клубни картофеля без глазков. Корнеклубни имеют георгины, батат и др.

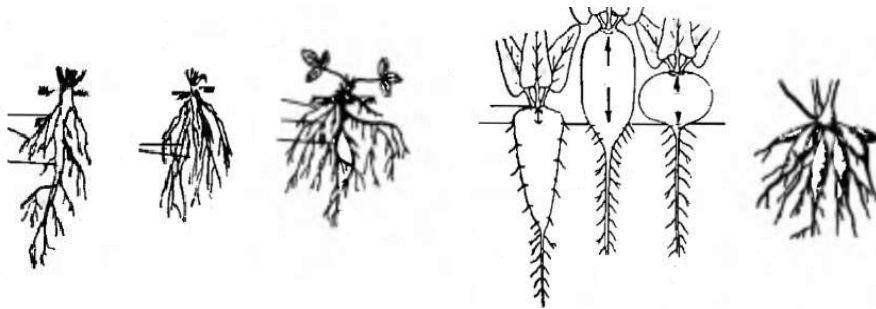


Рис. 9. Типы корневых систем, виды корней и их метаморфозы:

1–3 – корневые системы: стержневая (1), мочковатая (2), смешанная (3);  
 4–6 – корнеплоды (утолщенные корни и стеблекорни) свеклы сахарной (4),  
 кормовой (5) и обыкновенной (6); 7 – корнеклубни, или корневые шишки;  
 а – главный корень; б – боковые корни; в – придаточные корни (мочки);  
 г – головка; д – шейка

### **Классификация корневых систем по форме**

Система главного корня называется *стержневой*, если главный корень заметно превышает по длине и толщине боковые; при сходной величине главного и боковых корней корневая система *мочковатая*. Обычно она представлена тонкими корнями, хотя у некоторых видов они бывают относительно толстыми. *Смешанная* корневая система также может быть стержневой, если главный корень значительно крупнее остальных, и мочковатой, если все корни по величине относительно одинаковы.

### **Контрольные вопросы**

1. Основное понятие корня как вегетативного органа.
2. Каковы основные функции корня?
3. Что такое эпикотиль, гипокотиль, колеоптиль?
4. Типы корней по происхождению.
5. Что понимают под корневой системой?
6. Чем отличается система главного корня стержневого типа от системы боковых и придаточных корней мочковатого типа?
7. Перечислите все известные видоизменения корней и с чем связаны метаморфозы, происходящие в корнях?

## Тема 2. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ И КОРНЕПЛОДОВ

**Цель занятия:** усвоить различия в процессе формирования и в зрелой структуре корней однодольных и двудольных растений; научиться распознавать зоны корня, ткани и комплексы тканей, их составляющие.

**Задание 1.** Изучить основные зоны корня двудольного растения. Сделать обозначения к рис. 10. Изучить первичное строение корня на постоянном препарате поперечного среза корня ириса.

Различные ткани расположены в корне таким образом, что они сообща осуществляют поглощающую, проводящую и механические функции. В соответствии с этим различают 4 зоны корня.

*Корневой чехлик* одевает кончик корня как колпачок, который защищает точку роста от повреждений при углублении его в почву.

*Зона роста, или растяжения.* В этой зоне клетки меристемы, имеющие первоначально округлую форму, вытягиваются, становятся цилиндрическими, в них появляются вакуоли. Продолжается дифференциация на постоянные ткани. В этой зоне осуществляется удлинение корня, хотя она также невелика, несколько миллиметров.

*Зона всасывания, или корневых волосков.* Благодаря корневым волоскам площадь поглощающей поверхности корня возрастает более чем в 10 раз.

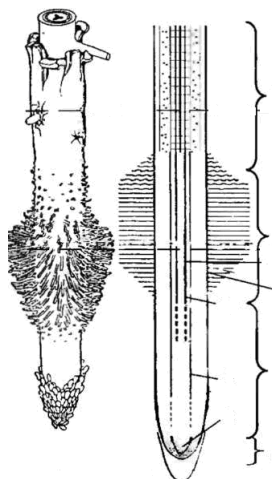


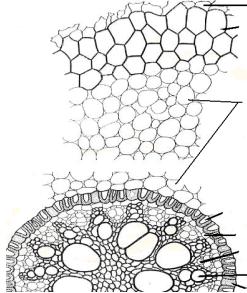
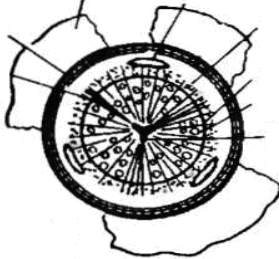
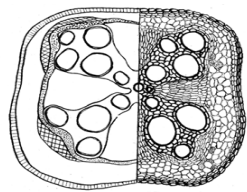
Рис. 10. Строение корня двудольного растения:

- А – внешний вид; Б – схема продольного среза;  
1 – зона делящихся клеток, защищенная корневым чехликом;  
2 – зона растяжения и дифференцировки; 3 – зона всасывания;  
4 – зона проведения и укрепления с боковыми корнями;  
5 – апикальная меристема; 6 – элементы флоэмы;  
7 – элементы ксилемы; 8 – эпиблема с корневыми волосками

Изучить первичное строение корня на постоянном препарате поперечного среза корня ириса.

**Задание 2.** Изучить постоянный препарат поперечного среза корня тыквы при малом и большом увеличении микроскопа. Сделать обозначения к рисункам в табл. 14.

Сравнительная характеристика первичного и вторичного строения корня

| Первичное анатомическое строение корня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Вторичное анатомическое строение корня                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Характерно для однодольных. Здесь различают первичную кору и центральный цилиндр.</p> <p><i>Первичная кора</i> представляет собой комплекс из экзодермы (наружный слой), мезодермы и эндодермы.</p> <p>Клетки экзодермы располагаются непосредственно под эпидермой, соприкасаясь с ней.</p> <p><i>Экзодерма</i> является временным защитным слоем до образования пробки.</p> <p><i>Мезодерма</i> представляет основную массу первичной коры корня. В клетках мезодермы могут накапливаться запасные питательные вещества.</p> <p><i>Эндодерма</i> окружает центральный цилиндр. В кольце эндодермы находятся специальные пропускные клетки с живым содержимым и тонкими целлюлозными оболочками, через которые вода проникает от мезодермы в центральный цилиндр, где расположены элементы проводящих тканей (пропускные клетки).</p> <p><i>Центральный цилиндр</i> состоит из перицикла (наружный слой), в котором закладываются боковые корни, и проводящей системы, представленной радиальным пучком.</p> | <p>Для двудольных растений в зоне проведения характерно вторичное строение корня, обеспечивающее рост его в толщину, которое начинается с образования вторичной меристемы – камбия.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|  <p>Поперечный срез корня ириса:</p> <p>1 – эпидерма; 2 – экзодерма;<br/>3 – основная паренхима (мезодерма);<br/>4 – эндодерма; 5 – пропускная клетка эндодермы;<br/>6 – перицикл; 7 – луч первичной ксилемы;<br/>8 – участок первичной флоэмы (2–5 – первичная кора; 6–8 – центральный цилиндр)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  <p>Стадии перехода ко вторичному строению:</p> <p>1 – первичная кора; 2 – эндодерма; 3 – вторичная ксилема; 4 – вторичная флоэма;<br/>5 – сердцевинный луч; 6 – камбий</p> <p>Камбий закладывается между первичной ксилемой и флоэмой. В результате тангентального деления клеток снаружи камбий образует вторичную флоэму, а внутрь – вторичную ксилему.</p> <p>Из перицикла возникает пробковый камбий, который образует пробковую ткань, примыкающую к эндодерме. Происходит замена первичной коры на вторичную.</p>  <p>Вторичное строение корня у тыквы:</p> <p>1 – перидерма; 2 – коровая паренхима;<br/>3 – сердцевинные лучи; 4–6 – открытый коллатеральный пучок; 4 – флоэма первичная и вторичная;<br/>5 – камбий; 6 – вторичная ксилема; 7 – первичная ксилема</p> |

**Задание 3.** Изучить анатомическое строение корнеплодов на постоянных микропрепаратах. Рассмотреть постоянные микропрепараты корнеплодов с различным типом заложения камбия и отложением запасных веществ:

1 – *монокамбиальный*:

а – *флоэмный* (поперечный срез корнеплода моркови);

б – *ксилемный* (поперечный срез корнеплода редьки);

2 – *поликамбиальный* (поперечный срез свеклы).

Рассмотреть схематический рис. 11 и сделать обозначения.

**Корнеплод моркови.** На постоянном препарате поперечного среза молодого корня моркови обычно хорошо видна в самом центре двулучевая первичная ксилема (диархный пучок). От лучей ксилемы отходят два радиальных луча паренхимы, а между ними размещаются два веерообразных участка вторичной ксилемы. Вокруг вторичной ксилемы расположен слой мелких клеток – камбий. Снаружи от него – широкий слой вторичной коры, состоящий главным образом из паренхимы, где откладываются запасные вещества, и небольшого числа ситовидных трубок с клетками-спутницами. Снаружи корнеплод покрыт перидермой.

**Корнеплод редьки.** На постоянном микропрепарате поперечного среза корня редьки в центре видна двулучевая первичная ксилема. От её концов отходят два радиальных луча паренхимы, между которыми размещаются два участка вторичной ксилемы. Вокруг вторичной ксилемы расположен камбий. Кнаружи от него находится вторичная кора. Наибольшую площадь на поперечном срезе занимает паренхима ксилемы и радиальных лучей, где находятся запасные вещества.

У моркови большую часть корнеплода занимает вторичная флоэма, где накапливаются запасные продукты. У редьки большую часть корнеплода занимает вторичная ксилема, которая состоит в основном из неодревесневшей паренхимы, в клетках которой откладываются запасные вещества.

**Корнеплод свёклы.** На постоянном микропрепарате поперечного среза молодого корня свёклы в самом центре корня видна двулучевая первичная ксилема, к которой прилегают два участка вторичной ксилемы, разделённые радиальными лучами паренхимы. Камбий вокруг ксилемы обычно уже незаметен, а прилегающие участки вторичной флоэмы видны довольно отчетливо. Таким образом, вторичное строение корня свёклы такое же, как у других корнеплодов. Но вслед за вторичным наступает так называемое третичное изменение: образуются добавочные кольца камбия, который откладывает внутрь ксилему, а кнаружи – флоэму в виде коллатеральных пучков, отделённых друг от друга прослойкой тонкостенной паренхимы. Снаружи корень покрыт тёмно-бурой перидермой, под которой располагается тонкий слой мелко-клеточной паренхимы.

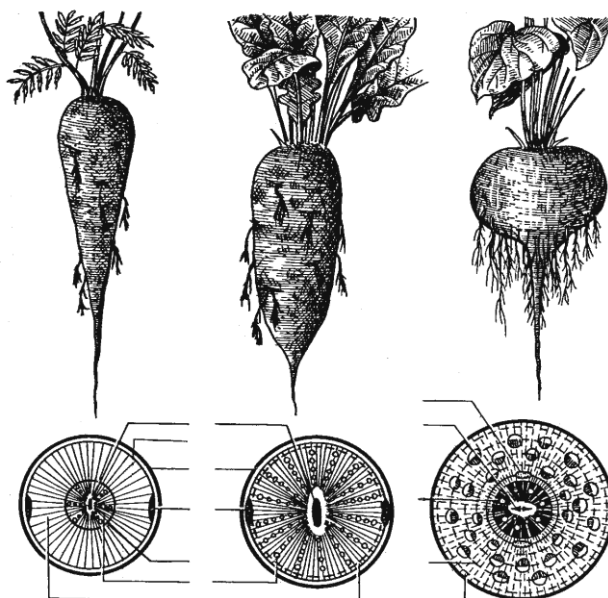


Рис. 11. Корнеплоды:

А – моркови; Б – редьки; В – свёклы; I – внешний вид; II – схема поперечного среза:  
 1 – перидерма, 2 – паренхимная зона; 3 – вторичная флоэма; 4 – камбий;  
 5 – вторичная ксилема; 6 – первичная ксилема; 7 – первичная флоэма

### Контрольные вопросы

1. Какие основные части различают при первичном анатомическом строении корня?
2. Из каких постоянных тканей состоит первичная кора корня?
3. Строение и функции слоев первичной коры корня.
4. Какие функции выполняет перицикл?
5. Что характерно для анатомического строения корня однодольных растений в зоне проведения в отличие от двудольных и хвойных?
6. Как закладывается камбиальное кольцо при перестройке первичной структуры корня во вторичную?

7. Как образуется вторичная покровная ткань корня?
8. Что происходит с эпидермой и первичной корой при переходе корня ко вторичному строению?
9. По каким анатомическим признакам можно отличить первичное строение корня от вторичного?
10. В чем сходство и отличие в строении корня моркови, редьки и свеклы?

### Тема 3. ПОБЕГ И СИСТЕМА ПОБЕГОВ

**Цель занятия:** познакомиться с общей морфологией побега у древесных и травянистых растений, с различными типами побегов и почек, их строением.

**Задание 1.** Систематизировать и закрепить теоретические знания о почке как о зачаточном побеге; рассмотреть схематический рис. 12 и сделать к нему соответствующие обозначения.

Почка – зачаточный побег, находящийся в состоянии относительного покоя. Она состоит из зачаточной оси, заканчивающейся в вегетативной почке конусом нарастания, и зачаточных листьев разного возраста. Узлы в почке сильно сближены. В пазухах листовых зачатков могут быть заложены зачатки пазушных почек следующего порядка. Наружные листовые зачатки часто дифференцируются в почечные чешуи, выполняющие защитную функцию. Некоторые древесные растения (гордовина, крушина, дерен кроваво-красный) не имеют почечных чешуй, такие почечные чешуи называются голыми или открытыми. Часто в почках бывает сформирована не только вегетативная, но и генеративная сфера побега (копытень, сирень, бузина). Такие почки называются вегетативно-генеративными.

Придаточные почки возникают не в конусе нарастания побега и не приурочены к пазухе листа. Они могут образовываться на междоузлиях и гипокотиле, на листьях (бриофиллум, асплениум, бегония) и корнях (малина, вишня, вьюнок, осот).

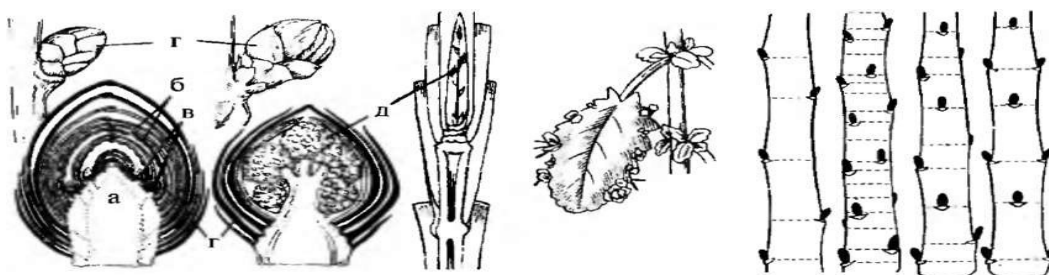


Рис. 12. Строение, разнообразие почек и их расположение на стебле:

- 1 – вегетативная закрытая почка дуба (общий вид и продольный разрез);  
2 – генеративная закрытая почка бузины (общий вид и продольный разрез); 3 – вегетативно-генеративная почка злака;  
4 – выводковые почки и молодые побеги на листьях бриофиллума;  
5–8 – расположение почек на стебле: двухрядно-очередное (5), спиральное (6), косопротивное (7),  
накрест супротивное (8); а – конус нарастания; б – зачаточные листья – примордии; в – зачаточные почки;  
г – почечные чешуи; д – зачаточные побеги

**Задание 2.** Познакомиться с типами ветвления и нарастания системы побегов, с основными типами специализации и метаморфозов побегов, с определением древесных растений по вегетативным органам в зимний период. Сделать обозначения к рис. 13.

Способы ветвления стеблей (побегов) достаточно разнообразны. Причины разнообразия заключаются в расположении боковых почек, в способах роста и разной структуре боковых побегов, в условиях местообитания и др.

Известны растения с неветвистым стеблем: большинство пальм, кингия, кукуруза, банан и др.

Различают следующие способы ветвления: дихотомическое, или вильчатое, моноподиальное, симподиальное и ложнодихотомическое.

При дихотомическом ветвлении конус нарастания раздваивается, в результате чего от самой верхушки оси первого порядка отходят оси второго порядка, которые в свою очередь раздваиваются, давая оси третьего порядка, и т.д.

При моноподиальном ветвлении главный стебель, развивающийся из зародыша семени, сохраняет все время конус нарастания (верхушечную почку), за счет которого и нарастает ось растения. Следовательно, при моноподиальном ветвлении главная ось – моноподий имеет неограниченный верхушечный рост. От моноподия отходят боковые оси второго порядка, дающие оси третьего порядка, и т.д. При этом наблюдается уменьшение длины боковых осей в терминальном направлении (ель обыкновенная).

При симподиальном способе ветвления конус нарастания главной оси рано перестает функционировать. Продолжает же главную ось боковая ветвь (ось второго порядка), конус нарастания которой также функционирует ограниченное время, и основной стебель продолжает боковая ветвь третьего порядка, и т. д. Таким образом, главная ось растения не монолитна, как в предыдущем случае, а состоит из целой серии осей первого, второго, третьего и т. д. порядков (груша, липа, черемуха).

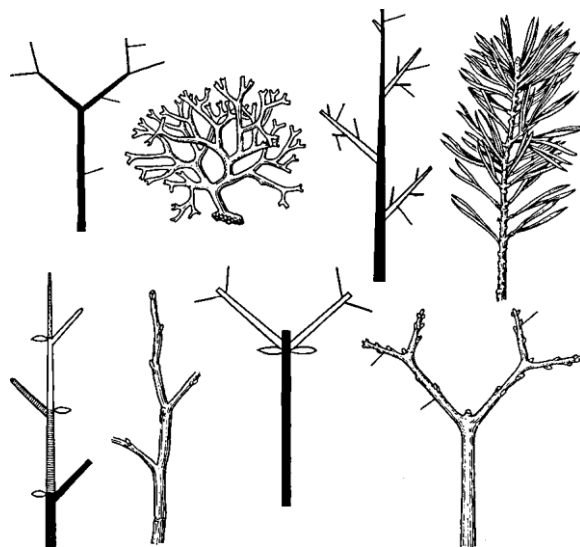


Рис. 13. Типы ветвления и нарастания побега:

- 1 – верхушечное дихотомическое: А – схема, а – водоросль диктиота;  
 2 – боковое моноподиальное: Б – схема, б – ветка сосны;  
 3 – боковое симподиальное по типу монохазия: В – схема, в – ветка черемухи;  
 4 – боковое симподиальное ложнодихотомия: Ж – схема; ж – ветка сирени;  
 1, 2, 3, 4 – оси первого и последующих порядков

Ложнодихотомическое ветвление не составляет особого типа, а является вариантом симподиального у растений с супротивным листорасположением. Здесь также ежегодно отмирает верхушечная почка, а на следующий год одновременно развиваются две супротивные пазушные почки и получаются две супротивные боковые ветви, так как образуется развилок, где сохраняется небольшой участок отмершей оси предыдущего порядка (конский каштан, клен татарский).

Особую форму ветвления представляет кущение злаков, где боковые побеги развиваются только у основания главного побега. Обычно это происходит либо в подземной его части, либо на уровне почвы.

В зависимости от формы узла кущения и длины горизонтально расположенной части побега различают злаки: плотнокустовые, рыхлокустовые и корневищные.

Стебель в жизни растений выполняет несколько главных функций. На нем образуются боковые побеги, листья занимают наиболее благоприятное положение, что способствует увеличению общей ассимилирующей поверхности и имеет большое значение для воздушного питания, дыхания и испарения воды растением. Эта функция сочетается с опорной (механической), так как стебель держит на себе всю формирующуюся систему побегов. Важной функцией стебля является двустороннее перемещение веществ по растению. Иногда стебель функционирует как орган запаса питательных веществ (клубни, луковицы, корневища), служит для прикрепления к опоре (с помощью усиков), защиты (колючки), вегетативного размножения (корневища, столоны, клубни). Молодые стебли, содержащие под эпидермисом хлоренхиму, активно участвуют в фотосинтезе.

**Задание 3.** Изучить классификацию, морфологические признаки побегов травянистых и древесных растений, сделать обозначения к рис. 14–16.

Побег является основным структурным элементом тела высшего растения. В современном представлении побег – это основной орган растения, который во взрослом состоянии состоит



Рис. 14. Побеги с различными междоузлиями:

- 1 – удлинённый; 2 – укорочённый;  
3 – розеточный

из оси (стебля), листьев в почке. Характерной чертой является метамерность, или повторяемость его строения по продольной оси.

Побег состоит из отдельных повторяющихся члеников, участков, которые называются метамерами. Каждый метамер включает в себя междоузлие, узел лист и почку.

Узлом называется участок стебля, к которому прикрепляется лист, а междоузлием – участок стебля между двумя соседними узлами. В зависимости от длины междоузлий выделяют несколько типов побегов. Побег, имеющий удлиненные, хорошо развитые междоузлия, называют удлинённым. Побег, имеющий укороченное междоузлие, называют укорочённым. Его ось практически состоит из одних вплотную сдвинутых узлов. Смешанный, или промежуточный, побег имеет и укороченные, и удлиненные междоузлия. Часто на одной и той же ветке древесного растения имеются все типы побегов.

Для травянистых растений вместо терминов «удлинённый», «укорочённый», «смешанный» обычно употребляют соответственно «розеточный», «нерозеточный», «полурозеточный». Розеточные побеги имеют одуванчик, подорожник; полурозеточные – поповник, тысячелистник, пастушья сумка; нерозеточные – майник, чина, вика.

Разнообразие побегам придают и такие морфологические признаки, как форма стебля и его очертание в поперечном сечении. В поперечном сечении стебель может быть округлым, четырехгранным, треугольным, ребристым.

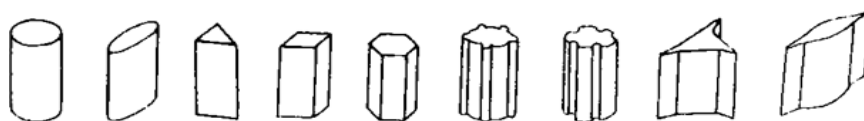


Рис. 15. Стебли по форме в поперечном сечении:

- 1 – округлый; 2 – сплюснутый; 3 – трехгранный; 4 – четырехгранный; 5 – многогранный;  
6 – ребристый; 7 – бороздчатый; 8 – крылатки

По направлению роста выделяют следующие типы побегов: ортотропные, или растущие вертикально вверх, среди них различают прямостоячие, цепляющиеся за опору, вьющиеся, лазающие с присосками и плагитропные, или анизотропные. Плагитропные при росте сохраняют горизонтальное направление, могут быть ползучими, стелющимися. Часто побег в процессе роста меняет направление, становится анизотропным.



Рис. 16. Расположение побегов по положению в пространстве:

- 1 – прямостоячий; 2 – цепляющийся за опору; 3 – вьющийся; 4 – лазающий с присосками;  
5 – ползучий; 6 – стелющийся

**Задание 4.** Рассмотреть и подписать на рис. 17 различные типы специализации и метаморфозов побегов. Обозначить морфологические структуры и дать точное определение каждого типа метаморфоза.

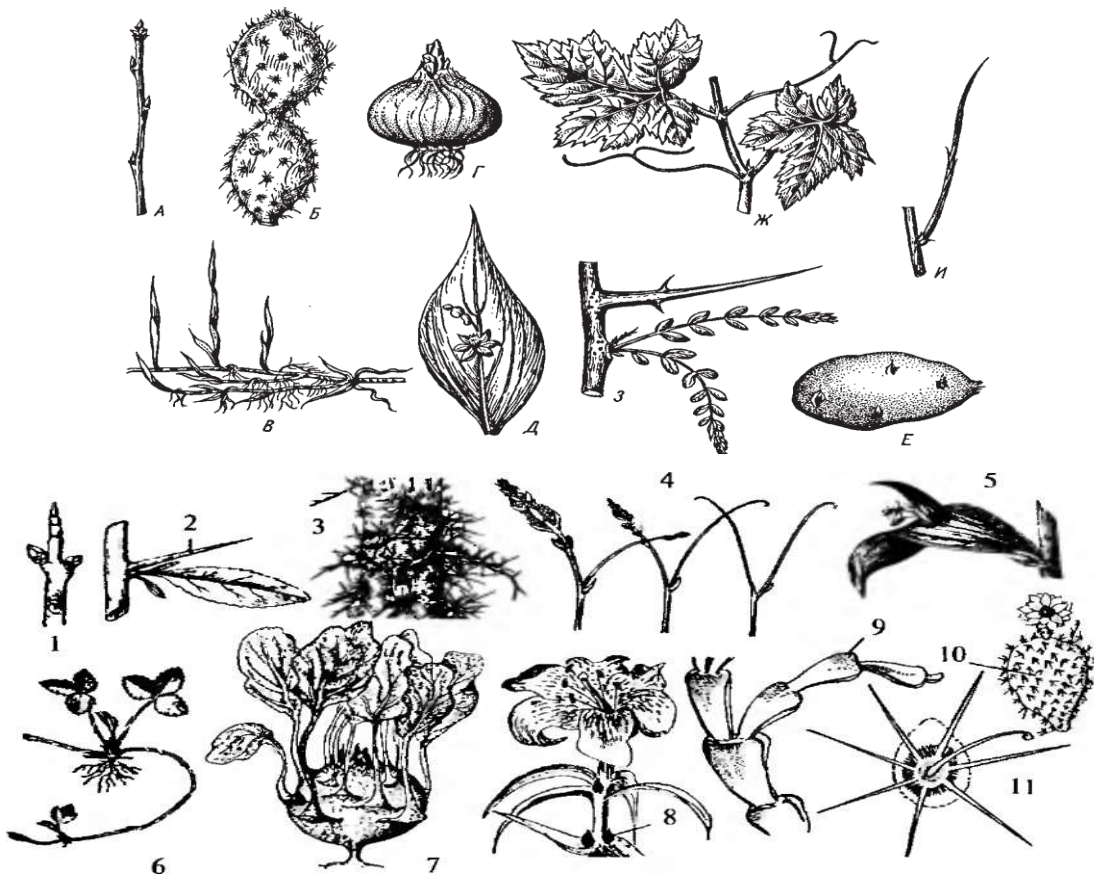


Рис. 17. Метаморфозы побега:

- 1–3 – колючки из почек: верхушечной (1), пазушной (2), спящих (3); 4 – образование усиков винограда; 5 – филлокладий иглицы; 6 – усы земляники; 7 – стеблеплод кольраби; 8 – выводковые луковички лилии; 9 – кладодии зигоактуса; 10 – мясистый зеленый суккулентный стебель опунции; 11 – пазушная почка (ареол) опунции с листьями-колючками и щетинками (глохидиями)

### Контрольные вопросы

1. Сформулируйте определение побега.
2. Почка. Строение почки. Конус нарастания. Типы почек.
3. Каковы основные функции побега?
4. Какие побеги называют удлинёнными, а какие – укороченными?
5. В чем заключается биологическое значение ветвления побега?
6. Чем отличается верхушечное ветвление от бокового?
7. Сущность дихотомического ветвления. Для каких растений оно характерно?
8. Как происходит моноподиальное ветвление? Для каких растений оно характерно?
9. Принцип перевершинивания при симподиальном ветвлении. Для каких растений оно характерно?
10. Сформулируйте определение стебля.
11. Основные функции стебля.
12. Как различаются стебли по поперечному сечению?

## Тема 4. ПЕРВИЧНОЕ И ВТОРИЧНОЕ АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ

**Цель занятия:** познакомиться с анатомическим строением стебля однодольных и двудольных травянистых растений на примере кукурузы, тыквы, подсолнечника, липы.

**Задание 1.** Рассмотреть поперечный срез стебля кукурузы (*Zea mays* L.). Обозначить на рис. 18 все ткани стебля, указать особенности их строения и функции. Дать полную характеристику проводящего пучка. Указать различия в строении проводящих пучков, расположенных по периферии и в центре стебля, и причины, вызывающие эти различия.

Сверху стебель покрыт эпидермисом, под которым располагается мощное кольцо склеренхимы. Строение стеблей однодольных травянистых растений первичное, пучковое. Характеризуется отсутствием боковых меристем – прокамбия, камбия и феллогена, наличием множества *листовых следов* – закрытых коллатеральных пучков, внедряющихся из листьев в стебель. Они распределены по всему сечению центрального цилиндра, причем на его периферии пучки мелкие, многочисленные, а в срединной части они крупнее и их меньше.

Проводящие пучки расположены в кажущемся беспорядке по всему сечению стебля.

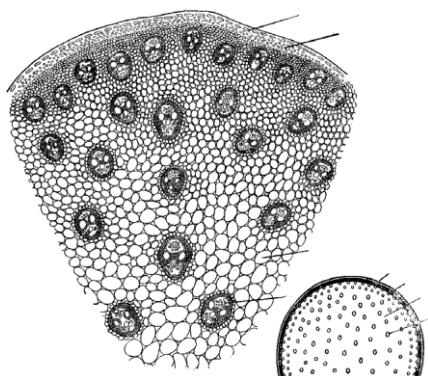


Рис. 18. Стебель кукурузы в поперечном разрезе (А) и схема поперечного разреза (Б):

1 – эпидерма; 2 – склеренхима; 3 – основная паренхима;  
4 – проводящий пучок (флоэма, ксилема)

**Задание 2.** Изучить постоянный препарат поперечного среза стебля тыквы при малом и большом увеличении микроскопа. На рис. 19 обозначить все ткани стебля, указать особенности их строения и функции. Дать полную характеристику проводящего пучка. Сделать обозначения к рис. 20, 21.

У двудольных растений первичное строение стеблей быстро сменяется вторичным в результате появления и деятельности камбия. В зависимости от характера заложения и дальнейшей дифференциации камбия у травянистых растений центральный цилиндр может быть пучкового, беспучкового и переходного типа строения. Первичная кора обычно хорошо развита, включает коровую хлорофиллоносную и запасающую паренхиму, а зачастую и колленхиму.

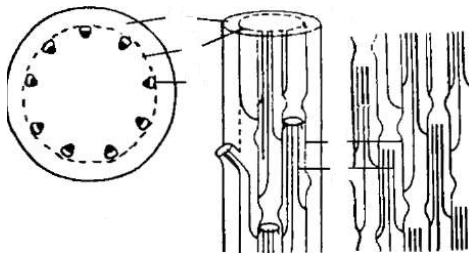


Рис. 19. Схемы прохождения и расположения проводящих пучков в стебле двудольного травянистого растения:

А – поперечный срез; Б – продольные срезы (объемный и развернутый в плоскости);  
1 – первичная кора; 2 – центральный цилиндр; 3 – листовые следы; 4 – стеблевые пучки

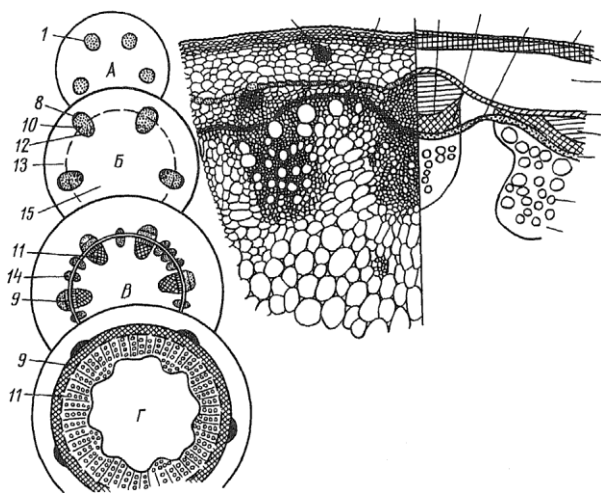


Рис. 20. Стебель подсолнечника (поперечные разрезы на разных уровнях):

А – на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне перехода к непучковому строению; Г – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма (3–6 – первичная кора); 7 – склеренхима; 8 – первичная флоэма; 9 – вторичная флоэма; 10 – пучковый камбий; 11 – вторичная ксилема; 12 – первичная ксилема; 13 – межпучковый камбий; 14 – пучок из межпучкового камбия; 15 – паренхима сердцевины

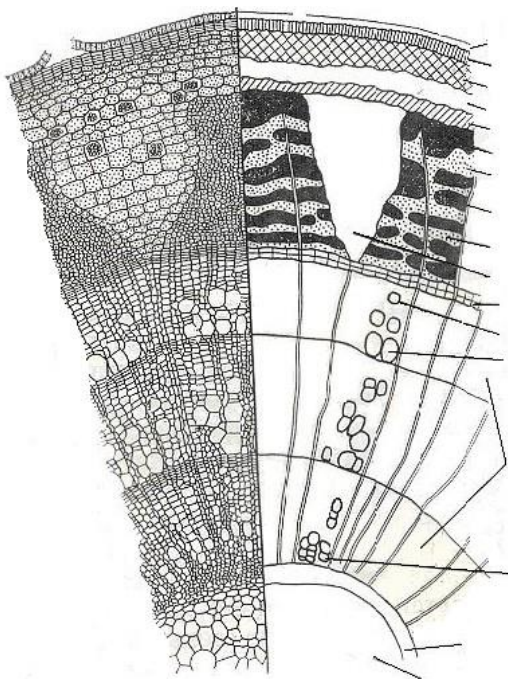


Рис. 21. Непучковый тип строения стебля липы (*Tilia cordata*) в поперечном разрезе:

1 – остатки эпидермы; 2 – пробка; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – эндодерма (3–5 – первичная кора); 6 – периферическая зона; 7 – первичная флоэма; 8 – твердый луб; 9 – мягкий луб (вторичная флоэма); 10 – сердцевинный луч (6–10 – вторичная кора); 11 – камбий; 12 – осенняя древесина; 13 – весенняя древесина (12–13 – годовое кольцо древесины); 14 – вторичная древесина; 15 – первичная древесина (14–15 – древесина); 16 – перимедуллярная зона; 17 – основная паренхима (16–17 – сердцевина, 6–17 – центральный цилиндр)

Пучковый тип строения стебля характеризуется наличием постоянных коллатеральных или биколлатеральных пучков, образованных сначала тяжами прокамбия, а затем – пучкового камбия. Разделены пучки живой или одревесневшей паренхимой или склеренхимой. В междоузлиях пучки располагаются упорядоченно – по кругу, так как листовые следы в узлах объединяются в синтетические пучки и сливаются с пучками стебля (см. рис. 19). Пучки открытые и постоянно пополняются тканями.

Эндодерма зачастую хорошо выражена и отделяет кору от центрального цилиндра. В клетках эндодермы может находиться оберегаемый крахмал, тогда она называется *крахмалоносным влагищем*, или кристаллы оксалата кальция, и тогда она называется *кристаллоносным влагищем*. Сердцевина стебля бывает выполненной однородной или неоднородной, а также может быть поллой (сем. Зонтичные, Гвоздичные, Губоцветные).

В стеблях *переходного типа* из лучевой паренхимы появляется *межпучковый камбий*, дающий *дополнительные проводящие пучки* (см. рис. 20). Они находятся между основными пучками и всегда мельче последних. Основные и дополнительные пучки при разрастании могут сливаться, образуя неравномерное по толщине кольцо ксилемы. Флоэма или сливается в более тонкое неравномерное кольцо, или располагается участками, разделенными лучевой паренхимой, склеренхимой или склереидами. Такой переход от пучкового строения стебля через переходной тип к непучковому характерен для представителей семейств Сложноцветных, Бобовых, Губоцветных, Капустных и др.

*Непучковый, или беспучковый, тип* чаще всего встречается у древесных растений (см. рис. 21), характеризуется отсутствием проводящих пучков, поскольку прокамбий, а затем и камбий закладываются кольцом. Проводящая система состоит из внутреннего широкого по толщине цилиндра ксилемы и более узкого наружного цилиндра флоэмы. На поперечных срезах ксилема и флоэма имеют кольцевое расположение.

Центр древесного ствола занят древесиной, составляющей 80–90 % его объема. Первичные ткани в многолетнем стволе прак-

тически неразличимы. На поверхности древесины находится камбиальная зона, а снаружи от него – вторичная кора. В состав вторичной коры входят вторичная флоэма, остатки первичной флоэмы и первичной коры, а также перидерма, заменившая эпидермис. Позднее первичная кора становится совершенно неразличимой, а из наружных слоев вторичной коры образуется корка.

Камбий откладывает новые слои древесины и луба с определенной периодичностью, зависящей от смены года. Наибольшей активностью камбий обладает весной, когда растут молодые побеги и разворачиваются листья. В этот период клетки ксилемы, откладываемые камбием, крупные, тонкостенные, с широкими просветами. Затем деятельность камбия утихает и клетки, откладываемые им, становятся мелкими, с утолщенными оболочками и узкими просветами. Зимой деятельность камбия приостанавливается. Так формируются годовичные кольца древесины.

Таким образом, в стволе древесного растения одновременно идут два процесса: отмирают и выключаются из массового транспорта стареющие проводящие элементы, а в проведение веществ включаются новые образующие ткани. Мертвые ткани коры защищают внутренние живые ткани.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие побеги выделяют по функциям, длине междоузлий, направлению роста и положению в пространстве?
2. У каких растений встречается дихотомическое ветвление?
3. Чем отличаются моноподиальное и симподиальное нарастание?
4. Какие анатомические особенности строения стебля характерны для стеблей двудольных и однодольных растений?
5. В чем отличия строения стеблей травянистых и древесных растений?
6. Метаморфозы листа и стебля. Их функции.
7. Первичное строение стебля однодольного растения.
8. Первичное и вторичное строение стебля двудольного растения.
9. Как происходит переход от пучкового к непучковому строению?
10. Что такое пучковый и межпучковый камбий, у каких растений наблюдается?
11. Отличие по анатомическому строению однодольных растений от двудольных.
12. Как располагаются ткани в стебле липы?
13. Как образуется первичная и вторичная кора?
14. С чем связано образование годовичных колец?
15. Что такое заболонь, ядровая древесина?
16. Что такое сердцевинные лучи и какую роль они выполняют?

## Тема 5. МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ЛИСТА

**Цель занятия:** изучить морфологическое строение простых и сложных листьев, их составные части, классификацию листьев, а также описать листья разных растений.

Лист – боковой, обычно уплощенный, временный орган, растущий ограниченно своим основанием и краем. Симметрия билатеральная: различается *верхняя*, или *внутренняя* (брюшная, адаксиальная) сторона, обращенная к стеблю, и *нижняя*, или *наружная* (спинная, абаксиальная) сторона, обращенная от стебля.

**Задание 1.** Изучить стадии развития листа и сделать обозначения к рис. 22.

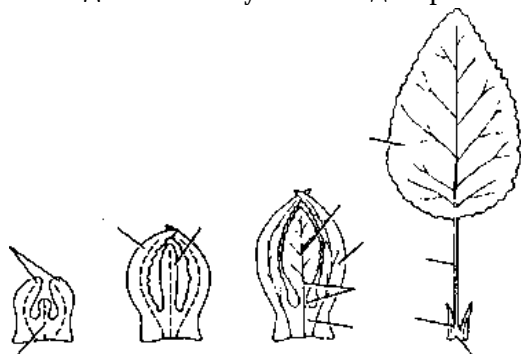


Рис. 22. Последовательные стадии развития листа:

1 – почечные чешуи (низовые листья); 2 – переход от почечных чешуй к настоящим листьям; 3 – настоящие (срединные) листья

если черешка нет и пластинка соединена со стеблем основанием – *сидячим*. Если края основания пластинки полностью охватывают стебель в области узла, лист называют *стеблеобъемлющим*, если они окружают стебель лишь наполовину – *полустеблеобъемлющим*. Если в стеблеобъемлющем листе края основания пластинки срастаются между собой, возникает *пронзенный* лист. Если основание пластинки, срастаясь со стеблем, образует на нем продольную кайму, лист называют *низбегающим*, а стебель – *крылатым*.

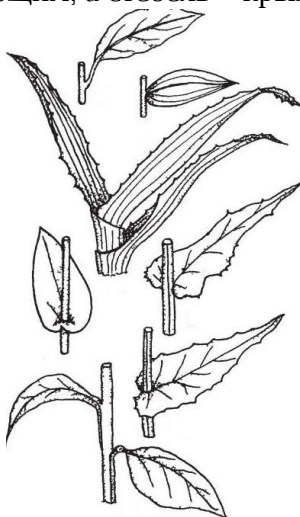


Рис. 23. Типы листьев по характеру соединения:

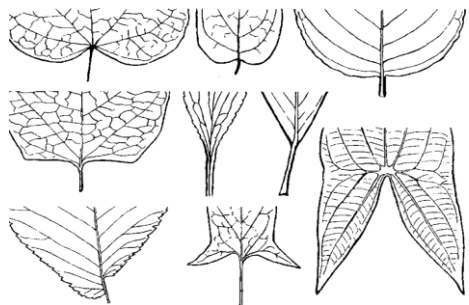
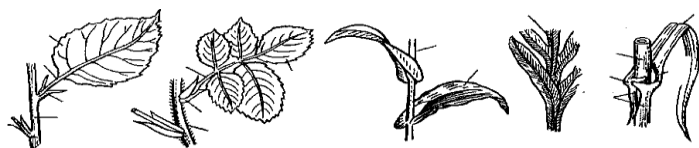
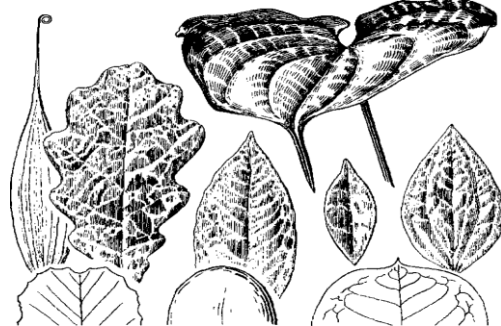
А – черешковый; Б – сидячий; В – влагалищный;  
Г – полустеблеобъемлющий; Д – стеблеобъемлющий;  
Е – пронзенный; Ж – низбегающий

**Задание 3.** Изучить характеристику основных частей листа, жилкование проанализировать и заполнить табл. 18. Сделать обозначения к рисункам в табл. 19.

Типы жилкования основных частей листа

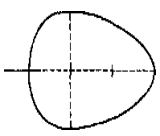
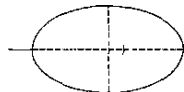
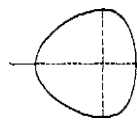
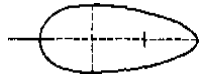
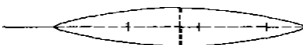
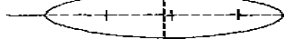
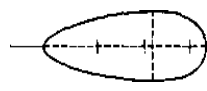
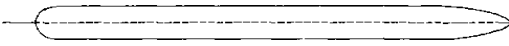
| Жилкование                                                                                                                                                                                                                                   | Изображение |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <p><b>Простое</b> – листовую пластинку пронизывает от основания до верхушки только одна жилка (проводящий пучок); встречается у высших споровых (моховидных, плауновидных), многих голосеменных (хвойных) и т. д.</p>                        |             |
| <p><b>Дихотомическое</b> – жилки ветвятся вильчато (дихотомически); из семенных растений известно у гинкго</p>                                                                                                                               |             |
| <p><b>Сетчатое</b> – одна или несколько крупных жилок дают боковые ответвления, образующие густую сеть</p>                                                                                                                                   |             |
| <p><b>Параллельное и дуговое</b> – листовую пластинку от основания до верхушки пронизывают несколько неветвящихся одинаковых жилок; в одних случаях они расположены строго параллельно (злаки, осоки), в других – дугообразно (ландыш)</p>   |             |
| <p><b>Перистое</b> – в листовой пластинке хорошо выражена главная, или средняя жилка, идущая от основания до верхушки, а от неё под углом отходят боковые жилки, которые в свою очередь могут разветвляться (дуб, береза, ольха и т. д.)</p> |             |
| <p><b>Пальчатое</b> – наличие одной или нескольких крупных боковых жилок, лучеобразно отходящих от основания главной жилки (клен, манжетка)</p>                                                                                              |             |

Сравнительная характеристика основных частей листа

| Название частей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Изображение                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Основание</b> – нижняя часть листа, сочлененная со стеблем, бывает слабо различимым, в виде небольшого утолщения – <i>листовой подушки</i>, разросшимся во <i>влагалище</i> или иным</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  <p>Основные типы очертания основания листовой пластинки:<br/> 1 – сердцевидное; 2 – выемчатое; 3 – округленное;<br/> 4 – усеченное; 5 – оттянутое; 6 – клиновидное;<br/> 7 – неравностороннее; 8 – копьевидное; 9 – стреловидное</p>                                                                             |
| <p><b>Черешок</b> – стеблеобразная часть листа между основанием и пластинкой, выполняющая функции опоры, проведения, регулирования положения листа в пространстве и создания «листовой мозаики». Листья с длинным или коротким черешком называются <i>длинно-</i> или <i>короткочерешковыми</i>, без черешка – <i>сидячими</i>, которые в свою очередь бывают <i>низбегающими</i>, <i>пронзенными</i>, <i>стеблеобъемлющими</i> и <i>полустеблеобъемлющими</i>. Черешки листьев могут разрастаться в пленчатое <i>влагалище</i>, охватывающее стебель (злаки, зонтичные)</p> |  <p>Типы листьев:</p> <p>А-Б – черешковые с прилистниками (А простой, яблоня; Б – сложный, шиповник; В – сидячий, ярутка; Г – низбегающий, василёк; Д – влагалищный, ячмень): 1 – стебель; 2 – прилистники; 3 – черешок; 4 – листовая пластинка; 5 – рахис; 6 – листочек; 7 – влагалище; 8 – ушки; 9 – язычок</p> |
| <p><b>Прилистники</b> – парные боковые листоподобные выросты основания листа. Они могут быть свободными, приросшими к черешку, пазушными, разрастающимися в крупные фотосинтезирующие листочки, редуцированными или опадающими (тогда листья без прилистников). Иногда прилистники срастаются между собой в <i>раструб</i>, охватывающий стебель (гречишные), видоизменяются в пленочки, колючки, волоски и пр. Прилистники, образующие <i>почечные чешуи</i>, выполняют защитную роль</p>                                                                                   |  <p>Свободные опадающие      Свободные сохраняющиеся      Приросшие к черешку</p>                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>Листовая пластинка</b> приспособлена к выполнению основных функций листа и отличается большим морфологическим разнообразием. Форма пластинки определяется соотношением длины и ширины, сходством с геометрическими фигурами, предметами и др. При описании листьев обычно указывают не только форму самой пластинки, но и ее частей – <i>верхушки</i>, <i>основания</i>, <i>края</i>, а также отмечают <i>тип жилкования</i></p>                                                                                                                                       |  <p>Основные типы очертания верхушки листовой пластинки:<br/> 1 – усовидная; 2 – усеченная; 3 – удлинненно-остроконечная;<br/> 4 – выемчатая; 5 – заостренная; 6 – притуплённая; 7 – острая;<br/> 8 – округлая; 9 – остроконечная</p>                                                                           |

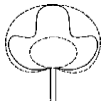
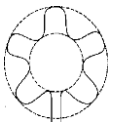
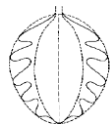
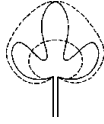
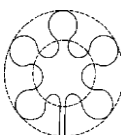
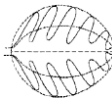
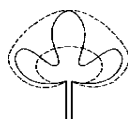
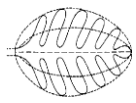
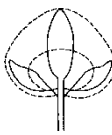
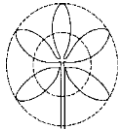
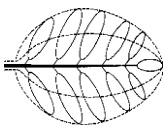
**Задание 4.** Ознакомиться по табл. 20 с наиболее распространёнными формами листовой пластинки простых цельных листьев.

Таблица 20

| Форма листовой пластинки простых цельных листьев  |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | Наибольшая ширина находится ближе к основанию листа                                                   | Наибольшая ширина находится посередине листа                                                                                                                                                           | Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа                                                              |
| Длина равна ширине или превышает ее незначительно | <br>Широкояйцевидный | <br>Округлый                                                                                                          | <br>Обратно-широкояйцевидный |
| Длина превышает ширину в $\frac{1}{2}$ – 2 раза   | <br>Яйцевидный       | <br>Эллиптический                                                                                                    | <br>Обратнояйцевидный        |
| Длина превышает ширину в 3–4 раза                 | <br>Узкояйцевидный   | <br>Ланцетный<br><br>Продолговатый | <br>Обратноузкояйцевидный    |
| Длина превышает ширину более чем в 5 раз          | <br>Линейный      |                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                 |

**Задание 5.** Ознакомиться с формами изрезанности края листовой пластинки, найти и подписать простые и сложные листья: тройчато-, пальчато-, перисто-.

Таблица 21

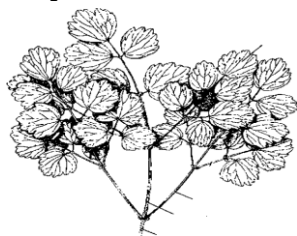
| Классификация простых и сложных листьев |                                                                  |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         | <b>Лопастный</b><br>(менее чем до половины ширины полупластинки) |  |  |  |
|                                         | <b>Разделенный</b><br>(глубже половины ширины полупластинки)     |  |  |  |
|                                         | <b>Рассеченный</b><br>(более чем на 2/3 полупластинки)           |  |  |  |
|                                         |                                                                  |  |  |  |

**Задание 5.** Охарактеризовать и описать листья разных растений, указав:

- простой лист или сложный (тип сложного листа);
- наличие черешка;
- форму листовой пластинки;
- степень и характер расчленения листовой пластинки;
- край листа;
- жилкование.

Отметить: 1) черешок, 2) листовую пластинку, 3) рахис.

Например:



Лист сложный многократно-тройчатосложный, черешковый, двоякозубчатый, жилкование сетчатое.




---

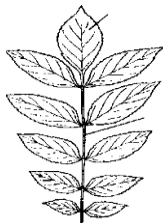
---

---

---

---

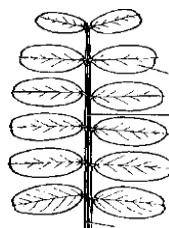
---




---

---

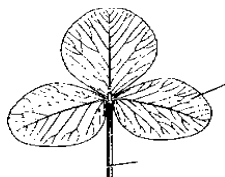
---




---

---

---




---

---

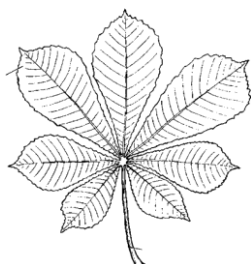
---




---

---

---




---

---

---

### **Контрольные вопросы**

1. Строение листа однодольного и двудольного растения.
2. У каких листьев образуются ушки и язычок?
3. Типы жилкования листьев.
4. Чем отличаются простые листья от сложных?
5. Классификация простых листьев.
6. Классификация сложных листьев.
7. Найдите разницу между парноперистосложными и непарноперистосложными, двоякоперистосложными листьями.
8. Чем отличается перистосложный лист от пальчатосложного?

## Тема 6. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

**Цель занятия:** научиться отличать на микропрепаратах лист дорсивентрального и изолатерального строения, лист хвойного растения; находить все элементы анатомического строения листа.

**Задание 1.** Изучить анатомическое строение поперечного среза листа камелии в районе главной жилки и сделать обозначения к рис. 24. Указать тип строения листа камелии.

При рассмотрении среза видно, что снаружи лист покрыт эпидермой. Между верхней и нижней эпидермой находится ткань, которая состоит из клеток, содержащих хлоропласты. Это ассимиляционная паренхима – мезофилл. У верхней эпидермы клетки мезофилла имеют вытянутую форму, плотно сомкнуты, без межклетников, расположены в два слоя. Это столбчатая паренхима. У нижней эпидермы расположены более округлые клетки с крупными межклетниками – губчатая паренхима. В некоторых клетках губчатой паренхимы можно заметить друзы оксалата кальция, а также крупные разветвлённые склереиды, выполняющие опорную функцию.

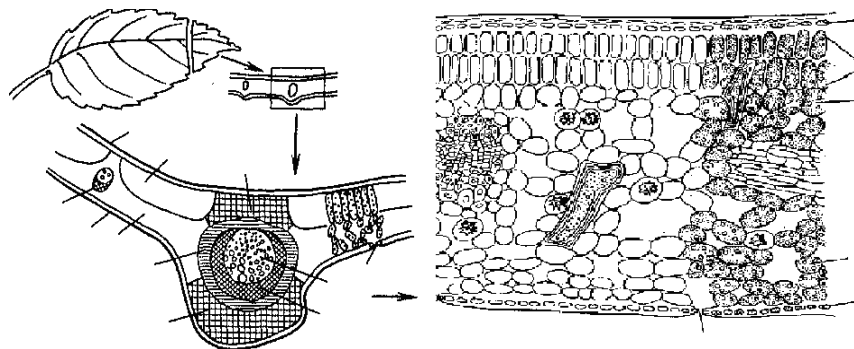


Рис. 24. Строение листа камелии:

- 1 – верхняя эпидерма; 2 – столбчатая паренхима; 3 – губчатая паренхима;  
4 – клетка с друзой; 5 – склереида; 6 – проводящий пучок; 7 – нижняя эпидерма;  
8 – устьичный аппарат

**Задание 2.** На временном микропрепарате поперечного среза листа кукурузы (*Zea mays*) рассмотреть тип мезофилла, проводящие ткани главной и мелкой жилок. Сделать обозначения к рис. 25. По расположению ксилемы и флоэмы в главной жилке определить морфологически верхнюю и нижнюю стороны листа. В мелкой жилке обратить внимание на клетки-обкладки, проводящий пучок, расположение клеток мезофилла, межклетники.

При большом увеличении видно, что эпидерма покрыта кутикулой, особенно толстой с нижней стороны. На верхней эпидерме расположены устьица.

Мезофилл состоит из однородных паренхимных клеток. Листья с таким мезофиллом называют изолатеральными.

Между клетками мезофилла на некотором расстоянии друг от друга расположены проводящие пучки. Строение пучка лучше рассмотреть на главной жилке. Это закрытый коллатеральный пучок. Хорошо видна мощная ксилема, состоящая из правильных рядов проводящих элементов, которые чередуются с древесинной паренхимой. К ксилеме примыкает флоэма. Пучок окружён склеренхимой. Выше и ниже пучка расположена колленхима, примыкающая к эпидерме.

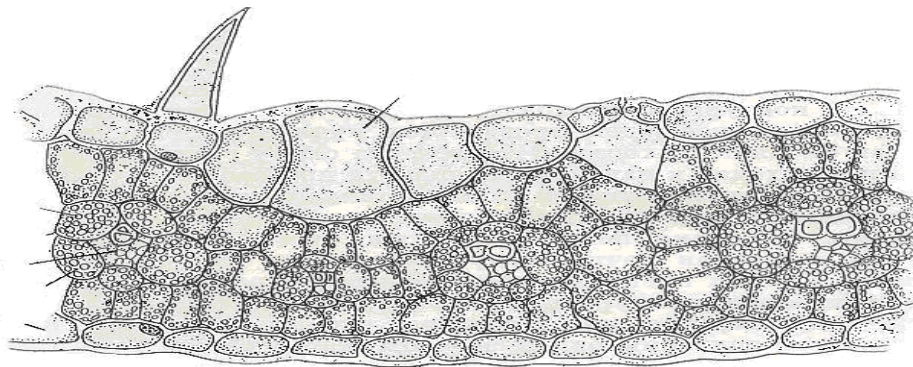


Рис. 25. Строение листа кукурузы (*Zea mays*):

- 1 – верхняя эпидерма; 2 – моторные клетки; 3 – мезофилл; 4 – проводящий пучок;  
5 – обкладочные клетки; 6 – нижняя эпидерма

Тип строения листа \_\_\_\_\_

**Задание 3.** Рассмотреть поперечный срез листа сосны на постоянном препарате при малом и большом увеличении микроскопа. Сделать обозначения к рис. 26.

Защитный покров листа состоит из двух слоёв клеток – эпидермы и гиподермы. Эпидерма покрыта толстым слоем кутикулы. Клетки эпидермы в сечении почти квадратной формы. Все стенки сильно утолщены. Гиподерма состоит из одного, а в углах – из двух-трёх слоев клеток с менее утолщёнными одревесневшими стенками. Под гиподермой находится мезофилл, состоящий из однородных клеток; стенки клеток местами врастают в полость клетки, образуя складки (складчатая паренхима). Складчатую паренхиму пронизывают смоляные ходы. В центральной части листа, окружённой эндодермой, расположены два проводящих пучка. На радиальных стенках клеток эндодермы имеются одревесневающие утолщения – пятна Каспери. Проводящие пучки коллатерального типа. Между пучками расположена механическая ткань – склеренхима. Остальное пространство центральной части занято толстостенными паренхимными клетками.

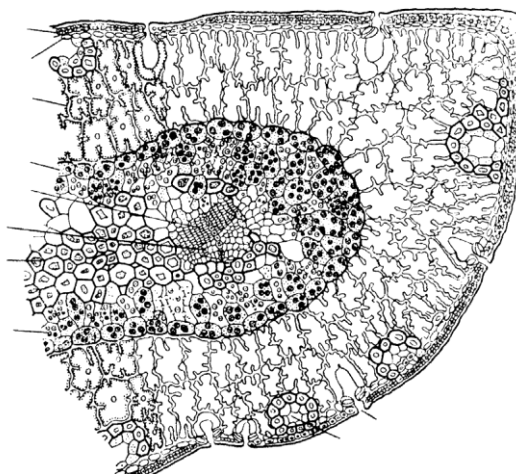


Рис. 26. Лист (хвоя) сосны в поперечном разрезе:

- 1 – эпидерма; 2 – устьичный аппарат; 3 – гиподерма;  
4 – складчатая паренхима; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма;  
7 – ксилема; 8 – флоэма; 9 – склеренхима; 10 – паренхима

Лист, как наиболее пластичный орган, реагирует на изменения факторов среды в первую очередь. Ввиду того, что режим влажности наиболее изменчив в различных экологических средах, выделяются 4 группы растений:

1) **гидрофиты** – водные растения, погружены в воду целиком, а листья выставлены над водой (лотос, кубышка);

- 2) *гигрофиты* – растения сильно увлажненных условий обитания, болот и заболоченных мест (осока, тростник, рис);
- 3) *мезофиты* – растения умеренно влажных мест;
- 4) *ксерофиты* – растения засушливых мест обитания. К ним относят все степные, пустынные и полупустынные виды.

### **Контрольные вопросы**

1. Отличие дорзовентрального листа от изолатерального.
2. Расположение устьиц у однодольных и двудольных растений.
3. Разница между губчатой и столбчатой паренхимой листа.
4. Строение проводящих пучков листа.
5. Почему ксилема в пучке обращена кверху?
6. Какова функция обкладочных клеток?
7. В чем особенность строения мезофилла хвой?
8. Какую роль выполняют смоляные ходы в хвоинке?

### НАДЦАРСТВО ПРЕДЪЯДЕРНЫЕ – PROCARIOTA ЦАРСТВО ДРОБЯНКИ – MYCNOTA

#### Тема 1. ОТДЕЛ СИНЕЗЕЛЁНЫЕ ВОДОРОСЛИ – CYANOPHYCOPHYTA

**Цель занятия:** рассмотреть морфологическое строение синезелёных водорослей. Изучить важных представителей, особенности питания и способы размножения.

**Задание 1.** Сделать обозначения к рис. 27.

Синезелёные водоросли – микроскопические растения: одноклеточные, колониальные и многоклеточные (нитчатые).

В состав пигментов входят: зелёный – хлорофилл, синий – фикоциан, красный – фикоэритрин и желтый – каротин.

Для этих водорослей характерно отсутствие в клетке оформленного ядра, нет также настоящих хроматофоров. Протоплазма, заполняющая клетку, разделена на два слоя: наружный, прилегающий к оболочке, в котором растворены пигменты, и внутренний, в котором локализовано ядерное вещество. Клеточные оболочки часто ослизняются. У многих нитчатых синезелёных водорослей кроме вегетативных клеток имеются также гетероцисты и споры акинеты – крупные клетки с толстыми оболочками и запасом питательных веществ которые выдерживают высыхание и затем прорастают, каждая в новую особь.

*Гетероцисты* отличаются от вегетативных клеток водянистым, часто блестящим содержимым и толстой, своеобразно устроенной оболочкой.

*Питание* – автотрофное и миксотрофное, т.е. смешанный тип питания (живя в водоемах, загрязненных гниющими остатками, обладают способностью усваивать и органические вещества).

*Продукт запаса* в клетке – главным образом гликоген.

*Размножение* у нитчатых форм происходит путем распада нити на отдельные фрагменты (гормогонии), у одноклеточных – делением клетки пополам.

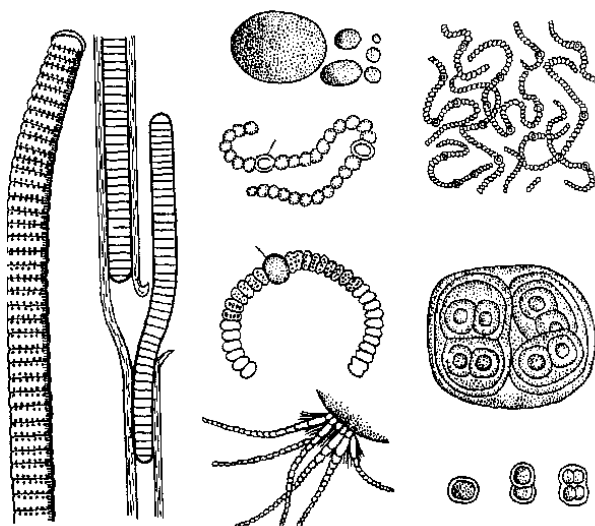


Рис. 27. Синезелёные водоросли (отд. Cyanophyta):

А – осциллятория (р. *Oscillatoria*); Б – носток (р. *Nostoc*);

В – анабена (р. *Anabaena*); Г – лингбия (р. *Lyngbya*);

Д – ривулария (р. *Rivularia*); Е – глеокапса (р. *Gleocapsa*);

Ж – хроококк (р. *Chroococcus*): 1 – общий вид;

2 – вид при малом увеличении;

3 – нить при большом увеличении; 4 – гетероциста

Наиболее распространенные виды, встречающиеся повсеместно, относятся к родам носток – *Nostoc* и осциллятория – *Oscillatoria*.

**Носток** – *Nostoc*. Живёт в виде колоний шаровидной формы. Размеры колонии разнообразны: от 1 мм до крупных размеров (со сливу). Встречается в прудах, озерах, морях.

Крупный носток используется в пищу в Японии, Корее. В центральной части колонии находится слизь, в которой обычно в радиальном направлении расположены нити, состоящие из шарообразных клеток. Отдельные многочисленные нити напоминают бусы. Среди округлых клеток встречаются пустые клетки более крупных размеров, имеющие двухконтурную оболочку – гетероцисты, по которым происходит разрыв нити, поэтому их еще называют пограничными клетками.

Живёт в стоячих водоемах с чистой или загрязнённой водой. В холодное время опускается на дно водоёма, образуя чёрный скользкий налет. В тёплое время, когда происходит его размножение, поднимается на поверхность воды и выглядит в виде тины, состоящей из слизистых скоплений. Нити водоросли одиночные, неветвящиеся. При рассматривании под микроскопом хорошо заметны на концах нитей колебательные движения, благодаря которым водоросль способна перемещаться, например, в сторону света.

**Хроококк** – *Chroococcus*. Одноклеточная шаровидная водоросль, широко распространённая на торфяных болотах, живёт в воде между кочками. Обычно представляет собой одноклеточные особи, которые иногда бывают собраны по 2 (реже по 4) клетки, окруженные общим слизистым чехлом. Клетки внутри разделены тонкой оболочкой.

Синезеленые водоросли могут быть использованы для биологической очистки сточных вод. Многие синезеленые водоросли синтезируют витамины и другие биологически ценные вещества, поэтому могут быть использованы в качестве сырья для фармацевтической промышленности, а также в сельском хозяйстве в виде дополнения к корму животным. Цианобактерии используют в качестве зеленого удобрения. Анабена в симбиозе с папоротником азолла обладают способностью фиксировать азот атмосферы, улучшая тем самым урожайность на 50 %.

Некоторые виды вызывают «цветение» – порчу воды и, как следствие, замор рыбы, а также засорение фильтров водозаборных сооружений. Многие виды вступают в симбиоз с грибами, образуя лишайники.

### Контрольные вопросы

1. Классификация и особенности строения цианобактерий.
2. Размножение цианобактерий.
3. Что такое гетероцисты и гормогонии?
4. Разнообразие цианобактерий в природе и их значение в жизни человека.

## Тема 2. ГРИБЫ И ГРИБОПОДОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ

**Цель занятия:** рассмотреть морфологическое строение грибов и грибоподобных организмов. Изучить важных представителей, особенности питания и способы размножения.

**Задание 1.** Вставить пропущенные слова.

Грибы – \_\_\_\_\_, прикрепленные организмы, с неограниченным ростом, размножаются спорами, питаются абсорбтивно, для своего развития нуждаются в витаминах, а в продуктах метаболизма содержат \_\_\_\_\_. Оболочка грибной клетки преимущественно содержит хитин и хитиноподобные вещества, реже целлюлозу.

Вегетативное тело гриба состоит из системы тончайших ветвящихся гиф, называемых гифницей или \_\_\_\_\_.

Мицелий многих низших грибов не имеет поперечных перегородок. Такой мицелий называется \_\_\_\_\_ или нечленистым. Его нельзя назвать одноклеточным, так как здесь много ядер, но отдельные клетки мицелия не обособлены одна от другой перегородками; у примитивных форм мицелий представлен голым комочком плазмы – \_\_\_\_\_.

Экологические классификации грибов основаны на двух подходах – трофическом (на основе способа \_\_\_\_\_ – паразитический, симбиотрофный, сапротрофный, и топическом (на основе \_\_\_\_\_, например, почвенные, водные грибы и т. д.).

**Задание 2.** Изучить современную систематику грибов и грибоподобных организмов.

В настоящее время принята следующая систематика грибов и грибоподобных организмов. Выделяют царство грибов – Fungi, или Mycetalia, включающее четыре отдела: Chytridiomycota, Zygomycota, Ascomycota и Basidiomycota.

Ряд исследователей выделяют часть организмов в царство Chromista, куда помещают, наряду с бурыми и диатомовыми водорослями, три отдела «псевдогрибов» (грибоподобных организмов) – Oomycota, Hyphochytridiomycota и Labyrinthulomycota.

### Отдел хитридиомикота – Chytridiomycota

Важнейшие представители порядка Хитридиевые – это возбудитель черной ножки капустной рассады *Oplidium brassicae* и возбудитель рака картофеля *Synchytrium endobioticum*. Данные грибы – облигатные внутриклеточные паразиты, они заражают молодые растения и ткани подземных частей растений. Развитие болезней наблюдается в условиях повышенной влажности почвы.

**Задание 3.** Рассмотреть бесполое и половое размножение почвенных грибов *Oplidium brassicae* и сделать обозначения к рис. 28.

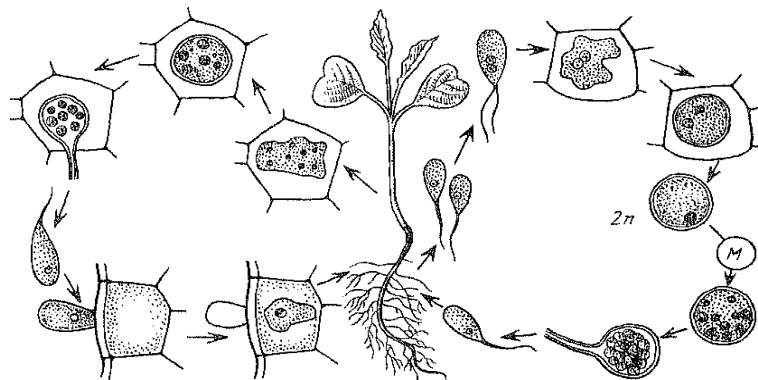


Рис 28. Жизненный цикл ольпидия:

- А – бесполое размножение; Б – половое размножение; М – мейоз; 1 – рассада капусты, пораженная ольпидием; 2 – плазмодий ольпидия в клетке корневой шейки; 3 – образование зооспорангия; 4 – зооспора; 5 – проникновение зооспоры в клетку эпидермы; 6 – изогаметы; 7 – зигота; 8 – двухъядерный зимующий плазмодий; 9 – прорастание зиготы

Для представителей рода синхитриум – *Synchytrium* характерно образование из плазмодия не одного, а несколько зооспорангиев, т.е. соруса зооспорангиев. Характерный симптом болезни, вызываемой возбудителем рака картофеля *S. endobioticum* – это разрастание ткани, образование наростов на клубнях, столонах, иногда – нижних листьях, лежащих на земле.

**Задание 4.** Изучить жизненный цикл *Synchytrium* и обозначить важные элементы развития почвенного паразита (рис. 29).

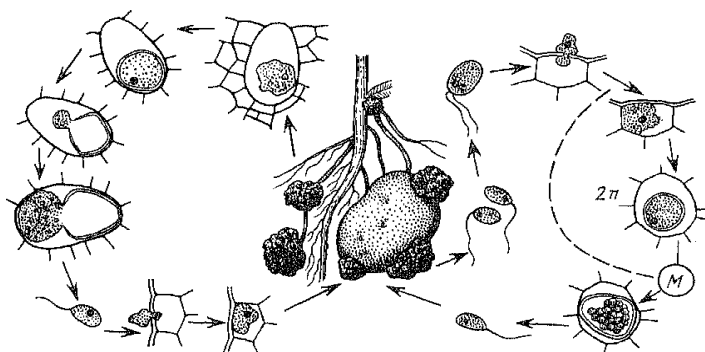


Рис. 29. Жизненный цикл синхитрия:

- А – бесполое размножение; Б – половое размножение;  
М – мейоз: 1 – клубни картофеля, пораженные синхитрием;  
2 – плазмодий синхитрия в клетке клубня; 3 – образование сория зооспорангиев;  
4 – зооспора; 5 – проникновение зооспоры в клетку эпидермы молодого клубня;  
6 – изогаметы; 7 – зигота; 8 – проникновение зиготы в клетку эпидермы клубня;  
9 – образование цисты

### Отдел Зигомикота – Zygomycota

Среди них есть как сапротрофы, так и паразиты грибов, насекомых, а также человека. Зигомицеты имеют хорошо развитый многоядерный несептированный мицелий. Бесполое размножение осуществляется неподвижными спорами, развивающимися внутри спорангиев. Для отдела зигомикота характерен своеобразный половой процесс – зигогамия. При зигогамии сливается содержимое 2 клеток, не дифференцированных на гаметы. Гифы мицелиев растут навстречу друг другу, концы их утолщаются, происходит соприкосновение 2 мицелиев и отделение перегородками. После слияния клеток развивается покоящаяся зигоспора ( $2n$ ), при прорастании которой образуются гифы со спорангием на конце.

**Задание 5.** Изучить бесполое и половое размножение у мукоровых грибов, сделать обозначения к рис. 30.

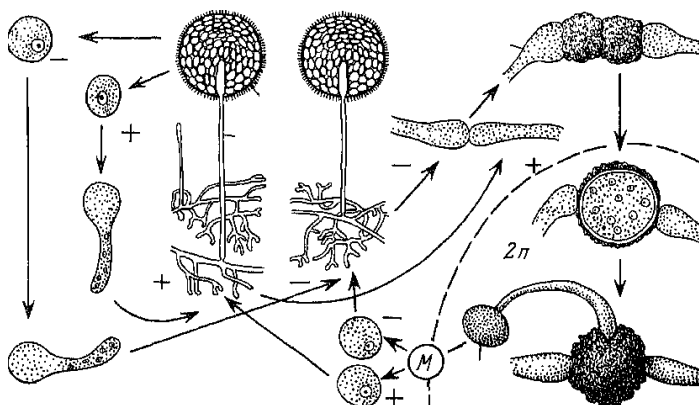


Рис. 30. Жизненный цикл мукора:

- А – бесполое размножение; Б – половое размножение; М – мейоз;  
1 – гетероталлический мицелий; 2 – споры; 3 – прорастание спор;  
4 – конъюгация гаметангиев; 5 – зигота и ее прорастание; 6 – спорангионосец;  
7 – спорангий

### Аскомицеты – Ascomycota

Мицелий хорошо развит, септированный. Встречаются также дрожжевидные формы. Бесполое размножение осуществляется при помощи конидий. Половой процесс – чаще всего по типу гаметангиогамии, состоит в слиянии двух обычно многоядерных специализированных структур, женские гаметангии – архикарпы и мужские – антеридии. Споры полового размножения образуются эндогенно – в сумке. Клеточные стенки содержат хитин и глюканы; у дрожжей – глюканы и маннаны. Мицелий погружен в субстрат, на поверхности образуются лишь органы размножения. Большинство видов – сапрофиты и паразиты.

**Задание 6.** Изучить последовательность полового процесса у сумчатых грибов, обозначить органы размножения на рис. 31.

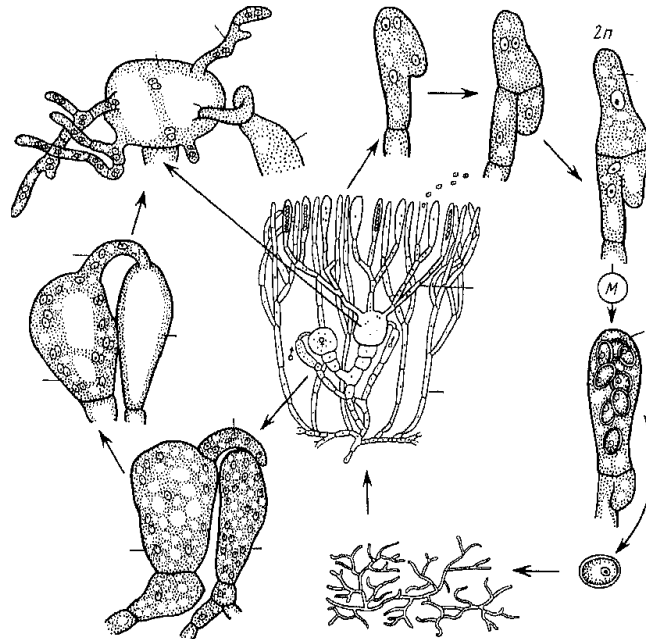


Рис. 31. Последовательность полового процесса у сумчатых грибов:

- А – аскоспора; Б – гаплоидный мицелий; В – органы полового размножения;  
Г – срастание трихогины с антеридием, переход протопласта в аскогон, образование дикарионов;  
Д – образование аскогенных гиф; Е – формирование аска на конце аскогенной гифы;  
Ж – образование аскоспор; М – мейоз: 1 – аскогон; 2 – трихогина (1–2 архикарп); 3 – антеридии;  
4 – аскогенная гифа; 5 – зигота; 6 – аск с аскоспорами

**Задание 7.** Зарисовать вегетативные тела сумчатых грибов (рис. 32), сделать обозначения.

Рис. 32. Сумчатые грибы

а – пеницилл; б – аспергилл; 1 – мицелий; 2 – конидиеносец; 3 – членистый конидиеносец; 4 – конидии

### Порядок Квалицепсовые, или Спорыньевые

Паразиты на злаках. Мицелий проникает в завязь пестика, разрушает ее ткани и образует конидиальное спороношение.

Спорынья – *Claviceps purpurea* обнаруживается к концу лета, в колосьях вместо зерновок появляются крупные рожки – склеротии спорыньи. Это плотные сплетения обезвоженных гиф. Склеротии опадают на землю и зимуют. Весной на них появляются стромы, сидящие на

красных ножках. По периферии располагаются перитеции, в каждом из которых образуется до 100 асков с 8 спорами. Споры разносятся ветром и переносятся на цветущие в это время злаки, где спора прорастает в гифу, которая внедряется в завязь.

**Задание 8.** Изучить строение и размножение гриба из порядка Квалицепсовые, сделать обозначения к рис. 33.

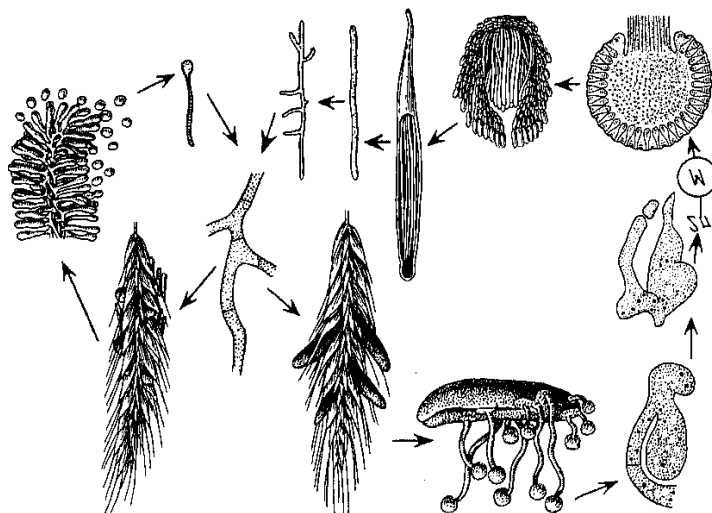


Рис. 33. Жизненный цикл спорыньи:

- А – бесполое размножение; Б – половое размножение; М – мейоз;  
 1 – мицелий; 2 – медвяная роса на пораженном спорыньей колосе;  
 3 – конидиеносец с конидиями; 4 – прорастание конидии; 5 – колос ржи со склероциями;  
 6 – проросший склероций с головчатыми стромами на ножках;  
 7 – половой процесс; 8 – строма (продольный разрез); 9 – перитеций с асками;  
 10 – аск с нитевидными аскоспорами; 11 – аскоспора и ее прорастание

**Задание 9.** Изучить базидиальные грибы и сделать обозначения к рис. 34, 35.

### Отдел Базидиомицеты – Basidiomycota

Для базидиальных грибов характерно членистое строение гиф. Бесполое размножение осуществляется конидиями, но происходит редко. Половое размножение происходит в виде соматогамии, при которой сливаются две вегетативные одноядерные клетки гаплоидного мицелия. У небольшого количества гомоталлических видов могут сливаться клетки одного и того же мицелия. Большинство видов являются гетероталлическими, соответственно у них соматогамия происходит только между гифами с противоположными знаками – «+» и «-». Половые органы у базидиальных грибов не образуются.

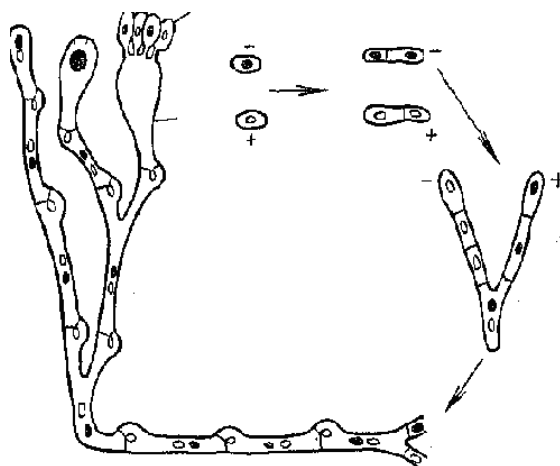


Рис. 34. Половой процесс у базидиомицетов:

- А – базидиоспора; Б – гаплоидные гифы; В – соматогамия;  
 Г – формирование базидии; 1 – зигота; 2 – базидия; 3 – базидиоспора

**Пыльная головня пшеницы (*Ustilago tritici*)** имеет более сложный жизненный цикл. У пораженного колоса чешуйки колосков и зерновки разрушены и покрыты черными телиоспорами. Они мельче, чем телиоспоры твердой головни пшеницы, поверхность их не ячеистая. Телиоспоры попадают на здоровые колосья.

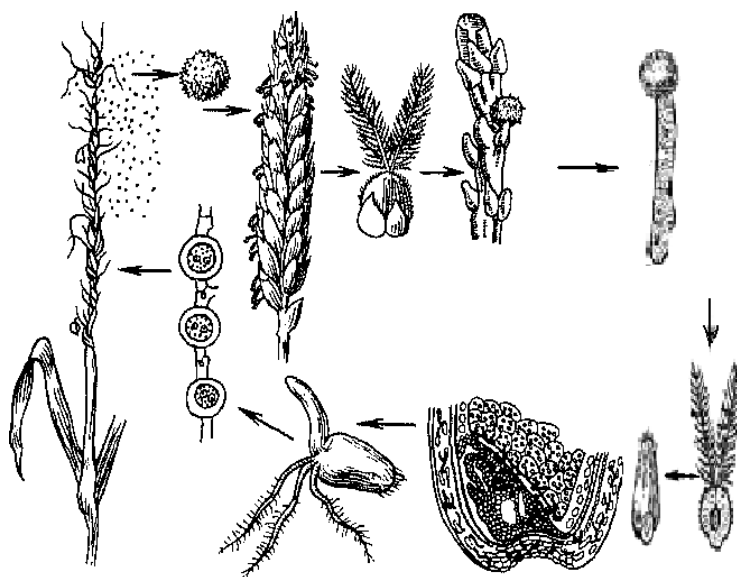


Рис. 35. Жизненный цикл пыльной головни пшеницы:

- М – мейоз; 1 – колос пшеницы, пораженный пыльной головней; 2 – телиоспора;  
3 – цветущий колос пшеницы; 4 – телиоспора на пестике;  
5 – прорастание телиоспоры и образование базидиоспор; 6 – копуляция члеников фрагмобазидии; 7–  
8 – внедрение гифы в зародыш; 9 – прорастание пораженной зерновки; 10 – образование телиоспор

## ЦАРСТВО ГРИБОПОДОБНЫЕ – CHROMISTA

Три отдела грибов, ныне трактуемые как грибоподобные организмы, или псевдогрибы, относятся к царству Chromista, куда они помещены наряду с бурыми, золотистыми и жёлтозелёными водорослями.

«Грибы», входящие в эти отделы, интерпретируются здесь как вторично бесцветные, потерявшие хлорофилл организмы. Представители этого царства имеют митохондрии в основном с трубчатыми кристами, перистые жгутики с трёхчленными жгутиковыми волосками. Их клеточная стенка чаще содержит целлюлозу и в ней в основном отсутствует хитин.

### Отдел Оомикота – Oomycota

Целлюлоза в клеточной стенке отсутствует. Запасное вещество – полисахарид миколамин; гликоген, типичный для настоящих грибов, отсутствует. Подвижные стадии (зооспоры) – двужгутиковые.

Вегетативное тело – хорошо развитый неклеточный мицелий. Спорангиеносцы обычно хорошо отличимы от мицелия, ветвятся симподиально. Зооспорангии лимоновидные или яйцевидные, обычно опадают со спорангиеносцев и распространяются ветром и токами воды. При наличии капельно-жидкой воды зооспорангий прорастает зооспорами, которые выходят по одной, иногда группой. При отсутствии воды и высокой температуре зооспорангий прорастает как отдельная экзогенная спора – конидия – непосредственно в гифу, что рассматривается как приспособление к наземному образу жизни. Поэтому спорангиеносцы и спорангии пероноспоровых называют соответственно конидиеносцами и конидиями.

Виды рода фитофтора могут питаться сапротрофно, но чаще паразитируют на растениях. Они имеют очень важное практическое значение, особенно так называемый «картофельный» гриб – *Phytophthora infestans*.

**Задание 10.** Изучить бесполое и половое размножение картофельного гриба *Phytophthora infestans*, сделать обозначения к рис. 36.

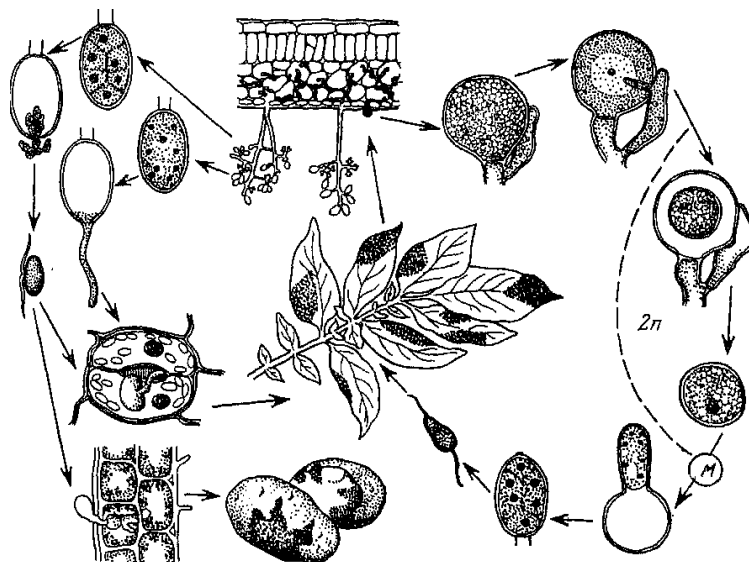


Рис. 36. Жизненный цикл фитофторы:

А – бесполое размножение; Б – половое размножение; М – мейоз;

- 1 – лист и клубни картофеля, пораженные фитофторой; 2 – конидия и ее прорастание;  
3 – зооспорангии и выход зооспор; 4 – зооспора; 5 – прорастание зооспоры на листе и клубне;  
6 – оогоний и антеридий; 7 – оогамия; 8 – образование ооспоры; 9 – прорастание ооспоры

## Отдел Лишайники – Lichenophyta

Лишайник образован из двух компонентов: гетеротрофного гриба, который составляет микобионт лишайника, и автотрофной водоросли, которая составляет фикобионт. Тело лишайника представляет собой слоевище (таллом), причем основная часть объема слоевища (90–95 %) приходится на гифы гриба. В качестве микобионта чаще всего присутствуют сумчатые грибы, реже базидиальные. Строение гиф в лишайнике имеет ряд особенностей по сравнению с гифами обычных грибов. Гифы членистые, причем отверстия, соединяющие соседние компартменты, имеются не только в поперечных, но и в продольных перегородках.

Поскольку лишайники обычно находятся над субстратом, они подвергаются иссушающему воздействию атмосферного воздуха. Для уменьшения потери воды клеточные стенки гиф сильно утолщены, особенно у гиф, расположенных во внешней среде.

Рост лишайников в природе идет очень медленно, при культивировании микобионта он еще более замедляется (примерно 1–2 мм в месяц).

Традиционно взаимоотношения микобионта и фикобионта определяются как взаимовыгодные т.е. симбиотические, при котором гриб защищает водоросль от высыхания, нагревания, избыточных солнечных лучей и т.д., а также снабжает её неорганическими веществами, в том числе и водой. Водоросль, в свою очередь, снабжает оба компонента синтезированными органическими веществами.

**Задание 11.** Рассмотреть важных представителей из отдела лишайники, сделать соответствующие подписи к рис. 37.

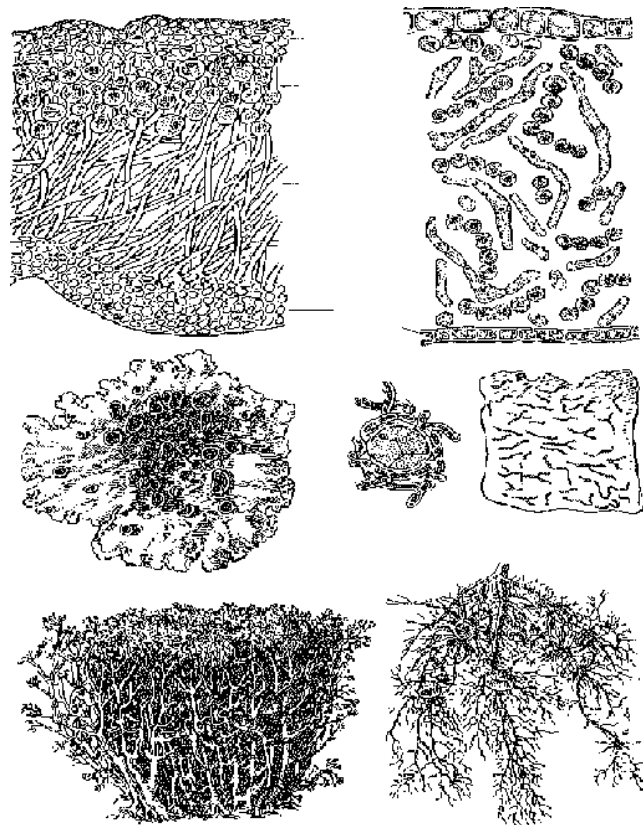


Рис. 37. Лишайники (отд. *Lichenophyta*):

- А – В – листоватый лишайник пармелия (р. *Parmelia*)  
 (А – общий вид таллома с апотециями;  
 Б – поперечный разрез гетеромерного таллома;  
 В – начальная фаза образования соредии);  
 Г – листоватый лишайник лептогия (р. *Leptogium*)  
 (поперечный разрез гомеомерного таллома);  
 Д – накипный письменный лишайник (*Graphis stripta*)  
 на корке дерева; Е – кустистый бородатый лишайник (р. *Usnea*);  
 Ж – кустистый олений лишайник – ягель (*Cladonia rangiferina*);  
 1 – верхний корковый слой; 2 – конидиальный слой;  
 3 – сердцевинный слой гиф; 4 – нижний корковый слой

### Контрольные вопросы

1. По какому признаку грибы делятся на высшие и низшие?
2. Характер поражения растений низшими грибами и меры борьбы с такими заболеваниями.
3. Отличие сумчатых и базидиальных грибов.
4. Как образуются аски со спорами?
5. По каким признакам можно отличить пеницилл от аспергилла?
6. В чем особенность организации и строения лишайника?
7. Талломы гетеромерные и гомеомерные, отличие.
8. Способы размножения лишайников.
9. Значение лишайников в природе и народном хозяйстве.

### Тема 3. ВОДОРΟΣЛИ

**Задание 1.** Дать краткую характеристику водорослей, записать в рабочую тетрадь.

Вегетативное тело водорослей представлено \_\_\_\_\_

Способ питания \_\_\_\_\_

Фотосинтезирующий аппарат представлен

Тело водорослей может быть \_\_\_\_\_ и многоклеточным.

Способы размножения водорослей \_\_\_\_\_

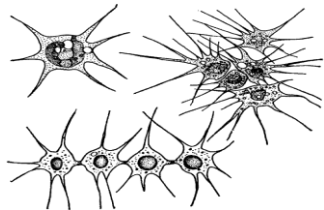
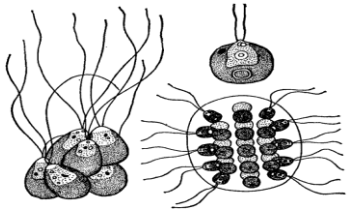
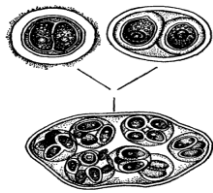
Значение водорослей

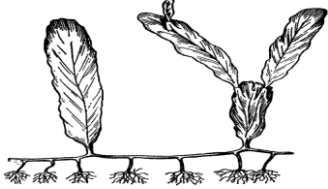
This block contains six detailed line drawings of various fungi. The top left drawing shows a cluster of mushrooms with gills, a single mushroom with a textured cap, and a microscopic view of a hypha with a central vacuole. The top right drawing shows a microscopic view of a spore with a long, feathery appendage, a large spherical structure, and a branching, root-like structure. The bottom left drawing shows two mushrooms growing from a textured surface. The bottom right drawing shows two long, cylindrical structures filled with small, oval spores, likely representing fruiting bodies or spore chains.

А – вошерия; Б – ботридий; В – трибонема; 1 – неклеточный таллом;  
2 – ризоиды; 3 – многоклеточный таллом; 4 – зооспорангий; 5 – зооспора; 6 – оогоний; 7 – антеридий

В настоящее время различают 9 основных типов морфологической структуры тела водорослей. Из них 4 относятся к одноклеточным формам, 1 – к неклеточным, остальные 4 – к многоклеточным (колониальные формы, будучи существенным этапом на пути усложнения организации водорослей, все же являются лишь разновидностью одноклеточного строения).

## Морфологическая структура тела водорослей

| Название<br>1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Изображение<br>2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Амебовидная структура – характеризуется отсутствием постоянной формы клетки, оболочки и жгутиков. Передвигаются водоросли с помощью псевдоподий, способны совершать ползучие движения. Псевдоподии часто бывают длинными и тонкими, и тогда их называют ризоподиями, которые сохранились у золотистых и желтозеленых водорослей                                                                  |  <p>Амебоидная структура у золотистых водорослей:<br/>1 – одиночные клетки <i>Chrysamoeda</i>; 2 – рядовое объединение клеток <i>Chrysidiastrium</i>; 3 – групповое объединение клеток <i>Rhizochrysis</i></p>                                                                                |
| Монадная (жгутиковая) структура свойственна одноклеточным организмам и характеризуется наличием у таких клеток одного, двух или нескольких жгутиков, обуславливающих активное движение в воде. Эта структура преобладает у пиррофитовых, золотистых водорослей, у более высокоорганизованных монадное строение имеют клетки, служащие для бесполого (зооспоры) или полового (гаметы) размножения |  <p>Монадная структура у зеленых водорослей:<br/>1 – одиночная клетка <i>Chlamydomonas</i>; 2 – колония <i>Pyrobotrrys</i>; 3 – колония <i>Eudorina</i>, образованная слизью</p>                                                                                                              |
| Коккоидная структура характеризуется неподвижными клетками различной формы и размеров, с плотной клеточной стенкой, одиночными или соединенными в колонии (ценобии). Встречается у зеленых, сине-зеленых, золотистых водорослей, у диатомовых она является единственной, а у других представителей наблюдается в циклах развития (апланоспоры, акинеты, тетраспоры и др.)                        |  <p>Коккоидная структура у зеленых водорослей:<br/>1 – одноклеточная клетка <i>Characium</i>; 2 – колония, <i>Coelastrum</i>, образованная срастанием клеток</p>                                                                                                                           |
| Пальмеллоидная структура представляет собой соединение множества коккоидных клеток, погруженных в общую слизь, но не имеющих плазматических связей. О пальмеллоидной структуре можно говорить лишь в том случае, если она является постоянной формой вегетативного роста, а если эта структура является временной стадией, то ее называют пальмеллевидным состоянием, или колонией               |  <p>Пальмеллевидное состояние у зеленой водоросли <i>Chlamydomonas</i></p>                                                                                                                                                                                                                 |
| Нитчатая структура в мире водорослей является простейшей формой многоклеточного слоевища и представляет собой соединение неподвижных клеток в нити, между которыми осуществляется физиологическое взаимодействие с помощью плазмодесм                                                                                                                                                            |  <p>Нитчатая структура у синезеленых водорослей:<br/>1 – простое строение нити с диффузным ростом у <i>Oscillatoria</i>; 2 – с дифференцированным основанием у <i>Endonema</i>; 3 – верхушка нити у <i>Rivularia</i>, вытянутая в волосок; 4 – интеркалярный рост у <i>Gleotrichia</i></p> |

| 1                                                                                                                                                                 | 2                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пластинчатая структура характеризуется многоклеточными слоевищами в форме пластинок, состоящих из одного и более слоев клеток                                     |  <p>Пластинчатая структура у зеленой водоросли <i>Prasiola</i>; однорядная нить, разрастающаяся в однослойную пластинку</p> |
| Сифигенная (сифонная структура) – слоевище, часто крупных размеров и сложной морфологической дифференцировки, без клеточных перегородок, с множеством ядер        |  <p>Сифонная структура у морской зеленой водоросли <i>Caulerpa</i> (часть таллома)</p>                                      |
| Тканевая структура представляет собой наиболее высокую форму усложнения таллома. В ней клетки начинают образовывать подобие тканей (у бурых и харовых водорослей) |  <p>Харовитная структура (р. <i>Chara</i>)</p>                                                                              |

**Задание 4.** Изучить водоросли из отдела Диатомовые (Diatomophyta), сделать обозначения к рис. 39.

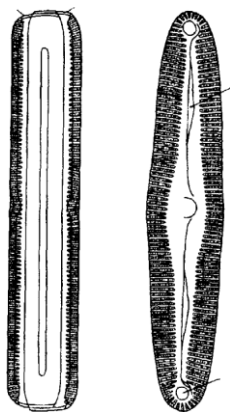


Рис. 39. Диатомовая водоросль пиннулярия, вид со стороны пояса:

а – гипотека; б – эпитека

К отделу относятся микроскопические одноклеточные или колониальные по организации водоросли, лишённые подвижных жгутиковых стадий (за исключением наиболее примитивных) и имеющие коккоидную структуру таллома.

Характерная особенность диатомовых – в строении клеточной оболочки. К наружному уплотнённому слою протопласта клетки плотно прилегает панцирь из кремниевого гидрогеля. Панцирь состоит из двух половинок, надевающихся друг на друга, как крышка на коробку. Большая часть створки называется эпитека, меньшая часть – гипотека.

Запасные вещества – масло, волютин, хризоламинарин. Размножение происходит вегетативным путём при помощи деления либо половым процессом в виде конъюгации, изогамии, реже оогамии.

Диатомовые широко используются в пищевой, медицинской и химической промышленности.

**Задание 5.** Вставить пропущенные слова.

1. Водоросли, которые находятся в толще воды во взвешенном состоянии или активно плавают, называют \_\_\_\_\_, те, которые ведут прикрепленный образ жизни, – \_\_\_\_\_.

2. Тело водорослей называется \_\_\_\_\_, или \_\_\_\_\_.

3. Клетки водорослей поверх плазмалеммы имеют \_\_\_\_\_ из \_\_\_\_\_.

4. Органеллы, благодаря которым происходит процесс фотосинтеза, называются \_\_\_\_\_, вокруг которых откладывается крахмал – \_\_\_\_\_.

5. Формы полового процесса у водорослей разнообразны – \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
6. Яйцеклетки развиваются в женских гаметангиях – \_\_\_\_\_, сперматозоиды – в мужских гаметангиях – \_\_\_\_\_.
7. Подвижные споры водорослей называются \_\_\_\_\_, неподвижные – \_\_\_\_\_.

**Задание 6.** На временном препарате при малом и большом увеличениях рассмотреть нить спирогиры со спирально расположенными в постенном слое цитоплазмы хроматофором. На его поверхности видны пиреноиды (белковые тельца), вокруг которых накапливается крахмал. Клетки одноядерные. Изучить жизненный цикл спирогиры, сделать обозначения к рис. 40.

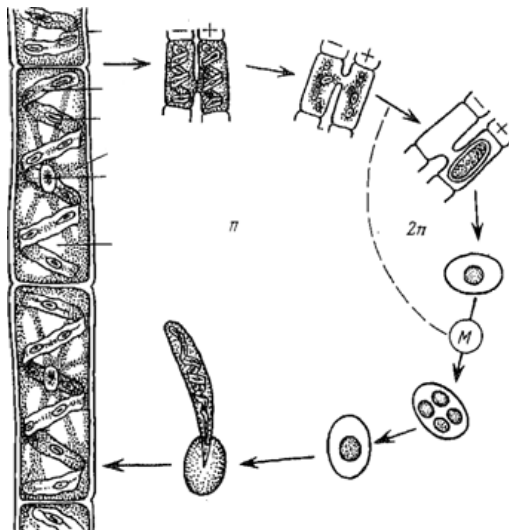


Рис. 40. Жизненный цикл спирогиры:

- 1 – часть таллома; 2–3 – последовательность соматогамии (конъюгации); 4–5 – зигота; 6–7 – мейоз зиготы и отмирание трех гаплоидных ядер; 7 – прорастание зиготы; 8 – клеточная стенка; 10 – цитоплазма; 11 – ядро; 12 – хроматофор; 13 – пиреноид; 14 – вакуоль

**Задание 7.** Изучить водоросли из отдела Харовые (Charophyta), сделать обозначения к рис. 41.

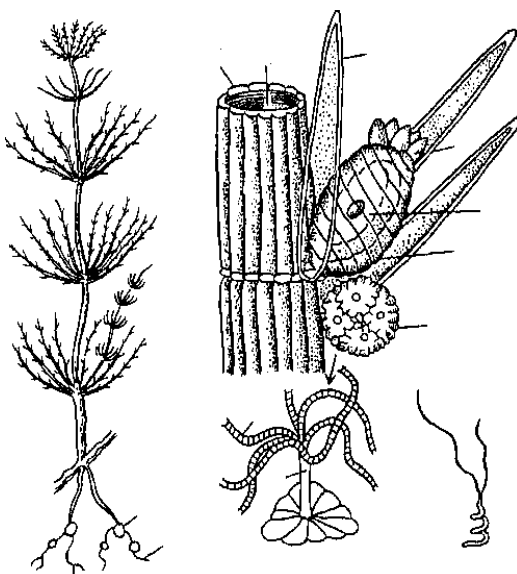


Рис. 41. Харовые водоросли. Хара (*Chara fragilis*):

- 1 – общий вид; 2 – часть таллома; 3 – щиток антеридия; 4 – спермии; а – ризоиды; б – клубеньки; в – оогоний; г – антеридий; д – спермагенная нить

### **Контрольные вопросы**

1. Что представляет собой вегетативное тело водорослей?
2. Среда обитания водорослей.
3. Как осуществляется размножение водорослей?
4. Особенности химического состава и строения клеточных стенок у диатомовых водорослей.
5. Особенности бесполого и полового размножения диатомовых водорослей.
6. Наличие каких пигментов обуславливает окраску бурых водорослей?
7. У каких водорослей в жизненном цикле имеется правильное чередование диплоидной и гаплоидной фаз – спорофита и гаметофита?
8. Как происходит конъюгация и у каких водорослей она бывает?
9. Что характерно для строения клетки зеленых водорослей?
10. Какие способы размножения встречаются у зеленых водорослей?
11. Особенности строения таллома и органов полового размножения харовых водорослей.

## ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

К споровым относятся семь отделов, два из которых – Риниевые и Зостерофилловые полностью вымерли. Остальные отделы наряду с вымершими включают и ныне существующие виды.

### Тема 4. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ – BRYOPHYTA

**Задание 1.** Вставить пропущенные слова.

Отдел Моховидные отличается от высших семенных растений по ряду признаков: рассе-  
ление происходит посредством \_\_\_\_\_; в цикле развития четко выражено чередование  
\_\_\_\_\_; процессы полового и бесполого размножения разделены: споры образу-  
ются в \_\_\_\_\_ одних растений – спорофитах, а гаметы в \_\_\_\_\_  
других растений – гаметофитах.

Мужской половой орган – \_\_\_\_\_ содержит многочисленные подвижные спер-  
матозоиды, а женский – \_\_\_\_\_ – неподвижную яйцеклетку, для оплодотворе-  
ния необходима капельно-жидкая влага; для осевых органов не характерно вторичное утолще-  
ние из-за отсутствия вторичной образовательной ткани \_\_\_\_\_.

Высшие споровые подразделяются на предпобеговые бессосудистые, включающие отдел  
\_\_\_\_\_, и на побеговые сосудистые, охватывающие три отдела – плауно-  
видные, хвощевидные и папоротниковидные (наличие настоящих проводящих тканей, корней,  
листьев).

Только у моховидных в жизненном цикле преобладает \_\_\_\_\_ (n) над спорофитом  
(2n).

**Задание 2.** Изучить и зарисовать внешнее строение мхов (рис. 42).

Рис. 42. Торфяной мох сфагнум оттопыренный

**Задание 3.** Изучить адаптивную классификацию моховидных.

**Отдел Моховидные делят на 3 класса:**

- Печёночные мхи – Hepaticopsida
- Антоцеротовые – Anthocerotopsida
- Листостебельные – Bryopsida

**Подклассы класса Листостебельные мхи:**

- Сфагновые мхи – Sphagnidae
- Андреевые мхи – Andreaeidae
- Бриевые мхи – Bryidae

**В Западной Сибири встречаются только два класса:**

- Отдел Моховидные – Bryophyta
- Класс Мхи – Bryopsida
- Подкласс Бриевые мхи – Bryidae
- Порядок Политриховые – Polytrichales
- Семейство Политриховые – Polytrichaceae
- Вид Кукушкин лён обыкновенный – *Polytrichum commune* Hedw.
- Класс Печёночники – Hepaticopsida
- Подкласс Маршанциевые – Marchantiidae

Порядок Маршанциевые – Marchantiales  
 Семейство Маршанциевые – Marchantiaceae  
 Вид Маршанция многообразная – *Marchantia polymorpha* L.

**Задание 4.** Дать характеристику трёх классов отдела моховидных.

1) Класс Антоцеротовые

---

---

---

2) Класс Листостебельные

---

---

---

3) Класс Печёночные

---

---

---

**Задание 5.** Рассмотреть жизненный цикл мха кукушкин лён и подписать фазы развития (рис. 43).

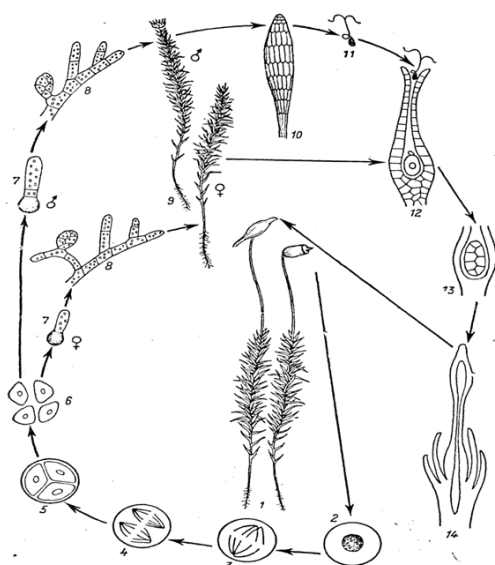


Рис. 43. Жизненный цикл мха кукушкин лён (*Polytrichum commune*)

**Задание 6.** Охарактеризовать значение моховидных в природе и народном хозяйстве.

---

---

---

### Контрольные вопросы

1. Какие черты строения и особенности жизненного цикла моховидных свидетельствуют об их близости к водорослям?
2. Строение спорогона у кукушкиного льна.
3. Каково соотношение спорофита и гаметофита у кукушкиного льна?
4. Какие классы включает отдел моховидные?

## Тема 5. ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ – LYCOPODIOPHYTES

**Задание 1.** Вставить пропущенные слова.

Плауновидные – одни из наиболее древних высших растений. Современные виды – \_\_\_\_\_ вечнозеленые травянистые растения со стелющимися \_\_\_\_\_, ветвящимися стеблями, корнями и спирально расположенными чешуйчатыми листьями. У плауновидных листья возникли как выросты на осевых органах; их называют \_\_\_\_\_. У большинства высших растений листья образовались в результате уплощения боковых веточек. У плаунов есть флоэма, ксилема, перицикл. Выделяют два класса: равноспоровые Плауновые и разноспоровые Полушниковые.



Рис. 44. Общий вид растения с колосками (спорофит):

1 – спора; 2 – спорофилл со спорангием

**Задание 2.** Рассмотреть внешний облик спорофита: ортотропные и плагиотропные побеги, придаточные корни, спирально расположенные листья, спороносные колоски, сделать обозначения к рис. 44.

**Задание 3.** Изучить адаптивную классификацию плауновидных.

Отдел плауновидные делят на два класса:

Класс **Плауновые** –  
Lycopodiopsida  
Семейство Плауновые

Класс **Полушниковые** –  
Isoëtopsida  
Семейство Селагинелловые  
(Плаунковые)

Род Плаун  
Вид Плаун булавовидный

Род Селагинелла (Плаунок)  
Вид Селагинелла плауновидная

**Задание 4.** Дать характеристику двум классам.

1. Класс Полушниковые

2. Класс Плауновидные

**Задание 5.** Зарисовать жизненный цикл плауна булавовидного, внешний облик женского и мужского гаметофитов и спорофазу.

**Задание 6.** Зарисовать жизненный цикл селлагинеллы плауновидной и внешний вид женского и мужского гаметофитов, спорофазу.

**Задание 7.** Охарактеризовать значение плауновидных в природе и народном хозяйстве.

---

---

---

---

### **Контрольные вопросы**

1. Жизненный цикл плауна булавовидного.
2. Сходство и различие в строении спороносных колосков плауна и селлагинеллы.
3. В чем различие в строении и развитии гаметофитов равноспоровых и разнospоровых плауновидных?

## Тема 6. ОТДЕЛ ХВОЩЕОБРАЗНЫЕ – EQUISETOPHYTES

**Задание 1.** Вставить пропущенные слова.

Хвощеобразные – высшие \_\_\_\_\_ растения, появившиеся в верхнем девоне, наибольшего разнообразия достигли в карбоне. Древние представители относились к \_\_\_\_\_ форме, современные – корневищные \_\_\_\_\_.

Для хвощеобразных характерно наличие побегов, состоящих из четко выраженных членков (междоузлий) и узлов с мутовчато расположенными \_\_\_\_\_. Спорангий в верхушечных стробилах. Растения равноспоровые. Гаметофит одно- и обоеполый, зелёный, очень маленький.

Выделяют три класса, из них 2 ископаемые – Клинолистовые (Sphenophyllopsida), Гиениевые (Hypniopsida). В настоящее время Хвощеобразные представлены одним классом Хвощевидные (Equisetopsida), включающим один порядок Хвощевые (Equisetales) с семейством Хвощевые (Equisetaceae). Семейство содержит один род \_\_\_\_\_ (*Equisetum* L.). На земном шаре встречается около 30–35 видов, в Сибири – 9.

**Задание 2.** Рассмотреть и зарисовать внешний облик спорофита хвоща полевого (*Equisetum arvense*): вегетативный побег, спороносный побег, спороносный колосок, спорангиофор, споры шаровидные с элатерами, раздельнополые заростки, архегоний, антеридий.

**Задание 3.** Нарисовать жизненный цикл хвоща лесного, внешний облик женского и мужского гаметофитов, спорофазу.

**Задание 4.** Охарактеризовать значение хвощеобразных в природе и народном хозяйстве.

---

---

---

### Контрольные вопросы

1. Отличительные признаки хвощевидных.
2. Строение спороносного колоска у хвоща полевого.
3. Жизненный цикл хвоща лесного.

## Тема 7. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ – POLYPODIFORMES

**Задание 1.** Вставить пропущенные слова.

В настоящее время папоротниковидные – наиболее многочисленная группа среди \_\_\_\_\_ сосудистых растений. Они насчитывают 9000–12000 видов из 300 родов. Папоротники представлены многочисленными жизненными формами – от тропических \_\_\_\_\_ форм, достигающих высоты 25 м с диаметром ствола 50 см, до крошечных растений длиной всего несколько миллиметров. Жизненный цикл включает смену бесполого \_\_\_\_\_ и полового \_\_\_\_\_ поколений. Спорофит – это привычный всем папоротник, т.е. растение с корнем, стеблем и листьями, а гаметофит – тонкая сердцевидная пластинка диаметром часто менее 15 мм, называемая \_\_\_\_\_. «Листья» папоротников называются \_\_\_\_\_. В отличие от обычных листьев нарастают не основанием, а верхушкой, как побеги, и развиваются достаточно долго. На нижней стороне листовых пластинок находятся скопления \_\_\_\_\_, именуемые сорусами. Спорангии крепятся к плаценте и сверху покрыты своеобразным защитным зонтиковидным покрывалом – индусиумом. Созревшая спора, попав в благоприятные условия, например на влажную почву, прорастает и развивается в небольшую сердцевидную зеленую пластинку – заросток. Заросток является \_\_\_\_\_ папоротников. На нижней стороне, которой заросток крепится к почве, развиваются многочисленные \_\_\_\_\_. Здесь же формируются антеридий и архегоний (\_\_\_\_\_ органы споровых растений). \_\_\_\_\_ происходит при наличии влаги. Возникшая в результате оплодотворения диплоидная зигота дает начало молодому \_\_\_\_\_, который некоторое время остается прикрепленным к заростку и частично питается за его счет. Однако очень скоро заросток отмирает, а окрепший молодой спорофит начинает самостоятельное существование.

**Задание 2.** Рассмотреть и зарисовать внешний облик спорофита на примере щитовника мужского: взрослое растение (спорофит), часть листа с сорусами, сорус в разрезе, заросток (гаметофит), развившийся на заростке молодой спорофит.

**Задание 3.** Изучить адаптивную классификацию папоротниковидных.

Отдел Папоротниковидные делят на 9 классов, только в 5 из них ныне живущие виды: Класс Ужовниковые (Ophioglossopsida), Класс Марattiaевые (Marattiopsida), Класс Полиподиевые (Polypodiopsida), Класс Марсилиевые (Marsileopsida), Класс Сальвиниевые (Salviniopsida).

**Задание 4.** Дать краткую характеристику трех семейств.

1. Семейство Ужовниковые

---

---

---

---

---

## 2. Семейство Щитовниковые

---

---

---

## 3. Семейство Сальвиниевые

---

---

---

**Задание 5.** Нарисовать жизненный цикл равноспорового папоротника щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*), внешний облик женского и мужского гаметофитов и спорофазу.

### Контрольные вопросы

1. Отличительные морфологические признаки папоротниковидных.
2. Строение спорофита и гаметофита у папоротников.
3. Жизненный цикл щитовника мужского.
4. Особенности и отличия разноспоровых папоротников от равноспоровых.

# ВЫСШИЕ СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

## Тема 8. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ – PINOPHYTES

**Цель занятия:** изучить отдел голосеменные.

**Задание 1.** Вставить пропущенные слова.

К семенным растениям относят два отдела: Голосеменные, или \_\_\_\_\_, и Покрытосеменные, или \_\_\_\_\_. Они разнотеловые. Однако органом размножения и расселения всех семенных растений является не спора, а \_\_\_\_\_, которое имеет ряд преимуществ по сравнению со спорой. У споровых растений спора представляет собой одну плохо защищенную клетку, которая развивается и прорастает в благоприятных условиях, образуя \_\_\_\_\_. Семя представляет собой биологическое образование с практически сформированным живым растением с зародышевым корешком, почечкой и зародышевыми листьями (\_\_\_\_\_). Кроме того, в семени содержится необходимый первоначальный запас питательных веществ и некоторых ферментов, которые на самом раннем этапе развития будущего растения (внутри семени) помогают ему пробить семенную кожуру, высунуть наружу корешок, укорениться и начать самостоятельную жизнь.

Семя образуется из семязачатка (\_\_\_\_\_). Семязачаток состоит из мегаспорангия – нуцеллуса и интегумента. Интегумент не полностью обрастает нуцеллус, остается узкий канал – микропиле, или \_\_\_\_\_. Нижняя часть семязачатка называется халазой. Внутри семязачатка образуются и развиваются \_\_\_\_\_ и женский гаметофит; от присутствия воды мужские гаметы (\_\_\_\_\_) утратили подвижность и доставляются к женским гаметам пыльцевой трубкой. После оплодотворения из семязачатка развивается \_\_\_\_\_, состоящее из зародыша будущего растения, определенного количества запасных питательных веществ и кожуры. У большинства семенных растений семязачаток превращается в зрелое семя на материнском растении. Для большинства семян характерен более или менее длительный период покоя, что дает им возможность пережить неблагоприятное время года и способствует более далекому расселению.

Итак, основные биологические преимущества семенных растений, давшие им возможность полнее приспособиться к наземным условиям жизни:

- 1) внутреннее \_\_\_\_\_;
- 2) развитие зародыша внутри \_\_\_\_\_;
- 3) образование \_\_\_\_\_.

У семенных растений наблюдается дальнейшая редукция гаметофита и усложнение спорофита. Гаметофит теряет самостоятельность, развивается не на почве, а на \_\_\_\_\_.

**Задание 2.** Изучить адаптивную классификацию отдела Голосеменные.

Отдел Голосеменные включает 6 классов: Семенные папоротники, Беннетитовые, Гинкговые, Гнетовые, Саговниковые, Хвойные.

**Задание 3.** Дать краткую характеристику классов.

1. Класс Семенные папоротники

---

---

2. Класс Саговниковые

---

---

3. Класс Беннетитовые

4. Класс Гнетовые

5. Класс Гинкговые

6. Класс Хвойные

**Задание 4.** В табл. 23 дана сравнительная характеристика шишек сосновых. Необходимо дописать соответствующие названия видов.

Таблица 23

**Сравнительная характеристика шишек сосновых**

| Название вида<br>(русское, латинское) | Расположение на<br>побеге                                       | Форма, цвет, размеры,<br>см                                                          | Семенные чешуи                                                           | Кроющие чешуи                                       |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                       | 1–2 на верхушке<br>молодых побегов,<br>повислые                 | Яйцевидные, тем-<br>но-коричневые, дли-<br>ной 3–6, шириной 2–5                      | Плотные, с ромбиче-<br>скими, слабовыпу-<br>клыми щитками                | Ланцетные,<br>маленькие, короче<br>семенных         |
|                                       | 1 на верхушке<br>прошлогодных по-<br>бегов, повислые            | Вытянуто-цилиндри-<br>ческие, коричневые,<br>блестящие, длиной<br>10–16, шириной 3–4 | Усеченные или<br>закругленные, по<br>краю выемчато-зуб-<br>чатые         | Короче семен-<br>ных, продолгова-<br>то-ромбовидные |
|                                       | 1 вблизи верхушек<br>прошлогодных<br>побегов, прямосто-<br>ячие | Закругленно-цилин-<br>дрические, сизова-<br>то-бурые, длиной 5–9,<br>шириной 2–4     | Бархатистые, закру-<br>гленные по внешне-<br>му краю, мелкозуб-<br>чатые | Длиннее семен-<br>ных, с отогнутой<br>верхушкой     |
|                                       | 1 на верхушках уко-<br>роченных побегов,<br>повислые            | Яйцевидные, овалъ-<br>ные, коричневато-крас-<br>ные, длиной 2–5,<br>шириной 1–3      | Кожисто-деревяни-<br>стые, опушенные                                     | Короче семенных,<br>в виде шишечек                  |

**Задание 5.** Рассмотреть жизненный цикл сосны обыкновенной и подписать женский и мужской гаметофиты, спорофазу на рис. 45.

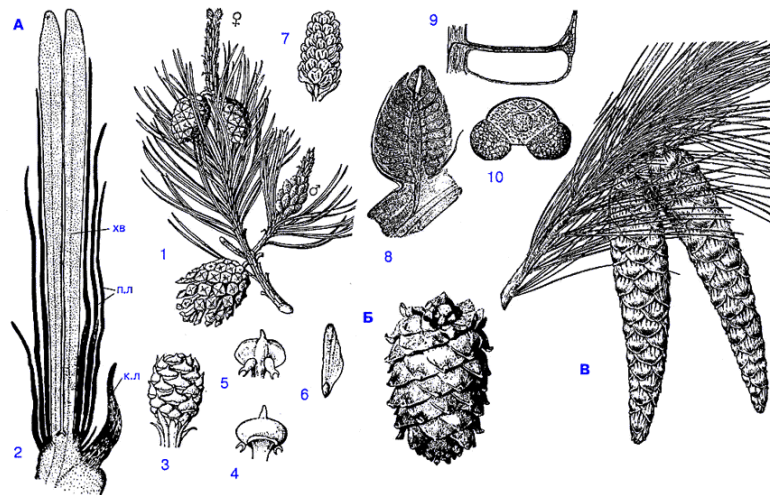


Рис. 45. Жизненный цикл сосны обыкновенной

### Контрольные вопросы

1. Отличительные признаки голосеменных от споровых растений.
2. Строение мужской и женской шишки сосны обыкновенной.
3. Процесс оплодотворения у сосны обыкновенной.
4. Назовите и охарактеризуйте представителей отдела голосеменных.
5. Эволюционное значение появления семян у растений.

## Тема 9. ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ – MAGNOLIOPHYTES

**Цель занятия:** ознакомиться с отделом покрытосеменные.

**Задание 1.** Вставить пропущенные слова.

Покрытосеменные, или цветковые растения, насчитывают 300 тыс. видов и являются самой обширной группой растений. Органом размножения покрытосеменных является \_\_\_\_\_, несущий у многих видов как мужские органы – тычинки, так и женские – пло-  
долистики. Покрытосемянность обусловлена возникновением \_\_\_\_\_, которая содер-  
жит семязачатки и окружена гинецеем – совокупностью плодолистиков. У покрытосеменных  
растений мужской гаметофит представлен \_\_\_\_\_, а женский – зародышевым  
\_\_\_\_\_. Только для покрытосеменных характерно двойное оплодотворение. Оно  
заключается в том, что один из спермиев, которые образовались при микрогаметогенезе, опло-  
дотворяет \_\_\_\_\_, а второй – центральное ядро зародышевого мешка. Таким  
образом, из оплодотворенной яйцеклетки развивается \_\_\_\_\_, а из оплодотворен-  
ного мешка – триплоидный \_\_\_\_\_. Биологический смысл этого процесса за-  
ключается в более быстром развитии питательной ткани и более быстром созревании семени.  
Сосудистая проводящая система представлена трахеями, располагающимися в \_\_\_\_\_.  
Преобладающими жизненными формами являются многолетние и однолетние \_\_\_\_\_.

Покрытосеменные делят на два класса: \_\_\_\_\_, с двумя семядолями,  
и \_\_\_\_\_ – с одной семядолью.

**Задание 2.** Заполните табл. 24 по представленным признакам.

Таблица 24

**Сравнительная характеристика классов цветковых**

| Признак                       | Класс двудольные | Класс однодольные |
|-------------------------------|------------------|-------------------|
| Количество семядолей зародыша |                  |                   |
| Жизненные формы               |                  |                   |
| Корневая система              |                  |                   |
| Листья, жилкование            |                  |                   |
| Цветки                        |                  |                   |
| Околоцветник                  |                  |                   |
| Наличие камбия                |                  |                   |
| Проводящие пучки              |                  |                   |

**Задание 3.** Изучить строение цветка, сделать экспликацию к рис. 46, указать стеблевую и листовую части цветка.

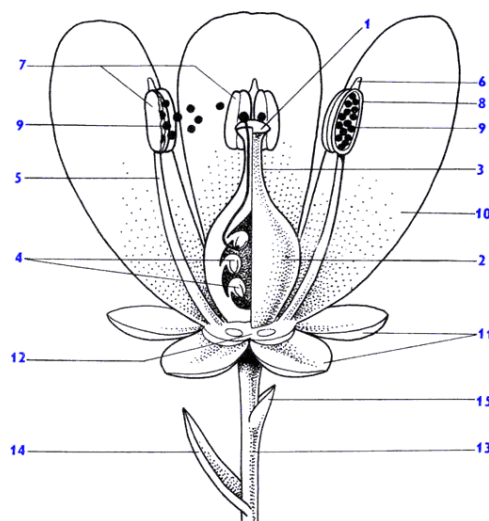
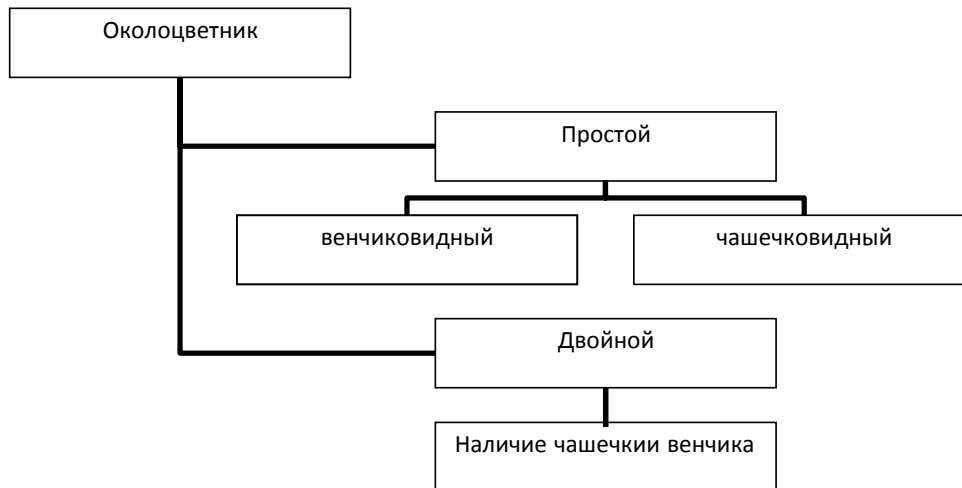


Рис. 46. Схема строения цветка

**Задание 4.** Рассмотреть и объяснить представленную схему.



Околоцветник – \_\_\_\_\_

Чашечка – \_\_\_\_\_

Венчик – \_\_\_\_\_

Простой венчиковидный околоцветник – \_\_\_\_\_

Простой чашечковидный околоцветник – \_\_\_\_\_

Двойной околоцветник – \_\_\_\_\_

**Задание 5.** Научиться правильно анализировать морфологическое строение и составлять формулу цветка.

Формула цветка – краткая запись, в которой в зашифрованной форме обозначены все части цветка, а также указаны их численность и особенности строения. При её составлении пользуются следующими обозначениями частей:

Чашечка – Ca (Calix),

Венчик – Co (Corolla),

Простой околоцветник – P (Perigonium),

Андроцей (совокупность тычинок) – A (Androceum),

Гинецей (совокупность плодолистиков) – G (Gynoeceum).

В формуле все признаки цветка имеют соответствующие обозначения и записываются в определенной последовательности.

1. Симметрия цветка: \* – цветок правильный (актиноморфный), имеет несколько плоскостей симметрии, ↑ – цветок неправильный (зигоморфный), имеет одну плоскость симметрии, ∟ – ассиметричные цветки, вокруг продольной оси у них нельзя провести ни одной плоскости симметрии, которая бы делила цветок на две равные половины.

2. Пол цветка: ♀ – женский, ♂ – мужской, ♂♀ – обоеполый совмещает эти знаки.

3. Части (члены) цветка – количество одноименных членов выражается в цифрах, если их не более 12, если количество превышает 12 или не постоянно – обозначается знаком бесконечность. При срастании частей их численность помещается в скобки, например, (5). Если срастаются не все части, то сросшиеся помещаются в скобки, а свободные – вне, например, (3) + 2 указывает, что 3 сросшиеся, два несросшиеся.

4. Гинецей – совокупность плодолистиков, образующих один или несколько пестиков. Положение завязи в цветке отмечают чертой под цифрой, обозначающей число плодолистиков, – при верхней завязи (цветок подпестичный) и над числом плодолистика – при нижней завязи (цветок надпестичный).

**Задание 6.** Изучить строение и типы андроцея и гинецея (апокарпный, синкарпный, лизикарпный, паракарпный). Сделать экспликацию к рис. 47 и 48. Указать на рис. 48 плаценту, среднюю жилку, семязачаток.

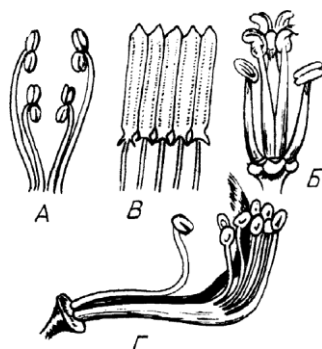


Рис. 47. Типы андроцея: двусильный, четырёхсильный, однобратственный, двубратственный

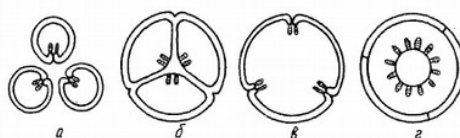


Рис. 48. Типы гинецея

**Задание 7.** Рассмотреть типы завязей на рис. 49, сделать экспликацию.

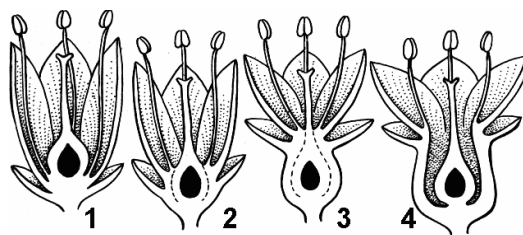


Рис. 49. Схема типов завязей: верхняя, нижняя, средняя

**Задание 8.** Изучить строение семязачатка на рис. 50, сделать экспликацию.

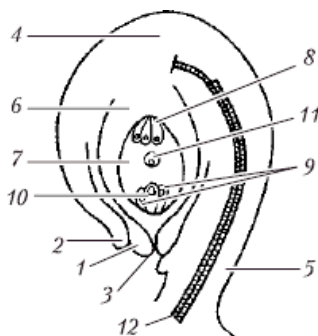


Рис. 50. Строение семязачатка

**Задание 9.** Рассмотреть жизненный цикл цветковых растений и сделать экспликацию к рис. 51.

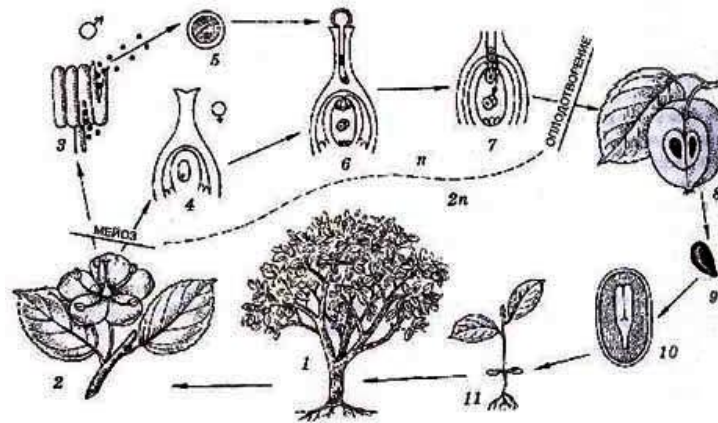


Рис. 51. Жизненный цикл цветковых растений

### Контрольные вопросы

1. Отличие покрытосеменных от голосеменных.
2. Классификация покрытосеменных.
3. Каковы признаки однодольных и двудольных растений?
4. Суть понятий «плодолистик», «гинецей», «андроцей».
5. Какие части цветка имеют стеблевое, а какие листовое происхождение?
6. Какие цветки называются актиноморфными, зигоморфными?
7. Что такое семязпочка?
8. Строение зародышевого мешка.

## Тема 10. СОЦВЕТИЯ

**Цель занятия:** изучить основные типы соцветий, семян и плодов.

**Задание 1.** Ознакомиться с различными формами моноподиальных (неопределенных) и симподиальных (определенных) соцветий и нарисовать соответствующую схему в табл. 25.

Таблица 25

**Сравнительная характеристика моноподиальных и симподиальных соцветий**

| Тип соцветия                                                                     | Описание                                                                                                                                                     | Примеры растений                 | Схема |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------|
| <b>Простые моноподиальные соцветия</b> (состоят из отдельных цветков)            |                                                                                                                                                              |                                  |       |
| Кисть                                                                            | Главная ось удлинённая, цветки очередные на цветоножках                                                                                                      | Капуста, ландыш, черемуха        |       |
| Колос                                                                            | Главная ось удлинённая, цветки сидячие, очередные                                                                                                            | Подорожник, ятрышник, вербена    |       |
| Початок                                                                          | Главная ось удлинённая, утолщена, цветки сидячие                                                                                                             | Кукуруза (женское соцветие),     |       |
| Сережка                                                                          | Главная ось поникающая, опадающая, цветки сидячие, однополые                                                                                                 | Тополь, осина, берёза            |       |
| Зонтик                                                                           | Главная ось сильно укорочена, цветоножки примерно одинаковые, выходят как бы из одной точки                                                                  | Вишня, лук, примула              |       |
| Щиток                                                                            | Главная ось более или менее хорошо развита, цветки очередные, цветоножки у нижних цветков длиннее, чем у верхних                                             | Груша, боярышник                 |       |
| Головка                                                                          | Главная ось укорочена, утолщена, цветки на очень коротких цветоножках                                                                                        | Клевер, черноголовка             |       |
| Корзинка                                                                         | Главная ось горизонтально разрастается в общее ложе, цветки мелкие, сидячие, с характерными типами венчиков                                                  | Астра, ромашка, одуванчик        |       |
| <b>Сложные моноподиальные соцветия</b> (от главной оси отходят простые соцветия) |                                                                                                                                                              |                                  |       |
| Метелка                                                                          | На длительно растущей главной оси находятся обильно ветвящиеся оси последующих порядков, несущие кисти (кистевидная метелка) или щитки (щитковидная метелка) | Сирень, колокольчик, овёс, просо |       |
| Сложный зонтик                                                                   | Собран из простых зонтиков                                                                                                                                   | Укроп, морковь                   |       |
| <b>Симподиальные соцветия</b>                                                    |                                                                                                                                                              |                                  |       |
| Завиток, или улитка                                                              | Боковые оси второго и последующих порядков направлены в одну сторону                                                                                         | Картофель, белена                |       |
| Извилинка                                                                        | Боковые оси второго и последующих порядков направлены в разные стороны                                                                                       | Ирис, гладиолус, окопник         |       |
| Дихазий                                                                          | Две боковые оси второго и последующих порядков расположены супротивно                                                                                        | Звездчатка, гвоздика             |       |
| Плейохазий                                                                       | Боковые оси второго порядка расположены мутовчато, несут цветки, дихазий или завиток                                                                         | Молочай                          |       |

**Задание 2.** Познакомиться с основными типами строения семян у двудольных и однодольных растений в зависимости от места положения запасных питательных веществ.

Семя формируется из семяпочки в результате процесса двойного оплодотворения. Оно состоит из зародыша, запасных питательных веществ (эндосперм, перисперм) и семенной оболочки. Семенная оболочка образуется из покровов семяпочки, зародыш – из зиготы, эндосперм – из центральной клетки зародышевого мешка после слияния ее ядра с одним из спермиев, а перисперм – из клеток нуцеллуса.

Зародыш семени состоит из семядолей (одной или двух), зародышевого корня, гипокотилия, зародышевой почечки, включающей листовые зачатки и точку роста. У разных растений зародыш и его части могут быть развиты по-разному.

**Задание 3.** Рассмотреть и подписать внешнее и внутреннее строение семян на рис. 52.

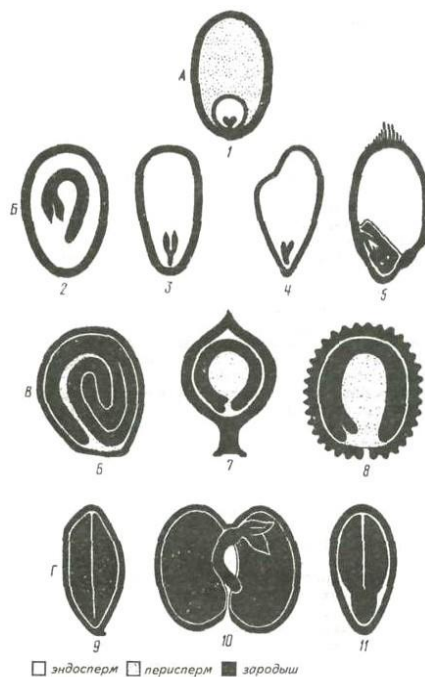


Рис. 52. Типы семян

Вещества запаса могут откладываться в семядолях, эндосперме и перисперме. В зависимости от места отложения запасных питательных веществ выделяют несколько типов семян: с эндоспермом, без эндосперма, с периспермом, с периспермом и эндоспермом. Как правило, семена однодольных растений имеют хорошо развитый эндосперм (злаковые), но есть семена без эндосперма (рдестовые, частуховые), питательные вещества у которых откладываются в самом зародыше. У двудольных растений эндосперм в семенах, как правило, отсутствует (бобовые), но как исключение может присутствовать (гречишные, маревые, перечные).

**Задание 4.** Изучить морфологическое строение сухих и сочных плодов, заполнить табл. 26, нарисовать рис. 53.

Плод – репродуктивный орган покрытосеменных, обеспечивающий семенное размножение растений. Он предназначен для формирования, защиты и распространения семян. Плод развивается из цветка, как правило, после оплодотворения, но может образовываться и в результате апомиксиса.

В образовании плода главную роль играет гинецей, и прежде всего завязь. Из стенки завязи формируется стенка плода – околоплодник (перикарп, или перикарпий). В нем выделяют три зоны: наружную (экзокарпий), среднюю (мезокарпий) и внутреннюю (эндокарпий). Все три зоны хорошо различимы.

Рис. 53. Плод вишни: 1 – экзокарпий; 2 – мезокарпий; 3 – эндокарпий (косточка); 4 – семя

Таблица 26

**Сравнительная характеристика плодов**

| Название плода                                                                                                                                                  | Примеры растений                               | Схема |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|
| 1                                                                                                                                                               | 2                                              | 3     |
| <b>Ягодovidные плоды</b> – плоды с мясистым и сочным околоплодником, экзокарпий кожистый или деревянистый, большей частью многосемянные, обычно невскрывающиеся |                                                |       |
| Ягода                                                                                                                                                           | Смородина, томат, хурма, авокадо               |       |
| Тыквина                                                                                                                                                         | Тыква, дыня, арбуз                             |       |
| Гесперидий, или померанец                                                                                                                                       | Мандарин, апельсин, грейпфрут, лимон           |       |
| Яблоко                                                                                                                                                          | Яблоня, груша, айва, рябина, ирга              |       |
| <b>Костянкoвидные плоды</b> – наличие деревянистого эндокарпа (косточки) и одного семени                                                                        |                                                |       |
| Сочная костянка                                                                                                                                                 | Слива, вишня, черешня, абрикос, персик         |       |
| Сухая костянка                                                                                                                                                  | Миндаль, облепиха                              |       |
| Перинарий                                                                                                                                                       | Кокосовая пальма, фисташка, кизил              |       |
| <b>Коробчкoвидные плоды</b> – с сухим околоплодником, многосемянные, вскрывающиеся                                                                              |                                                |       |
| Листовка                                                                                                                                                        | Водосбор, дельфиниум                           |       |
| Боб                                                                                                                                                             | Люцерна, донник, эспарцет, горох               |       |
| Стручок, стручочек                                                                                                                                              | Горчица, капуста, рапс, ярутка, пастушья сумка |       |

| 1                                                                                | 2                                        | 3 |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---|
| Коробочка                                                                        | Примулы, мак, белена                     |   |
| Гранатина                                                                        | Гранат                                   |   |
| <b>Ореховидные плоды</b> – с сухим околоплодником, односемянные, невскрывающиеся |                                          |   |
| Орех                                                                             | Лещина, липа, гравилат                   |   |
| Крылатка                                                                         | Береза, ольха, граб, вяз, ревень, щавель |   |
| Желудь                                                                           | Дуб, бук                                 |   |
| Семянка                                                                          | Черда, василек, подсолнечник             |   |
| Зерновка                                                                         | Пшеница, рис, кукуруза, ячмень           |   |
| <b>Сборные плоды</b> – образуются из апокарпного гинецея                         |                                          |   |
| Сборная листовка                                                                 | Магнолиевые, лютиковые                   |   |
| Сборный орешек (многоорешек)                                                     | Горицвет, лапчатка, лютик                |   |
| Цинародий                                                                        | Шиповник                                 |   |
| Сборный орешек (фрага)                                                           | Земляника                                |   |
| Сборная костянка                                                                 | Малина, ежевика, морошка                 |   |
| <b>Соплодия</b> – сросшиеся плоды, возникшие из цветков одного соцветия          |                                          |   |
| Соплодие ананаса                                                                 | Ананас                                   |   |

**Задание 5.** Изучить адаптивную классификацию покрытосеменных растений, которая была принята в 1987 г., и заполнить, пользуясь литературными источниками, табл. 27.

Таблица 27

## Сравнительная характеристика основных семейств цветковых растений

| Семейство                            | Формула цветка | Соцветие | Плод | Жилкование,<br>листорасположение | Жизненные формы | Метаморфозы органов,<br>представители |
|--------------------------------------|----------------|----------|------|----------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| 1                                    | 2              | 3        | 4    | 5                                | 6               | 7                                     |
| Класс Двудольные Подкласс Магнолииды |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 1. Магнолиевые                       |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 2. Нимфейные                         |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| Подкласс Ранункулиды                 |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 3. Лютиковые                         |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 4. Маковые                           |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| Подкласс Кариофиллиды                |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 5. Гвоздичные                        |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 6. Маревые                           |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 7. Гречишные                         |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| Подкласс Гаммелиды                   |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 8. Буковые                           |                |          |      |                                  |                 |                                       |
| 9. Березовые                         |                |          |      |                                  |                 |                                       |

| 1                                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Подкласс Дилленииды              |   |   |   |   |   |   |
| 10. Вересковые                   |   |   |   |   |   |   |
| 11. Тыквенные                    |   |   |   |   |   |   |
| 12. Капустные<br>(крестоцветные) |   |   |   |   |   |   |
| Подкласс Розиды                  |   |   |   |   |   |   |
| 13. Розовые                      |   |   |   |   |   |   |
| 14. Бобовые                      |   |   |   |   |   |   |
| 15. Сельдерейные<br>(зонтичные)  |   |   |   |   |   |   |
| Подкласс Ламииды                 |   |   |   |   |   |   |
| 16. Пасленовые                   |   |   |   |   |   |   |
| 17. Вьюнковые                    |   |   |   |   |   |   |

| 1                                  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| 18. Бурачниковые                   |   |   |   |   |   |   |
| 19. Норичниковые                   |   |   |   |   |   |   |
| 20. Яснотковые                     |   |   |   |   |   |   |
| Подкласс Астериды                  |   |   |   |   |   |   |
| 21. Астровые<br>(сложноцветные)    |   |   |   |   |   |   |
| Класс Однодольные Подкласс Лилииды |   |   |   |   |   |   |
| 22. Лилейные                       |   |   |   |   |   |   |
| 23. Орхидные                       |   |   |   |   |   |   |
| 24. Осоковые                       |   |   |   |   |   |   |
| 25. Луковые                        |   |   |   |   |   |   |
| 26. Мятликовые<br>(злаковые)       |   |   |   |   |   |   |

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Основной

1. Брынцев В.А., Коровин В.В. Ботаника: Учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 400 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Ботаника: методические указания/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном. фак-т; сост. Н.В. Иванова. – Новосибирск, 2021.- 20 с.
3. Ботаника. Словарь терминов по анатомии растений / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: Н.В. Иванова. – Новосибирск, 2021. – 59 с.
4. Ермакова, Н. А. Ботаника: методические указания и рекомендации / Н. А. Ермакова. - Самара: СамГАУ, 2025. - 125 с. // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/458702> (дата обращения: 29.12.2025).
5. Корягина Н. В. Ботаника: учебное пособие / Н. В. Корягина, Ю. В. Корягин. - Пенза: ПГАУ, 2025. - 94 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/170960> (ЭБС Лань – М).
6. Красная книга Новосибирской области. Шауло Д.Н., Красноборов И.М., Снытко О.Н. и др. Издательство «Арта», 2008.
7. Мельникова Н. А. Ботаника: учебное пособие / Н. А. Мельникова, Ю. В. Степанова, Е. Х. Нечаева. - Самара:СамГАУ, 2020. - 142 с. - ISBN 978-5-88575-617-4. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/158656> (ЭБС Лань – М).
8. Методические указания по сбору, определению и гербаризации растений / Новосиб. гос. аграр. ун-т; сост.: С.Х. Вышегуров, П.С.Иваровский, О.Н. Снытко, А.Г. Ревко. - Новосибирск, 2008. – 42 с.
9. Сабирова Т. П. Ботаника: учебно-методическое пособие / Т. П. Сабирова. - Ярославль: Ярославская ГСХА, 2017. - 134 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/13130> (ЭБС Лань – М).
1. Определитель растений Новосибирской области / И. М. Краснобородов. – Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние, 2000. – 492 с.
2. Красная книга Новосибирской области: Животные, растения и грибы /Департамент при-родных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области. – 2-е изд., перераб.и доп. – Новосибирск: Арта, 2008. – 528 с.
3. Иллюстрированный определитель растений Карельского перешейка. – СПб., 2000. – 478 с.
4. Шанцер И. А. Растения Средней полосы Европейской России. Полевой атлас. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: КМК, 2007. – 471 с.
5. Ботаника: курс альгологии и микологии. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 559 с.
6. Гарибова Л. В. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподоб- ных организмов: учеб. пособие / Л. В. Гарибова, С. Н. Лекомцева. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2005. – 220 с.
7. Левина Р.Е. Морфология и экология плодов. – Л.: Наука, 1987. – 160 с.
8. Атлас основных видов сорных растений России. – М.: КолосС, 2009. – 192 с.
9. Чухлебова Н. С. Ботаника (цитология, гистология, анатомия): учеб. пособие. – М.: Колос, 2025. – 148 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                          | 3  |
| Часть I. ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ И ГИСТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ.....                   | 4  |
| Тема 1. Введение в предмет. Строение растительной клетки.....          | 4  |
| Тема 2. Цитоплазма .....                                               | 8  |
| Тема 3. Деление ядра и клетки.....                                     | 12 |
| Тема 4. Запасные питательные вещества и включения .....                | 15 |
| Тема 5. Растительные ткани .....                                       | 18 |
| Часть II. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ.....                            | 29 |
| Тема 1. Развитие и строение вегетативных органов высших растений ..... | 29 |
| Тема 2. Анатомическое строение корня и корнеплодов.....                | 32 |
| Тема 3. Побег и система побегов .....                                  | 36 |
| Тема 4. Первичное и вторичное анатомическое строение стебля .....      | 40 |
| Тема 5. Морфология и анатомия листа .....                              | 43 |
| Тема 6. Анатомическое строение листа .....                             | 49 |
| Часть III. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ .....                                  | 52 |
| Тема 1. Отдел синезелёные водоросли – Cyanophycophyta.....             | 52 |
| Тема 2. Грибы и грибоподобные организмы .....                          | 54 |
| Тема 3. Водоросли.....                                                 | 61 |
| Тема 4. Отдел Моховидные – Bryophyta .....                             | 66 |
| Тема 5. Отдел Плауновидные – Lycopodiophyta .....                      | 68 |
| Тема 6. Отдел Хвоцеобразные – Equisetophyta.....                       | 70 |
| Тема 7. Отдел Папоротниковидные – Polypodiophyta .....                 | 71 |
| Тема 8. Отдел Голосеменные – Pinophyta .....                           | 73 |
| Тема 9. Отдел Покрытосеменные – Magnoliophyta.....                     | 76 |
| Тема 10. Соцветия .....                                                | 80 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....                                          | 87 |

Составители:  
Вышегуров Султан Хаджибикарович  
Иванова Наталья Викторовна  
Пальчикова Елена Васильевна  
Ершова Мария Евгеньевна

## **БОТАНИКА**

Рабочая тетрадь  
для лабораторно-практических занятий

Издание второе

Редактор *Т. К. Коробкова*  
Компьютерная вёрстка *Т. А. Измайлова*

Подписано в печать Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub> .  
Объем 8,3 уч.-изд. л., 11,0 усл. печ. л.  
Тираж 200 экз. Изд. № 15. Заказ № 1655.

8

---

Отпечатано «Золотой колос» 630039,  
Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.  
Тел. (383) 267–09–10. E-mail: 2134539@mail.ru