

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**

О. П. ХУБИЕВА

# **АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям  
для бакалавров, обучающихся 2 курса, по направлению подготовки  
35.03.01 – «Лесное дело»

Черкесск-2024

УДК 581.8  
ББК 28.56  
Х98

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом СКГА.  
Протокол №26 от «29» 09. 2023 г.

**Рецензенты:**

Горяников Ю.В. – к.с.-х.н., доцент кафедры «Агрономия и ТПиПСХП»  
Северо-Кавказской государственной академии,

Тамова Э.В. – старший преподаватель кафедры «Лесное дело» Северо-  
Кавказской государственной академии

Х 98 **Хубиева, О.П.** Анатомия растений: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 «Лесное дело» / О.П. Хубиева. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2024. –72с.

Учебно-методическое пособие написано в соответствии с требованиями ФГОС. Практикум предназначен для проведения лабораторных и практических занятий по дисциплине «Анатомия растений». Тематика занятий, в целом, соответствует требованиям учебной программы курса, включает в себя теоретический материал, алгоритм действий обучающихся на соответствующих занятиях, вопросы и задания для самостоятельного изучения основных тем, вопросы контрольных работ, терминологический словарь.

**УДК 581.8**  
**ББК 28.56**

© Хубиева О.П., 2024  
© ФГБОУ ВО СКГА, 2024

## Предисловие

Учебно-методическое пособие по Анатомии растений, предназначенное для обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 «Лесное дело» включает четыре раздела: «Микроскопы Микропрепараты», «Строение растительной клетки», «Растительные ткани», «Анатомия вегетативных органов».

Теоретические сведения, приведенные в начале работы, могут быть использованы при самостоятельной подготовке студентов к лабораторным занятиям, контрольным работам, зачетам и экзаменам. Далее следует описание хода работ, методические рекомендации и пояснения к препаратам.

Значительное место в практикуме отводится иллюстративному материалу, что дает возможность студенту не только правильно понять изучаемый препарат и скорректировать свой рисунок в тетради, но и овладеть общими приемами изображения ботанических объектов. Зарисовка с препарата – не только способ фиксирования результатов наблюдения, но и метод исследования. На лабораторных занятиях студенты должны максимально использовать самостоятельно приготовленные препараты. Однако для экономии времени, а также в связи со спецификой и невозможностью приготовления некоторых микропрепаратов можно пользоваться готовыми постоянными препаратами.

Практические работы выполняются каждым студентом. Полученные результаты в виде рисунков, таблиц и пр. оформляются в тетрадях и служат показателем проделанной студентом работы на занятии. В тетрадях указываются: а) дата работы, б) точное название темы в) результаты работы – в виде рисунков и соответствующих подписей.

### **На практических занятиях студент должен:**

- освоить работу с микроскопами;
- овладеть техникой приготовления микропрепаратов;
- знать теоретический материал каждого занятия;
- полученные результаты должны быть оформлены в тетраде;
- записать определение терминов в ботанический словарь;
- ответить на вопросы и задания, указанные в конце каждой работы;
- сделать выводы.

### **Требования к зачету**

К зачету допускаются студенты, полностью освоившие учебный план лекционных и практических занятий по анатомии растений. Студент должен знать теоретический материал каждого занятия, иметь оценки за контрольные работы по разделам практикума.

В содержание практикума вошли лабораторные работы, которые проводились в течение многих лет на кафедре Агронии и Лесное дело. При изложении материала практикума были учтены известные практические руководства. В практикуме использованы рисунки из учебников, анатомических атласов, практикумов и пособий.

## Содержание

Введение	5
РАЗДЕЛ I. МИКРОСКОПЫ. МИКРОПРЕПАРАТЫ	7
Занятие 1. Устройства микроскопа и правила работы с ним	7
Занятие 2. Техника изготовления временных препаратов	10
РАЗДЕЛ II. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ	12
Занятие 3. Строение растительной клетки	12
Занятие 4. Запасные вещества растительной клетки	15
Занятие 5. Пластиды и их типы	18
Занятие 6. Движение цитоплазмы	21
РАЗДЕЛ III. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ	22
Занятие 7. Образовательные ткани	23
Занятие 8. Основные ткани	25
Занятие 9. Проводящие ткани	28
Занятие 10. Механические ткани	30
Занятие 11. Покровные ткани	33
Ткани растений и их характеристика	50
Краткий конспект лекций: Характеристика меристематических покровных и основных тканей	52
Контрольно-обобщающие задания по разделу «Растительные ткани»	60
Тестовые задания	60
Контрольно-обобщающие задания по разделу Анатомия вегетативных органов	64
Тестовые задания	64
Глоссарий	68
Список литературы	69

## Введение

**Анатомия растений** изучает внутреннее строение растений, клеток, тканей и вегетативных органов (стеблей, корней и листьев), его закономерности, связь внутренних структур с их функциями, формирование элементов внутреннего строения в онтогенезе и в процессе эволюции растений, влияние на них факторов внешней среды. Анатомия рассматривает растение как единую систему, в которой взаимосвязаны клетки, ткани и органы и взаимодействуют их функции. При этом предметом изучения анатомии растений являются главным образом высшие растения.

Особенности внутреннего строения растений определяются как общими свойствами живого (питание, дыхание, рост и развитие, раздражимость, размножение), характерными для всех живых организмов, так и свойствами, присущими только растениям.

Основным признаком растений является их автотрофность – способность использовать энергию света, за счет которой зеленые растения синтезируют органические вещества из неорганических –  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , т. е. осуществляют процесс фотосинтеза. Фотосинтез происходит в особых органеллах растительной клетки – зеленых пластидах – хлоропластах, которые не встречаются в клетках других организмов.

С автотрофным способом питания связан ряд особенностей растений, что отражается на их внутреннем строении. Рассмотрим некоторые из них.

- Для растений характерно высокое отношение площади поверхности тела к его объему, что необходимо для поглощения света и углекислого газа надземной частью растений, а также воды и минеральных веществ – подземной. Это отражается на внутреннем строении: большой поверхности тела требуется опора и транспорт веществ на значительные расстояния. Для этого в растениях существует развитая система механических и проводящих тканей, строение и функции которых изучает анатомия растений.

- Особенностью растений является неограниченный рост, что дает им возможность все время увеличивать поверхность тела и занимать новые площади воздушного и корневого питания. Это значит, что в растениях постоянно присутствуют и функционируют разные виды образовательных тканей, которые являются объектом изучения анатомии растений.

Растения не способны к активному передвижению в связи с большой поверхностью тела и его расчлененностью. Исключение составляют лишь некоторые водоросли и зооспоры, имеющие жгутики. При неподвижности растений им требуется защита от неблагоприятных условий окружающей среды. К защитным приспособлениям относятся: клеточная оболочка, прочные покровные ткани, вещества, отпугивающие вредителей и накапливающиеся во вместилищах выделительных тканей

- Благодаря процессу фотосинтеза у растений, в отличие от животных, ассимиляция преобладает над диссимиляцией. В результате этого происходит накопление ими запасных веществ (углеводов, белков, липидов).

Анатомия растений изучает формы отложения в запас питательных веществ, строение ассимилирующих и запасующих тканей и органов.

- Растения очень экономно расходуют вещества и энергию и, в отличие от животных, не выделяют продуктов распада, за исключением углекислого газа, который вновь используется в процессе фотосинтеза. У растений нет выделительной системы, а имеющиеся выделительные ткани больше похожи на секреторные или запасующие. Выделение каких-либо веществ растениями связано главным образом с привлечением насекомых-опылителей или защитой от вредителей. Все эти образования также изучает анатомия растений.

- Автотрофность растений выражается не только в фотосинтезе, но и в минеральном питании. Растения поглощают корнями из почвы воду и минеральные вещества и транспортируют их в листья, а из них вниз оттекают ассимиляты – продукты фотосинтеза. Строение тканей, осуществляющих перечисленные процессы (всасывающих, проводящих, фотосинтезирующих), является предметом изучения анатомии растений.

- Автотрофность растений выражается не только в фотосинтезе, но и в минеральном питании. Растения поглощают корнями из почвы воду и минеральные вещества и транспортируют их в листья, а из них вниз оттекают ассимиляты – продукты фотосинтеза. Строение тканей, осуществляющих перечисленные процессы (всасывающих, проводящих, фотосинтезирующих), является предметом изучения анатомии растений.

## РАЗДЕЛ I. МИКРОСКОПЫ. МИКРОПРЕПАРАТЫ

### Тема 1: Устройство микроскопа и правила работы с ним

**Материалы и оборудование.** Микроскопы: Микромед С-111.  
Комплект постоянных микропрепаратов «Анатомия растений»

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

*Разрешающая способность* микроскопа дает раздельное изображение двух близких друг другу линий. Невооруженный человеческий глаз имеет разрешающую способность около 1/10 мм или 100 мкм. Лучший световой микроскоп примерно в 500 раз улучшает возможность человеческого глаза, т.е. его разрешающая способность составляет около 0,2 мкм или 200 нм. Разрешающая способность и увеличение не одно и то же. Можно получить большое увеличение, но не улучшить его разрешение.

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

В учебных лабораториях обычно используют *световые микроскопы*, на которых микропрепараты рассматриваются с использованием естественного или искусственного света. Наиболее распространены *световые биологические микроскопы*: БИОЛАМ, МИКМЕД, МБР, МБИ и МБС. Они дают увеличение в пределах от 56 до 1350 раз. *Стереомикроскоп* (МБС) обеспечивает подлинно объемное восприятие микрообъекта и увеличивает от 3,5 до 88 раз.

В микроскопе выделяют две системы: *оптическую* и *механическую* (рис. 1). К *оптической системе* относят объективы, окуляры и осветительную систему (конденсор с диафрагмой и светофильтром, зеркало или электроосветитель).

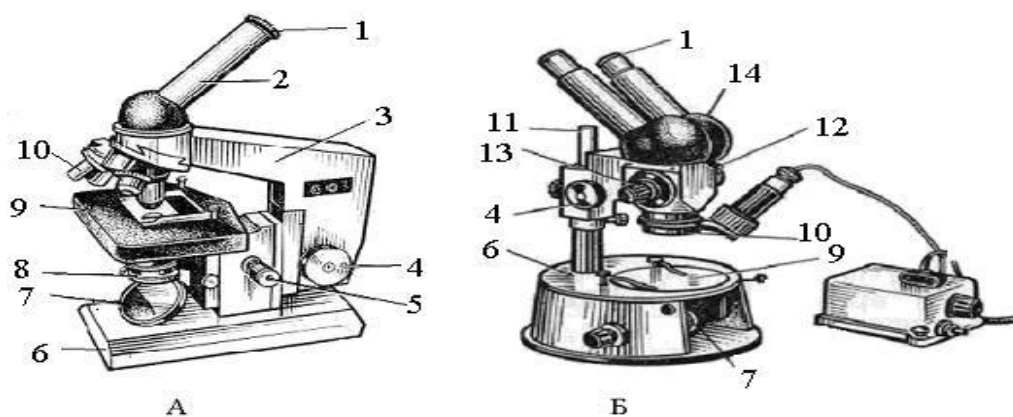


Рисунок 1– Устройство микроскопов:

А – БИОЛАМ; Б - МБС-1.

1 – окуляр, 2 – тубус, 3 – тубусодержатель, 4 – винт грубой наводки, 5 – микрометрический винт, 6 – подставка, 7 – зеркало, 8 – конденсор, ирисовая диафрагма и светофильтр, 9 – предметный столик, 10 – объектив, 11 – стойка, 12 – оптическая головка, 13 – рукоятка переключения увеличения, 14 – бинокулярная насадка

*Объектив* – определяет *полезное увеличение объекта*. Объектив состоит из нескольких линз. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами. В учебных целях используют обычно объективы  $\times 8$  и  $\times 40$ .

*Окуляр* состоит из 2-3 линз. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами:  $\times 7$ ,  $\times 10$ ,  $\times 15$ . Окуляры не выявляют новых деталей строения и в этом отношении их увеличение *бесполезно*.

Для определения *общего увеличения микроскопа* следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

*Осветительное устройство* состоит из зеркала или электроосветителя, конденсора с ирисовой диафрагмой и светофильтром, расположенных под предметным столиком. Они предназначены для освещения объекта пучком света.

*Механическая система* микроскопа состоит из подставки, коробки с микрометрическим механизмом и микрометрическим винтом, тубусодержателя, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, винта перемещения конденсора, револьвера, предметного столика.

### **Правила работы с микроскопом**

При работе с микроскопом необходимо соблюдать операции в следующем порядке:

1. Работать с микроскопом следует сидя;
2. Микроскоп осмотреть, вытереть от пыли мягкой салфеткой объективы, окуляр, зеркало;
3. Микроскоп установить перед собой, немного слева на 2-3 см от края стола. Во время работы его не сдвигать;
4. Открыть полностью диафрагму, поднять конденсор в крайнее верхнее положение;
5. Работу с микроскопом всегда начинать с малого увеличения;



6. Опустить объектив 8х в рабочее положение, т.е. на расстояние 1 см от предметного стекла;

7. Глядя одним глазом в окуляр и пользуясь зеркалом с вогнутой стороной, направить свет от окна в объектив, а затем максимально и равномерно осветить поле зрения;

8. 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;

9. 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;

10. Передвигая препарат рукой, найти нужное место, расположить его в центре поля зрения микроскопа;

11. Если изображение не появилось, то надо повторить все операции пунктов 6, 7, 8, 9;

12. Для изучения объекта при большом увеличении сначала нужно поставить выбранный участок в центр поля зрения микроскопа при малом увеличении. Затем поменять объектив на 40 х, поворачивая револьвер, так чтобы он занял рабочее положение. При помощи микрометрического винта добиться хорошего изображения объекта. На коробке микрометрического механизма имеются две риски, а на микрометрическом винте – точка, которая должна все время находиться между рисками. Если она выходит за их пределы, ее необходимо вернуть в нормальное положение. При несоблюдении этого правила, микрометрический винт может перестать действовать;

13. По окончании работы с большим увеличением, установить малое увеличение, поднять объектив, снять с рабочего столика препарат, протереть чистой салфеткой все части микроскопа, накрыть его полиэтиленовым пакетом и поставить в шкаф.

### **Ход работы**

**Задание 1.** Используя микроскопы, таблицы и практикумы, изучить устройство световых микроскопов (Микромед – С111 или БИОЛАМ и МБС-1) (рис. 1).

**Задание 2.** При малом и большом увеличениях микроскопа научиться быстро находить объекты на постоянных микропрепаратах.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое разрешающая способность микроскопа?
2. Как можно определить увеличение рассматриваемого под микроскопом объекта?
3. В чем отличие микроскопов Микромед – С111 и МБС-1?

4. Перечислить главные части микроскопа Микромед – С111. В чем их назначение?

5. Назвать правила работы с микроскопом.

## **Тема 2: Техника изготовления временных микропрепаратов**

**Материалы.** Листья традесканции виргинской; комплект постоянных микропрепаратов «Анатомия растений».

Для изучения растительных объектов с помощью светового микроскопа необходимо приготовить микропрепарат. Микропрепараты, не предназначенные для длительного хранения, называются *временными*. Изучаемый объект помещают на предметное стекло в каплю воды, глицерина, раствора, реактива или красителя и накрывают покровным стеклом.

Если объекты помещают в бальзам, глицерин с желатиной или целлоидин, препараты сохраняются годами и называются *постоянными*.

Различают два вида срезов поперечный и продольный (радиальный).

*Поперечный срез* проходит перпендикулярно оси органа и позволяет изучить строение органа в поперечном сечении.

*Продольный радиальный срез* проходит по радиусу оси органа и дает возможность изучить строение органа в продольном сечении.

### **Правила изготовления анатомических срезов**

При изготовлении временных микропрепаратов необходимо соблюдать следующую последовательность операций:

1. Вымыть и тщательно вытереть предметное и покровное стекла. Чтобы не сломать очень хрупкое покровное стекло, надо поместить его в складку салфетки между большим и указательным пальцами правой руки и осторожно вытереть его круговыми движениями пальцев;

2. Нанести на предметное стекло пипеткой каплю жидкости (воды, глицерина, раствора, реактива или красителя);

3. Сделать срез изучаемого органа при помощи лезвия. Лезвие должно быть очень острым. Для изготовления срезов, мелкие объекты поместить между кусочками из сердцевины бузины или пенопласта. Лезвием выровнять верхнюю поверхность сердцевины бузины вместе с объектом. Затем сделать тонкий срез, ведя лезвием к себе наискось одним плавным и быстрым движением. При этом объект держать строго вертикально, а лезвие – строго горизонтально. Обе руки должны быть совершенно свободны. Не следует ими опираться на стол или прижимать к груди (рис. 2). Сделать сразу несколько срезов. Лезвие и объект все время смачивать.

4. Выбрать самый тонкий срез, перенести его с помощью препаровальной иглы или тонкой кисточки в центр предметного стекла в каплю жидкости;

5. Закрывать срез покровным стеклом так, чтобы под него не попал воздух. Для этого покровное стекло взять двумя пальцами за грани и

подвести под углом нижнюю грань к краю капли жидкости и плавно его опустить;

6. Если жидкости много, и она вытекает из-под покровного стекла, удалить ее при помощи фильтровальной бумаги. Если же под покровным стеклом остались места, заполненные воздухом, то добавить жидкость, поместив ее каплю рядом с краем покровного стекла, а с противоположной стороны фильтровальную бумагу.

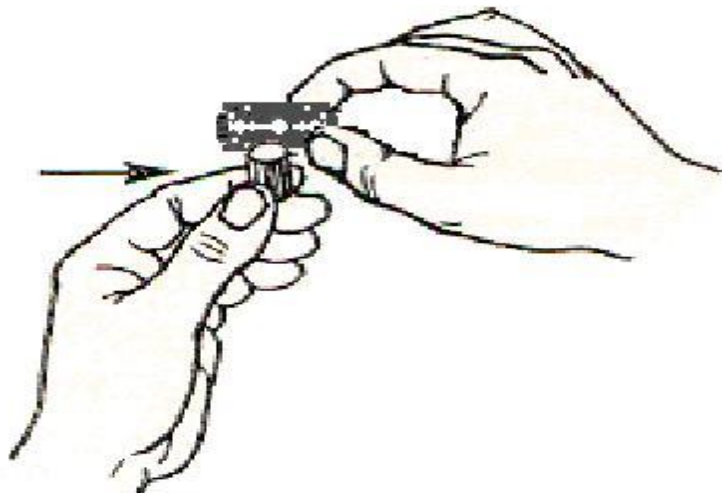


Рисунок 2– Положение рук при изготовлении среза.

### **Ход работы**

**Задание 1.** Приготовить временный препарат среза эпидермы с нижней стороны листа традесканции виргинской в капле воды, и рассмотреть его под микроскопом.

Последовательность работы. Для изготовления препарата лист традесканции обернуть вокруг указательного пальца левой руки так, чтобы нижняя сторона фиолетового цвета была обращена наружу. Правой рукой при помощи препаровальной иглы надорвать эпидерму над средней жилкой в средней части листа и пинцетом снять ее кусочек. При этом невольно захватывается и часть мякоти листа (мезофилла), но обычно можно найти тонкий участок на периферии, состоящий из одного ряда клеток эпидермы. Сорванный кусочек положить на предметное стекло в каплю воды наружной стороной вверх и накрыть покровным стеклом. При малом увеличении рассмотреть вытянутые клетки в виде шестиугольников, бесцветные или окрашенные в бледно-фиолетовый цвет благодаря присутствию в вакуолях пигмента антоциана.

**Задание 2.** Рассмотреть несколько постоянных микропрепаратов из комплекта «Анатомия растений». Сравнить временные и постоянные микропрепараты.

### **Контрольные вопросы**

1. Чем отличается временный микропрепарат от постоянного?
2. Как правильно приготовить временный микропрепарат?
3. Назовите виды срезов.

## РАЗДЕЛ II. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

### Тема: Строение растительной клетки

**Материалы.** Сочная чешуя луковицы лука; раствор йода в йодистом калии.

Любой растительный организм состоит из клеток. Клетка является основной структурной и функциональной единицей тела растений. У одноклеточных организмов клетка выполняет все функции необходимые для обеспечения жизни и размножения. У многоклеточных организмов клетки поразительно разнообразны по размеру, форме, окраске и внутреннему строению. Это многообразие связано с разделением функций в организме, выполняемых клеткой.

Во взрослой растительной клетке различают три основные части: *оболочку, протопласт* (живое содержимое) и *вакуоль*. Сложная организация процессов жизнедеятельности возможна благодаря специализированным структурным элементам – *органеллам*, выполняющим различные функции. Это *ядро, пластиды, митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы, аппарат Гольджи* и др. Органеллы погружены в *гиалоплазму*, которая обеспечивает их взаимодействие. Гиалоплазма с органеллами, за исключением ядра, составляет цитоплазму клетки. Клеточная оболочка, вакуоль и включения являются продуктами жизнедеятельности протопласта, и образуются им на определенных этапах развития клетки.

Ход работы

**Задание 1.** Приготовить временный микропрепарат эпидермы с выпуклой стороны сочной чешуи лука в растворе йода в йодистом калии (рис. 3, А). Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа и зарисовать.

Последовательность работы. Основные компоненты клетки (оболочка, цитоплазма, ядро, вакуоль) будут видны наиболее четко при окрашивании микропрепарата слабым раствором йода в йодистом калии.

Компоненты клетки, содержащие много белка, окрасятся: цитоплазма – в желтый цвет, а ядро – в бурый. Небелковые соединения останутся бесцветными. При малом увеличении найти и рассмотреть участок из одного слоя клеток без повреждений. Наиболее отчетливо видны оболочки клеток, они образуют как бы сеточку. Оболочка каждой клетки с боков соприкасается с оболочками соседних клеток. Зарисовать несколько клеток эпидермы (рис. 3, Б). При большом увеличении микроскопа ознакомиться со строением клетки. В клетке хорошо заметно ядро. Оно обычно прижато к оболочке и несколько сплющено. Если ядро прижато к верхней или нижней стенке клетки, то оно видно как округлое тельце с одним – несколькими ядрышками. Если же оно прижато к боковой стенке, то видно сбоку и заметно, что оно погружено в тонкий слой цитоплазмы. Цитоплазма

непрерывным слоем прилегает к оболочке. В центральной части клетки расположена вакуоль с клеточным соком, занимающая большой объем. Зарисовать типичную клетку эпидермы, обозначив основные компоненты: оболочку, ядро и ядрышко, цитоплазму, вакуоль (рис. 3, В).

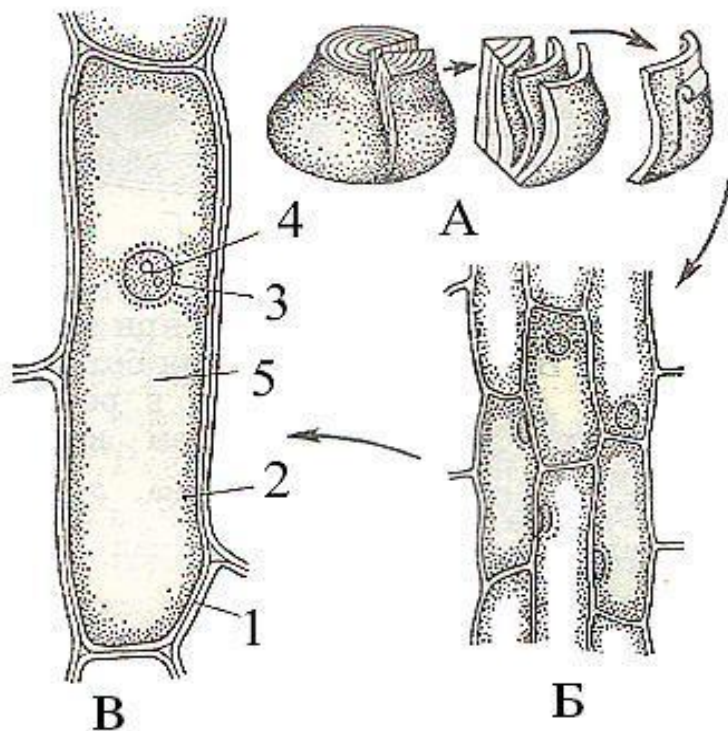


Рисунок 3– Клетки эпидермы сочной чешуи репчатого лука:  
 А – луковица лука; Б – клетки эпидермы; В– отдельная клетка.  
 1 – оболочка клетки, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – ядрышко, 5 – вакуоль.

### Контрольные вопросы

1. Каковы характерные особенности строения растительной клетки?
2. Назвать органеллы растительной клетки?
3. В чем заключается различие в понятиях «цитоплазма» и «протопласт»?

Тема: Кристаллические включения растительной клетки

**Материалы.** Сухая чешуя луковицы лука, кусочки корневища купены, черешки листьев бегонии; глицерин.

В отличие от животных клеток, которые выделяют избыток ионов во внешнюю среду вместе с мочой, растения, не имеющие развитых органов выделения, вынуждены накапливать их в тканях. Избыточное накопление веществ, выключаемых из обмена, часто приводит к выпадению их в осадок в аморфном виде или в форме кристаллов, носящих название *включений*.

Кристаллы, содержащиеся в растениях, чаще всего состоят из оксалата кальция и имеют разную форму. *Друзы* – шаровидные образования, состоящие из многих мелких сросшихся кристаллов (в клетках корневищ, коры, корки, черешков и эпидермы многих растений). *Рафиды* – игольчатые кристаллы, соединенные в пучки (в корневищах купены, стебле винограда). *Кристаллический песок* – скопление множества мелких одиночных кристаллов (в чешуе лука, стебле бузины). Как правило, друзы встречаются у двудольных растений, а рафиды – у однодольных. Встречаются *одиночные кристаллы* более простых и сложных комбинационных форм.

#### Ход работы

**Задание 1.** Приготовить временный микропрепарат сухой чешуи лука в капле глицерина. Рассмотреть и зарисовать клетки с кристаллами (рис. 11, А).

Последовательность работы. Для изготовления микропрепарата использовать сухую чешую лука, прокипяченную в воде, а затем выдержанную 10-15 дней в водном растворе глицерина. Отрезать лезвием небольшой тонкий кусочек чешуи и поместить в каплю глицерина на предметное стекло, накрыть его покровным стеклом. При малом увеличении найти клетки с одиночными палочковидными и крестообразными кристаллами. Рассмотреть их при большом увеличении и зарисовать несколько клеток с кристаллами.

**Задание 2.** Приготовить временный микропрепарат продольного среза корневища купены лекарственной в капле глицерина, рассмотреть и зарисовать клетки с рафидами (рис. 11, В).

Последовательность работы. Для получения хороших препаратов срезы желательно делать с фиксированного материала в продольном направлении. Рассмотреть их в воде или глицерине. Найти клетки, содержащие рафиды. Они обычно вытянутые и крупнее, чем окружающие их соседние паренхимные клетки. Рассмотреть в клетках игольчатые кристаллы, лежащие группами параллельно друг к другу. Они обычно окружены слизистым мешком и погружены в протоплазму клетки, занимая иногда почти всю ее полость.

**Задание 3.** Рассмотреть и зарисовать друзы на поперечном срезе черешка бегонии (рис. 11, Б).

Последовательность работы. Сделать тонкий поперечный срез черешка бегонии в капле воды. При малом увеличении микроскопа найти тонкостенные паренхимные клетки. В их содержимом имеется тонкий постенный слой цитоплазмы с немногочисленными хлоропластами. В клеточном соке многих клеток встречаются отложения оксалата кальция либо в виде одиночных кристаллов – ромбоидов, либо в виде сростков многочисленных мелких кристаллов – друз. В некоторых клетках могут встретиться переходные формы, у которых на поверхности крупных одиночных кристаллов видны спаянные с ними более мелкие кристаллы. Найти клетки с разными по форме кристаллами (ромбоиды, друзы, переходные формы).

При действии соляной кислоты нерастворимый в воде щавелевокислый кальций кристаллов превращается в растворимый хлористый кальций. Кристаллы и друзы при этом вначале распадаются, а затем исчезают.

При действии серной кислоты щавелевокислый кальций переходит в нерастворимый сернокислый кальций (гипс), который выделяется в виде групп многочисленных игольчатых кристаллов.

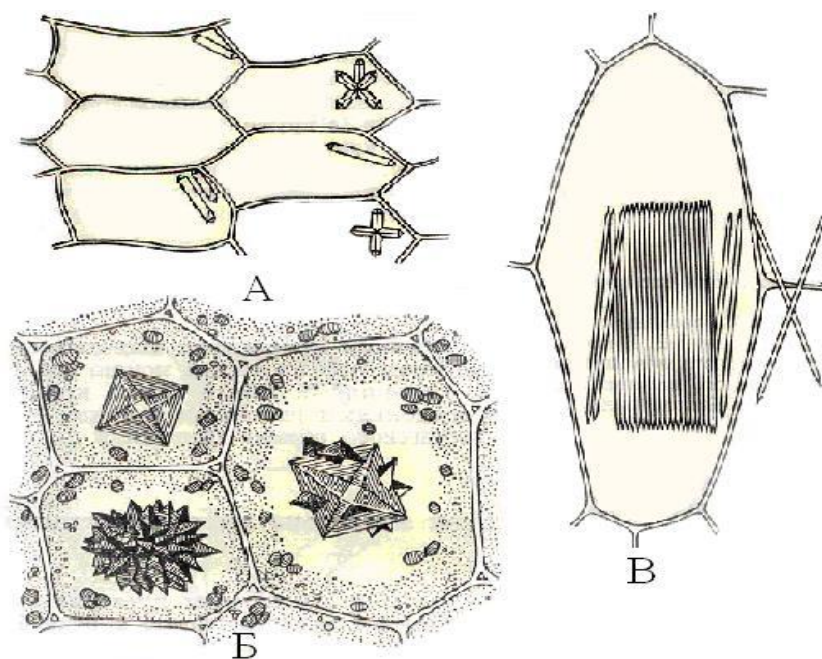


Рисунок 11– Кристаллы щавелевокислого кальция в клетках:

- А – одиночные и крестообразные в клетках сухой чешуи луковицы лука;  
Б – одиночный кристалл, сросток кристаллов и друза (черешок бегонии);  
В – пучок рафид в клетке корневища купены.

### Контрольные вопросы

1. Каков биологический смысл образования кристаллов щавелевокислого кальция в клетке?
2. В клетках каких органов или их частей можно наблюдать скопление кристаллов щавелевокислого кальция?
3. Что такое включения?
4. Какие формы могут иметь кристаллы в клетках растений?

### Тема: Запасные вещества растительной клетке

**Материалы.** Кусочки клубня картофеля, набухшие семена подсолнечника; постоянный микропрепарат «Поперечный срез зерновки пшеницы», раствор йода в йодистом калии, судан- III .

Вещества живого содержимого растительной клетки – протопласта и продукты его жизнедеятельности очень разнообразны. Условно их объединяют в две группы:

1) *конституционные*, входящие в состав живой материи, и участвующие в обмене веществ (белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы и др.);

2) *оргастические включения* (греч. *эргон* – работа) – представляющие собой компоненты протопласта, играющие вспомогательную роль в его жизни и являющиеся либо источниками материи и энергии при росте и работе живой клетки, либо отбросными продуктами ее метаболизма. Одни из них – запасные вещества, т.е. временно исключенные из процесса обмена веществ (белки, липиды, углеводы: крахмал, инулин сахар и др.). Другие вещества – конечные продукты, например, соли кальция.

### **Ход работы**

**Задание 1.** Приготовить и рассмотреть временный микропрепарат крахмальных зерен клубня картофеля. Произвести реакцию на крахмал раствором йода в йодистом калии. Сделать рисунок.

Последовательность работы. Отрезать маленький кусочек клубня картофеля и сделать им мазок на предметном стекле в капле воды. При этом из разрушенных клеток в воду переходят крахмальные зерна, в результате чего она мутнеет. Каплю накрыть покровным стеклом и рассмотреть при малом и большом увеличении. При большом увеличении хорошо видны овальные и яйцевидные зерна крахмала с эксцентрической слоистостью (рис. 9). При рассмотрении слоистости следует прикрыть диафрагму конденсора и слегка вращать микрометрический винт. Найти и зарисовать простые, сложные и полусложные крахмальные зерна.

Реактивом на крахмал служит слабый раствор йода в йодистом калии. Заменить воду реактивом и наблюдать постепенное окрашивание крахмальных зерен от слабо-синего цвета до темно-синего и черного.



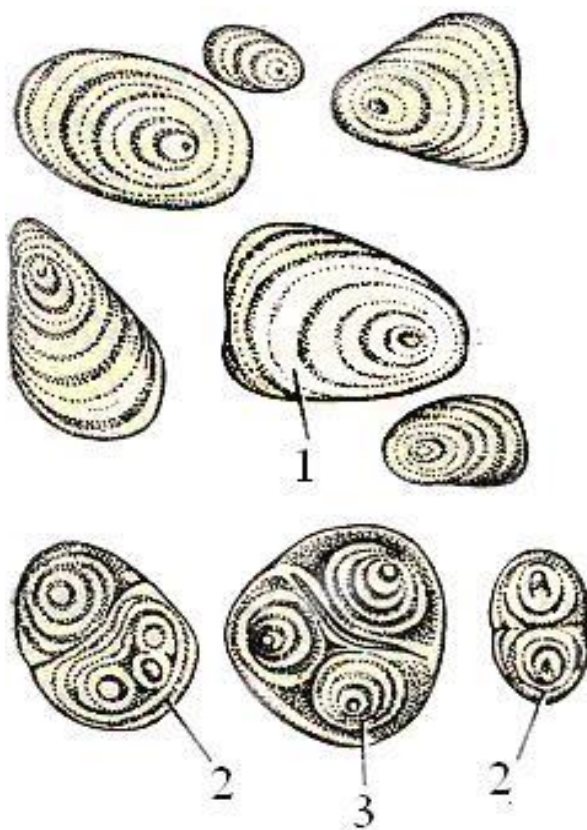


Рисунок 9– Крахмальные зерна в клубне картофеля:  
1 – простое крахмальное зерно, 2 – сложное, 3 – полусложное.

**Задание 2.** Рассмотреть алейроновый слой, алейроновые и крахмальные зерна на постоянном микропрепарате поперечного среза зерновки пшеницы. Зарисовать фрагмент среза и сделать обозначения (рис. 10).

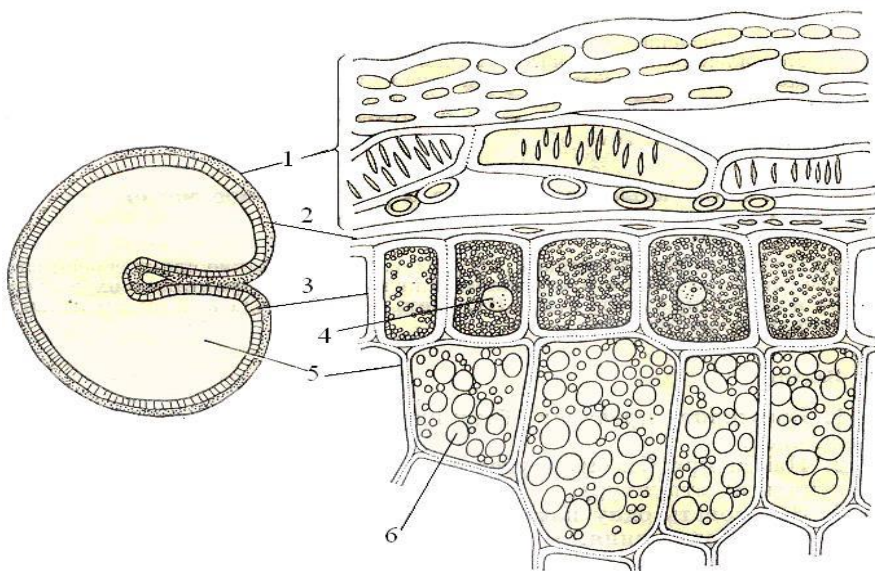


Рисунок 10– Запасные вещества в зерновке пшеницы на поперечном срезе:  
1 – околоплодник, 2 – кожура семени, 3 – алейроновый слой, 4 – ядро, 5 – клетки эндосперма с крахмальными зёрнами, 6 – крахмальные зёрна.

Последовательность работы. При малом увеличении найти тонкий участок среза, на котором видна золотистая полоска из клеток алейронового слоя, расположенного сразу же под кожурой семени и покровами зерновки. В результате реакции с йодом белок приобретает желтую окраску. При большом увеличении рассмотреть плотно сомкнутые клетки алейронового слоя, имеющие кубическую форму, заполненные мелкими алейроновыми зернами. Иногда в центре клетки заметно ядро. В глубже лежащих клетках эндосперма зерновки видны крахмальные зерна. Зарисовать несколько клеток алейронового слоя, кожуру семени, сросшуюся с околоплодником, и клетки эндосперма с крахмальными зернами и сделать обозначения.

**Задание 3.** Приготовить временный препарат из семени подсолнечника однолетнего, окрасив его реактивом судан-III. Рассмотреть и зарисовать липидные капли.

Последовательность работы. Нанести в центр предметного стекла на кончике иглы кусочек семени, окрасить его реактивом судан-III и накрыть покровным стеклом. Препаровальной иглой слегка надавить на фрагмент семени. На краях препарата появятся крупные желтые капли масла. Зарисовать клетку и обозначить липидные капли.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое конституционные и эргастические вещества?
2. При помощи, каких реактивов и красителей можно обнаружить в клетках запасные вещества: крахмал, белки, жирное масло?
3. В чем отличие первичного и вторичного крахмала?
4. В чем разница между простым, полусложным и сложным крахмальными зернами?
5. В каких органеллах происходит синтез и накопление органических веществ?
6. В каких органах накапливается запасной белок?

### **Тема: Пластиды и их типы**

**Материалы.** Листья традесканции виргинской, зрелые плоды рябины обыкновенной, шиповника собачьего, ландыша майского, боярышника кроваво-красного.

*Пластиды* –это органеллы протопласта, характерные только для растительных клеток. Они выполняют различные функции, связанные, главным образом, с синтезом органических веществ. В зависимости от окраски, обусловленной наличием пигментов, различают три основных типа пластид: *хлоропласты*, *хромoplastы* и *лейкопласты*.

### **Ход работы**

**Задание 1.** Приготовить временный микропрепарат эпидермы с нижней стороны листа традесканции виргинской в капле воды. Рассмотреть хлоропласты в замыкающих клетках устьиц. Обратить внимание на их форму, размеры и количество (рис.6).

Последовательность работы. Найти тонкий участок на срезе. Хлоропласты содержатся только в замыкающих клетках устьиц. Устьица очень хорошо выделяются на фоне прозрачных клеток эпидермы. Замыкающие клетки имеют бобовидную форму, они обращены друг к другу своими вогнутыми сторонами и соединены лишь концами. Между ними остается межклетник – устьичная щель. При большом увеличении микроскопа рассмотреть хлоропласты в замыкающих клетках, имеющие форму мелких овальных зеленых телец. Обратить внимание на их количество в клетке.

**Задание 2.** Рассмотреть лейкопласты, используя временный микропрепарат из задания 1. Сделать рисунок.

Последовательность работы. Найти клетку эпидермы, не содержащую хлоропластов. Обратить внимание на крупное ядро, расположенное в центре клетки, вокруг которого цитоплазмой образован ядерный кармашек, соединенный с ее постенным слоем тонкими тяжами. Рассмотреть лейкопласты (мелкие шаровидные тельца, сильно преломляющие свет), расположенные в ядерном кармашке и в тяжах цитоплазмы. Зарисовать при большом увеличении несколько клеток эпидермы с ядром, цитоплазматическими тяжами и лейкопластами, а также замыкающие клетки устьица с хлоропластами (рис. 6).

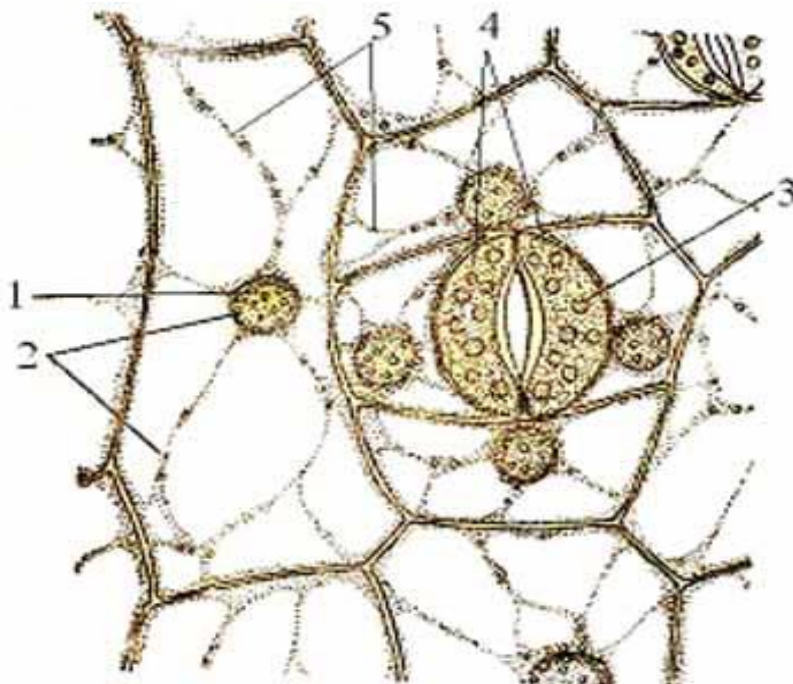


Рисунок 6– Хлоропласты и лейкопласты в клетках эпидермы листа традесканции виргинской: 1 – ядро, 2 – лейкопласты, 3 – хлоропласты, 4 – замыкающие клетки устьиц, 5 – цитоплазматические тяжи.

**Задание 3.** Приготовить и рассмотреть микропрепараты из мякоти зрелых плодов рябины обыкновенной, шиповника собачьего, ландыша

майского, боярышника кроваво-красного в каплях воды. Зарисовать хромопласты в клетках (рис. 7).

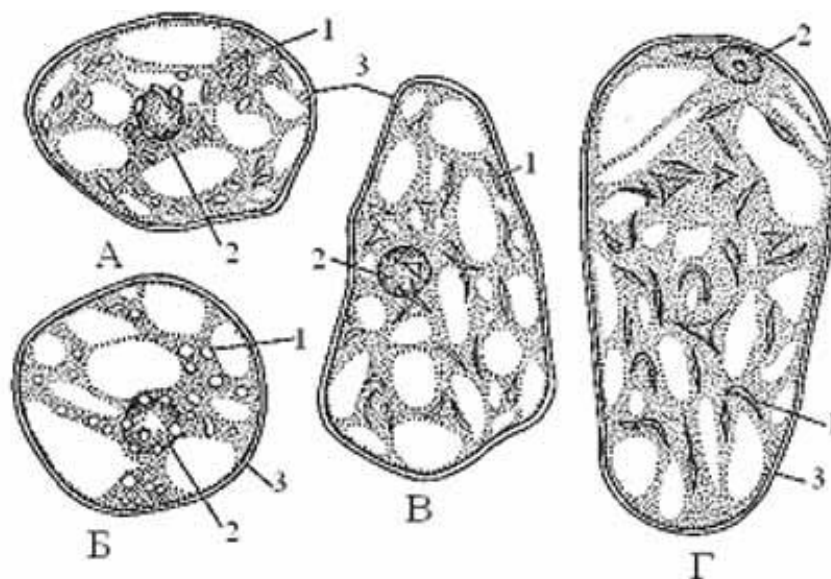


Рисунок 7 – Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов:  
 А – шиповник; Б – ландыш; В – рябина; Г – боярышник.  
 1 – хромопласты, 2 – ядро, 3 – оболочка клетки.

Последовательность работы. Для приготовления препарата извлечь небольшой кусочек мякоти из зрелого плода, поместить его в центр предметного стекла в каплю воды, осторожно разрыхлить и накрыть покровным стеклом. При малом увеличении найти участок со свободно лежащими клетками и при большом увеличении исследовать их. Клетки имеют округлую форму. Стенки их очень тонкие. Внутри клеток хорошо видны скопления хромопластов. В плодах рябины хромопласты имеют вытянутую, заостренную, слегка изогнутую форму, в клетках плодов шиповника – овальную, в клетках плода ландыша более или менее шаровидную, в клетках плодов боярышника – треугольную, ромбическую. Зарисовать по одной клетке изучаемых объектов, обозначив оболочку клетки, ядро и хромопласты (рис.7).

### Контрольные вопросы

1. Назвать основные типы пластид. Какое они имеют строение?
2. Какие пластиды имеются в клетках зеленых растений?
3. В клетках, каких органов растений чаще всего можно встретить хромопласты?
4. Какие пигменты имеются в хромопластах?
5. Какие функции выполняют лейкопласты?
6. Какие взаимные превращения возможны между пластидами?

## **Тема: Движение цитоплазмы**

**Материалы.** Листья элодеи и тыквы.

Одним из важнейших свойств цитоплазмы живой клетки является ее способность к движению. *Движение цитоплазмы* играет важную роль в осуществлении обмена и распределении веществ внутри клетки, а также характеризует уровень жизнедеятельности клеточных структур. О движении цитоплазмы можно судить по перемещению органелл в крупных клетках с большими вакуолями.

Выделяют несколько типов движения цитоплазмы: *круговое (вращательное)* и *струйчатое*.

### **Ход работы**

**Задание 1.** Пронаблюдать *круговое движение* цитоплазмы по перемещению хлоропластов в листе элодеи или валлиснерии. Сделать рисунок.

Последовательность работы. Лист элодеи состоит только из двух слоев клеток, и каждый слой легко просматривается под микроскопом. Оторвать лист элодеи, вблизи от верхушки побега и положить его в каплю воды, взятой из сосуда с элодеей. Объект накрыть покровным стеклом и рассмотреть сначала при малом, а затем при большом увеличении. Обрывание листа вызывает в его клетках движение цитоплазмы, которое легко наблюдать по перемещению хлоропластов в одном направлении вдоль клеточной стенки (круговое движение). Наиболее интенсивное движение можно увидеть в длинных узких клетках средней жилки листа. Зарисовать 1-2 клетки элодеи, показав клеточную оболочку, постенный слой цитоплазмы и пластиды в разном положении. Направление движения цитоплазмы показать стрелками (рис. 8, А).

Такое же движение цитоплазмы, как и в клетках элодеи, можно наблюдать в клетках листа водного растения валлиснерии. Для этого от листовой пластинки острой бритвой отрезать небольшой кусочек, стараясь как можно меньше травмировать лист, поместить его в каплю воды и рассмотреть под микроскопом. Делать срезы с листа не рекомендуется, так как клетки при этом сильно травмируются, и движение в них останавливается.

**Задание 2.** Пронаблюдать *струйчатое* движение цитоплазмы по перемещению зернистых включений в клетках волоска эпидермы стебля тыквы (рис. 8, Б). Сделать рисунок.

Последовательность работы. Приготовить временный микропрепарат волоска с эпидермы стебля тыквы (рис. 8,Б1). При малом увеличении найти базальную клетку волоска и затем перевести на большое увеличение. Обратить внимание на постенное расположение цитоплазмы, от которой отходят ее тонкие тяжи, пересекающие вакуоль, соединяясь в центре клетки в ядерный кармашек. В тяжах видно струйчатое движение цитоплазмы,

которое заметно вследствие перемещения зернистых включений. При большом увеличении зарисовать одну клетку волоска, отметить оболочку, ядро, положение цитоплазмы и ее струйчатое движение (показать стрелками).

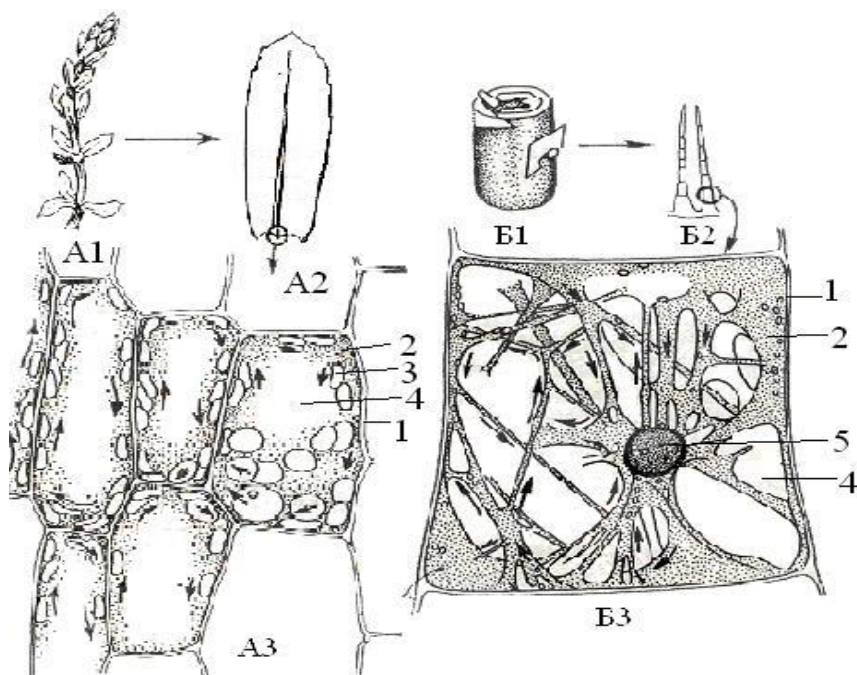


Рисунок 8– Типы движения цитоплазмы:

А – круговое движение в листе элодеи (А1 – побег, А2 – лист, А3 - клетки листа);  
 Б – струйчатое движение в волоске тыквы (Б1 – стебель тыквы, Б2 – волоски,  
 Б3 – клетка волоска). Движение цитоплазмы указано стрелками.  
 1 – оболочка клетки, 2 – цитоплазма, 3 – хлоропласты, 4 – вакуоль, 5 – ядро.

### Контрольные вопросы

1. С чем связано движение цитоплазмы? Может ли оно происходить в мертвых клетках?
2. Назвать типы движения цитоплазмы.
3. В чем отличие вращательного движения цитоплазмы от струйчатого?
4. Какая особенность в структуре клетки определяет наличие того или другого типа движения цитоплазмы?

## РАЗДЕЛ II. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

**Тканями** называют комплексы клеток, обладающих сходным строением, имеющих единое происхождение и выполняющих одинаковые функции.

Растительные ткани возникли в процессе эволюции с переходом растений к наземному образу жизни и наибольшей специализации достигли у цветковых. Формирование тканей происходило параллельно с дифференцировкой тела растения на органы. Растения, не имеющие

расчленения тела на вегетативные органы, как правило, не содержат дифференцированных тканей.

Классификация растительных тканей основана на единстве выполняемых функций, происхождении, сходстве строения и расположении клеток в органах растения. По этим критериям ткани делят на несколько групп: **меристематические или образовательные, покровные, основные, механические, проводящие, выделительные.**

### Тема: Образовательные ткани (меристемы)

**Материалы.** Постоянные микропрепараты: «Точка роста», «Кончик корня лука».

*Образовательная ткань* или *меристема* – это недифференцированная растительная ткань, клетки которой способны многократно делиться. Возникшие из меристем клетки дифференцируются и дают начало всем тканям и органам растений.

Клетки меристемы имеют малодифференцированный протопласт и слабо оформленные мелкие вакуоли. Пластиды обычно находятся в стадии пропластид. Отложения запасных веществ в активно делящихся клетках не происходит. Клетки меристематической ткани располагаются близко и не имеют межклетников. Однако разные меристемы сильно отличаются по форме и размерам составляющих их клеток.

#### Ход работы

**Задание 1.** Изучить внешнее строение верхушечной почки элодеи канадской на постоянном микропрепарате «Точка роста». Найти: *конус нарастания, первичные бугорки* (зачатки листьев), *зачаточные листья, вторичные бугорки* (зачатки боковых побегов). Сделать рисунок (рис. 12).

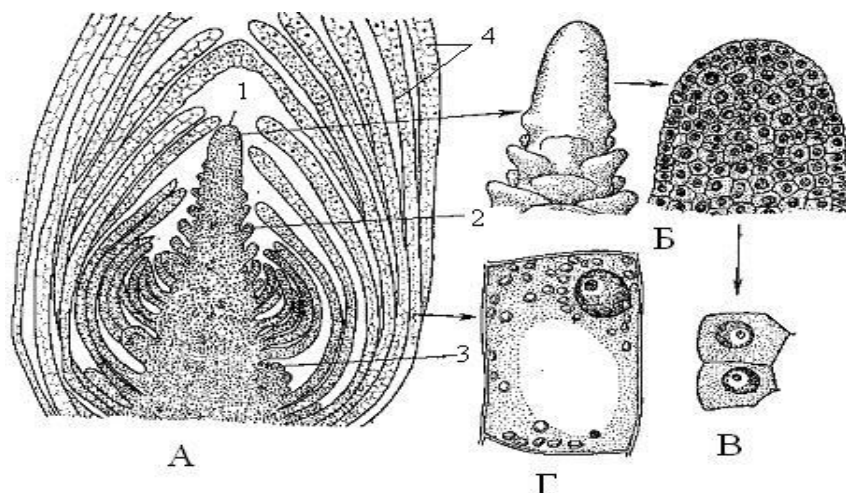


Рисунок 12– Апикальная меристема в верхушечной почке побега элодеи:  
А – продольный разрез; Б – конус нарастания (внешний вид и разрез); В – клетка первичной меристемы; Г – клетка из сформировавшегося листа.  
1 – конус нарастания, 2 – первичный бугорок, 3 – вторичный бугорок (бугорок пазушной почки), 4 – зачатки листьев.

Последовательность работы. При малом увеличении в центральной части разреза почки найти удлинённый *конус нарастания* с верхушкой округлой формы. Над конусом нарастания виден как бы свод, образованный *зачаточными листьями*, идущими от основания почки. Передвигая постепенно препарат, проследить возникновение и рост этих листьев. На некотором расстоянии от конуса нарастания на поверхности стебля появляются бугорки. Это самые молодые *зачатки листьев*. Ниже по стеблю бугорки более крупные и более вытянутые – все более приобретающие форму листьев. Над основанием (в пазухе) некоторых листьев имеется еще по одному бугорку (вторичные бугорки), из которых в дальнейшем образуются *пазушные почки*, они дают начало боковым ветвям.

Затем изучить строение конуса нарастания при большом увеличении. Рассмотреть паренхимные клетки конуса. В центре клетки находится крупное, темно окрашенное ядро. Границы клеток различаются с трудом, так как стенки тонкие и прозрачные, а густая цитоплазма окрашена довольно интенсивно. Затем переместить препарат и рассмотреть клетки расположенные ниже. Отметить, что по мере удаления от конуса нарастания содержимое клеток становится светлее, в цитоплазме появляются вакуоли, а размеры клеток явно увеличиваются. Стенки клеток теперь видны четко. Размер ядер почти не изменяется, поэтому ядро занимает относительно меньшую часть разросшейся клетки. Такое превращение меристемы в специализированную ткань особенно хорошо выражено в более крупных листьях, прикрывающих конус нарастания. Зарисовать анатомическое строение почки элодеи канадской, обозначив конус нарастания, первичные и вторичные бугорки, зачаточные листья.

**Задание 2.** Рассмотреть апикальную меристему корня на постоянном микропрепарате «Кончик корня лука» (рис. 13). Сделать рисунок.

Последовательность работы. Сначала при малом увеличении рассмотреть кончик корня в плане. Изучение препарата начать с корневого чехлика, который прикрывает нежные клетки меристемы. Чехлик состоит из живых тонкостенных клеток, которые постоянно обновляются. Поэтому, на препарате можно увидеть сброшенные чехликом клетки.

Затем подробно изучить меристему корня, которая расположена под корневым чехликом в зоне деления и составляет всего около 1 мм. Зарисовать апикальную меристему в кончике корня и сделать обозначения.



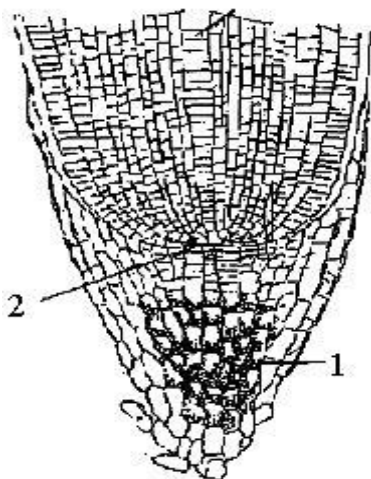


Рисунок 13– Апикальная меристема в кончике корня:  
1 – чехлик, 2 – апикальная меристема

### Контрольные вопросы

1. Каковы признаки меристематической ткани?
2. В чем отличие первичной меристемы от вторичной?
3. Какая меристема обуславливает нарастание органа в длину, а какая в толщину?
4. Что такое конус нарастания побега?
5. Какие особенности строения имеют клетки меристемы?
6. Почему происходит зарастание ран на органах растений?

### Тема: Основные ткани

**Материалы.** Листья редьки, клубень картофеля, черешок листа кувшинки, стебель ситника; постоянный препарат «Поперечный срез стебля рдеста».

Поперечный срез стебля рдеста

Под названием *основных* объединяют ткани, составляющие основную массу различных органов растения. Их также называют *основной паренхимой* или просто *паренхимой*. Основная ткань состоит из живых паренхимных, более или менее округлых клеток с тонкими целлюлозными стенками. Между клетками имеются межклетники. В клетках обычно заметны вакуоли. Основная паренхима может выполнять какую-либо основную функцию, например, в листе она является *ассимилирующей*, в органах водных растений пронизана воздухоносными ходами и носит название *аэренхимы*. Особенно часто основная ткань служит для отложения *запасных* продуктов.

### Ход работы

**Задание 1.** Приготовить временный препарат поперечного среза листа редьки. Изучить особенности строения ассимиляционной ткани (рис. 31).

Последовательность работы. При малом увеличении микроскопа рассмотреть хлоренхиму, находящуюся непосредственно под эпидермой. В соответствии с тем, что работа ассимиляции происходит за счет солнечной энергии, она располагается в местах органов, наиболее доступных действию света. Через устьица подается с воздухом, необходимый для работы фотосинтеза, углекислый газ. Близ хлоренхимы, с другой стороны, разветвляются проводящие пучки, подающие в их ксилемной части воду, требующуюся для фотосинтеза, и отводящие в их флоэмной части продукты фотосинтеза, главным образом, в виде глюкозы.

Хлоренхима в листе редьки дифференцирована на палисадную (столбчатую) и губчатую ткани. Палисадная ткань состоит из удлиненных клеток цилиндрической формы, расположенных так, что продольные оси их приблизительно параллельны друг другу и перпендикулярны поверхности органа; межклетники расположены, главным образом, между продольно вытянутыми частями оболочек соседних клеток. Губчатая ткань построена из клеток более или менее округлых. Межклетники образуют сложную сетчатую систему.

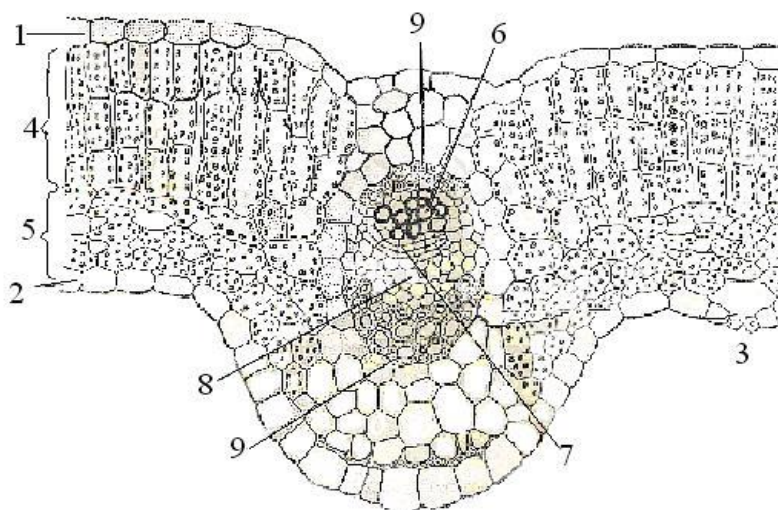


Рисунок 31– Ассимиляционная ткань на поперечном срезе листа редьки:  
1 – верхняя эпидерма, 2 – нижняя эпидерма, 3 – устьице, 4 – палисадная паренхима,  
5 – губчатая паренхима, 6 – ксилема, 7 – камбий, 8 – флоэма, 9 – склеренхима.

**Задание 2.** Приготовить препарат среза клубня картофеля в капле воды, а затем йода в йодистом калии и ознакомиться с общими чертами запасующей паренхимы.

Последовательность работы. При малом увеличении рассмотреть крупные тонкостенные клетки округлой формы с межклетниками (рис. 32). Клетки заполнены крахмальными зёрнами различного размера. Ввести под покрывное стекло каплю раствора йода в йодистом калии. Пронаблюдать изменение цвета крахмальных зёрен.

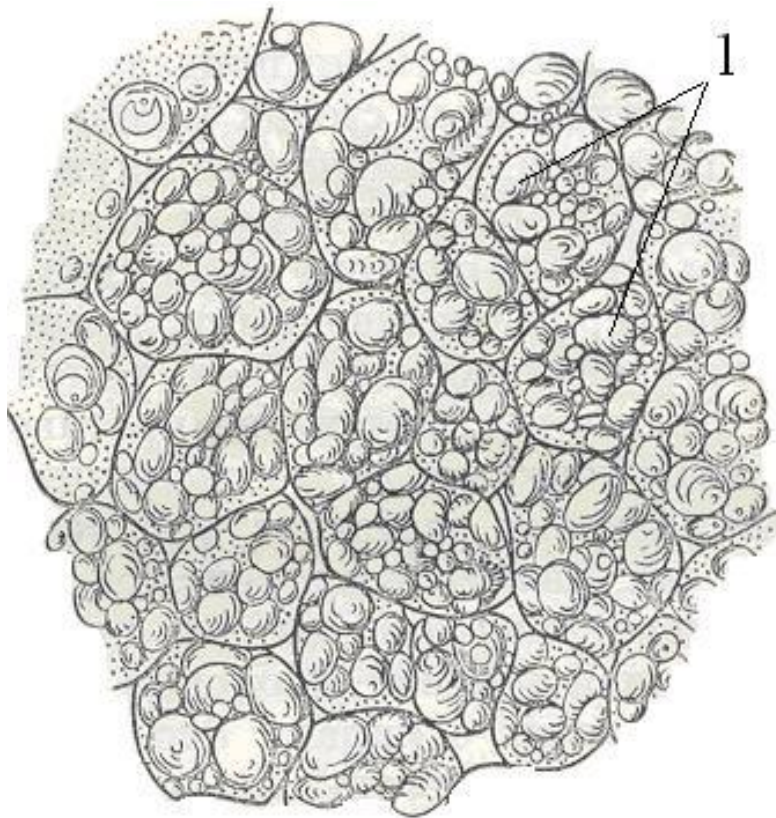


Рисунок 32– Запасяющая паренхима клубня картофеля:  
1 – крахмальные зерна.

**Задание 3.** Рассмотреть аэренхиму на постоянном препарате поперечного среза стебля рдеста или на временном препарате поперечного среза черешка листа кувшинки или стебля ситника (рис. 33).

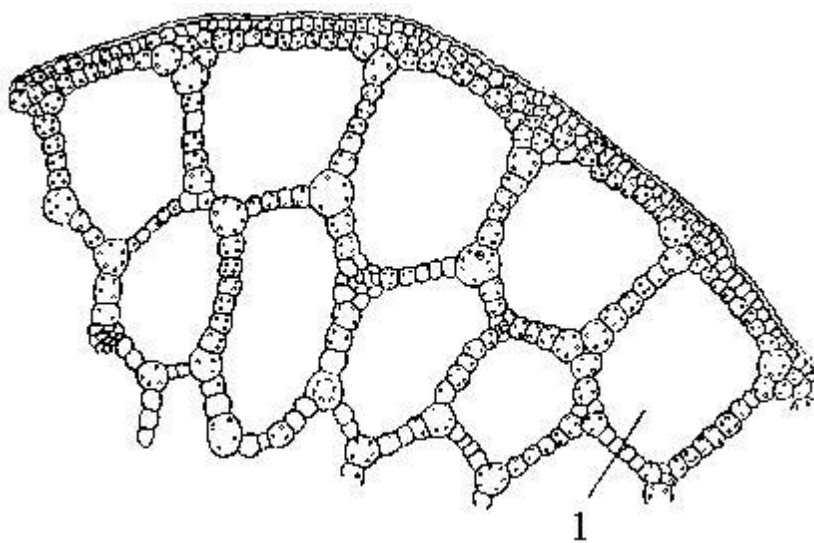


Рисунок 33– Аэренхима стебля рдеста:  
1 – межклетник.

Последовательность работы. При малом увеличении на срезе стебля рдеста сразу под эпидермой видна необычного вида ткань с крупными полостями, отделенными друг от друга одним рядом относительно мелких клеток. Межклетники, тянущиеся вдоль стебля, называют *воздухоносными ходами*. Они служат для накопления воздуха и его циркуляции по всему растению.

### **Контрольные вопросы**

1. Почему основные ткани получили такое название?
2. Каковы функции основных тканей?
3. Из каких клеток состоит основная ткань?
4. На каком принципе построена классификация основных тканей?
5. В каких органах растения встречаются различные типы основной ткани?

### **Тема: Проводящие ткани**

**Материалы.** Стебель тыквы; серно-кислый анилин.

Проводящая система растений состоит из *ксилемы* (древесины), осуществляющей восходящий ток воды и растворенных в ней минеральных веществ от корней к листьям и *флоэмы* – ткани, проводящей пластические вещества (нисходящий ток) от листьев к корням. Это сложные ткани, т. к. включают различные по структуре и функциональному значению анатомические элементы.

Проводящие ткани по происхождению могут быть первичными и вторичными. Первичные образуются в результате деятельности *прокамбия*, а вторичные – *камбия*.

Основными проводящими элементами ксилемы являются *трахеиды* и *членики сосудов (трахеи)*. В зрелом состоянии оба типа элементов представляют собой более или менее вытянутые клетки, лишенные протопластов и имеющие одревесневшие вторичные оболочки.

Наиболее высокоспециализированными клетками флоэмы являются *ситовидные трубки*, представляющие собой вертикальный ряд клеток, соединенных между собой концами посредством ситовидных пластинок. Рядом с ситовидной трубкой обычно расположены сопровождающие клетки (клетки-спутники). Они тесно связаны с члениками ситовидной трубки своим происхождением и функцией, заключающейся в регуляции передвижения веществ по флоэме.

### **Ход работы**

**Задание 1.** Приготовить временный микропрепарат продольного среза проводящего пучка стебля тыквы в серно-кислом анилине. Рассмотреть сосуды с разными типами утолщений вторичной оболочки (рис. 17). Сделать рисунок.

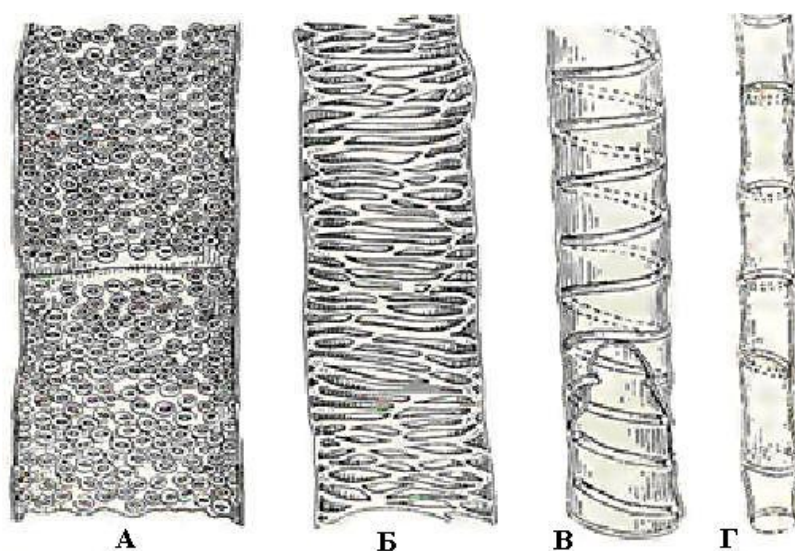


Рисунок 17– Сосуды стебля тыквы:  
 А – пористый; Б – сетчатый; В – спиральный; Г – кольчатый.

Последовательность работы. При изготовлении среза обратить внимание на то, чтобы разрез прошел через середину одного из крупных проводящих пучков. Рассмотреть сосуды очень большого диаметра, расположенные ближе к центру стебля. Они обычно не помещаются целиком в толще среза, и на срезе видна длинная пустая полость сосуда, ограниченная с двух сторон узкими полосками стенки.

Микропрепарат рассмотреть при большом увеличении. Найти очень крупные сосуды, расположенные к центру и рассмотреть их поверхность. Обратит внимание на то, что она покрыта сетью утолщений (*сетчатопористые*). Затем передвинуть микропрепарат на соседние сосуды, имеющие меньшие диаметры и найти на их поверхности *пористые, спиральные и кольчатые* утолщения. Кольчатые сосуды образуются раньше других, они очень тонкие и сильно растянуты в длину, вследствие роста стебля после их возникновения. После кольчатого сосуда и участка мелкоклеточной паренхимы видны ситовидные трубки с сопровождающими клетками. Зарисовать отдельные клетки сосудов с разными типами утолщения клеточной оболочки.

**Задание 2.** Используя микропрепарат из задания 1 изучить строение ситовидной трубки на продольном срезе стебля тыквы. Сделать рисунок (рис. 18).

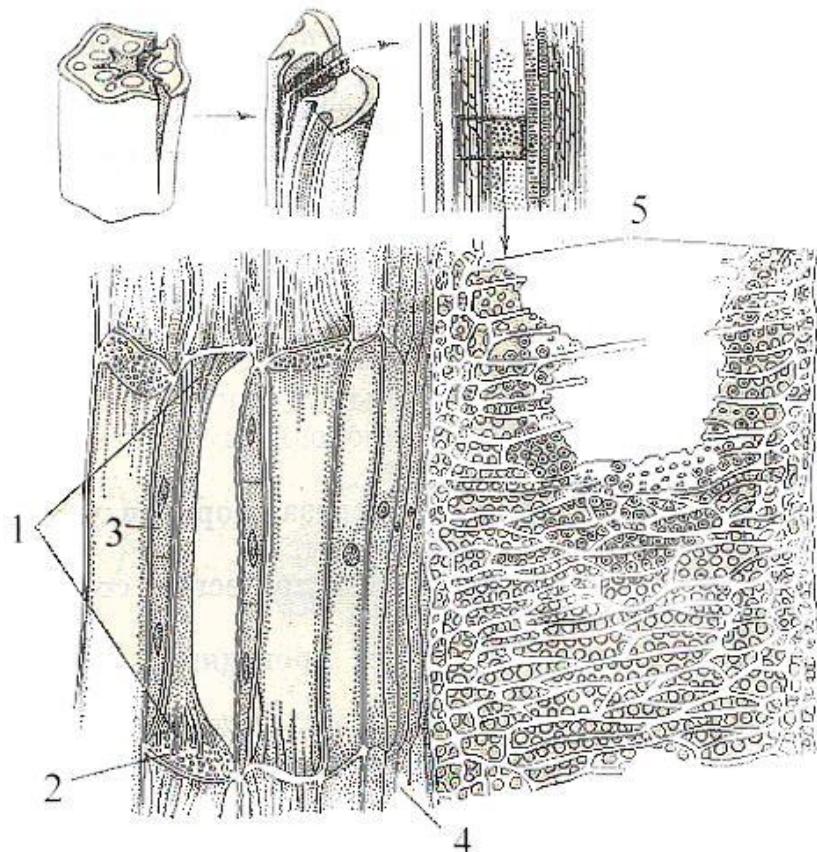


Рисунок 18– Часть проводящего пучка стебля тыквы в продольном разрезе:  
 1 – ситовидная трубка, 2 – ситовидная пластинка, 3 – сопровождающая клетка,  
 4 – камбий, 5 – сетчато-пористый сосуд.

Последовательность работы. При большом увеличении микроскопа найти *ситовидные трубки*, расположенные ближе к периферии стебля, внутрь от слоя древесинных волокон. Их можно узнать по *ситовидным пластинкам*. Затем рассмотреть *клетки-спутники*, находящиеся между ситовидными трубками. Обратит внимание на число клеток, соответствующих каждому членику ситовидной трубки. Зарисовать ситовидную трубку с клетками-спутниками.

### **Контрольные вопросы**

1. По каким проводящим тканям осуществляется передвижение органических веществ, а по каким - минеральных?
2. Что такое сопровождающая клетка? Какие ее функции?
3. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
4. В чем отличие сосудов от трахеид?

### **Тема: Механические ткани**

**Материалы.** Черешки свежего листа свеклы; постоянные микропрепараты: «Поперечный срез стебля льна», «Продольный срез стебля льна».

С развитием растений, в их органах образуются специализированные *механические ткани*, обладающие высокой прочностью. Эти ткани усиливают противодействие всего растения или его органов, прежде всего излому или разрыву.

К механическим тканям относятся *колленхима* и *склеренхима*.

*Колленхима* состоит из живых толстостенных клеток. Они содержат протопласт со всеми органеллами, способными к возобновлению меристематической активности. Наиболее характерную особенность этой ткани составляет структура первичных клеточных оболочек. Стенки неравномерно утолщены. Тонкие места оболочки сохраняют способность к растяжению, а толстые повышают механическую прочность. Колленхима служит для укрепления растущих органов. Она находится в тех частях органов, где расположены сочные, а также растущие ткани: стеблях, черешках, средних жилках листьев, реже цветоножках и плодоножках.

*Склеренхима* состоит из клеток с равномерно утолщенными и одревесневшими вторичными оболочками, а содержимое клеток отмирает после окончательного формирования оболочек. Обычно склеренхима размещается в органах глубже колленхимы среди паренхимных или проводящих тканей. По форме клеток различают два основных типа склеренхимы - *волокна* и *склереиды*.

### **Ход работы**

**Задание 1.** Приготовить временный микропрепарат поперечного среза черешка свежего листа свеклы в капле воды. Рассмотреть под микроскопом уголковую колленхиму. Обратит внимание на форму клеток, толщину их оболочек, наличие хлоропластов. Сделать рисунок (рис. 25).

Последовательность работы. При малом увеличении видно, что выступающие ребра черешка заполнены блестящей мелкоклеточной тканью, похожей на сетку из чередующихся белых и темных пятен. При большом увеличении легко различить белые блестящие утолщения стенок, связанные между собой тонкими, часто ели заметными участками. Утолщения не только заполняют углы клетки, но вдаются в ее полость округлыми выступами, так что полость клетки принимает форму неправильного ромба или пяти-, шестиугольника с вогнутыми сторонами. На препарате она темного цвета. Пользуясь микрометренным винтом, рассмотреть срединную пластинку внутри утолщений и таким образом восстановить первоначальную форму клеток с четырьмя-шестью углами. Если для среза был взят живой материал, то в клетках колленхимы видно живое содержимое с хлоропластами. Зарисовать несколько клеток колленхимы, обозначить утолщенную стенку клетки и полость клетки.

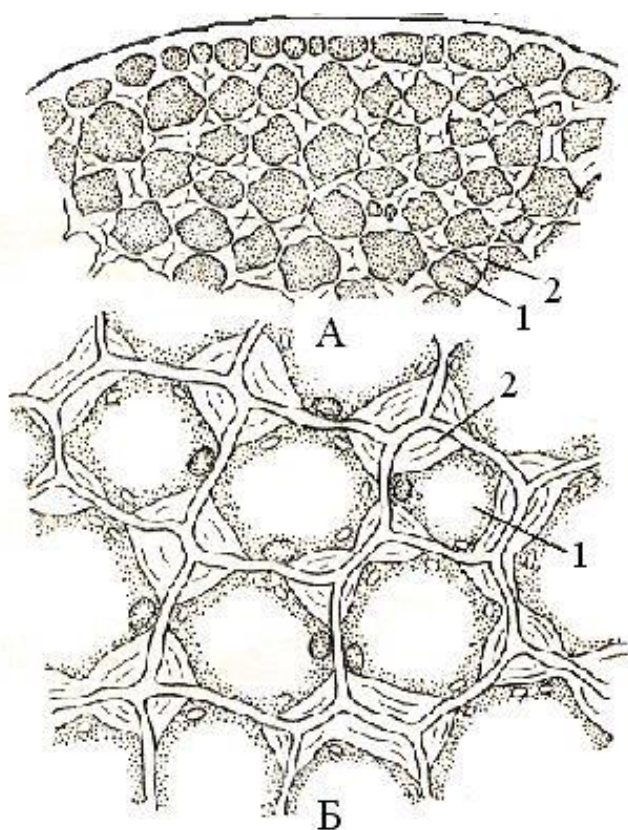


Рисунок 25– Колленхима черешка листа свеклы обыкновенной:  
 А – при малом увеличении; Б – при большом увеличении.  
 1 – полость клетки, 2 – утолщенная клеточная оболочка.

**Задание 2.** Изучить состав клеточных оболочек колленхимы в черешке свеклы (препарат из задания 1). Пронаблюдать действие 96% спирта и реактива хлор-цинк-йода на оболочку.

Последовательность работы. Используя микропрепарат из предыдущего задания с правой стороны от покровного стекла, добавить каплю 96% спирта, а с левой – отсосать его излишки фильтровальной бумагой. Через несколько минут рассмотреть под микроскопом. Убедиться в том, что прежде блестящие утолщения оболочки колленхимы заметно сжались. Далее подействовать на срез хлор-цинк-йодом (стенки клеток колленхимы примут фиолетовую окраску). Объяснить сжатие утолщенных мест оболочек при действии спирта, и каким веществом обусловлено окрашивание оболочки хлор-цинк-йодом в фиолетовый цвет.

**Задание 3.** Рассмотреть лубяные волокна на постоянных микропрепаратах поперечного и продольного срезов стебля льна (рис. 26). Сделать рисунок.



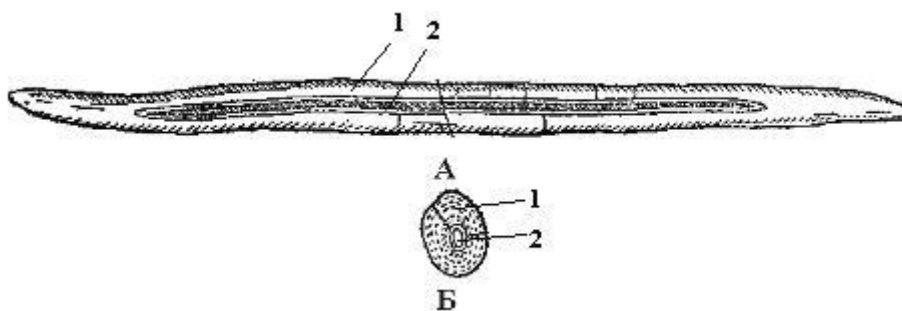


Рисунок 26– Лубяные волокна стебля льна:  
 А – продольный срез; Б – поперечный срез.  
 1 – оболочка, 2 – полость клетки.

Последовательность работы. Под эндодермой в стебле льна расположены плотные группы толстостенных, сравнительно крупных клеток, округлых или многогранных, причем в более толстых местах среза стенки их остались белыми и блестящими, а в тонких местах пропитались хлор-цинк-йодом и приняли фиолетовую окраску. Это лубяные волокна перициклического происхождения. Пользуясь микрометренным винтом, можно увидеть слоистость стенок. Внутри от лубяных волокон расположен тонкий слой флоэмы. Зарисовать отдельные клетки лубяных волокон в продольном и поперечном сечении.

### Контрольные вопросы

1. Каковы характерные признаки механической ткани?
2. В чем отличие структуры клеток колленхимы от клеток склеренхимы?
3. Почему колленхима свойственна молодым органам растения?
4. Что такое склеренхима? На какие типы она делится?
5. Какое значение имеет высокая оводненность оболочек клеток колленхимы?

### Тема: Покровные ткани

**Материалы.** Листья пеларгонии, постоянные микропрепараты: «Поперечный срез ветки бузины», «Корка дуба».

Под *покровной тканью* понимают комплекс клеток, расположенных снаружи органа растения. Ее функция заключается в предохранении растений от высыхания, действия низких и высоких температур, механических повреждений и других неблагоприятных факторов внешней среды, а также в осуществлении всасывания и выделения воды и других веществ.

При изменениях возраста органов и их функций, покровные ткани закономерно сменяют одна другую. По происхождению различают *первичные* (эпидерма, ризодерма, веламен), *вторичные* (перидерма) и *третичные* (корка) покровные ткани.

## Ход работы

**Задание 1.** Изучить строение эпидермы листа пеларгонии (рис. 14). Для этого приготовить временный микропрепарат с нижней стороны листа. Сделать рисунок.

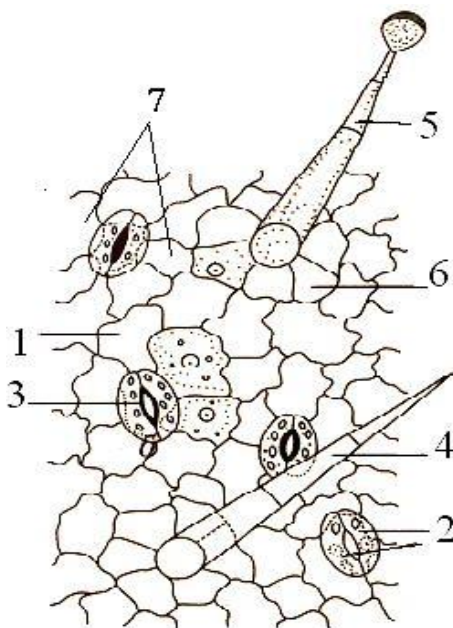


Рисунок 14— Эпидерма нижней стороны листа пеларгонии:

1 – основные клетки эпидермы, 2 – замыкающие клетки устьица, 3 – устьичная щель, 4 – крючий волосок, 5 – железистый волосок (трихома), 6 – околотовосковые клетки, 7 – побочные клетки.

Последовательность работы. Изучить препарат эпидермы листа пеларгонии при малом увеличении, а затем при большом. Найти разные клетки эпидермы: *основные клетки*, или собственно эпидермальные; *замыкающие клетки устьиц*; *клетки простых крючких и железистых волосков*; *околотовосковые клетки*. Изучить строение устьица. Обратит внимание на неравномерность утолщения оболочки у замыкающей клетки: она более толстая на стороне, обращенной к межклетнику. Используя микровинт, при большом увеличении убедиться, что устьице погружено вовнутрь листа, а окружающие клетки нависают над ним. При рассмотрении внутреннего содержимого клеток обратит внимание на пластиды, находящиеся в основных клетках эпидермы (лейкопласты), а также в замыкающих клетках устьиц (хлоропласты).

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

кроющих волосков верхушка заостренная, а у железистых имеется головка. Зарисовать фрагмент эпидермы при малом увеличении, сделать обозначения.

**Задание 2.** Рассмотреть перидерму и чечевичку на постоянном микропрепарате «Поперечный срез ветки бузины». Найти *феллему*, *феллоген*, *феллодерму*. Обратить внимание на особенности строения клеток этих тканей. Сделать рисунки строения перидермы и чечевички (рис. 15).

Последовательность работы. При малом увеличении на поверхности стебля обычно видны полуразрушенные плоские клетки эпидермы, за ними следуют правильные радиальные ряды пробки. Протопласты клеток отмерли. Только во внутренних более мелких клетках кое-где заметны ядра, еще не успевшие разрушиться. Под пробкой лежит слой плоских тонкостенных клеток с живым содержимым. Это вторичная меристема – *феллоген* (пробковый камбий). Внутри от него находится слой хлорофиллоносной паренхимной ткани – *феллодерма*. Расположение ее клеток совпадает с лежащими над ней клетками феллогена, из которого она дифференцировалась. Только по расположению и можно отличить клетки феллодермы от лежащей глубже основной ткани коры. Три рассмотренных слоя (пробка, пробковый камбий и феллодерма) вместе составляют перидерму. Изучить ее также при большом увеличении. Зарисовать перидерму при большом увеличении, отметив феллему, феллоген, феллодерму, и обратив внимание на расположение клеток.

Передвинуть микропрепарат и найти чечевичку. Рассмотреть ее строение. Чечевичку рассмотреть при малом увеличении. Она имеет двояковыпуклое очертание. Большая часть чечевички заполнена рыхло расположенными, имеющими большие межклетники, более или менее округлившимися клетками, которые чередуются с более плотными слоями клеток. *Выполняющая чечевичку ткань* образуется еще до появления сплошного слоя пробкового камбия в результате деления паренхимных клеток, лежащих под устьичным аппаратом. В наружной части этой ткани имеются трещины. Пробковый камбий под чечевичкой усиленно делится. Это видно из того, что несколько слоев, им отложенных, не успели еще дифференцироваться в постоянную ткань и на вид не отличаются от камбия. Зарисовать строение чечевички, отметив характер расположения феллогена, форму выполняющих клеток и межклетники между ними.

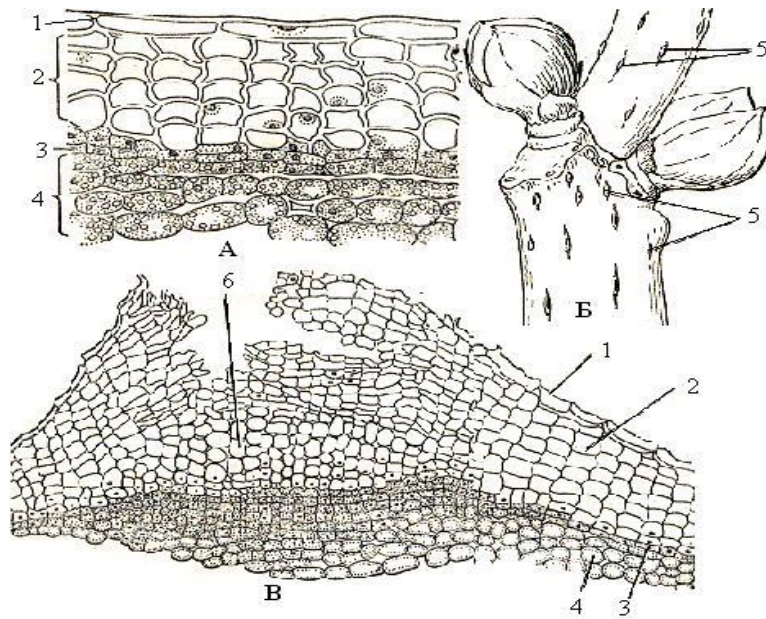


Рис. 15. Перидерма (А), внешний вид чечевичек (Б), чечевичка на поперечном срезе ветки бузины (В):  
 1 – остатки эпидермы, 2 – пробка (феллема), 3 – феллоген (пробковый камбий),  
 4 – феллодерма, 5 – чечевичка, 6 – выполняющая ткань.

**Задание 3.** Рассмотреть корку дуба на постоянном микропрепарате. Изучить особенности ее строения и сделать рисунок (рис. 16).

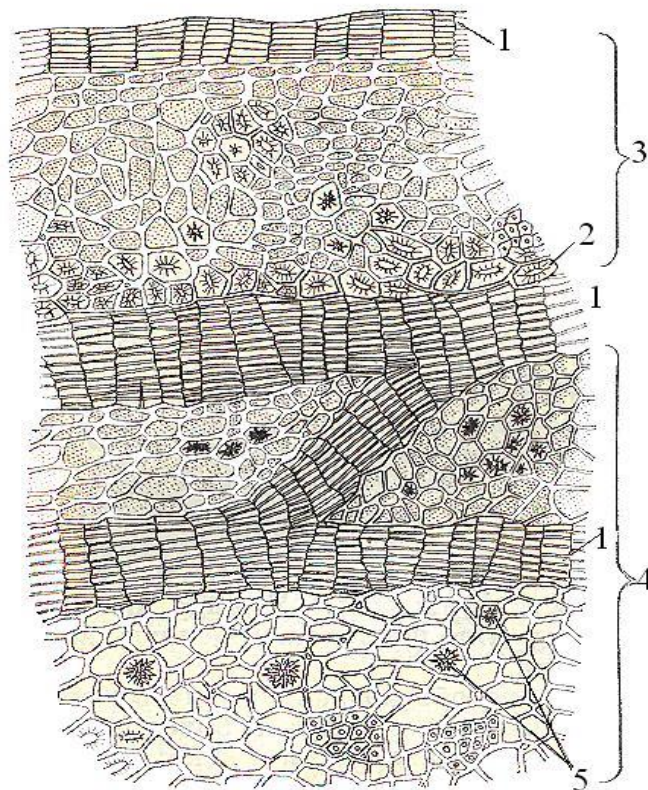


Рисунок 16– Корка на поперечном срезе дуба:  
 1 – перидерма, 2 – волокна, 3 – остатки первичной коры, 4 – вторичная кора,  
 5 – друзы оксалата кальция.

Последовательность работы. Строение корки дуба рассмотреть на препарате поперечного среза при малом увеличении. Слои пробки легко узнать по характерному расположению клеток – правильными радиальными столбиками. Прослойки перидермы во вторичной коре возникают без строгого порядка, в виде системы соединенных между собой вогнутых дуг. Каждая дуга ограничивает определенный участок луба, между которыми впоследствии при утолщении ствола возникают глубокие трещины. Между слоями пробки расположены потемневшие участки отмерших тканей – главным образом, основной паренхимы. В более глубоких слоях корки встречаются участки механической и проводящей тканей. Во многих клетках можно рассмотреть друзы оксалата кальция. Корка, покрывающая старый ствол дерева, представляет собой комплекс тканей. Наружные слои корки постепенно разрушаются и сбрасываются. Зарисовать в виде схемы характер расположения внутренних перидерм во вторичной коре побегов.

### **Контрольные вопросы**

1. По какому принципу покровные ткани делятся на первичные, вторичные и третичные? Назвать их.
2. Назвать строение и функции эпидермы. Какие органы она покрывает?
3. Рассказать о механизме работы устьичного аппарата.
4. Почему у многолетних растений эпидерма заменяется пробкой?
5. Как через пробку происходит газообмен и транспирация?
6. Назвать покровные ткани корня.
7. Какое значение имеет корка?
8. Какие органы растений или их части покрыты перидермой, и какие – коркой?

### **Тема: Выделительные ткани**

**Материалы.** Листья пеларгонии, крапивы двудомной; корень одуванчика; постоянный микропрепарат «Поперечный срез древесины сосны».

*Выделительными* называются ткани, выделяющие вещества, исключенные из метаболизма. Секреторные ткани весьма разнообразны по морфологии и топографии в теле растения. Различают два типа выделительной ткани – *внешней* и *внутренней секреции*. К первому типу относят разнообразные *железистые волоски* и *железки*, *нектарники* и *гидатоды*. Вторым типом выделительных тканей включает в себя *смоляные каналы* (смоляные ходы), *вместилища выделений*, *млечники* (млечные трубки).

### **Ход работы**

**Задание 1.** Приготовить временный препарат эпидермы листа пеларгонии и рассмотреть на нем строение железистых волосков (рис. 27). Сделать рисунок.

Последовательность работы. При большом увеличении на краю среза, среди длинных остроконечных простых волосков, рассмотреть маленькие *головчатые волоски*. *Ножка* их состоит обычно из двух живых клеток, *головка* – из железистой клетки. Выделяемое этой клеткой эфирное масло накапливается под кутикулой, раздувая ее в виде прозрачного пузырька на верхушке волоска. Затем этот пузырек лопается, а жидкость вытекает. После этого начинает собираться новая капелька эфирного масла. Зарисовать железистый волосок.



Рисунок 27– Железистый волосок пеларгонии с экскретом, выделенным под кутикулу

**Задание 2.** Приготовить временный препарат эпидермы листа крапивы двудомной и рассмотреть строение жгучего волоска (рис. 28).

Последовательность работы. У крапивы жгучий волосок представлен единственной клеткой, расширенной у основания и заостренно вытянутой к верхушке, где образуется головка. Большая клетка, наполненная едким соком, находится в состоянии тургора. Вытянутый кончик волоска имеет окремневшие, очень хрупкие стенки, которые при легком прикосновении обламываются и образуют острые края (как у осколка стекла). Волосок впивается в кожу и выдавливает сок. Жгучий волосок крапивы находится в углублении многоклеточной подставки, выступающей над поверхностью листа.

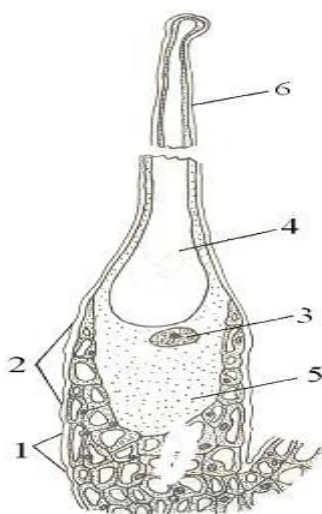


Рисунок 28– Жгучий волосок листа крапивы:  
1 – основание волоска, 2 – жгучая клетка, 3 – ядро, 4 – вакуоль, 5 – цитоплазма,  
6 – обломившийся кончик жгучей клетки.

**Задание 3.** Рассмотреть смоляные ходы на постоянном микропрепарате поперечного среза древесины сосны обыкновенной (рис. 29).

Последовательность работы. При малом увеличении найти среди трахеид (окрашенных в красный цвет флороглюцином и соляной кислотой) резко выделяющиеся округлые группы неокрашенных клеток с межклеточным пространством в центре. При большом увеличении видно, что межклетник, заполненный смолой, окружен живыми клетками эпителия. Клетки эпителия заполнены густой цитоплазмой с ясно заметными ядрами.

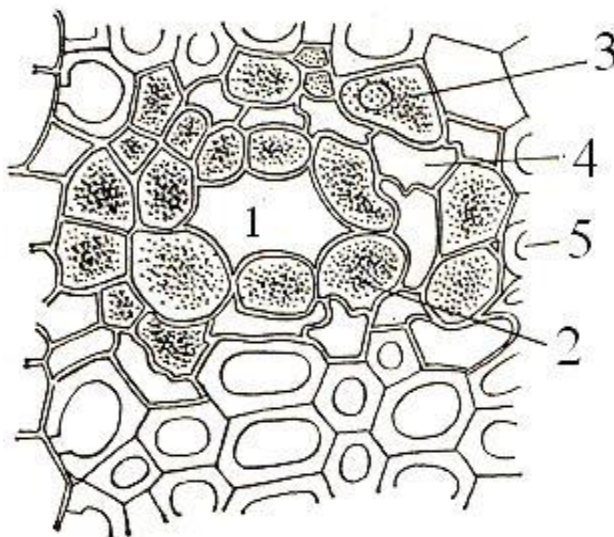


Рисунок 29– Смоляной ход древесины сосны:  
1 – межклетная полость, 2 – эпителий, 3 – живые паренхимные клетки,  
4 – тонкостенные мертвые раздавленные клетки, 5 – трахеиды.

**Задание 4.** Приготовить препарат продольного среза корня одуванчика и рассмотреть членистые млечники (рис. 30).

Последовательность работы. Рассмотреть млечники у одуванчика, образующиеся во вторичной флоэме корня. Они чередуются с рядами лубяной паренхимы. В продольном разрезе млечники имеют вид темных разветвленных каналов, состоящих из члеников, равных по длине клеткам окружающей их паренхимы. Разделяющие их поперечные стенки разрушились, и млечники представляют собой сплошные трубки. При большом увеличении рассмотреть зернистое содержимое млечников (латекс) с глобулами каучука, изредка с блестящими каплями масла.

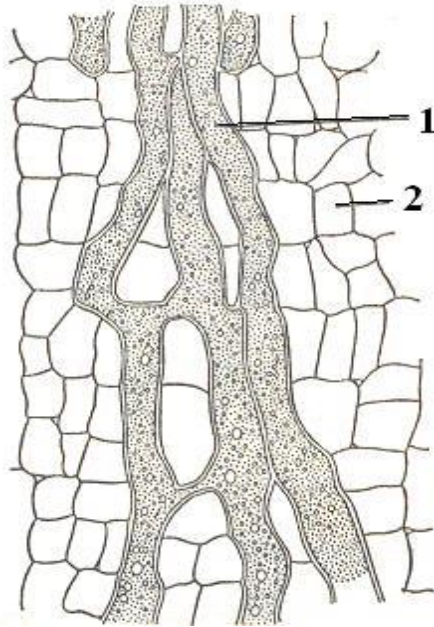


Рисунок 30– Членистые млечники корня одуванчика в продольном разрезе:  
1 – латекс, 2 – паренхима коры.

### Контрольные вопросы

1. Каково значение для растения веществ, накапливаемых в выделительных тканях?
2. Какие из выделительных тканей являются тканями внутренней секреции, а какие - внешней?
3. Каковы функции млечников?

## РАЗДЕЛ III. АНАТОМИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

### Тема: Анатомическое строение корня

**Материалы.** Постоянные микропрепараты: «Кончик корня пшеницы», «Поперечный срез корня ириса», «Поперечный срез корня тыквы», «Поперечный срез корнеплода моркови», «Поперечный срез корнеплода редьки»; «Поперечный срез корнеплода свеклы».

Типичный корень представляет собой подземный орган, присущий всем высшим растениям (кроме мхов). Корень служит для закрепления растения в почве, поглощения из почвы воды с растворенными в ней солями, в корне часто откладываются запасные продукты, корень участвует в синтезе органических веществ, служит для вегетативного размножения. Корень никогда не несет на себе листьев, поэтому по сравнению с внутренней структурой стебля у корня она относительно проста.

Корень по длине можно разделить на несколько участков, имеющих различное строение и выполняющих различные функции. Эти участки называют *зонами корня*. Выделяют корневой чехлик и следующие зоны: *деления, растяжения, всасывания и проведения*.



Дифференциация тканей корня происходит в *зоне всасывания*. По происхождению это *первичные ткани*, так как они образуются из первичной меристемы конуса нарастания.

В первичном строении корня выделяют три части: *ризодерму, первичную кору и осевой (центральный) цилиндр*.

У двудольных и голосеменных растений уже в раннем возрасте в центральном цилиндре корня между ксилемой и флоэмой появляется *камбий*, деятельность которого приводит к вторичным изменениям и в конечном итоге формируется вторичная структура корня.

При развитии запасяющей паренхимы главного корня происходит формирование запасяющих корней или корнеплодов. Различают корнеплоды:

1. *Монокамбиальные* (редька, морковь) – закладывается только один слой камбия, а запасные вещества могут накапливаться либо в паренхиме ксилемы (*ксилемный тип* – редька), либо в паренхиме флоэмы (*флоэмный тип* – морковь);

2. *Поликамбиальные* – через определенные промежутки времени происходит заложение нового слоя камбия (свекла).

### **Ход работы**

**Задание 1.** Рассмотреть постоянный микропрепарат "Кончик корня пшеницы" и изучить зоны молодого корня. Сделать рисунок (рис. 34).

Последовательность работы. При малом увеличении микроскопа рассмотреть зоны корня, начиная с *зоны деления*. Это самая верхняя часть корня, представленная клетками апикальной меристемы, которые постоянно делятся. Эти клетки мелкие, изодиаметрические, с тонкими оболочками, густой цитоплазмой и крупными ядрами. Вакуолей в них много, но они мелкие и практически незаметные.

Зону деления снаружи покрывает *корневой чехлик*. Он имеет вид колпачка и состоит из паренхимных живых клеток, содержащих цитоплазму, ядро, амилопласты с крахмальными зёрнами и тонкие ослизняющиеся оболочки.

В *зоне растяжения* клетки обычно прекращают делиться и увеличиваются в размерах. Корень в этой зоне прозрачен, что определяется, прежде всего, образованием крупных вакуолей. Наряду с ростом клеток наблюдается их дифференциация.

*Зона всасывания* четко заметна благодаря наличию корневых волосков. Здесь большинство клеток уже полностью дифференцированы. По периферии расположены клетки ризодермы. У некоторых растений не все клетки ризодермы способны образовывать волоски. В этом случае выделяют два типа клеток: *трихобласты*, образующие волоски, и *атрихобласты* – клетки, выполняющие защитную функцию.

Место, где происходит отмирание корневых волосков, является началом *зоны проведения*. Она тянется вплоть до корневой шейки и составляет большую часть протяженности корня. На этом участке корня происходит ветвление.

Зарисовать кончик корня и обозначить корневой чехлик и зоны.

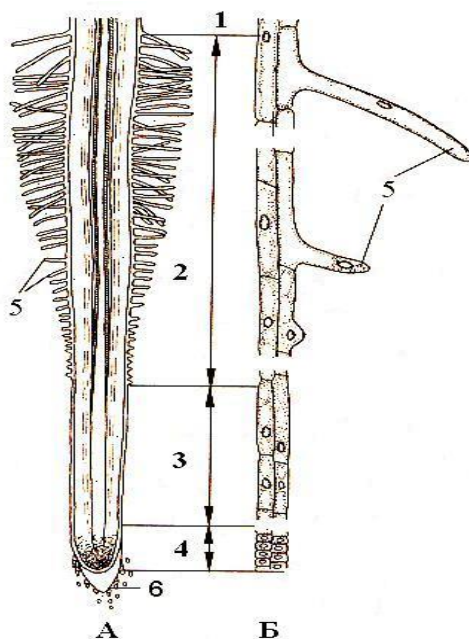


Рисунок 34 – Строение корня проростка пшеницы:

А – схема строения корня; Б – дифференциация клеток ризодермы и экзодермы.  
 1 – зона проведения, 2 – зона всасывания, 3 – зона растяжения, 4 – зона деления,  
 5 – корневой волосок, 6 – корневой чехлик.

**Задание 2.** Изучить первичное строение корня на постоянном микропрепарате поперечного среза корня ириса (рис. 35). Сделать рисунок.

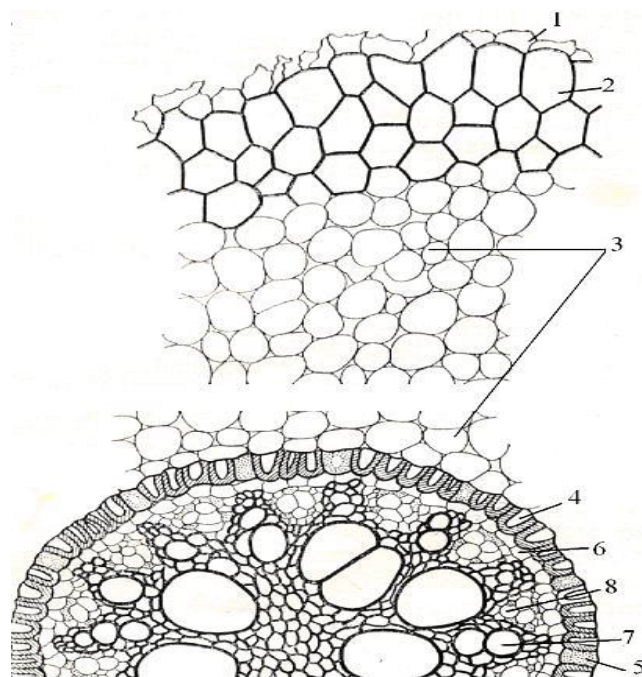


Рисунок 35– Поперечный срез корня ириса:

1 – ризодерма, 2 – экзодерма, 3 – основная паренхима (мезодерма), 4 – эндодерма,  
 5 – пропускная клетка эндодермы, 6 – перицикл, 7 – луч первичной ксилемы,  
 8 – участок первичной флоэмы (2-5 – первичная кора, 6-8 – центральный цилиндр).

Последовательность работы. На срезе уже при малом увеличении ясно различаются небольшая внутренняя часть – *центральный цилиндр*, и наружная *первичная кора*, покрытая одним слоем клеток с корневыми волосками – *ризодермой (эпителимой)*.

Наружный слой первичной коры – *экзодерма*, состоит из плотно сомкнутых многоугольных клеток, стенки которых впоследствии опробковывают и выполняют защитную функцию. Затем расположена *основная паренхима (мезодерма)*, составляющая главную массу первичной коры.

Внутренний слой первичной коры – *эндодерма* состоит из одного ряда клеток, с утолщенными радиальными и внутренними стенками. Среди этих клеток имеются тонкостенные живые клетки (расположенные почти напротив мелких сосудов ксилемы), называемые *пропускными*.

Наружный слой центрального цилиндра – *перицикл*, состоит из одного ряда паренхимных клеток.

Внутренняя часть центрального цилиндра занята *поллархным радиальным пучком*.

Зарисовать первичное анатомическое строение корня ириса, обозначить ризодерму, первичную кору (экзодерму, мезодерму, эндодерму с пропускными клетками), центральный цилиндр (перицикл, первичную ксилему, первичную флоэму).

**Задание 3.** Изучить вторичное строение на постоянном микропрепарате поперечного среза корня тыквы (рис. 36). Сделать схематичный рисунок.

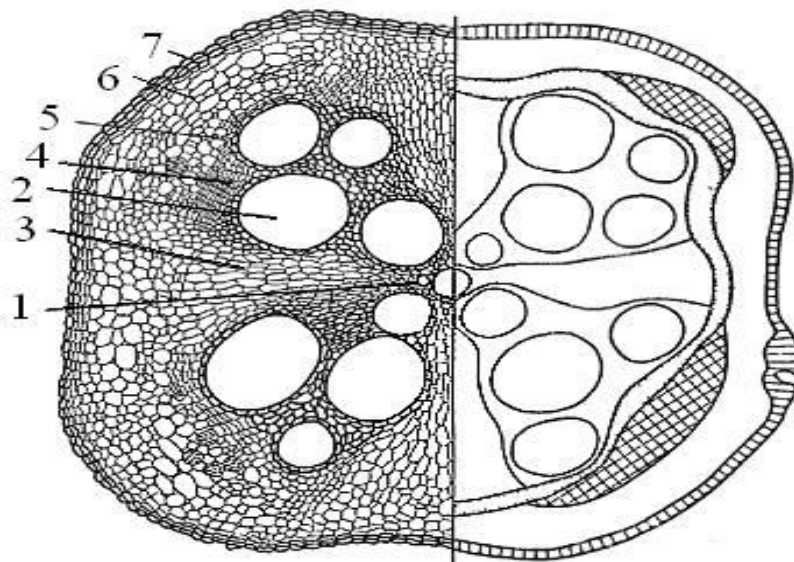


Рисунок 36– Вторичное строение корня тыквы:

А – схема поперечного среза (слева – детальный рисунок, справа – схематичный);

Б – фрагмент рисунка.

1 - первичная ксилема, 2 – вторичная ксилема, 3 – радиальный луч, 4 – камбий,

5 – первичная и вторичная флоэма, 6 – основная паренхима вторичной коры,

7 – перидерма (1-3 – ксилема, 5-7 – вторичная кора)

Последовательность работы. При малом увеличении найти *центральный цилиндр* с четырьмя лучами первичной ксилемы (*тетрархный*

*пучок*). Между ними расположены основания четырех крупных *открытых коллатеральных проводящих пучков*. Эндодерма заметна плохо, так как у ее клеток утолщены лишь радиальные стенки (*пятна Каспари*). При большом увеличении видно, что клетки тонкостенной паренхимы, лежащей между *ксилемой* и *флоэмой*, разделены тангентальными перегородками, а в некоторых местах внутрь от этого слоя заметны только что образовавшиеся и еще не одревесневшие сосуды. Между ксилемой и флоэмой расположена широкая *камбиальная зона*, имеющая неровные очертания и состоящая из нескольких рядов довольно мелких клеток таблитчатой формы. Вторичное утолщение связано с заложением и деятельностью камбия. *Вторичная ксилема* значительно превышает по площади флоэму и лежит ближе к центру. Она представлена *крупными сосудами, волокнами и мелкими клетками паренхимы*. *Вторичная флоэма*, находящаяся по периферии камбиальной зоны, представлена *ситовидными трубками* с простыми горизонтальными ситовидными пластинками, *клетками-спутницами* и *паренхимой*. *Первичная флоэма* расположена на самой периферии пучка, ее ситовидные трубки деформированы. Между проводящими пучками находятся широкие *первичные лубодревесные лучи*, образованные межпучковым камбием. Крупные паренхимные клетки, образующие лучи, несколько вытянуты в радиальном направлении. С поверхности корень тыквы покрыт *перидермой*.

При малом увеличении схематически зарисовать строение корня, обозначив первичную и вторичную ксилему, первичную и вторичную флоэму, камбий, вторичную кору, перидерму.

**Задание 4.** 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). Сделать схематичные рисунки (рис. 37).

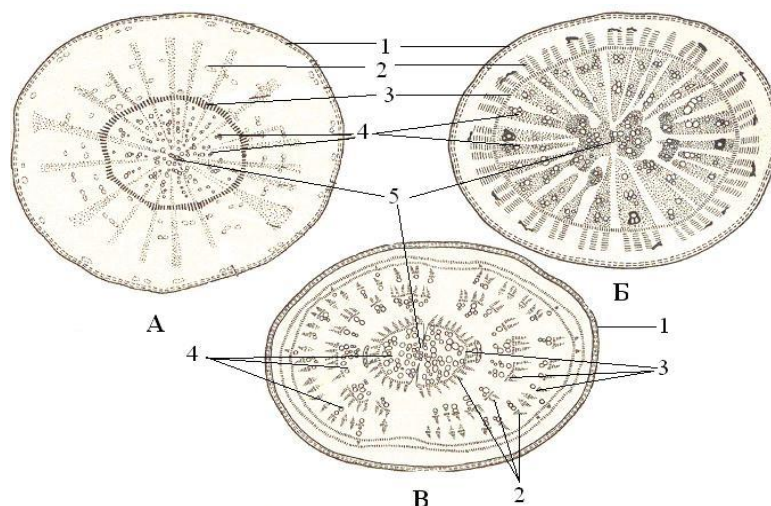


Рисунок 37– Поперечные срезы корнеплодов с различным типом заложения камбия и отложением запасных веществ:

А – монокамбиальный флоэмный (морковь); Б – монокамбиальный ксилемный (редька; В – поликамбиальный (свекла).

1 – перидерма, 2 – вторичная флоэма, 3 – камбий, 4 - вторичная ксилема, 5 – первичная ксилема.

Последовательность работы. На поперечном срезе корня моркови под перидермой найти большое кольцо *флоэмы*. Основная ее масса представлена *запасающей паренхимой*, а ситовидные трубки образуют небольшие группы. *Камбиальная зона* хорошо выражена и представлена довольно мелкими клетками. Площадь сечения ксилемы значительно меньше площади флоэмы. В центре расположена *диархная первичная ксилема*. Немногочисленные сосуды *вторичной ксилемы* расположены в виде прерывистых радиальных цепочек в запасающей паренхиме.

На поперечном срезе корня редьки найти *ксилему*, занимающую наибольшую часть. В центре расположены мелкие сосуды *первичной ксилемы*. *Вторичная ксилема* представлена, главным образом, запасающей паренхимой. Небольшие группы сосудов образуют радиальные цепочки. По периферии камбиальной зоны расположено узкое кольцо вторичной флоэмы. Корень покрывает *перидерма*.

На поперечном срезе корня свеклы найти хорошо выраженные *концентрические кольца тканей*. Возникновение колец связано с наличием добавочных камбиев, образующихся из перицикла и его производных. Затем рассмотреть в центре корня свеклы *диархную первичную ксилему*. Между двумя *лубодревесными лучами* расположены два небольших *открытых коллатеральных пучка*. Основную массу корня занимает *запасающая паренхима*, образованная в результате деятельности *добавочных камбиев*. Многочисленные открытые коллатеральные пучки, представленные небольшим числом сосудов и ситовидных трубок с клетками-спутницами, расположены в виде концентрических колец. Корень покрыт *перидермой*.

Сделать схематичные рисунки, обозначив ксилему, флоэму и камбий.

## Контрольные вопросы

1. Из каких зон состоит корень? Какую функцию выполняет каждая из них?
2. Что представляет собой корневой чехлик? Охарактеризовать его функции и особенности строения.
3. В какой зоне корня можно наблюдать первичное строение корня и почему его называют первичным?
4. Какие комплексы тканей можно выделить при первичном строении корня?
5. Какова роль ризодермы (эпиблемы) и как долго она функционирует?
6. С чем связан переход корня от первичного к вторичному строению?
7. В чем сходство и отличие в строении корня моркови, редьки и свеклы?

## Тема: Анатомическое строение листа

**Материалы.** Постоянные микропрепараты: «Лист камелии японской», «Поперечный срез хвои сосны обыкновенной».

Лист – боковой орган побега, приспособленный для ассимиляции, испарения и газообмена. Поэтому в его структуре преобладают анатомические элементы *паренхимного* типа. Главной тканью листа является *мезофилл*, в котором сосредоточены все хлоропласты и происходит фотосинтез. *Эпидерма* покрывает лист сплошным слоем, регулирует газообмен и транспирацию. Система разветвленных проводящих пучков снабжает лист водой, поддерживает в клетках мезофилла степень оводнения, необходимую для нормального хода фотосинтеза и осуществляет отток пластических веществ.

Мезофилл занимает все пространство между верхней и нижней эпидермой листа, исключая проводящие пучки и арматурные ткани. Клетки мезофилла довольно однородны по форме и строению (округлые, слегка вытянутые, с отростками). Мезофилл, чаще всего, дифференцирован на две ткани – *палисадную (столбчатую)* и *губчатую*. В палисадном мезофилле клетки вытянуты перпендикулярно поверхности листа, расположены в один или несколько слоев. Клетки губчатого мезофилла соединены более рыхло, и межклетные пространства в этой ткани могут быть очень большими по сравнению с объемом самих клеток.

Проводящие пучки с окружающими их тканями называют *жилками*.

## Ход работы

**Задание 1.** Изучить строение листа с использованием постоянного микропрепарата "Лист камелии" (рис. 40). Сделать рисунок.

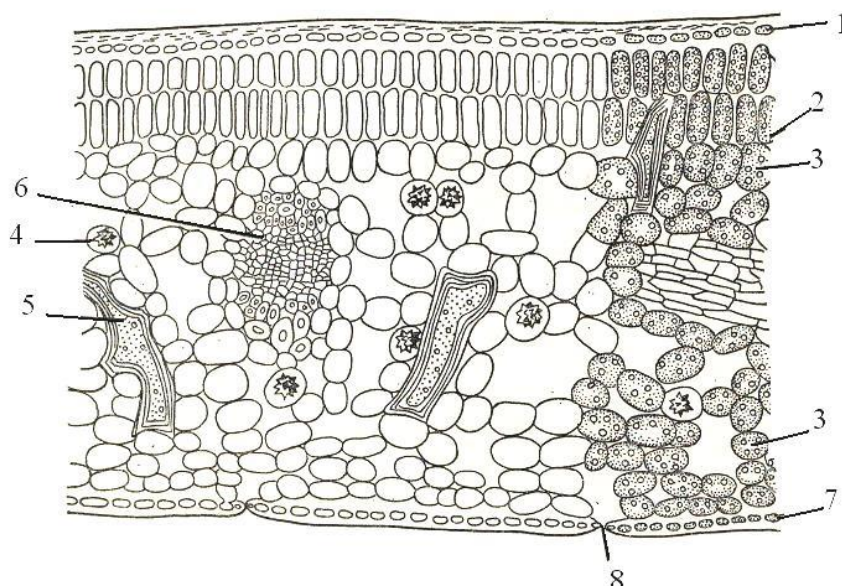


Рисунок 40– Строение листа камелии японской:

1 – верхняя эпидерма, 2 – столбчатая паренхима, 3 – губчатая паренхима, 4 – клетка с друзой, 5 – склереида, 6 – проводящий пучок, 7 - нижняя эпидерма, 8 - устьице.

Последовательность работы. При малом увеличении микроскопа рассмотреть срез листовой пластинки листа камелии. Снаружи лист покрыт эпидермой. Между верхней и нижней эпидермой находится ткань, которая состоит из клеток, содержащих хлорофилл. Это ассимиляционная паренхима – мезофилл. Между клетками мезофилла на некотором расстоянии друг от друга расположены сосудисто-волокнистые пучки.

Затем перейти к детальному изучению тканей при большом увеличении. Начать с рассмотрения верхней эпидермы и сравнить ее с нижней. Отметить основные отличительные признаки: более утолщенную наружную стенку, более мощный кутикулярный покров и почти полное отсутствие устьиц на верхней эпидерме.

Далее изучить мезофилл. Обратит внимание на то, что у верхней эпидермы клетки имеют вытянутую форму, плотно сомкнуты, без межклетников, расположены в два слоя. Это *столбчатая (палисадная) паренхима*. Здесь в основном происходит фотосинтез. У нижней эпидермы расположены более округлые клетки с крупными межклетниками – *губчатая паренхима*. Главная функция нижней стороны листа – газообмен и транспирация. Внимательно рассмотрев губчатую паренхиму, можно в некоторых клетках заметить друзы оксалата кальция, а также крупные разветвленные механические клетки – *склереиды*, выполняющие опорную функцию.

Главная жилка занимает почти всю толщу листа от верхней до нижней эпидермы. При малом увеличении хорошо видна мощная ксилема, состоящая из правильных рядов проводящих элементов, которые чередуются с древесинной паренхимой. К ксилеме примыкает флоэма. Отметить, что ксилема обращена к верхней стороне листа, а флоэма – к нижней. Пучок

окружен склеренхимой. *Паренхимная обкладка* состоит из одного слоя тонкостенных клеток, не содержащих хлоропластов. Она отделяет пучок от мезофилла. Выше и ниже пучка расположена колленхима, примыкающая к эпидерме. Таким образом, это закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок.

Зарисовать лист камелии и обозначить эпидерму (верхнюю и нижнюю), устьице, столбчатый и губчатый мезофилл, проводящий пучок с ксилемой и флоэмой.

**Задание 2.** На постоянном микропрепарате поперечного среза хвои сосны обыкновенной изучить строение листа с центрическим типом мезофилла (рис. 41). Сделать рисунок.

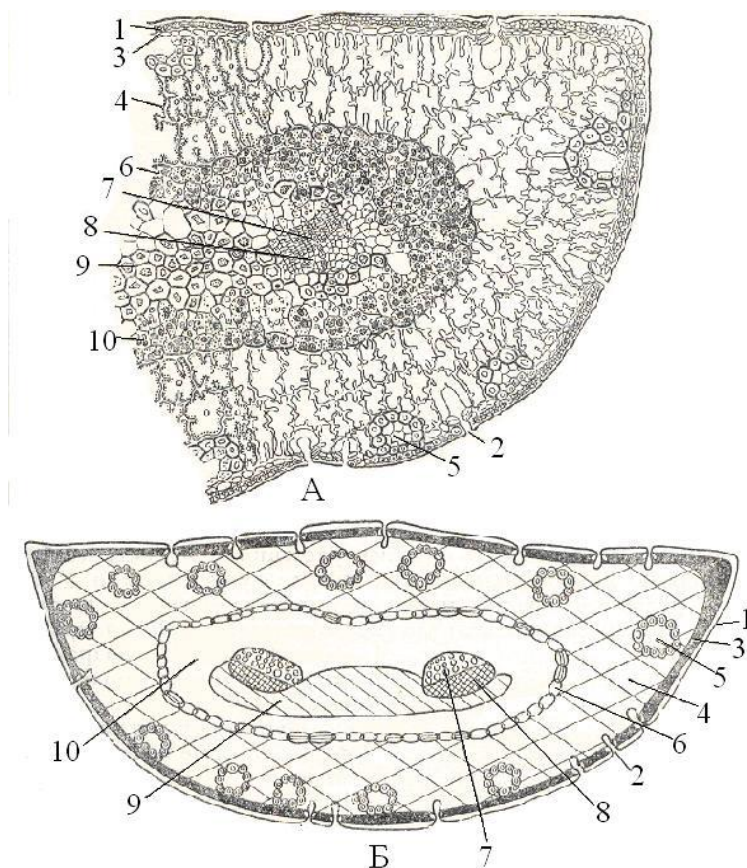


Рисунок 41– Строение листа (хвои) сосны обыкновенной:

А – детальный рисунок; Б – схематичный.

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

Последовательность работы. Сначала рассмотреть срез при малом увеличении и зарисовать его контуры. В центральной части листа, окруженной эндодермой, расположены два проводящих пучка. Мезофилл пронизан смоляными ходами. Нанести на схему границы отдельных тканей и



перейти к изучению препарата при большом увеличении. По мере рассмотрения тканей схему детализовать.

Защитный покров состоит из двух слоев клеток – эпидермы и гиподермы. Эпидерма покрыта толстым слоем кутикулы. Клетки эпидермы в сечении почти квадратной формы. Все стенки сильно утолщены, в углах имеются поровые каналы. Полость клетки округлая. В углублениях на уровне гиподермы расположены устьица, под которыми имеется большая воздушная полость. У старых листьев стенки клеток эпидермы одревесневают. Далее рассмотреть *гиподерму*. Она состоит из одного, а в углах – из двух-трех слоев клеток, с менее утолщенными одревесневшими стенками.

Под гиподермой находится *мезофилл*, состоящий из однородных клеток. Обратит внимание на то, что стенки клеток местами вырастают в *полость* клетки, образуя складки (*складчатая паренхима*). Это значительно увеличивает площадь прилегающего к стенке слоя цитоплазмы с хлоропластами, а, следовательно, и ассимилирующую поверхность. В каждой клетке видно ядро.

*Смоляные ходы*, пронизывающие складчатую паренхиму, внутри выстланы тонкостенными клетками, выделяющими внутрь смолу, а снаружи имеют обкладку из толстостенных клеток.

Изучить *эндодерму*. На радиальных стенках клеток эндодермы имеются одревесневающие утолщения - пятна Каспари.

*Проводящие пучки* коллатерального типа. Ксилемная часть обращена к плоской стороне листа, флоэмная – к выпуклой. Следовательно, плоская сторона хвои является морфологически верхней, а выпуклая – нижней. Между проводящими пучками расположена механическая ткань – *склеренхима*. Остальное пространство центральной части занято толстостенными паренхимными клетками.

### Контрольные вопросы

1. В чем отличие между столбчатой и губчатой паренхимой листа? Чем обусловлено их расположение?
2. Каково строение проводящих пучков листа?
3. В чем особенность строения мезофилла хвои?

### Ткани растений

<i>Ткань</i>	<i>Элементы и их местоположение</i>	<i>Строение</i>	<i>Функции</i>
<b>1. 1. Проводящая:</b> а) Ксилема (древесина)	А)Трахеиды	Клетки вытянутые, мертвые, без цитоплазмы, с одревесневшим	Восходящий ток воды и минеральных солей

		и стенками  Клетки вытянуты с частично одревесневшим и стенками и сохранившимися участками цитоплазмы	
б) Флоэма (луб)	А) Ситовидные трубки  Б) Клетки-спутницы	Клетки вытянутые, живые, с цитоплазмой, без ядра. Поперечные перегородки с отверстиями, расположены параллельно трахеям  Типичное для растительных клеток строение; прилегают к ситовидным трубкам	Нисходящий ток продуктов ассимиляции (органических веществ) от листьев в стебель и корень
<b>2. Покровная:</b>  а) Эпидермис (кожица)  б) Пробка, вторичная покровная ткань (стебли и корни многолетников)  в) Кора (старые ветки и стволы деревьев)	Устьица (эпидермис листьев и стеблей травянистых растений), восковой налет, волоски  Многослойная ткань, чечевички	Клетки живые, тонкостенные, со всеми органоидами, часто с хлоропластами; плотно прилегают друг к другу. Клетки мертвые, с плотными оболочками, пропитанными жироподобным и веществами  Мертвые клетки, заполненные воздухом, с	Защитная, испарение воды, газообмен Защитная, газообмен (через чечевички)  Защитная, газообмен (через трещины коры)

	Комплекс отмерших тканей (основная ткань, старая пробка)	толстыми оболочками	
<b>3. Основная (паренхима)</b>	<p>А) ассимиляционная (мякоть листа, некоторые клетки коры стебля)</p> <p>Б) запасная (эндосперм, видоизменение коры и стебля, паренхима лубяная и древесная)</p> <p>В) воздухоносная (водные и болотные растения)</p>	<p>Клетки имеют тонкие стенки и много хлоропластов</p> <p>Клетки округлые или многоугольные, живые; тонкая оболочка часто утолщается и одревесневает; много межклетников</p> <p>Клетки округлые или звездчатые, расположены рыхло; много крупных межклетников</p>	<p>Фотосинтез</p> <p>Хранилище запасных питательных веществ (сахара, белки, крахмал); накопление влаги</p> <p>Накопление воздуха в межклетниках</p>
<b>4. Образовательная (меристема)</b>	Камбий: точки роста (меристемы верхушечные, боковые, вставочные и кончика корня)	Клетки многогранные, тонкостенные, без вакуолей и хлоропластов, постоянно делятся	Рост растения и начало другим тканям
<b>5. Механическая</b> а) Колленхима	Эластичная ткань первичной коры молодых стеблей двудольных растений, листьев лубяные	Живые клетки с неравномерно утолщенными не одревесневшими и первичными оболочками, вытянутые вдоль оси органа Прочная	Обеспечивают упругость и прочность растений

б)Склеренхима	волокна  Каменистые клетки. Встречаются группами в корке хвойных и некоторых лиственных пород, в твердых оболочках семян и плодов	ткань из быстро отмирающих клеток с одревесневшим и и равномерно утолщенными оболочками  Мертвые паренхимные клетки с толстыми одревесневшим и оболочками.	
в) Склерейды			

### **Характеристика меристематических, покровных, основных, механических, проводящих и выделительных тканей.**

#### **Гистология (учение о тканях).**

Переход растений от сравнительно однообразных условий жизни в водной среде к наземным сопровождался интенсивным процессом расчленения однородного вегетативного тела на органы – стебель, листья и корень. Эти органы состоят из разнообразных по структуре клеток, которые составляют легко различимые группы. Группы однородных по структуре клеток, выполняющие одинаковую функцию и имеющие общее происхождение, называют тканями. Часто несколько тканей, имеющих одинаковое происхождение, образуют комплекс, функционирующий как единое целое.

Выделяют шесть основных групп тканей: меристематические (образовательные), покровные, основные, механические, проводящие и выделительные.

#### **Меристематические ткани.**

Растения, в отличие от животных, растут и образуют новые органы на протяжении всей жизни. Это обусловлено наличием меристематических тканей, которые локализованы в определенных местах растения.

Меристема состоит из плотно сомкнутых живых клеток. Полость такой клетки заполнена цитоплазмой, в центре располагается крупное ядро, больших вакуолей нет, клеточная стенка очень тонкая, первичная. Клетки меристемы характеризуются двумя основными свойствами: интенсивным делением и дифференциацией, то есть превращением в клетки других тканей.

*Первичная и вторичная меристема.* Первичная меристема возникает в самом начале развития организма. Оплодотворенная яйцеклетка делится и

образует зародыш, который состоит из первичной меристемы, вторичная возникает, как правило, позднее из первичной или из клеток уже дифференцированных тканей. Из первичной меристемы образуются первичные ткани, из вторичной – вторичные.

По месту расположения различают четыре группы меристем.

*Верхушечная (апикальная) меристема.* Находится на верхушках главных и боковых осей стебля и корня. Она определяет главным образом рост органов в длину. По происхождению она первичная. На верхушке стебля расположена небольшая группа паренхимных клеток (реже – одна клетка), которые довольно быстро делятся. Это инициальные клетки. Ниже лежат производные инициальных клеток, деление которых происходит реже. А еще ниже в меристеме обособливаются три группы клеток, из которых дифференцируются ткани первичного тела: протодерма – поверхностный слой клеток, дающий начало покровной ткани; прокамбий – удлиненные клетки меристемы с заостренными концами, расположенные вдоль вертикальной оси группами (тяжами), из них образуются проводящие и механические ткани и вторичная меристема (камбий); основная меристема, дающая начало основным тканям.

Верхушечная меристема корня имеет несколько иное строение. На верхушке располагаются инициальные клетки, дающие начало трем слоям: дерматогену, дифференцирующемуся в эпиблему; периблеме, дающей начало тканям первичной коры; плероме, дифференцирующейся в ткани центрального цилиндра.

*Боковая (латеральная) меристема.* Располагается цилиндром вдоль осевых органов параллельно их поверхности. Обычно она вторичная. Обуславливает разрастание органов в толщину. Чаще ее называют камбием.

*Вставочная (интеркалярная) меристема.* Закладывается у основания междоузлий побегов, листьев, цветоножек и других органов. Это первичная или вторичная меристема, она определяет рост органов в длину.

*Раневая (травматическая) меристема.* Возникает на любом участке тела растения, где нанесена травма. По происхождению она вторичная.

### **Покровные ткани.**

Главное назначение покровных тканей – предохранение растения от высыхания и других неблагоприятных воздействий внешней среды. В зависимости от происхождения различают три группы покровных тканей: эпидерму, пробку, корку.

*Эпидерма.* Первичная покровная ткань, которая образуется из протодермы, покрывает листья и молодые стебли. Чаще всего эпидерма состоит из одного слоя живых, плотно сомкнутых клеток. Хлоропластов в них мало или (чаще) нет совсем, и они фотосинтетически малоактивны. Стенки клеток обычно извилистые, благодаря чему достигается прочное соединение их между собой. Толщина стенок неодинакова: наружные, граничащие с внешней средой, более толстые, чем остальные, и покрыты слоем кутикулы. Защитная функция эпидермы усиливается выростами ее клеток (трихомами) – волосками разнообразного строения, чешуйками и др.

В эпидерме имеются особые образования для газообмена и транспирации – устьичные аппараты, состоящие из двух замыкающих клеток и межклетника между ними, называемого устьичной щелью. Замыкающие клетки содержат хлоропласты. Стенка их со стороны клеток эпидермы гораздо тоньше, чем со стороны щели. Клетки эпидермы, примыкающие к замыкающим клеткам, часто имеют иную форму, чем остальные. Такие клетки называют побочными. Устьичные аппараты у наземных растений расположены преимущественно на нижней стороне листовой пластинки, а у плавающих листьев водных растений – только на верхней стороне.

*Пробка.* Клетки эпидермы вследствие роста стебля в толщину деформируются и отмирают. К этому времени появляется вторичная покровная ткань – пробка. Ее образование связано с деятельностью вторичной меристемы – пробкового камбия (феллогена), возникающего из субэпидермальных или глубже лежащих клеток, а иногда из клеток эпидермы. Клетки пробкового камбия делятся тангенциально (перегородками, параллельными поверхности стебля) и дифференцируются в центробежном направлении в пробку (феллему), а в центростремительном - в слой живых паренхимных клеток (феллодерму). Комплекс, состоящий из трех тканей: феллогена, феллемы и феллодермы, называют перидермой. Защитную функцию выполняет только пробка. Она состоит из правильных радиальных рядов плотно сомкнутых клеток, на стенках которых откладывается суберин. В результате опробковения стенок содержимое клеток отмирает. Для транспирации и газообмена в пробке имеются особые образования – чечевички, заполненные округлыми клетками, между которыми имеются большие межклетники.

*Корка (ритидом)* образуется у деревьев и кустарников на смену пробке, которая под напором разрастающегося в толщину стебля через 2-3 года разрывается. В более глуболежащих тканях коры закладываются новые участки пробкового камбия, дающие начало новым слоям пробки. Поэтому наружные ткани изолируются от центральной части стебля, деформируются и отмирают. На поверхности стебля образуется комплекс мертвых тканей, состоящий из нескольких слоев пробки и отмерших участков коры. Наружные слои корки постепенно разрушаются.

### **Основные ткани.**

Под этим названием объединяют ткани, составляющие основную массу различных органов растения. Их называют также выполняющими, основной паренхимой или просто паренхимой. Основная ткань состоит из живых паренхимных клеток с тонкими стенками. Между клетками имеются межклетники. Паренхимные клетки выполняют разнообразные функции: фотосинтез, хранение запасных продуктов, поглощение веществ и др. Выделяют следующие основные ткани.

*Ассимиляционная, или хлорофиллоносная, паренхима (хлоренхима)* расположена в листьях и коре молодых стеблей. Клетки ассимиляционной паренхимы содержат хлоропласты и осуществляют фотосинтез.

*Запасающая паренхима* находится преимущественно в сердцевине стебля и коре корня, а также в органах размножения – семенах, плодах, луковицах, клубнях и др. К запасающей ткани можно отнести также водозапасающую ткань растений засушливых местообитаний (кактусов, алоэ и др.).

*Поглощающая паренхима* наиболее типично представлена во всасывающей зоне корня (зоне корневых волосков).

*Аэренхима* особенно хорошо выражена в подводных органах растений, в воздушных и дыхательных корнях. Она имеет крупные межклетники, соединенные между собой в одну вентиляционную сеть.

### **Механические ткани.**

Механические ткани в совокупности составляют остов, поддерживающий все органы растения, противодействуя их излому или разрыву. Эти ткани состоят из клеток с толстыми стенками, часто (но не всегда) одревесневающими. Во многих случаях это мертвые клетки. В осевых органах это в основном прозенхимные клетки, в листьях и плодах – паренхимные.

В зависимости от формы клеток, химического состава клеточных стенок и способа их утолщения механические ткани подразделяют на три группы: колленхима, склеренхима, склереиды.

*Колленхима* состоит из живых, обычно паренхимных клеток с неравномерно утолщенными целлюлозными стенками. Если утолщения расположены в углах, то такую колленхиму называют уголковой. Если утолщаются две противоположные стенки, а две другие остаются тонкими, колленхиму называют пластинчатой. Стенки клеток колленхимы способны растягиваться, так как имеют тонкие участки, поэтому она служит опорой молодых растущих органов. Колленхима чаще встречается у двудольных растений.

*Склеренхима* состоит из прозенхимных клеток с равномерно утолщенными стенками. Только молодые клетки живые. По мере старения содержимое их отмирает. Это широко распространенная механическая ткань вегетативных органов наземных растений. По химическому составу стенки клетки различают два вида склеренхимы: лубяные волокна – стенка целлюлозная или слегка одревесневающая, древесинные волокна (либриформ) – стенка всегда одревесневающая.

*Склереиды*. Это мертвые паренхимные клетки с равномерно толстыми одревесневающими стенками. Они обычны в плодах (каменистые клетки), листьях (опорные клетки) и других органах.

### **Проводящие ткани.**

Растение имеет два полюса питания: листья, осуществляющие воздушное питание, и корни, обеспечивающие почвенное питание. В соответствии с этим существуют два основных пути для транзита питательных веществ: путь, по которому вода и минеральные соли поднимаются от корня по стеблю к листьям, и путь, по которому органические вещества из листьев направляются во все остальные органы растений, где они потребляются или откладываются в запас

**Сосуды (трахеи) и трахеиды** – проводящие ткани, по которым осуществляется передвижение воды и минеральных солей. Сосуды (трахеи) – трубки, состоящие из члеников. Они дифференцируются из вертикального ряда клеток прокамбия или камбия, у которых утолщаются и одревесневают боковые стенки, отмирает содержимое, а в поперечных стенках образуются одна или несколько перфораций. Средняя длина сосудов 10 см.

Трахеиды, как и сосуды – мертвые образования, но в отличие от последних это не трубки, а прозенхимные клетки, в стенках которых имеются окаймленные поры. Длина трахеид в среднем 1-10 мм.

В зависимости от формы утолщений стенки сосуды и трахеиды бывают кольчатые, спиральные, сетчатые и др. Кольчатые и спиральные сосуды имеют небольшой диаметр. Они свойственны молодым органам, так как стенки их имеют не одревесневающие участки и способны растягиваться. Сетчатые и пористые сосуды гораздо большего диаметра, стенки их полностью одревесневают. Они обычно образуются позднее кольчатых и спиральных сосудов из камбия. Сосуды и трахеиды выполняют также и механическую функцию, придавая прочность растению. Они функционируют несколько лет, пока не происходит их закупорка окружающими живыми клетками паренхимы. Выросты последних, проникающие через поры в полость сосуда, называют тиллами.

Ситовидные трубки – проводящая ткань, по которой осуществляется передвижение органических веществ, синтезируемых в листьях. Это вертикальный ряд живых клеток (члеников), у которых поперечные стенки пронизаны перфорациями (ситовидные пластинки). Стенка членика ситовидной трубки целлюлозная, ядро разрушается, большинство органелл цитоплазмы деградирует. В протопласте возникают фибриллярные структуры белковой природы (флоэмный белок). Рядом с члеником ситовидной трубки обычно расположены одна или несколько так называемых сопровождающих клеток (клеток-спутниц) имеющих ядро. Наличие большого числа митохондрий в сопровождающих клетках дает основание считать, что они обеспечивают энергией процесс передвижения органических веществ по ситовидным трубкам.

Членик ситовидной трубки и прилегающая к нему сопровождающая клетка образуются из одной клетки меристемы вследствие деления ее вертикальной перегородкой. Ситовидные трубки функционируют чаще всего



один год. Осенью ситовидные пластинки становятся непроницаемыми для пластических веществ из-за закупоривания перфораций полисахаридом, близким к целлюлозе, – каллозой.

По структуре проводящих тканей можно судить об эволюционном уровне растения. Трахеиды – это более примитивные образования, чем сосуды. Среди сосудов более примитивными будут те, у которых концы члеников скошены и имеют несколько перфораций. Одна большая перфорация – прогрессивный признак. Ситовидные трубки с косо поставленными пластинками, имеющими много ситовидных полей, считают примитивными, а с горизонтальными ситовидными пластинками и небольшим числом ситовидных полей – прогрессивными.

Сосуды, трахеиды и ситовидные трубки расположены в растениях, как правило, не беспорядочно, а собраны в особые комплексы – ксилему и флоэму.

*Ксилема* (древесина) состоит из сосудов и трахеид, древесинной паренхимы и (не всегда) древесинных волокон (либриформа). По ксилеме передвигаются вода и минеральные вещества. Вторичную ксилему называют *древесиной*.

*Флоэма* состоит из ситовидных трубок и сопровождающих клеток, лубяной паренхимы и (также не всегда) лубяных волокон. По флоэме передвигаются органические вещества. Вторичную флоэму называют *лубом*.

Ксилема и флоэма, в свою очередь, часто (но не всегда) располагаются внутри органов растения в виде сосудисто-волокнистых, или проводящих, пучков.

Если между флоэмой и ксилемой имеется камбий, то такие пучки называют открытыми. Благодаря деятельности камбия образуются новые элементы ксилемы и флоэмы, поэтому пучок со временем разрастается. Открытые пучки свойственны двудольным. В закрытых пучках между флоэмой и ксилемой камбия нет, поэтому разрастания не происходит. Закрытые пучки имеют однодольные и, как исключение, некоторые двудольные, у которых камбий очень рано перестает функционировать (например, у видов рода лютик).

Пучки также классифицируют по взаимному расположению флоэмы и ксилемы.

Коллатеральный - флоэма и ксилема располагаются бок о бок, причем флоэма обращена к периферии осевого органа, а ксилема – к центру.

Биколлатеральный – флоэма прилегает к ксилеме с обеих сторон, наружный участок флоэмы больше, чем внутренний; свойствен тыквенным, пасленовым, вьюнковым.

Концентрический бывает двух видов: ксилема окружает флоэму – амфивазальный (в основном у однодольных); флоэма окружает ксилему – амфикрибральный (у папоротников).

Радиальный – ксилема расположена в центре, образует к периферии радиальные выступы, чередующиеся с участками флоэмы, бывает только в

корнях при первичном строении. По числу выступов ксилемы различают радиальные пучки диархные (2 выступа), триархные (3 выступа), тетрархные (4 выступа) и полиархные (более 4 выступов).

### **Выделительные ткани.**

Растения не имеют специализированных органов выделения, но все же экскреторные вещества у них так или иначе удаляются из организма или накапливаются в особыхместилищах. Поэтому выделительные ткани можно разделить на две группы: внутренней и внешней секреции. К первым относят **млечники**, одиночные выделительные клетки, схизогенные и лизигенныеместилища. Продукты внутренней секреции – **дубильные вещества, смолы, эфирные масла и др.** Ко вторым относят железистые волоски и желёзки, расположенные на поверхности органов. Продукты внешней секреции – эфирные масла, нектар, вода и др.

**Млечники**– это живые клетки с цитоплазмой, множеством ядер и вакуолью, заполненной млечным соком (латексом). Стенка их состоит из целлюлозы. Различают два вида **млечников:членистые** и **нечленистые**. Членистые млечники образуются так же, как и сосуды, в результате разрушения поперечных стенок у вертикального ряда клеток, нечленистые возникают в результате разрастания специальных клеток зародыша. Это гигантские цилиндрические или разветвленные клетки. Млечники располагаются только во флоэме, или пронизывают весь орган (стебель, корень, лист). Они выполняют не только **выделительную**, но также **проводящую** и **запасающую** функции. Проводящая функция осуществляется тогда, когда млечники соединяют места синтеза органических веществ, например листья, с местами их потребления. О выделительной и запасающей функциях млечников можно судить по составу латекса. У разных растений состав латекса очень разнообразен. Из экскреторных веществ он часто содержит каучук, танины, алкалоиды, смолы и др., из запасных – крахмал, сахара, белки, масло и др. Иногда в латексе имеются ферменты. Цвет латекса белый или оранжево-красный. Млечники присущи лишь некоторым группам растений, например части сложноцветных, маковым, молочайным и др.

*Выделительные клетки* рассеяны среди клеток других тканей. По мере накопления экскрета протопласт их отмирает, а на стенку клетки изнутри откладывается суберин, изолирующий ядовитые вещества от окружающих клеток. Выделительные клетки имеются в листьях чая, лавра, в корневищах бадана и др.

*Схизогенные и лизигенныеместилища* служат для накопления и длительного хранения многих конечных продуктов жизнедеятельности, исключенных из обмена веществ. Они имеют округлую или каналовидную форму и различную величину.

*Схизогенные вместилища* формируются из межклетников, возникающих в результате раздвигания клеток. Прилегающие к вместилищу живые клетки становятся эпителиальными и выделяют в полость вместилища экскреторные вещества. Схизогенные вместилища бывают у весьма разнообразных групп растений, но особенно характерны для голосеменных, у которых в смоляных каналах накапливается бальзам – раствор смол в эфирных маслах.

*Лизигенные вместилища* образуются в результате растворения группы клеток, заполненных экскреторными веществами. Они характерны для цитрусовых.

*Железистые волоски* образуются из клеток эпидермы. В них накапливаются и выводятся из тела растения во внешнюю среду разнообразные экскреторные вещества в газообразном, жидком и твердом виде. По строению они очень разнообразны, но сохраняют постоянство структуры для каждой группы растений.

*Нектарии, или нектарники* – желёзки, выделяющие на поверхность органа раствор углеводов. Сахаристые выделения нектариев цветка привлекают насекомых-опылителей.

*Гидатоды*– это желёзки, выделяющие наружу через устьичные аппараты воду. Замыкающие клетки таких аппаратов лишены подвижности, устьичные щели постоянно открыты. Они сосредоточены по краю листа, преимущественно на верхушках зубчиков.

**Контрольно-обобщающее занятие по разделу  
"Растительные ткани"**

**Письменная работа по вариантам:**

**Вариант I**

1. Что такое меристема? Какова ее функция?
2. Что такое кутикула?
3. Какова особенность строения элементов флоэмы?

**Вариант II**

1. Что такое проводящие пучки?
2. Зарисуйте строение устьица.
3. Приведите классификацию меристем.

**Вариант III**

1. Какова особенность элементов флоэмы?
2. Какова функция чечевичек?
3. Что такое ассимиляционная паренхима?

**Вариант IV**

1. Что такое механическая ткань? Из каких клеток она состоит?
2. Из каких клеток состоит пробка (перидерма)?
3. Что такое лубяные и древесинные волокна?

**Тестовое задание:**

1. Меристемы, находящиеся в кончиках побегов и корней и обуславливающие их рост в длину:

- А) вставочные
- Б) апикальные
- В) латеральные
- Г) раневые

2. Первичными по происхождению являются:

- А) феллоген
- Б) прокамбий
- В) камбий
- Г) все верно

3. Устьице – это:

- А) две замыкающие клетки
- Б) две замыкающие клетки и устьичная щель между ними
- В) устьичная щель

4. Первичная покровная ткань – это:

- А) эктодерма
- Б) перидерма
- В) эндодерма
- Г) эпидерма

5. У большинства растений устьица располагаются:

- А) на верхней стороне листа
- Б) как на нижней, так и на верхней стороне листа
- В) на нижней стороне листа

6. Выделительную функцию выполняют:

- А) кроющие волоски
- Б) железистые волоски
- В) эмергенцы
- Г) эмергенцы и железистые волоски

7. Образование тканей перидермы идет за счет:

- А) феллогена
- Б) феллодермы
- В) феллемы

8. Клетки феллемы:

- А) живые
- Б) мертвые

9. Третичная покровная ткань:

- А) есть у всех растений
- Б) есть только у деревьев
- В) есть на стебле, нет на корнях

10. Кутикула образуется на поверхности:

- А) перидермы
- Б) эпидермы
- В) ретидома

11. Основная функция устьиц:

- А) поступление воды
- Б) фотосинтез
- В) транспирация
- Г) выделение

12. Какие клетки являются мертвыми:

- А) камбия

- Б) флоэмы
- В) ксилемы
- Г) эпидермы

13. Транспорт растворов питательных веществ по стеблю от корней до цветков и плодов осуществляется по:

- А) сосудам и трахеидам
- Б) трахеидам и ситовидным трубкам
- В) ситовидным трубкам и сосудам
- Г) все верно

14. Проведение растворов органических веществ по стеблю от листьев ко всем тканям и органам осуществляется по:

- А) сосудам
- Б) трахеидам
- В) ситовидным трубкам
- Г) сосудам и ситовидным трубкам

15. Механическая ткань, образованная живыми паренхимными клетками, оболочки которой неравномерно утолщены:

- А) паренхима
- Б) склеренхима
- В) хлоренхима
- Г) колленхима

16. Проводящий пучок, в котором ксилема и флоэма располагаются рядом - бок о бок:

- А) концентрический
- Б) амфивазальный
- В) коллатеральный
- Г) биколлатеральный

17. Проводящий пучок, в котором с двух сторон ксилемы располагается флоэма:

- А) концентрический
- Б) амфивазальный
- В) коллатеральный
- Г) биколлатеральный

18. Проводящие пучки, лишенные камбия:

- А) открытые
- Б) закрытые

19. Ткань, основной функцией которой является ассимиляция в узком смысле, т. е. фотосинтез:

- А) аэренхима
- Б) хлоренхима
- В) склеренхима

20. Корнеродная ткань:

- А) велламен
- Б) перицикл
- В) ксилема
- Г) феллоген

21. Чередующиеся многолетние слои пробки, характеризующиеся глубокими трещинами –

22. Выросты на эпидерме, в образование которых принимают участие нижележащие ткани –:

23. При избытке воды устьица – :

24. Пробковый камбий – :

25. В колленхиме утолщенные части оболочек расположены параллельными слоями.

**Контрольно-обобщающее занятие по разделу  
"Анатомия вегетативных органов"  
Письменная работа по вариантам:**

**Вариант I**

1. Из каких зон состоит корень?
2. С чем связано образование годичных колец в древесине?
3. В чем отличие между столбчатой и губчатой паренхимой листа?

**Вариант II**

1. Что такое флоэмный и ксилемный тип строения корнеплодов? Приведите примеры.
2. Каковы особенности строения стебля однодольных растений?
3. В чем особенность строения мезофилла хвои?

**Вариант III**

1. Какие комплексы тканей можно выделить при первичном строении корня?
2. С чем связано вторичное утолщение стеблей?
3. Как по анатомическому строению листа определить его верхнюю и нижнюю стороны?

**Вариант IV**

1. Что представляет собой корневой чехлик?
2. По каким признакам микроскопической структуры можно отличить стебель от корня?
3. На какой стороне листа расположены устьица у растений водных, засушливых и умеренно влажных местообитаний?

**Тестовое задание:**

1. В коре корня:  
А) сосуды древесины  
Б) ситовидные трубки  
В) нет проводящей ткани
2. Кора корня на уровне зоны всасывания образована тканью:  
А) покровной  
Б) основной  
В) проводящей  
Г) образовательной
3. Перицикл в корне:  
А) участвует в формировании вторичных образовательных тканей – камбия и пробкового камбия  
Б) дает начало боковым корням



- В) дает начало почкам у корнеотпрысковых растений
- Г) все верно

4. В корне в направлении от верхушки к основанию выделяют зоны:

- А) деления – роста – всасывания – дифференциации – проведения и ветвления
- Б) деления – дифференциации – роста – всасывания – проведения веществ и ветвления
- В) деления – чехлика – роста – дифференциации – ветвления и проведения растворов питательных веществ
- Г) все неверно

5. Какова роль корневых волосков в жизни растений?

- А) удерживают растения в почве
- Б) поглощают воду и минеральные соли из почвы
- В) защищают корень от механических повреждений

6. Размножение клеток какой ткани способствует росту корней?

- А) основной
- Б) образовательной
- В) проводящей

7. Функция газообмена у стебля возможна благодаря:

- А) чечевичкам
- Б) устьицам
- В) чечевичкам или устьицам

8. Ежегодное увеличение толщины стебля липы обусловлено делением клеток:

- А) камбия и верхушечной образовательной ткани
- Б) верхушечной и вставочной образовательных тканей
- В) камбия и пробкового камбия
- Г) пробкового камбия.

9. Камбия нет в стеблях:

- А) кокосовой пальмы
- Б) ржи
- В) ландыша
- Г) все верно

10. На поверхности растущего в длину стебля липы имеется покровная ткань, это:

- А) эпидерма
- Б) пробка
- В) эпидерма или пробка

11. В состав ксилемы стебля липы входят:

- А) сосуды и трахеиды
- Б) древесные волокна
- В) древесная паренхима
- Г) все верно

12. Среди основных тканей трехлетней ветки липы имеется паренхима:

- А) сердцевины
- Б) луба
- В) древесины
- Г) все верно

13. Годичное кольцо в стебле древесного растения - это прирост в толщину за год:

- А) пробки
- Б) луба
- В) древесины
- Г) луба и древесины

14. К центральному цилиндру в многолетнем древесном стебле относят:

- А) сердцевину
- Б) сердцевину и древесину
- В) древесину
- Г) сердцевину, древесину, луб

15. Наибольшее содержание хлоропластов в ткани листа:

- А) покровной
- Б) основной столбчатой
- В) основной губчатой
- Г) проводящей

16. Испарение воды происходит главным образом:

- А) с верхней поверхности пластинки
- Б) с нижней стороны поверхности пластинки
- В) внутри пластинки

17. Какова роль листа в жизни растения?

- А) осуществляет поглощение воды и минеральных солей
- Б) в нем происходит фотосинтез
- В) используется животными для питания

18. Какие клетки листа не имеют хлорофилла?

- А) столбчатой паренхимы
- Б) губчатой паренхимы

- В) верхней эпидермы
- Г) нижней эпидермы

19. Что такое "жилки"?

- А) проводящая ткань
- Б) покровная ткань
- В) запасаящая ткань
- Г) опорная ткань

20. Куда попадает вода из корневых волосков?

- А) кора
- Б) проводящий пучок
- В) сердцевина
- Г) покровная ткань

21. Наружные клетки первичной коры корня, лежащие непосредственно под ризодермой —:

22. Самый внутренний слой первичной коры корня —:

23. Мезофилл листа чаще всего дифференцирован на две ткани —

24. Основная ткань, расположенная в центре стебля, которая выполняет запасящую функцию —:

25. На границе коры и древесины залегает слой образовательной ткани, который называется —:

## ГЛОССАРИЙ

**Анатомия** – наука изучающая внутреннее микроскопическое строение, его эволюцию и его связь с физиологическими процессами и условиями жизни

**Протопласт** – органоид клетки, состоящий из ядра и цитоплазмы

**Пластиды** – особые белковые тельца клетки, находящиеся в плазме

**Вакуоли** – полости в протоплазме, заполненные клеточным соком

**Мацерация** – разрушение межклеточного вещества, с распадом клеток

**Физиологически активные вещества** – ферменты, витамины, фитогормоны, участвующие в обмене веществ, и в биохимических превращениях клетки.

**Хроматин** – окрашивающие вещества клетки

**Хромосомы** – структуры клеток, образующиеся из хроматина ядра, характеризующие наследственные особенности

**Митоз или кариокинез** – тип деления вегетативных клеток растений

**Автолиз** – самопереваривание клеток

**Инициальная клетка** – единственная клетка у хвощей и папоротников, являющаяся точкой роста.

**Меристема** – или образовательная ткань, из которых возникают все остальные типы тканей

**Паренхимные клетки** – меристематические клетки, которые делятся во всех направлениях равномерно

**Кутикула** – покров наружных, утолщённых стенок эпидермальных клеток

**Перидерма** – вторичная покровная ткань, возникающая из вторичной меристемы

**Феллоген** – вторичная меристема пробкового камбия

**Ассимиляционная ткань** – ткань, выполняющая функцию ассимиляции CO<sub>2</sub> воздуха для построения органических веществ.

**Стереомом** – совокупность механических тканей

**Лубяные волокна** – длинные узкие прозенхимные клетки.

**Колленхима** – механическая ткань в периферических слоях стеблей, в черешках и пластинках листьев

**Склерейды** – каменистые клетки мякоти плодов

**Млечные сосуды** – млечники, пронизывающие все органы растений, заполненные соком.

**Нектарники** – особые желёзки, развивающиеся на лепестках, чашелистиках у основания завязи или столбика, выполняющие выделительную функцию

**Пучки** – элементы отдельных тканей в растении собранные в группы

**Стели** – система пучков в растении

**Фотосинтез** – образование органических веществ из неорганических

**Гуттация** – выделение воды через устьица в капельно-жидком состоянии

**Гаметофит** – половое поколение растений

**Антеридии** – мужские половые железы

**Архегонии** – женские половые железы

**Андроцей** – совокупность тычинок

**Гинецей** – совокупность плодолистиков

### Список литературы:

1. Барыкин Р.П. и др. Практикум по анатомии растений. М.: издательство МГУ, 1971. 192с. Васильев А.Е. и др. Ботаника.
2. Анатомия и морфология растений. М.: Просвещение, 1978. 480 с. Вехов В.Н., и др.
3. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: Просвещение, 1980. 196 с. Воронин Н.С.
4. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М.: Просвещение. 160 с. Матвеева Г.В., Тарабнин А.Д.
5. Ботаника. М.: Агропромиздат, 1989. 236 с. Родионов А.С., Барчукова М.В.
6. Ботаника. Л.: Агропромиздат, 1990. 303с. Родионов А.С.
7. Ботаника. Лабораторный практикум. Л.: Агропромиздат, 1988. 62 с. Дополнительная: Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.
8. Биология. М.: Мир, 1996. Т.1. 368 с. Раздорский В.Ф.
9. Анатомия растений. М.: Советская наука, 1949. 524 с. Рейвн Т., Эверт Р, Алкхорн С.
10. Современная ботаника. М.: Мир, 1990. Т.1-2. Эзау К.
11. Анатомия растений. М.: Мир, 1969. 520 с. Эзау К.
12. Анатомия семенных растений. М.: Мир, 1980. Т. 1-2.

ХУБИЕВА Ольга Петровна

# **АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям  
для бакалавров, обучающихся 2курса, по направлению подготовки  
35.03.01 – «Лесное дело»

Корректор Чагова О.Х.  
Редактор Чагова О.Х.

Сдано в набор 10.08.2024 г.  
Формат 60x84/16  
Бумага офсетная  
Печать офсетная  
Усл. Печать 4,18  
Заказ № 4948  
Тираж 100 экз.

Оригинал – макет подготовлен  
В Библиотечно-издательском центре СКГА  
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36



