

Н. С. Чухлебова, Л. М. Бугинова, Н. В. Ледовская

# БОТАНИКА

## (ЦИТОЛОГИЯ, ГИСТОЛОГИЯ, АНАТОМИЯ)

Учебное пособие

*Рекомендовано*

*Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации  
по агрономическому образованию в качестве учебного пособия  
для студентов, обучающихся по агрономическим специальностям*



Москва  
«Колос»  
2007



Ставрополь  
«АГРУС»  
2007

УДК 58  
ББК 28.5  
Ч96

**Рецензенты:**

доктор биологических наук, доцент  
*И. Г. Орлова;*

кандидат биологических наук, профессор  
*И. А. Карташёва*

**Чухлебова Н. С.**

Ч96 Ботаника (цитология, гистология, анатомия) : учебное пособие / Н. С. Чухлебова, Л. М. Бугинова, Н. В. Ледовская. — М. : Колос ; Ставрополь : АГРУС, 2007. — 148 с.

ISBN 978-5-10-003954-4

ISBN 978-5-9596-0409-7

В настоящем пособии даны не только ботанические сведения по строению клетки, тканей и анатомическому строению органов высших растений, но и конкретные задания и методики проведения лабораторных занятий, которые проходят параллельно с изучением теоретического курса. В нем приведены вопросы для самоконтроля, глоссарий и контрольные тесты для закрепления знаний студентов.

Предназначено для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений.

УДК 58  
ББК 28.5

ISBN 978-5-10-003954-4  
ISBN 978-5-9596-0409-7

© Авторы, 2007  
© Колос, 2007  
© АГРУС, 2007

## *Введение*

Курс ботаники в сельскохозяйственном вузе является теоретической основой всех специальных дисциплин, поэтому хорошие знания ботаники необходимы студентам для глубокого освоения специальностей агрономического направления.

Цитология — это раздел ботаники, изучающий строение, развитие и жизнедеятельность клетки в целом и ее составных компонентов в отдельности. Следовательно, предметом цитологии является клетка, представляющая элементарную живую систему, которая имеет сложное строение и многообразное проявление жизнедеятельности. Клетка является основой развития, строения, жизнедеятельности и размножений всех растений. Она является результатом биологической эволюции, в ходе которой была создана ее целостность и способность к самовоспроизведению за счет веществ ее энергии, поступающих из внешней среды.

В разделе «Гистология» студенты должны получить практические знания о строении тканей, составляющих органы растений. Приготовление препаратов по тканям, зарисовка их — это не только способ фиксации результатов наблюдения, но и активный метод исследовательской работы, направленной на закрепление теоретических знаний. Такие навыки необходимы для будущих специалистов: агрономов, селекционеров, агрономов по защите растений от вредителей и болезней.

Для сравнения особенностей строения различных типов тканей, их функций и топографии (расположения в растении) в пособии представлены контролирующие программы в виде таблицы. Правильность их заполнения позволяет преподавателю проследить усвоение студентами изучаемого материала и оценить их знания. Выполнение работы по основным, механическим и выделительным тканям построено в виде инструктивных карт, в которых четко описана последовательность выполнения заданий. Эти темы разработаны для самостоятельной работы студентов и внелабораторных занятий.

Анатомия растений представляет собой раздел ботаники, в котором рассматривается внутреннее микроскопическое строение органов растений. Термин «анатомия», от греческого слова «анатоме», означает рассечение и указывает на метод изучения строения органов растений на клеточном уровне.

Лабораторные занятия по анатомии растений знакомят студентов с разнообразием строения клеток и тканей, составляющих вегетативные органы в связи с их выполняемыми функциями.

Учебный материал лучше усваивается при выполнении рисунков или схем микроскопического строения вегетативных органов. Внимательное рассмотрение рисунков, приведенных в данном пособии, и самостоятельные зарисовки помогут лучше понять и запомнить учебный материал. Зарисовка рассмотренного временного или постоянного препарата не только способ фиксации результатов наблюдения, но и активный метод исследования.

Знание микроскопического строения органов растений необходимо для понимания протекающих в них биологических процессов. Это позволит будущим специалистам агрономам установить закономерную связь между растением, их структурой и условиями существования, дает ключ к управлению физиологическими процессами роста и развития растений, обеспечивающие высокие урожаи возделываемых сельскохозяйственных культур.

# Раздел 1

## РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА (ЦИТОЛОГИЯ)

### Тема 1.1. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

#### 1.1.1. Строение и функции органелл растительной клетки

Клетка — структурная основная и физиологическая единица любого живого организма. Впервые клеточное строение у растений наблюдал и описал англичанин Роберт Гук (1665), рассматривая под микроскопом срез пробки. На рубеже 30–40-х годов XIX в. немецкими учеными зоологом Т. Шванном и ботаником М. Шлейденем была сформулирована клеточная теория. Главный тезис клеточной теории — признание общего для всех организмов принципа клеточного строения и роста.

У современных и ископаемых организмов известны два типа клеток: прокариотическая и эукариотическая. Основное отличие прокариотических клеток от эукариотических заключается в том, что их ДНК не организована в хромосомы и не окружена ядерной оболочкой. ДНК эукариотических клеток связана с белком и организована в хромосомы, которые расположены в ядре. Форма растительных клеток зависит главным образом от их функционального приспособления. В основном клетки растений делятся на два типа: паренхимные и прозенхимные. Паренхимные — все три измерения (длина, ширина, высота) примерно все одинаковые. Прозенхимные — клетки сильно вытянутые в длину.

Растительная клетка состоит из живого вещества — протопласта — и неживых внутриклеточных включений — производных протопласта, которые являются продуктами его жизнедеятельности и составляют парапласт клетки (рис. 1.1).

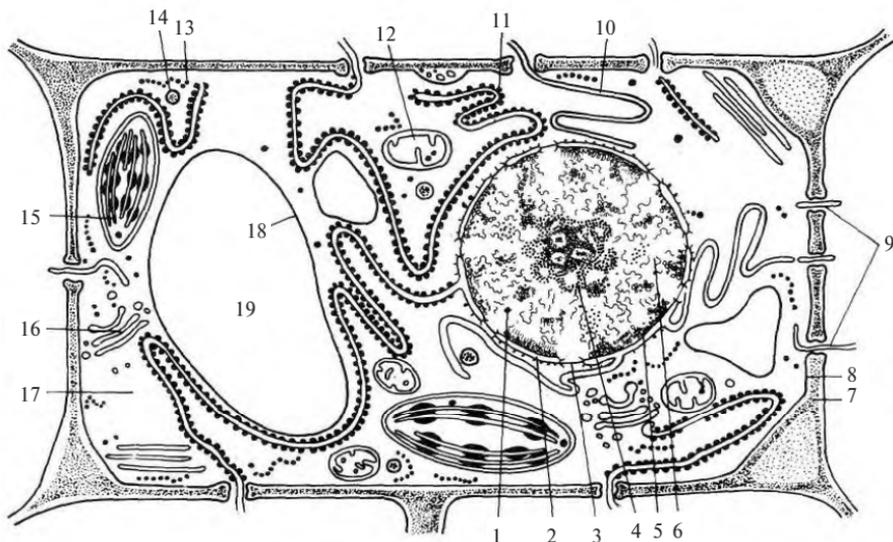


Рис. 1.1. Схема строения растительной клетки (электронная микроскопия):

1 — ядро; 2 — ядерная оболочка (две мембраны — внутренняя и внешняя — и перинуклеарное пространство); 3 — ядерная пора; 4 — ядрышко (гранулярный и фибриллярный компоненты); 5 — хроматин (конденсированный и диффузный); 6 — ядерный сок; 7 — клеточная стенка; 8 — плазмалемма; 9 — плазмодесмы; 10 — эндоплазматическая агранулярная сеть; 11 — то же гранулярная; 12 — митохондрии; 13 — свободные рибосомы; 14 — лизосомы; 15 — хлоропласт; 16 — диктиосомы аппарата Гольджи; 17 — гиалоплазма; 18 — тонопласт; 19 — вакуоль с клеточным соком

**Протопласт** — живое содержимое клетки. В состав протопласта входят следующие клеточные органоиды: *цитоплазма, эндоплазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, ядро, пластиды, комплекс Гольджи, микрофиламенты, микротрубочки*. Каждый органоид выполняют определенную функцию. Органоиды клетки имеют сходное строение — мембраны, гранулы и фибриллы, кроме того, внутри органелл находится матрикс — бесструктурное вещество. Большую часть протопласта занимает цитоплазма, меньшую по массе — ядро. От вакуоли протопласт ограничен мембраной, называемой *тонопластом*, от клеточной стенки — другой мембраной — *плазмолем-*

мой. Основу цитоплазмы составляет ее матрикс, или *гиалоплазма*. Это сложная бесцветная, прозрачная коллоидная система, способная к обратимым переходам из золя в гель.

Важнейшая роль гиалоплазмы заключается в объединении всех клеточных структур в единую систему. Гиалоплазма способна к движению, которое может быть вращательным вдоль стенки клетки, и струйчатым — по тяжам, пересекающим центральную вакуоль. Цитоплазма пронизана мембранами, которые образуют эндоплазматическую сеть (ретикулум) — систему мелких вакуолей и канальцев, соединенных друг с другом. *Мембраны* — это липопротеиновые структуры (рис. 1.2). Их основу составляет бимолекулярный слой (бислои) фосфолипидов, гидрофобные концы которых направлены в толщу мембран, а гидрофильные части молекул — наружу, в водную среду. На обеих сторонах липидного бислоя расположены молекулы мембранных белков. Одним из основных свойств мембраны является избирательная проницаемость.

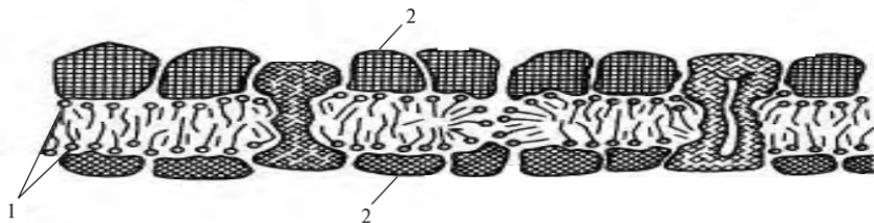


Рис. 1.2. Модель биологической мембраны:

1 — бимолекулярный слой фосфолипидов; 2 — мономолекулярный слой белка

Эндоплазматическая сеть может быть гранулярной, т. е. несущей рибосомы, и гладкой (агранулярной) — лишенной рибосом. Эндоплазматическая сеть — основное место синтеза клеточных мембран.

В цитоплазме, а также ядре, митохондриях и пластидах всегда находятся мельчайшие гранулы — это рибосомы. Они образованы рибонуклеопротеидами и молекулами белка. Располагаются рибосомы поодиночке либо группами (полисомы). Рибосомы — центры синтеза белка.

Комплекс Гольджи (*аппарат Гольджи*) состоит из диктиосом и пузырьков Гольджи (рис. 1.3). *Диктиосомы* представляют собой

стопку плоских дисковидных цистерн. Часто диктиосомы переходят по краям в систему тонких ветвящихся трубочек. Аппарат Гольджи — место синтеза полисахаридов, идущих на построение клеточной стенки.

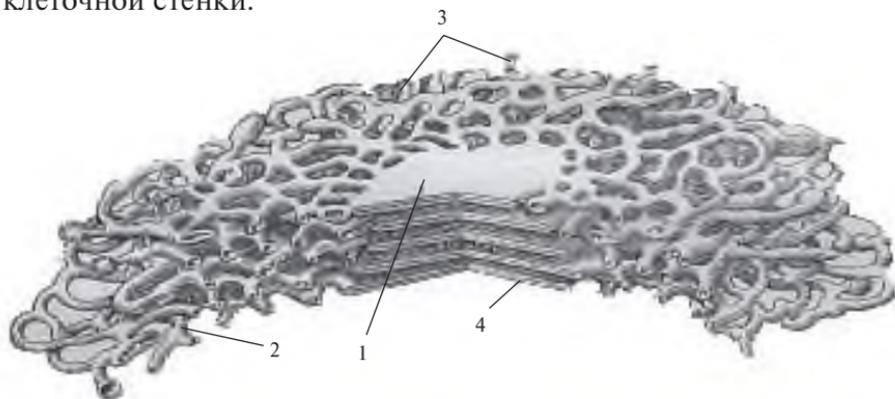


Рис. 1.3. Аппарат Гольджи:

1 — цистерны; 2 — канальца; 3 — пузырьки; 4 — мембрана

*Микротрубочки* представляют собой полые длинные цитоплазматические частицы диаметром 18–30 нм (1 нм — нанометр = 0,001 мкм; 1 мкм — микрометр = 0,001 мм). Микротрубочки осуществляют направленные движения пузырьков Гольджи, участвуют в построении нитей веретена при делении ядра.

*Микрофиламенты* — органоиды эукариотических, в том числе растительных клеток, образующих под цитоплазматической мембраной сплетение нитей белка актина. Микрофиламенты ответственны за циклоз (движение цитоплазмы).

*Митохондрии* — неотъемлемая часть всех живых эукариотических клеток. Число митохондрий варьирует от нескольких десятков до сотен. Размеры их не превышают 1 мкм, по форме они чаще всего эллиптические или округлые (рис. 1.4). Снаружи митохондрии окружены оболочкой, состоящей из двух мембран. Внутренняя мембрана образует выросты в полость митохондрий в виде пластин, называемых кристами. Пространство между кристами заполнено матриксом. Основная функция митохондрий состоит в обеспечении энергетических потребностей клетки. Здесь синтезируются богатые энергией АТФ и АДФ путем реакций окислительного фосфорилирования.

*Пластиды* характерны только для растений. Они не найдены у грибов, животных, исключая некоторых фотосинтезирующих простейших. Пластиды — относительно крупные образования клетки. В зависимости от окраски, связанной с наличием тех или иных пигментов или их отсутствием, различают три основных типа пластид: *хлоропласты* (зеленого цвета), *хромопласты* (желтого, оранжевого или красного цветов) и *лейкопласты* (бесцветные). Обычно в клетке встречаются пластиды только одного типа.

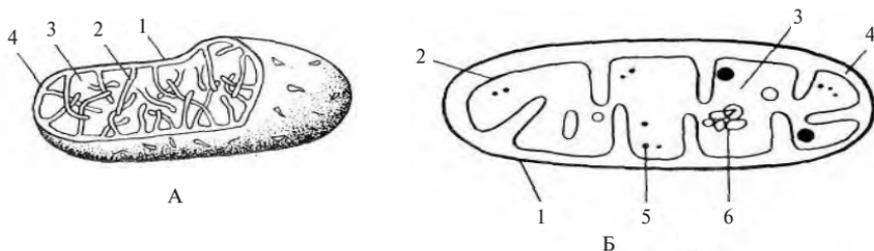


Рис. 1.4. Схема строения митохондрий:

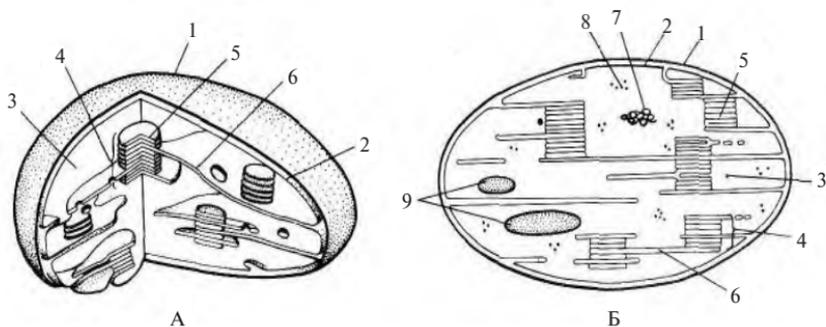
А — объемное изображение; Б — на срезе: 1 — наружная мембрана; 2 — внутренняя мембрана с кристами в виде трубочек; 3 — матрикс; 4 — перимитохондриальное пространство; 5 — митохондриальные рибосомы; 6 — нить митохондриальной ДНК

*Хлоропласты* — это органеллы фотосинтеза. Хлоропласты высших растений имеют форму двояковыпуклой линзы, размеры их от 5–10 мкм в длину при диаметре 15–50. Хлоропласты содержат до 75 % воды, белки, липиды, нуклеиновые кислоты, ферменты и пигменты: *хлорофиллы* и *каротиноиды*. Хлоропласты содержатся во всех зеленых органах растений. Они имеют оболочку, образованную двумя биомембранами: наружной и внутренней (рис. 1.5).

Под мембраной находится бесцветное основное вещество хлоропласта — *матрикс*, или *строма*. Строма пронизана системой внутренних мембран, образующих особые пластинки — *ламеллы*. Ламеллы местами переходят в дисковидные замкнутые мешочки — *тилакоиды*, собранные в плоские столбики — *граны*. В гранах расположен хлорофилл.

*Хромопласты* имеют разнообразную форму, которая определяется формой кристаллизующегося пигмента. Хромопласты со-

держат пигменты каротиноиды: ксантофилл и каротин. Хромопласты играют роль светофильтра для хлоропластов при фотосинтезе, а также они осуществляют накопление питательных веществ.



*Рис. 1.5. Строение хлоропласта:*

*А* — схема строения хлоропласта в объемном изображении (трехмерная);  
*Б* — схема среза через хлоропласт: 1 — наружная мембрана оболочки хлоропласта; 2 — внутренняя мембрана; 3 — строма; 4 — грана; 5 — тилакоид грани; 6 — тилакоид стромы; 7 — нить пластидной ДНК; 8 — рибосомы хлоропласта (отличаются от цитоплазматических рибосом); 9 — крахмальные зерна

*Лейкопласты* являются наиболее мелкими из всех типов пластид и не содержат пигментов. Это бесцветные пластиды шаровидной, палочковидной формы. Они расположены обычно вокруг ядра и встречаются в бесцветных клетках корней, корневищ и клубней, а также в семенах. Основная функция лейкопластов — это накопление питательных веществ — крахмала, белка и масла. Все типы пластид генетически связаны между собой, и при определенных условиях возможны их взаимные превращения.

*Ядро* — обязательная и существеннейшая часть живой клетки эукариотических организмов. Это место хранения и воспроизведения наследственной информации, определяющей признаки данной клетки, и всего организма в целом. Ядро служит также центром управления обмена веществ и почти всех процессов, происходящих в клетке. Из органоидов лишь митохондрии и пластиды, в некоторой степени, автономны и в части своих функций неза-

висимы от ядра. Чаще всего в клетках эукариот имеется одно ядро, редко два или несколько. Нормальное длительное существование в одной клетке двух не слившихся ядер (дикарион) характерно для некоторых грибов. Размеры ядра различны: от 2–3 до 500 мкм (у половых клеток). Форма чаще шаровидная или эллипсоидная (рис. 1.1). Снаружи ядро окружено двойной мембраной — ядерной оболочкой, пронизанной порами. Наружная мембрана в некоторых местах объединяется с эндоплазматической сетью. Содержимое неделящегося ядра составляет *кариоплазма* (или ядерный сок), близкая по структуре к гиалоплазме. В кариоплазму погружены оформленные элементы: *хроматин* и *ядрышки*, а также *рибосомы*. В процессе клеточного деления хроматин уплотняется и собирается в хромосомы.

По химическому составу ядро отличается высоким содержанием ДНК. Основная масса ДНК сосредоточена в хроматине — особых нуклеопротеидных нитях, рассеянных по всему ядру. В ядре одно или несколько ядрышек.

*Хромосомы* — органоиды делящегося клеточного ядра. Они являются носителями генов. Все хромосомы в совокупности составляют хромосомный набор.

### 1.1.2. Производные растительной клетки

*Парапласт* (продукты жизнедеятельности растительной клетки) — это вакуоль, клеточная стенка, запасные питательные вещества и физиологически активные вещества.

*Вакуоли* — это полости в протопласте эукариотических клеток, заполненные клеточным соком. В образовании вакуолей имеет деятельность аппарата Гольджи. В молодых делящихся растительных клетках вакуоли представляют систему канальцев и пузырьков, по мере роста клеток они увеличиваются, а затем сливаются в большую вакуоль. Она занимает 70–90 % объема клетки.

*Клеточный сок* — это слабокислый (РН-2-5) водный раствор различных органических и неорганических веществ. Пигменты клеточного сока окрашивают его в лепестках цветков, плодах. *Флавоны* — это желтые пигменты. *Антоцианы* — пигменты, меняющие свою окраску в зависимости от реакции клеточного сока. В нейтральной среде антоцианы имеют лиловатую окраску, в щелочной — си-

ною, в кислой — красную. Функции вакуолей многообразны, они формируют водную среду клетки, с их помощью осуществляется регуляция водно-солевого обмена. Другая важная роль вакуолей состоит в поддержании *тургорного* давления внутриклеточной жидкости в клетке и накоплении запасных веществ.

*Запасные продукты* — это вещества, временно выключенные из *метаболизма*. Они расходуются на построение тела растения или на жизненные различные процессы. Местом отложения их служат главным образом вакуоли и цитоплазма. В вакуолях запасные продукты накапливаются в виде растворов, в цитоплазме — в виде оформленных включений: *алеироновых зерен, крахмальных зерен, капель жирного масла*.

Процессы роста и развития клетки регулируются физиологически активными веществами, продуцируемыми цитоплазмой.

*Ферменты* — это сложные вещества белковой природы, являющиеся биологическими катализаторами биохимических реакций, протекающих в клетке.

*Витамины* представляют собой органические вещества различной химической природы, обеспечивающие взаимодействие фермента и субстрата, который он катализирует.

*Фитогормоны* — это гормоны, вырабатываемые протопластом растительной клетки, регулирующие физиологические процессы (рост, развитие, деление). Имеется несколько групп химически определенных фитогормонов, регулирующих рост и развитие цветковых растений: *ауксины, гиббереллины и цитокинины*.

*Фитонциды* вырабатываются клетками высших растений, обладают бактерицидными свойствами (особенно богаты фитонцидами лук, чеснок, хрен, горчица, лимоны). *Антибиотики* синтезируются в клетках грибов, обладают бактерицидным действием.

*Клеточная стенка* — это структурное образование, располагающиеся по периферии клетки. Основную роль в образовании клеточной оболочки играют комплекс Гольджи и плазмалемма, синтезирующие необходимые полисахариды (рис. 1.6).

Первичная клеточная стенка образуется при делении клеток. Первоначально образуется срединная пластинка, образованная главным образом амфорными пектиновыми веществами. Разрушение срединной пластинки и разъединение клеток называют мацерацией. Она происходит в естественных условиях при перезревании плодов.

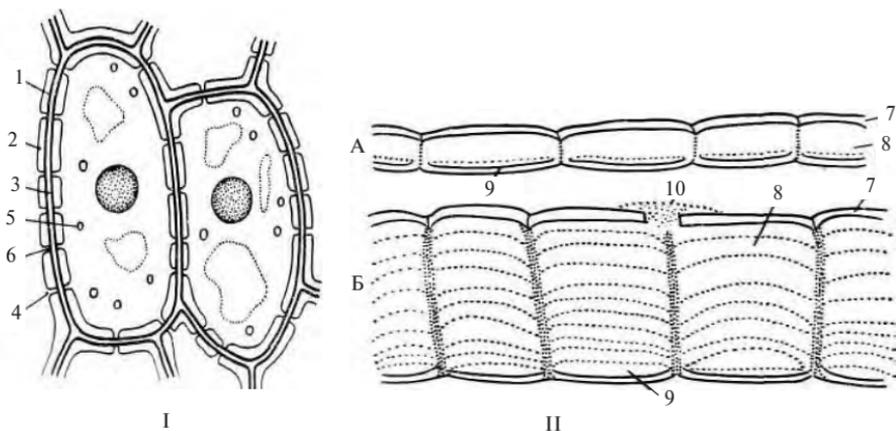


Рис. 1.6. Клетки эпидермы листа аспидистры (*Aspidistra elatior*) (I – вид сверху) и эпидермы кожуры семян льна (*Linum usitatissimum*) (II – вид сбоку): А – семена сухие; Б – семена намоченные: 1-первичная стенка; 2 – вторичная стенка; 3 – межклеточное вещество (серединная пластинка); 4 – простая пора (вид сверху); 5 – простая пора (вид в плане); 6 – замыкающая пленка поры; 7 – наружная стенка; 8 – слизь; 9 – полость; 10 – слизь; вытекающая на поверхность семени

Протопласт каждой дочерней клетки откладывает со своей стороны на срединную пластинку собственную оболочку, состоящую из гемицеллюлозы. При этом клетка растет, растягиваясь главным образом под действием тургорного давления. В клетках, прекративших рост, новые порции целлюлозы откладываются изнутри (рост клеточной стенки — наложением). За счет такого роста происходит утолщение клеточной оболочки и формируется вторичная клеточная стенки.

## Лабораторная работа № 1

### Тема: СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

#### План:

1. Устройство микроскопа и методика микроскопирования.
2. Строение растительной клетки эпидермы сочной чешуи лука-ковицы лука (*Allium сера*).

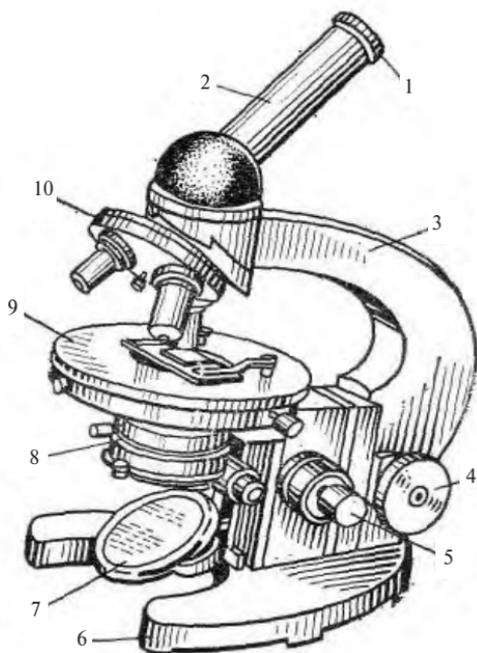
*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Предметные и покровные стекла.
3. Луковица лука.
4. Реактивы: раствор йода в йодистом калии, дистиллированная вода.
5. Таблица: «Строение клетки».

### **Последовательность работы**

**Задание 1.** *Ознакомиться с устройством микроскопа и методикой микроскопирования.*

*Биологический микроскоп* — это оптический прибор, с помощью которого можно получить увеличение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения (рис. 1. 7).



*Рис. 1.7. Микроскоп МБР-1:*

*1 — окуляр; 2 — тубус; 3 — тубусодержатель; 4 — винт грубой наводки; 5 — микрометрический винт; 6 — подставка; 7 — зеркало; 8 — конденсор и ирисовая диафрагма; 9 — предметный столик; 10 — револьвер с объективами*

В микроскопе выделяют две системы: оптическую и механическую. К оптической системе относят объективы, окуляры и осветительное устройство.

*Объектив* — представляет собой металлический цилиндр с вмонтированными в него линзами. Линзу, обращенную к препарату, называют фронтальной. Объектив дает увеличенное, действительное, обратное изображение объекта и выделяет тонкие детали его структуры. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами:  $\times 8$ ,  $\times 40$ ,  $\times 90$ .

*Окуляр* состоит из 2–3-х линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Подобно лупе он дает прямое, мнимое, увеличенное изображение изучаемого объекта. Увеличение окуляра обозначено на них цифрами:  $\times 7$ ,  $\times 10$ ,  $\times 15$ . Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

*Осветительное устройство* состоит из зеркала и конденсора с ирисовой диафрагмой, расположенных под предметным столиком. Зеркало служит для направления света через конденсор на объект. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. В учебных лабораториях с рассеянным светом обычно используют вогнутое зеркало.

*Конденсор* состоит из 2–3-х линз. При подъеме или опускании его, конденсируется или рассеивается свет, падающий от зеркала на объект.

*Ирисовая диафрагма*, расположенная между зеркалом и конденсором, служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект. Кольцо с матовым стеклом или светофильтром уменьшает освещенность объекта.

*Механическая система* микроскопа состоит из подставки, коробки с микрометренным механизмом и микрометренным винтом, тубусодержателя, винта грубой наводки, кронштейна конденсора, винта перемещения конденсора, револьвера, предметного столика. Подставка — подковообразное основание микроскопа. Коробка с микрометренным механизмом неподвижно закреплена на подставке. Микрометренный винт служит для незначительного перемещения тубусодержателя, а следовательно, и объектива на расстояние, измеряемые микрометрами.

*Тубус* — цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Тубус подвижно соединен с головкой тубусодержателя, его фиксируют стопорным винтом в определенном положении.

*Тубусодержатель* несет тубус и револьвер. Револьвер предназначен для быстрой смены объективов. Для перемещения тубусодержателя, а следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении служит винт грубой наводки.

*Предметный столик* имеет в середине круглое отверстие. На столике имеется подвижный диск, который можно вращать вокруг оси и передвигать по двум взаимно перпендикулярным направлениям с помощью двух винтов, расположенных по обеим сторонам столика. На столике находятся две пружинящие клеммы, закрепляющие препарат.

При работе с микроскопом его ставят у края стола так, чтобы окуляр находился против левого глаза, и в течение работы его не передвигают. Открывают полностью диафрагму, поднимают конденсор в крайнее верхнее положение. Если столик не сцентрирован, его передвигают при помощи винтов так, чтобы линзы конденсора находилась в центре отверстия столика. Ставят объектив  $\times 8$  в рабочее положение — на расстояние 1 см от предметного столика.

Работу с микроскопом начинают с малого увеличения. Глядя левым глазом в окуляр и пользуясь вогнутым зеркалом, направляют свет от окна и равномерно освещают поле зрения. Кладут на предметный столик препарат и, глядя сбоку, опускают объектив при помощи винта грубой наводки так, чтобы между фронтальной линзой объектива и препаратом было расстояние 4–5 мм. Глядя левым глазом в окуляр и вращая винт грубой наводки на себя, плавно поднимают объектив до положения, при котором хорошо видно изображение объекта. С помощью микрометрического винта добиваются хорошей видимости изображения препарата.

Для изучения какого-либо участка объекта при большом увеличении ставят этот участок в центр поля зрения, передвигая препарат рукой. После этого поворотом револьвера переводят объектив  $\times 40$  в рабочее положение (объектив не поднимать). Затем с помощью микрометрического винта добиваются четкости изображения объекта. Если при установке объектива  $\times 40$  изображение не получилось совсем, добиваются получением его осторожным вращением винта грубой наводки на себя, и лишь после этого производят фокусировку объекта с помощью микрометрического винта. После окончания работы с большим увеличением поворотом револьвера устанавливают малое увеличение и только после этого снимают препарат.

*Приготовление временных препаратов.* При изготовлении временных препаратов изучаемый объект помещают на предметное стекло

в каплю воды, раствора реактива или красителя, накрывают покровным стеклом. Такой препарат можно хранить не более месяца. Препараты, которые хранятся более длительный срок, называют постоянными.

**Задание 2.** Изготовить препарат эпидермы сочной чешуи луковицы лука, рассмотреть и зарисовать строение клетки в капле воды, а затем в растворе йода в йодистом калии.

Эпидермис сочной чешуи луковицы — хороший объект для изучения строения растительной клетки. Для изготовления препарата пинцетом или препаровальной иглой снимают эпидермис с выпуклой поверхности чешуи, помещают ее в каплю воды, на предметное стекло и накрывают покровным стеклом.

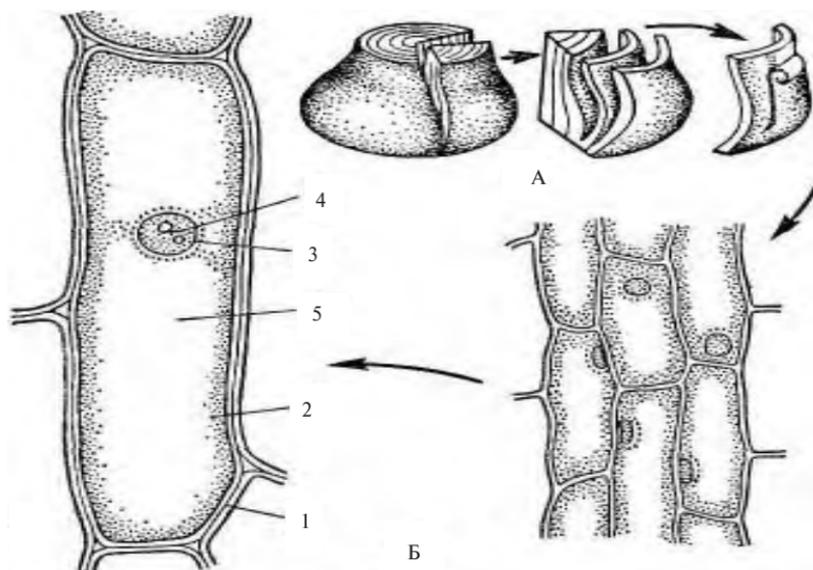


Рис. 1.8. Клетки эпидермы сочной чешуи луковицы лука (*Allium sera*):

А — луковица лука; Б — клетки эпидермы: 1 — стенка клетки, 2 — цитоплазма; 3 — ядро; 4 — ядрышко; 5 — вакуоль

Эпидерма с вогнутой стороны чешуи состоит из очень крупных клеток, которые обычно не помещаются в поле зрения при большом увеличении.

Передвигая препарат, при малом увеличении находят участок из однородного слоя клеток с явно заметными ядрами и цитоплазмой (рис. 1.8). На препарате, изготовленном в капле воды, хорошо видны светлые стенки клеток, в которых иногда заметны неутолщенные места — поры. Внутри каждой клетки в бесцветной зернистой цитоплазме видно ядро с одним-двумя ядрышками. В молодых клетках ядро находится в центральной части, в более старых клетках оно лежит в постенном слое цитоплазмы.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое протопласт?
2. Каково строение биологической мембраны?
3. Какие компоненты клетки являются неживыми?
4. Какие органеллы покрыты двуслойной мембраной, а какие — однослойной?
5. Какими мембранами ограничена цитоплазма?
6. Что такое вакуоли? Как они образуются?
7. В чем сущность клеточной теории?
8. В чем отличия между клетками растений и животных?

### **Лабораторная работа № 2**

#### **Тема: ФОРМЫ КЛЕТОК И ПЛАСТИДЫ**

*План:*

1. Формы растительной клетки листа мха мний (*Mnium cuspidatum*). Хлоропласты.
2. Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов шиповника (*Rosa canina*).
3. Лейкопласты в клетках эпидермы листа традесканции (*Tradescantia viridis*).

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Побеги и листья мха мний.
3. Зрелые плоды шиповника.
4. Листья традесканции зеленой.
5. Таблицы: «Строение клетки», «Пластиды».

## Последовательность работы

**Задание 1.** Рассмотреть и зарисовать формы растительной клетки. Исследовать содержимое клеток листа мха, найти хлоропласты.

Чтобы изготовить препарат, пинцетом открывают лист мха, ополаскивают его, затем помещают в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом. При малом увеличении весь лист в поле зрения микроскопа обычно не виден, поэтому, передвигая препарат рукой, рассматривают его по частям. Пластика листа в основном состоит из одного слоя паренхимных (изодаметрических) клеток (рис. 1.9). Несколько рядов клеток по краям листа имеют удлиненную форму. Это прозенхимные клетки.

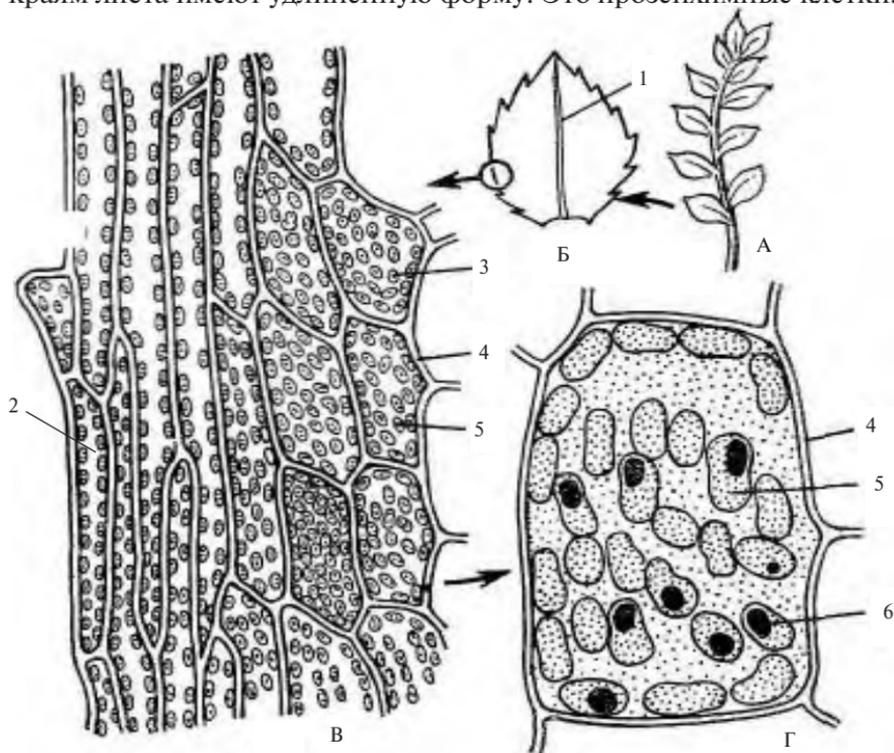


Рис. 1.9. Лист мха мний (*Mnium cuspidatum*):

А – побег мха; Б – лист мха; В – лист при малом увеличении; Г – клетки листа в реактиве – растворе йода в йодистом калии: 1 – жилка; 2 – прозенхимная клетка; 3 – паренхимная клетка; 4 – стенка клетки; 5 – хлоропласты; 6 – крахмал

Все клетки заполнены хлоропластами. Обращают внимание на овальную форму хлоропластов и их зеленый цвет, от присутствия зеленых пигментов — хлорофилла «а» и хлорофилла «б». Некоторые из них имеют вытянутую форму и перетяжку посередине, так как находятся в состоянии деления. Основная функция хлоропластов — процесс фотосинтеза. Зарисовывают при большом увеличении 5–6 клеток края листа и делают обозначения: паренхимная клетка, прозенхимная клетка, стенка клетки, хлоропласты.

**Задание 2.** Рассмотреть и зарисовать хлоропласты в клетках мякоти зрелых плодов шиповника (*Rosa canina*).

Острием иглы надрезают кожуцу зрелого плода и достают немного мякоти. Это легко удастся, поскольку в зрелых плодах произошла естественная мацерация (разъединение) клеток. Мякоть переносят на предметное стекло в каплю воды, осторожно разрыхляют и накрывают покровным стеклом.

При малом увеличении находят участок со свободно лежащими клетками и при большом увеличении исследуют их. Клетки имеют округлую форму, стенки очень тонкие. Внутри клеток хорошо видны хлоропласты. В клетках плодов шиповника и перца красного хлоропласты имеют овальную форму (рис. 1.10). В клетках мякоти зрелых плодов ядра не видны, их можно обнаружить только после специальной окраски.

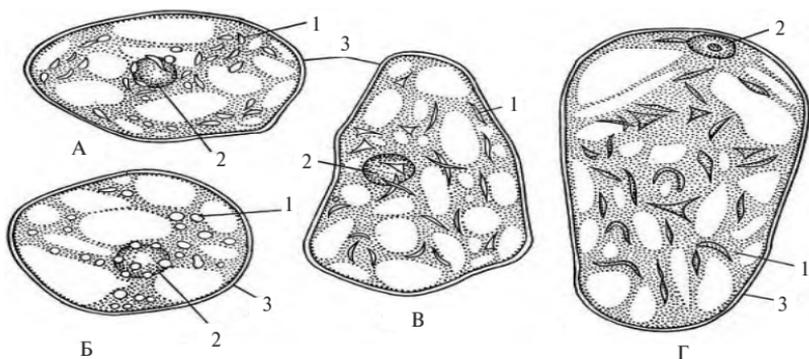


Рис. 1.10. Клетки мякоти зрелых плодов:

А — шиповник (*Rosa canina*); Б — ландыш (*Convallaria majalis*);  
 В — рябина (*Sorbus aucuparia*); Г — боярышник (*Crataegus sanguinea*):  
 1 — хлоропласты; 2 — ядро; 3 — стенка клетки

Зарисовывают 1–2 клетки с хромопластами и делают обозначения: стенка клетки, хромопласты.

**Задание 3.** Рассмотреть и зарисовать лейкопласты в клетках эпидермы листа традесканции зеленой (*Tradescantia viridis*).

Для изготовления препарата срывают лист с побега традесканции и обертывают его вокруг указательного пальца левой руки так, чтобы нижняя сторона фиолетового цвета была обращена наружу. Правой рукой при помощи иглы надрывают эпидерму над средней жилкой ближе к основанию листа и пинцетом снимают ее кусочек.

Сорванный кусочек кладут на предметное стекло в каплю воды наружной стороной вверх и накрывают покровным стеклом. При малом увеличении рассматривают вытянутые клетки в виде шестиугольников, бесцветные или окрашенные в бледно-фиолетовый или красный цвет благодаря присутствию в вакуолях пигмента антоциана (рис. 1.11).

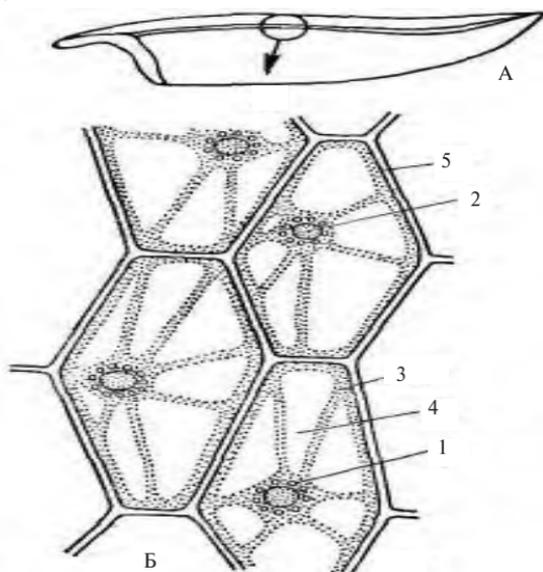


Рис. 1.11. Клетки эпидермы листа традесканции (*Tradescantia*):

А — лист традесканции; Б — клетки эпидермы:  
1 — лейкопласты; 2 — ядро; 3 — цитоплазма; 4 — вакуоль; 5 — стенка клетки

Передвигая препарат, находят клетку с хорошо заметным ядром. При большом увеличении видны окружающие ядро мелкие бесцветные тельца. Это — лейкопласты. Зарисовывают 1–2 клетки эпидермы и делают обозначения: стенка клетки, ядро, лейкопласты, цитоплазма, вакуоль.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. К каким двум группам можно отнести все разнообразие клеток по форме?
2. Какую роль играют пластиды в жизни клетки?
3. Какие пластиды имеются в клетках зеленых растений?
4. В клетках каких органов растений чаще всего можно встретить хромопласты?
5. Какие пигменты имеются в хромопластах?
6. Чем обусловлена форма хромопластов?
7. Что такое естественная и искусственная мацерация?
8. В чем заключается функция лейкопластов, и на какие три группы делят лейкопласты по функции?
9. Каково субмикроскопическое строение хлоропластов?
10. Какие взаимопревращения возможны между пластидами?

### **Лабораторная работа № 3**

#### **Тема: ФОРМЫ КЛЕТОК И ПЛАСТИДЫ**

##### *План:*

1. Крахмальные зерна картофеля (*Solanum tuberosum*).
2. Алейроновые зерна в клетках эндосперма зерновки пшеницы твердой (*Triticum durum*).
3. Кристаллы щавелевокислого кальция в сухих чешуях лука (*Allium cepa*).

##### *Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Постоянный препарат: поперечный срез зерновки пшеницы.
3. Клубень картофеля.

4. Зерновки пшеницы, предварительно замоченные.
5. Таблицы: «Запасные вещества», «Анатомия зерновки пшеницы».

### Последовательность работы

**Задание 1.** Изготовить препарат крахмальных зерен картофеля (*Solanum tuberosum*), рассмотреть их, зарисовать и сделать обозначения.

Отрезают мелкий кусочек клубня картофеля и делают им мазок по предметному стеклу в капле воды. При этом из разрушенных клеток в воду переходят крахмальные зерна, в результате чего она мутнеет. Каплю накрывают покровным стеклом и рассматривают при малом увеличении, а затем при большом увеличении. При большом увеличении хорошо видны овальные и яйцевидные бесцветные крахмальные зерна (рис. 1. 12).

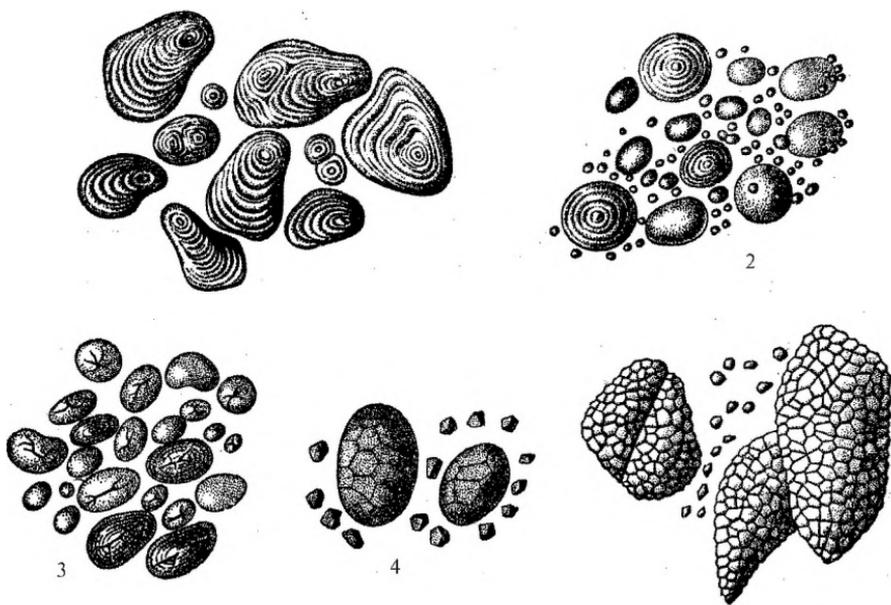


Рис. 1.12. Крахмальные зерна различных видов растений:

- 1 – картофеля (*Solanum tuberosum*);
- 2 – пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*);
- 3 – фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*);
- 4 – овса посевного (*Avena sativa*);
- 5 – гречихи посевной (*Fagopyrum sagittatum*)

Среди множества простых крахмальных зерен картофеля изредка удается найти сложные и полусложные. Зарисовывают несколько крахмальных зерен и делают обозначения. Реактивом на крахмал служит слабый раствор йода в йодистом калии. Реакцию можно осуществить, не снимая препарат с предметного столика. Для этого сухой стеклянной палочкой берут каплю реактива и наносят на предметное стекло около правого края покровного стекла, а с левой стороны кладут фильтровальную бумагу. Бумага впитывает воду из-под покровного стекла, а на ее место проникает реактив. В результате реакции крахмальные зерна принимают окраску от слабо-синего цвета до темно-черного.

Крахмальные зерна пшеницы можно рассмотреть в пшеничной муке, но лучше взять их из эндосперма набухшей зерновки пшеницы. Разрезав зерновку, извлекают кончиком иглы немного эндосперма и переносят его в каплю воды на предметное стекло. Затем накрывают покровным стеклом и рассматривают при большом увеличении. В поле зрения микроскопа видны округлые и овальные крахмальные зерна. Зарисовывают несколько крахмальных зерен пшеницы.

***Задание 2. Рассмотреть и зарисовать алейроновые зерна в клетках эндосперма зерновки пшеницы твердой (*Triticum durum*).***

Запасные белки наиболее часто откладываются в виде зерен округлой и овальной формы, называемых алейроновыми. Эти зерна образуются вследствие выпадения в осадок белка, находящихся в вакуолях при их высыхании.

Для изготовления препарата на предметное стекло наносят каплю раствора йода в йодистом калии. Затем делают поперечные срезы зерновки пшеницы, переносят их на предметное стекло и накрывают их покровным стеклом. Для ускорения работы можно воспользоваться готовым препаратом.

При малом увеличении находят тонкий участок среза, на котором видна золотистая полоска из клеток алейронового слоя, расположенного сразу под кожурой семени и покровами зерновки. При большом увеличении видно, что клетки алейронового слоя плотно сомкнуты, кубической формы, заполнены мелкими алейроновыми зернами (рис. 1.13). Наибольшее количество запасного

белка содержат зерновки твердой пшеницы, этим объясняют их высокое технологическое качество.

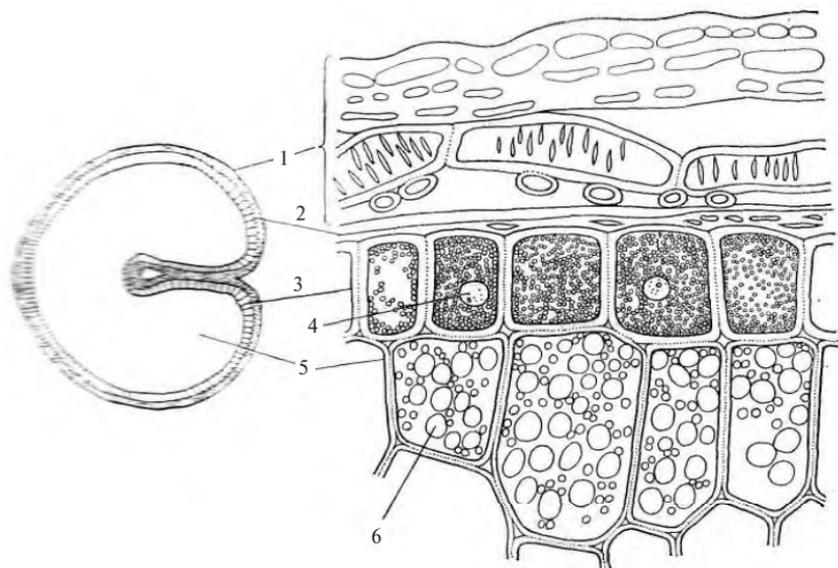


Рис. 1.13. Зерновка пшеницы (*Triticum durum*) в поперечном разрезе:  
1 — околоплодник, 2 — кожура семени, 3 — алейроновый слой, 4 — ядро,  
5 — клетки эндосперма с крахмальными зёрнами, 6 — крахмальное зёрно

Зарисовывают 1–2 клетки и делают обозначения: алейроновые зёрна, крахмальные зёрна.

**Задание 3.** Рассмотреть и зарисовать кристаллы щавелевокислого кальция в сухих чешуях лука (*Allium sera*).

Одним из токсических продуктов жизнедеятельности клеток является щавелевая кислота. Растение освобождается от нее при помощи ионов кальция. Щавелевокислый кальций откладывается в растениях в виде кристаллов разнообразной формы, одиночных друз, рафид.

Изготавливают препарат сухой чешуи лука и рассматривают при малом увеличении клетки с одиночными палочковидными и парно сросшимися крестообразными кристаллами щавелевого кальция (рис. 1.14), делают обозначения.

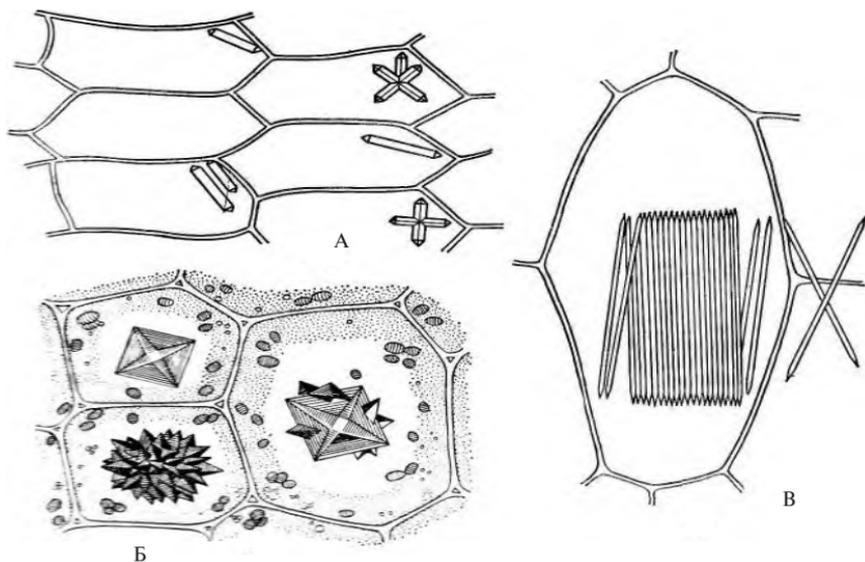


Рис. 1.14. Клетки различных растений с кристаллами щавелевокислого кальция:

А — одиночные и крестообразные в клетках сухой чешуи луковицы лука (*Allium cepa*); Б — последовательные стадии формирования друз в клетках черешка листа бегонии (*Begonia manicata*); В — пучок рафид в клетке корневища купены лекарственной (*Polygonatum officinale*)

### Вопросы для самоконтроля

1. В каких органах растений локализуются запасные питательные вещества?
2. В чем разница между первичным и вторичным крахмалом?
3. Как образуются простые, полусложные и сложные крахмальные зерна?
4. В чем отличие белков запасных от белков конституционных?
5. Как образуются алейроновые зерна?
6. Каков биологический смысл образования кристаллов щавелевокислого кальция в клетке?
7. Какая форма кристаллов щавелевокислого кальция характерна для двудольных растений и какая — для однодольных?
8. Какова роль продуктов вторичного обмена веществ в жизни растений?

## Лабораторная работа № 4

### Тема: СТРОЕНИЕ КЛЕТОЧНОЙ СТЕНКИ И ЕЕ ВИДОИЗМЕНЕНИЯ

#### *План:*

1. Строение клеточной стенки внутриплодника перца однолетнего (*Capiscum annuum*).
2. Окаймленные поры в клеточной стенке древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).
3. Видоизменения клеточной стенки.

#### *Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Постоянный препарат: радиальный срез древесины сосны.
3. Плоды зрелого перца.
4. Кусочки фильтровальной и газетной бумаги.
5. Кусочки пробки дуба пробкового.
6. Реактивы: хлор-цинк-йод, флороглюцин, крепкая соляная кислота, краситель судан III.
7. Гербарные образцы злаков.
8. Таблицы: «Протопласт и его производные», «Анатомия листа», «Анатомия липы».

### Последовательность работы

**Задание 1.** Рассмотреть и зарисовать строение клеточной стенки внутриплодника перца однолетнего (*Capiscum annuum*).

Делают срез эндокарпа плода красного перца, кладут его на предметное стекло в каплю воды и накрывают покровным стеклом.

При малом увеличении находят срез, где клетки расположены в один слой. При большом увеличении сначала внимательно изучают боковые стенки. На месте соединения двух клеток видна сплошная тонкая темная линия. Это межклеточное вещество (межклетная пластинка) и первичные стенки соседних клеток (рис. 1.6). От этой линии в глубь клетки расположена толстая вторичная стенка, в которой видны поры.

Зарисовывают 1–2 клетки, показав поры на боковых стенках.

**Задание 2.** Рассмотреть и зарисовать окаймленные поры в клеточной стенке древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

Используя готовые препараты древесины, при малом увеличении находят окаймленные поры. В отличие от простой поры, имеющей канал на всем протяжении одинакового диаметра, канал окаймленной поры у замыкающей пленки имеет больший диаметр, чем при выходе в полость клетки (рис. 1.15).

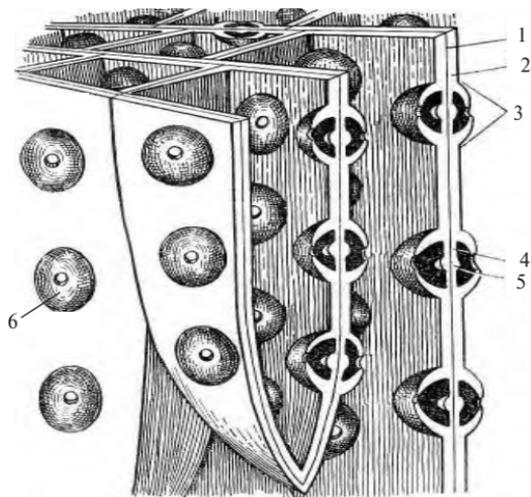


Рис. 1.15. Трахеиды сосны (*Pinus sylvestris*) (схема):

1 — первичная стенка; 2 — вторичная стенка; 3 — окаймленная пора (вид сбоку); 4 — замыкающая пленка; 5 — торус; 6 — окаймленная пора (вид сверху)

Вторичная стенка как бы приподнимается над замыкающей пленкой поры, вследствие чего пара окаймленных пор имеет очертание двояковыпуклой линзы. Средняя часть замыкающей пленки поры утолщена. Это утолщение называют торусом. Затем зарисовывают часть клетки и обозначают окаймленные поры.

**Задание 3.** Провести исследования по определению типа видоизменения клеточной стенки.

Основными веществами для построения клеточной стенки служат целлюлоза, гемицеллюлоза, пектин, лигнин, суберин, мине-

ральные соли. Присутствие каждого из названных веществ устанавливают при помощи специальных реакций. Сначала проводят цветную реакцию на целлюлозу. Изготавливают два препарата из волосков семян хлопчатника: один в капле воды, а другой в капле хлор-цинк-йода (реактив на целлюлозу). Под действием реактива целлюлозная стенка окрашивается в сине-фиолетовый цвет.

Затем изготавливают препарат поперечного среза стебля древесного растения в капле воды. При малом увеличении находят тонкое место на срезе и рассматривают его при большом увеличении. Отмечают, что стенки всех клеток имеют одинаковый сероватый цвет. После этого снимают покровное стекло, удаляют фильтровальной бумагой воду и действуют на срез флороглюцином и соляной кислотой. В результате реакции стенки клеток, содержащие много лигнина, т. е. сильно одревесневшие, приобретают вишнево-красную окраску, слабо одревесневшие — розовую, а не одревесневшие — не изменяют окраску.

Другой реактив на лигнин — раствор сернокислового анилина, под действием которого одревесневшие стенки становятся лимонно-желтыми.

Капнув реактивом хлор-цинк-йодом и флороглюцином с соляной кислотой на кусочки фильтровальной и газетной бумаги, делают заключение об их химическом составе.

В стенках клеток покровной ткани-пробки откладывается суберин, вследствие чего происходит опробковение. Изготавливают препарат пробки в капле воды и в капле красителя судан III. Опробковевшие стенки клеток окрашиваются суданом III в оранжево-красный цвет.

Для ознакомления с минерализацией клеточной стенки проводят пальцами по листьям и стеблям гербарных или живых образцов осок, злаков и хвощей. Стенки наружных клеток этих растений инкрустированы соединениями кремния, что придает им режущие свойства.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каковы функции клеточной стенки?
2. Как происходит рост клеточной стенки?
3. Какими реактивами и красителями можно обнаружить вещества, входящие в состав стенки клетки?
4. Какие структуры клетки принимают участие в образовании стенки?

5. Как происходит рост стенки путем интуссусцепции, а когда путем аппозиции?
6. Какие изменения могут происходить в химическом составе целлюлозной стенки клетки и как это сказывается на ее физических свойствах?
7. Каким методом можно обнаружить наличие минеральных солей в стенках клеток?
8. Какими реактивами и красителями можно обнаружить вещества, входящие в состав стенки клетки?

## ГЛОССАРИЙ

**Алейроновые зерна** [греч. aleuron — мука] — твердые протеиновые зерна из запасных белков в клетках семян многих растений.

**Алкалоиды** — азотистые соли органических кислот, содержащиеся в клеточном соке растений; они бесцветны и выполняют защитную функцию, оберегая растения от поедания животными и заражения грибными и вирусными болезнями.

**Амилопласты** — пластиды (лейкопласты), образующие крахмал и содержащие запасной крахмал.

**Амитоз** — прямое деление клеточного ядра, заключающееся в перешнуровке ядра без возникновения хромосомных структур.

**Антибиотики** — вещества биологического происхождения, подавляющие рост и развитие или убивающие микроорганизмы.

**Аппозиция** [лат. appositio — прикладывание] — рост наложением, утолщение клеточной стенки за счет наслаивания мицелл (волокон) целлюлозы, вырабатываемых протопластом.

**Ауксины** — вещества, гормоны, усиливающие, стимулирующие рост растений.

**Вакуоля** [лат. vacuum — пустота] — полость в цитоплазме клетки, заполненная клеточным соком.

**Витамины** [лат. vita — жизнь] — группа органических веществ, вырабатываемых растением, которые в ничтожно малых количествах необходимы для жизни и нормального развития человека и животных.

**Гиалоплазма** [греч. gyalos — прозрачный камень, стекло] — основная плазма, матрикс, прозрачное однородное вещество цитоплазмы, в которое погружены органоиды.

**Диктиосомы** [греч. dyktyon — сеть; soma — тело] — элементы аппарата Гольджи, иногда весь аппарат.

**Друзы** — кристаллы, сросшиеся одним концом с общим основанием.

**Интуссусцепция** — рост внедрением, рост и утолщение клеточной стенки путем внедрения между старыми частями новых частиц (молекул) вещества клеточной стенки, вырабатываемых цитоплазмой.

**Кариолимфа** — ядерный сок, однородное прозрачное основное вещество клеточного ядра, неточно определяемое как «жидкое».

**Кариоплазма** — протоплазма ядра, состоящая из кариолимфы и хромотина.

**Каротин** [лат. carota — морковь] — желто-оранжевый пигмент, содержащийся в пластидах растений; вместе с другими пигментами желтой, оранжевой или красной окраски образует группу каротиноидов.

**Кристы** — гребневидные складки внутренней мембраны у митохондрии.

**Ксантофилл** [греч. xanthos — желтый; phyllon — лист] — желтый пигмент; находится наряду с каротиноидами в хлоропластах и хромопластах.

**Ламеллы** [лат. lamella — пластинка] — двумембранные пластинки внутри хлоропласта, на которых сосредоточен хлорофилл.

**Лейкопласты** [греч. leukos — белый] — бесцветные пластиды, в которых образуется и откладывается вторичный (запасной) крахмал.

**Лигнин** [лат. lignum — древесина] — органическое вещество, пропитывающее клеточные стенки при одревеснении.

**Мацерация** [лат. macerato — размягчение] — разъединение клеток ткани в результате разрушения межклеточного вещества.

**Мезоплазма** [греч. mesos — составляющий середину, средний] — основная масса цитоплазмы, ограниченная от клеточной стенки плазмалеммой и от вакуолей-тонопластом.

**Мицеллы** [греч. mykes — гриб] — пучки молекул клетчатки (целлюлозы) как самый малый структурный элемент клеточной

стенки растений; пучки мицелл образуют микрофибриллы, затем фибриллы.

**Олеопласты** [лат. oleum — масло оливковое] — бесцветные пластиды (лейкопласты), в которых накапливается масло.

**Органоиды** — постоянные части живой клетки, выполняющие определенные функции в ее жизнедеятельности.

**Паренхимные клетки** — форма клеток, имеющих более или менее одинаковые размеры в длину, ширину и толщину.

**Пигменты** [лат. pigmentum — окраска, красящее вещество] — вещество различной окраски, имеющееся в пластидах и клеточном соке растений.

**Плазмалемма** — внешняя, прилегающая к клеточной стенке мембрана цитоплазмы.

**Плазмодесмы** — трубочки эндоплазматической сети (тяжи цитоплазмы), проходящие через поры клеточных стенок и связывающие протопласты двух соприкасающихся клеток.

**Протеопласты** — пластиды, в которых осуществляется синтез простых белков, относятся к группе лейкопластов.

**Рафиды** — пучки (пачки) игловидных кристаллов в растительной клетке.

**Суберин** [лат. suber — пробка] — жироподобное вещество, состоящее из глицеринов, феллоновой и пробковой кислот и пропитывающее вторичные оболочки клеток при опробковании.

**Тургор** [лат. turgere — быть набухшим, налитым] — напряженное состояние клеточной оболочки, растягиваемой под давлением на нее протопласта.

**Ферменты** [лат. fermentus — закваска, бродильное начало] — биологические катализаторы белковой природы, обладающие большой активностью и специфичностью действия, во много раз ускоряющие все биологические процессы в клетке.

**Фитогормон** [греч. phyton — растение; hormao — побуждать, возбуждать] — физиологические вещества, вырабатываемые протопластом, способные диффундировать через клеточную оболочку и усиливать физиологические процессы.

**Фитонциды** [греч. phyton — растение; caedos — убивать] — выделяемые высшими растениями летучие вещества, способные убивать или подавлять жизнедеятельность микроорганизмов.

**Целлюлоза** [лат. cellula — каморка, клетушка] — клетчатка, полисахарид, являющийся главной составной частью стенок (оболочек) растительных клеток.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Внимательно прочитайте каждый вопрос теста и выберите из трех вариантов один правильный ответ.

Тесты по теме: «РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА»

### Вариант 1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	В каких органоидах клетки синтезируются жиры?	1. Рибосомах. 2. Хлоропластах. 3. Эндоплазматической сети.
2	Какие органеллы цитоплазмы имеют не мембранное строение?	1. Митохондрии. 2. Рибосомы. 3. Аппарат Гольджи.
3	Где образуются субъединицы рибосом?	1. Цитоплазме. 2. Вакуоли. 3. Ядре.
4	Где в митохондриях находятся молекулы ДНК, РНК, рибосомы?	1. Наружной мембране. 2. Матриксе. 3. Кристах.
5	В какой из мембран хлоропласта локализованы пигменты хлорофилл и каротиноиды?	1. Стrome. 2. Наружной мембране. 3. Мембранах тилакоидов.
5	В какой части ядра находится молекула ДНК?	1. Ядерном соке. 2. Хромосомах. 3. Ядерной оболочке.
6	Какой тип деления характерен для вегетативных клеток?	1. Амитоз. 2. Митоз. 3. Мейоз.
7	Какую функцию выполняют митохондрии?	1. Биосинтез углеводов. 2. Фотосинтез. 3. Дыхание.
8	В виде каких зёрен откладывается запасной белок?	1. Крахмальные зерна. 2. Алейроновые зерна. 3. Зернистая цитоплазма.
9	Где накапливаются пигменты: антоциан, антохлор?	1. Цитоплазме. 2. Хромопластах. 3. Клеточном соке.
10	Какое вещество вызывает одревеснение клеточной стенки?	1. Суберин. 2. Кутин. 3. Лигнин.

## Вариант 2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	В результате какого процесса органические вещества образуются из неорганических?	1. Синтеза АТФ. 2. Биосинтеза белка. 3. Фотосинтеза.
2	В каких органеллах происходит биосинтез белка?	1. Рибосомах. 2. Митохондриях. 3. Хлоропластах.
3	К какой группе веществ относятся рибоза и дезоксирибоза?	1. Белки. 2. Жиры. 3. Углеводы.
4	Почему митохондрии называются энергетическими станциями?	1. Участвуют в биосинтезе белка. 2. Участвуют в синтезе АТФ. 3. Участвуют в синтезе углеводов.
5	Какая ядерная структура несет наследственные свойства организма?	1. Ядерный сок. 2. Ядрышко. 3. Хромосомы.
6	Сколько клеток образуется при мейозе?	1. Две. 2. Три. 3. Четыре.
7	Какие углеводы относятся к полисахаридам?	1. Сахароза. 2. Глюкоза. 3. Крахмал.
8	Какую функцию выполняют хлоропласты?	1. Дыхание. 2. Биосинтез белков. 3. Фотосинтез.
9	Где в клетке накапливаются дубильные вещества, нитраты, нитриты?	1. Клеточном соке. 2. Цитоплазме. 3. Пластидах.
10	Какое вещество вызывает опробковение клеточной стенки?	1. Лигнин. 2. Суберин. 3. Кутин.

### Вариант 3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	В каких органеллах синтезируются первичный крахмал?	1. Мембранах эндоплазматической сети. 2. Хлоропластах. 3. Митохондриях.
2	Чему соответствует информация одного триплета ДНК?	1. Белку. 2. Аминокислоте. 3. Гену.
3	Какая мембрана цитоплазмы граничит с клеточным соком?	1. Плазмолемма. 2. Тонoplast. 3. Мембрана ЭПС.
4	В каких органоидах синтезируются пигменты: каротин и ксантофилл?	1. Хлоропластах. 2. Хромопластах. 3. Лейкопластах.
5	Какую функцию выполняют рибосомы?	1. Биосинтез жиров. 2. Биосинтез углеводов. 3. Биосинтез белков.
6	Какой набор хромосом имеют вегетативные клетки, образующиеся при митозе?	1. Гаплоидный. 2. Диплоидный. 3. Полиплоидный.
7	Какие полисахариды характерны для оболочек растительных клеток?	1. Целлюлоза. 2. Хитин. 3. Гликоген.
8	Какую функцию выполняют лейкопласты?	1. Фотосинтез. 2. Биосинтез белка. 3. Накопление запасных веществ.
9	Какое вещество вызывает ослизнение клеточной стенки?	1. Кутин. 2. Вода. 3. Соли кальция.
10	Что такое мацерация?	1. Соединение клеток. 2. Разрушение клеток. 3. Разъединение клеток.

## Вариант 4

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какие соединения являются мономерами молекул белка?	1. Глюкоза. 2. Глицерин. 3. Аминокислота.
2	С какой из структур ядра связано образование всех видов РНК?	1. Ядерной оболочкой. 2. Хромосомами. 3. Ядрышком.
3	Какая мембрана цитоплазмы граничит с клеточной оболочкой?	1. Плазмолемма. 2. Тонoplast. 3. Мембрана ЭПС.
4	К какой группе оргanelл относятся пластыды?	1. Одномембранные. 2. Двумембранные. 3. Немембранные.
5	Какую функцию выполняют митохондрии?	1. Фотосинтез. 2. Дыхание. 3. Биосинтез жиров.
6	Какие структуры образованы внутренней мембраной хлоропласта участвуют в синтезе пигментов?	1. Тилакоиды. 2. Строма. 3. Кристы.
7	В каких пластидах накапливается запасной крахмал?	1. Хлоропластах. 2. Лейкопластах. 3. Хромопластах.
8	Где накапливается в клетке запасное масло?	1. Клеточном соке. 2. Цитоплазме. 3. Аппарате Гольджи.
9	Какое вещество вызывает минерализацию клеточной стенки?	1. Лигнин. 2. Суберин. 3. Соли кальция и кремния.
10	Где в клетке накапливаются алкалоиды, гликозиды и дубильные вещества?	1. Цитоплазме. 2. Клеточном соке. 3. Пластидах.

## Раздел 2

# РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (ГИСТОЛОГИЯ)

Переход растений от водной среды обитания к жизни на суше сопровождался интенсивным процессом дифференциации клеток, которые превращались в процессе эволюции в строго специализированные ткани, составляющие органы высших растений.

*Ткани* — это группы клеток, сходных по строению, имеющих одинаковое происхождение и определенную локализацию в теле растения. Строение клеток каждой ткани тесно связано с физиологической функцией, которую они выполняют.

Современные классификации тканей основаны на единстве следующих признаков: 1) физиологическая функция (назначение), 2) сходство структуры (морфология), 3) происхождение (история развития), 4) местонахождение (топография).

Растительные ткани подразделяют на шесть групп. Ткани непостоянные, состоящие из делящихся клеток, называются образовательными (меристемы). Они в результате роста и дифференциации клеток превращаются в постоянные ткани: основные, покровные, механические, проводящие и выделительные.

### Тема 2.1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (МЕРИСТЕМЫ)

*Ткани*, состоящие из живых интенсивно делящихся клеток, называются *образовательными*, или меристемными. Функция их заключается в том, что они дают начало всем другим постоянным тканям растения. Характерные особенности меристем — способность интенсивно делиться митозом и превращаться (дифференцироваться) в гистологические элементы других групп тканей. Меристемы состоят из молодых мелких паренхимных клеток без межклетников с густой цитоплазмой, крупным ядром, тонкой пектиново-целлю-

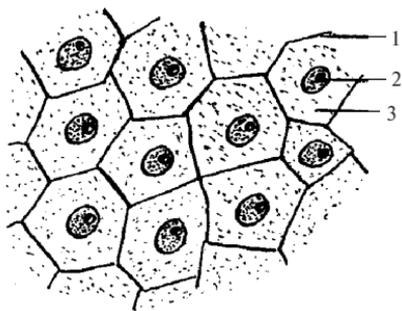


Рис. 2.1. Клетки образовательной ткани:

- 1 — первичная оболочка клетки;  
2 — крупное ядро; 3 — зернистая  
цитоплазма

*Верхушечные (апикальные)*, они же первичные, находятся в точке роста стебля и защищены листовыми зачатками (примордиями) (рис. 2.2).

В зоне деления кончика корня они защищены корневым чехликом (рис. 2.3).

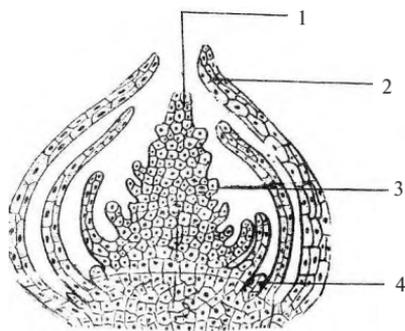


Рис. 2.2. Верхушечная меристема в почке элодеи:

- 1 — конус нарастания; 2 — примордии (зародышевые листья); 3 — листовые бугорки; 4 — зачатки боковых почек

лозной оболочкой, вакуоли отсутствуют (рис. 2.1).

По происхождению меристемы бывают первичные и вторичные. *Первичные меристемы* обеспечивают рост растения в длину, образуются из клеток зародыша. *Вторичные меристемы* (камбий) возникают позже в ходе онтогенеза из первичных меристем или из клеток основной ткани и обеспечивают рост органов в толщину.

По расположению в органах растения меристемы различают на четыре группы: верхушечные (апикальные), боковые (латеральные), вставочные (интеркалярные) и раневые.

*Боковые (латеральные)* меристемы делятся параллельно боковой поверхности корня и стебля. К первичным боковым меристемам относятся *перцикл* и *прокамбий*. Вторичные латеральные меристемы: *камбий* и *пробковый камбий*.

*Интеркалярные (вставочные)* меристемы закладываются у основания каждого междоузлия стебля злаков и некоторых растений класса двудольные, а также в основании листа.

*Раневые (травматические)* меристемы возникают из паренхиматических тканей, в местах повреждения осевых органов растения.

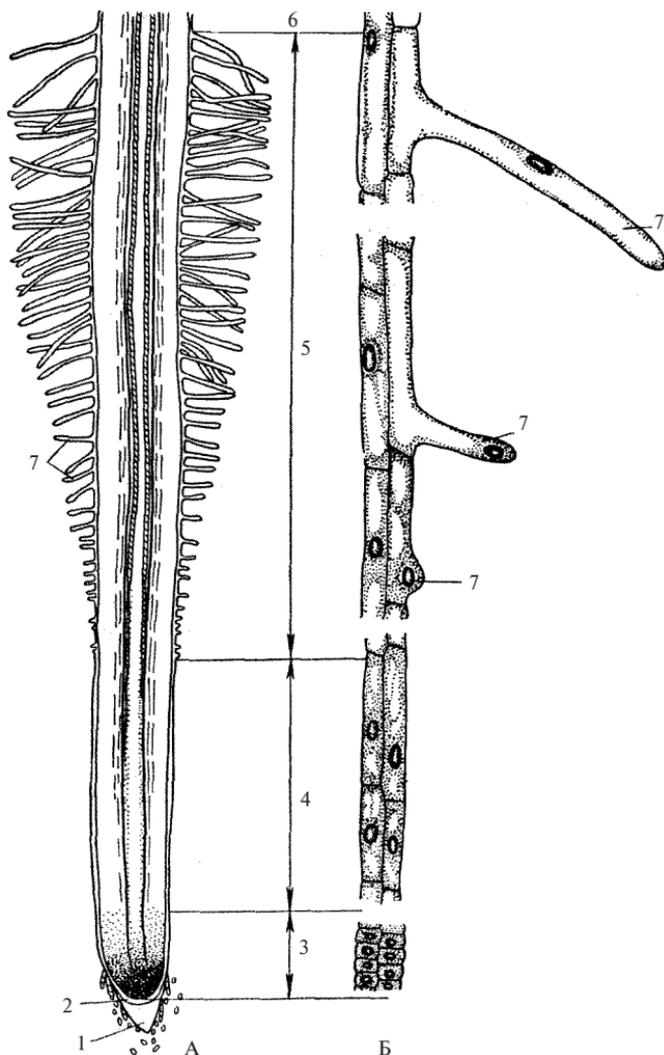


Рис. 2.3. Корень проростка пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*):

А – схема строения корня; Б – периферические клетки отдельных зон при большом увеличении; 1 – корневой чехлик; 2 – калиптроген; 3 – зона деления; 4 – зона растяжения; 5 – зона поглощения; 6 – зона проведения; 7 – корневые волоски

## Лабораторная работа № 1

Тема: ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

*План:*

1. Кариокинез в клетках кончика корня лука репчатого (*Allium cepa*).
2. Верхушечная почка элодеи зубчатой (*Eloдея densa*).
3. Верхушечная меристема кончика корня пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*).
4. Классификация меристем по происхождению и топографии.

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Готовый препарат: «Кариокинез» кончика корня лука.
3. Живые объекты: верхушечная почка элодеи, проростки пшеницы.
4. Таблицы: «Растительная клетка», «Строение почки», «Зоны кончика корня».

### Последовательность работы

**Задание 1.** *Исследовать кариокинез в клетках кончика корня лука репчатого (*Allium cepa*).*

Рассмотреть готовый препарат кариокинеза кончика корня лука при малом увеличении микроскопа, передвигая препарат, найти все фазы митоза. Обратить внимание на размеры клеток меристем. Процесс митоза непрерывный и разделяется условно на 4 фазы: профазы, метафазы, анафазы, телофазы, а период между делением клетки называется интерфазой. В ходе митоза действуют биологические механизмы, обеспечивающие наследственные сходства по набору хромосом, 2-х дочерних клеток с материнской клеткой.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть каждую фазу митоза. Зарисовать фазы митоза, используя рисунок 2.4. Выполнить соответствующие обозначения и дать краткую характеристику каждой фазы митоза.

**Задание 2.** Изучить строение верхушечной почки элодеи (*Elodea canadensis*).

Рассмотреть верхушечную почку побега элодеи при малом увеличении микроскопа в капле воды без покровного стекла. Для этого препаровальной иглой снять все верхушечные листья, отделить

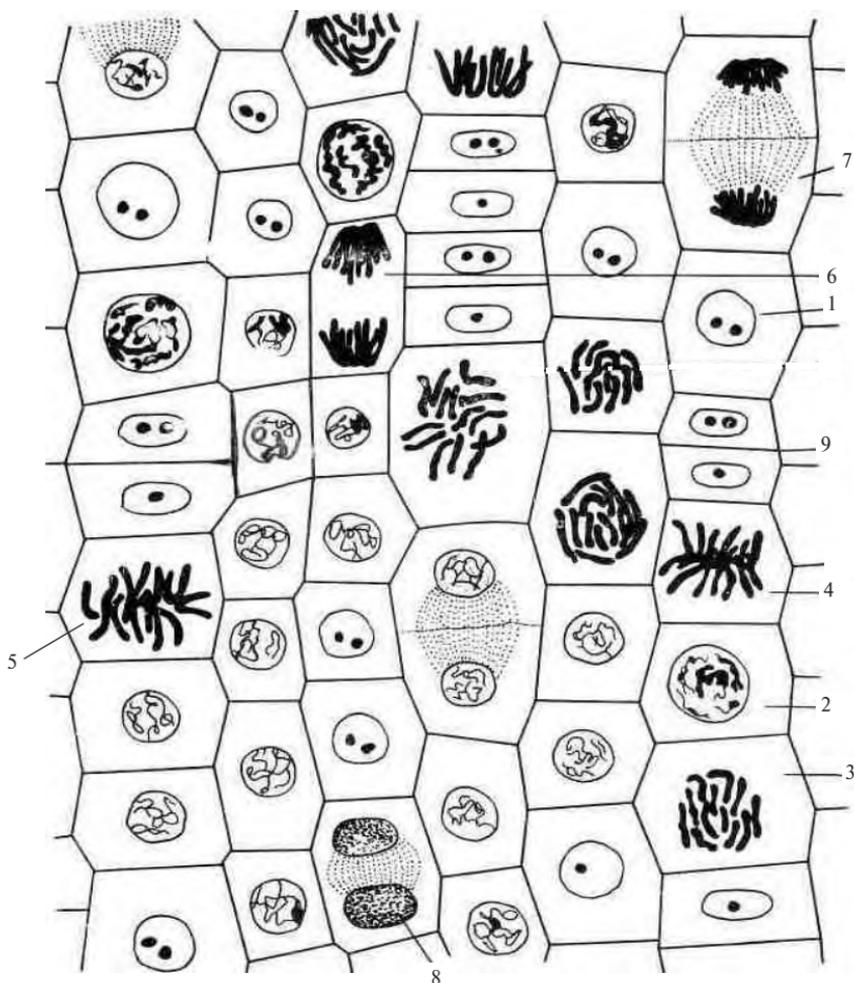


Рис. 2.4. Кариокinesis в кончике корня лука (*Allium*):

1 – интерфаза; 2 – начало профазы; 3 – конечный этап профазы;  
4, 5 – метафаза; 6, 7 – анафаза; 8 – телофаза; 9 – цитокinesis

конус нарастания. По мере удаления от верхушки бугорки увеличиваются и принимают форму листьев — примордий (зародышевые листья).

Зарисовать строение конуса нарастания и сделать обозначения: 1) конус нарастания; 2) зачатки листьев; 3) примордии; 4) зачатки почек. Отметить на рисунке: а) тунику; б) корпус.

**Задание 3.** Ознакомитесь с верхушечной меристемой кончика корня пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*).

Взять кончик корня проростка пшеницы длиной 2–3 см и рассмотреть с помощью стереоскопического микроскопа. На самом кончике корня виден корневой чехлик, прикрывающий зону деления (верхушечная меристема), от этой зоны до корневых волосков расположена зона роста и растяжения клеток. Часть корня, покрытая корневыми волосками, — зона всасывания, выше этой зоны начинается зона проведения.

Схематично зарисовать и обозначить зоны кончика корня и корневой чехлик, а в зоне деления указать: а) дерматоген; б) периблему; в) плерому.

**Задание 4.** Составить и заполнить таблицу 1.

Таблица 1

#### Классификация образовательных тканей

№ п/п	Топография	Происхождение	
		первичные	вторичные
1	Верхушечные (апикальные)		
2	Боковые (латеральные)		
3	Вставочные (интеркалярные)		
4	Раневые		

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какие типы деления клеток вы знаете?
2. В чем биологическая сущность митоза?
3. Сколько клеток образуется в результате мейоза?
4. В какой период деления происходит удвоение молекул ДНК в хромосомах?

5. Что такое ткани?
6. Какой тип деления характерен для клеток меристем?
7. Какие меристемы обеспечивают рост органов растений в длину?
8. Какие меристемы обеспечивают рост органов растений в толщину?
9. В какой зоне корня находится образовательная ткань? Какая она по происхождению и топографии?
10. К какой образовательной ткани по происхождению относятся конус нарастания стебля и зона деления кончика корня?
11. К каким меристемам по местоположению (топографии) относятся конус нарастания стебля и зона деления кончика корня?
12. Назовите клетки кончика корня, отсутствующие в конусе нарастания стебля.

## **Тема 2.2. ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ**

*Покровные ткани* расположены на поверхности органов растений и защищают внутренние ткани от воздействия температуры, микроорганизмов, механических повреждений, регулируют испарение и газообмен. В связи с этими функциями покровные ткани имеют следующие характерные особенности строения:

- 1) клетки соединены очень плотно, без межклетников;
- 2) клеточные стенки часто претерпевают видоизменения, такие как кутинизация и пробковение;
- 3) для связи с внешней средой покровные ткани имеют приспособления в виде устьиц, чечевичек и трещин.

В зависимости от происхождения и строения покровные ткани бывают следующих типов: эпидермис, пробка и корка.

*Эпидермис* — первичная покровная ткань, покрывает листья, стебли, лепестки цветков и плодов. Это живая однослойная ткань, наружные оболочки клеток кутинизированы и обеспечивают непроницаемость воды и газов. Для связи с внешней средой между клетками эпидермиса находятся устьица, через которые осуществляется газообмен и транспирация (испарение воды). Строение эпидермиса и устьичного аппарата показано на рисунке 2.5.

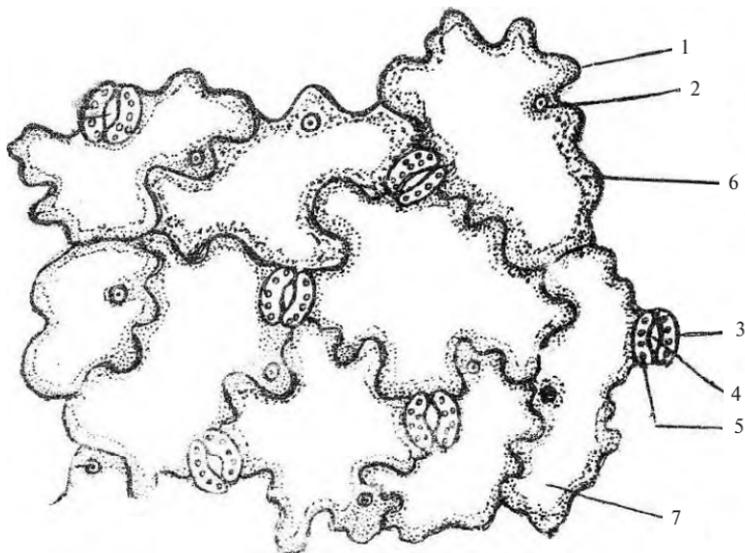


Рис. 2.5. Эпидермис листа герани (*Geranium*):

1 — оболочка клетки эпидермиса; 2 — ядро; 3 — замыкающая клетка устьиц; 4 — устьичная щель; 5 — хлоропласты в замыкающих клетках; 6 — цитоплазма; 7 — вакуоль

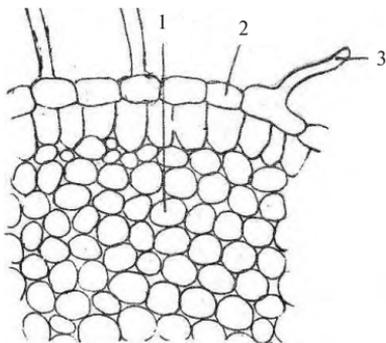


Рис. 2.6. Эпиблема корня:

1 — поглощающая паренхима; 2 — клетки эпibleмы; 3 — корневой волосок (выпячивание клетки эпibleмы)

Многие растения на эпидермисе имеют волоски (*трихомы*) различной формы, живые и мертвые, одноклеточные и многоклеточные.

*Эпibleма* — первичная покровная ткань корня, покрывает зону корневых волосков, где выполняет функцию всасывания воды и минеральных веществ (рис. 2.6).

*Пробка (феллема)* — вторичная покровная ткань, формируется в результате деления клеток вторичной боковой меристемы — *пробкового камбия*, или

*феллогена*, который образуется из клеток эпидермиса или основной ткани. Феллоген наружу образует феллему (пробку), клетки которой становятся мертвыми в результате пропитывания оболочек суберином (опробковение). К центру органа феллоген формирует живые клетки *феллодермы* (пробковой паренхимы). Комплекс трех тканей: феллема, феллоген, феллодерма — образует *перидерму* (рис. 2.7).

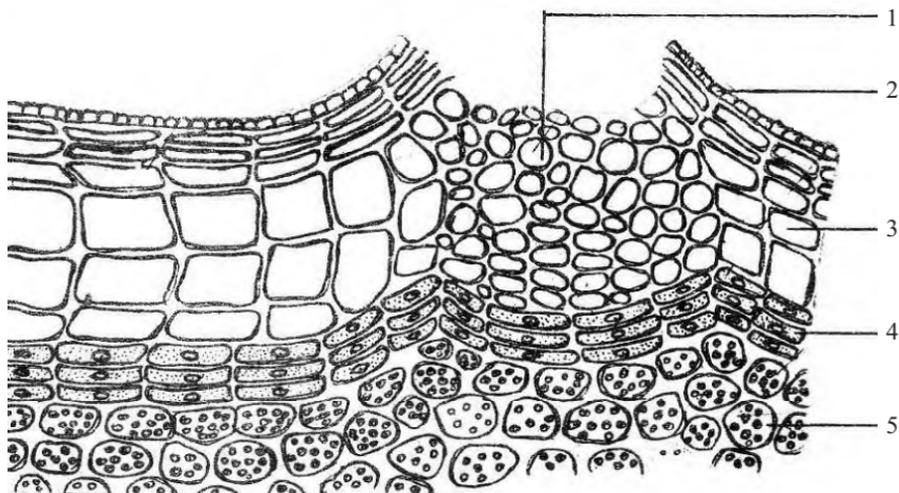


Рис. 2.7. Перидерма ветки бузины (*Sambucus*):

1 — чечевичка; 2 — остатки эпидермиса; 3 — пробка (феллема); 4 — пробковый камбий (феллоген); 5 — пробковая паренхима (феллодерма)

Газообмен и транспирация в перидерме происходят через чечевички (бугорок с разрывом). Перидерма покрывает стебли, корни, клубни, корнеплоды двудольных растений. У корней однодольных растений функцию покровной ткани выполняет эпиблема.

*Корка (ретидон)* — третичная покровная ткань покрывает стволы и корни деревьев (рис. 2.8). Образуется в результате деятельности новых слоев феллогена, закладывающихся глубже раньше образованных перидерм.

Корка — это комплекс слоев перидерм и отмерших тканей, образованных в результате закладки нескольких слоев феллогена в направлении центра органа. Корка бывает чешуйчатой (акация, дуб) и кольцеобразной (береза, вишня).

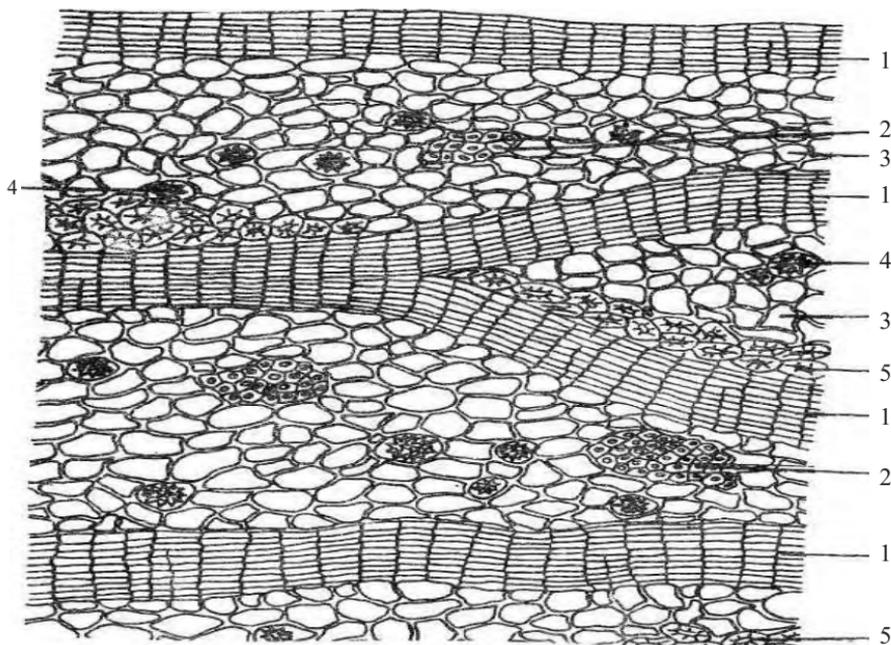


Рис. 2.8. Микроскопическое строение корки дуба (*Quercus*):  
 1 – пробка; 2 – механическая ткань (склеренхима); 3 – основная ткань;  
 4 – друзы солей кальция; 5 – механическая ткань (склереиды)

## Лабораторная работа № 2

Тема: ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

План:

1. Строение первичной покровной ткани эпидермиса листа герани (*Geranium*).
2. Строение вторичной покровной ткани перидермы ветки бузины (*Sambucus*).
3. Строение третичной покровной ткани корки ствола дуба (*Quercus*).
4. Сравнительная характеристика признаков покровных тканей.

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Готовый препарат: «Ветка бузины».
3. Живые объекты: листья герани, клубни картофеля, ветки бузины, спилы дуба или акации.
4. Таблицы: «Эпидермис», «Перидерма», «Стебель липы».

**Задание 1.** *Изучить и зарисовать строение эпидермиса листа герани (*Geranium*).*

Снять тонкий бесцветный слой с нижней стороны листа герани, положить на предметное стекло в каплю воды и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом увеличении, обращая внимание на извилистые плотно соединенные стенки клеток эпидермиса, между которыми беспорядочно расположены устьица и эпидермальные волоски трихомы, некоторые из них на конце имеют шаровидное образование с эфирными маслами (наружная выделительная ткань). При большом увеличении рассмотреть строение устьичного аппарата. Зарисовать устьица между клетками эпидермиса, сделать обозначения и выводы. Особенности строения эпидермиса внести в таблицу 2.

**Задание 2.** *Ознакомиться со строением перидермы ветки бузины (*Sambucus*).*

Визуально рассмотреть живые ветки бузины и клубни картофеля, обратить внимание на многочисленные бугорки — это чечевички для газообмена и испарения. Взять готовый препарат ветки бузины и рассмотреть при малом увеличении многослойное строение пробки — коричневый слой, под ним находятся один-два ряда живых клеток феллогена (пробкового камбия) и клетки феллодермы. Найдите чечевички (разрывы в пробке). Зарисовать перидерму с чечевичкой.

**Задание 3.** *Рассмотреть спил ствола акации (*Robinia*) или дуба (*Quercus*).*

Рассмотреть корку на спиле акации, найти трещины, глубина которых достигает живых клеток коры. Корка имеет сложное строение, она бывает чешуйчатой (дуб, акация) и кольцеобразной

(береза, вишня). Зарисовать перидерму и микроскопическое строение корки, сделать обозначения и выводы.

**Задание 4.** Составить и заполнить таблицу 2.

Таблица 2

**Покровные ткани**

№ п/п	Название ткани	Эпидерма	Эпibleма (ризодерма)	Перидерма	Корка
	Признаки				
1	Функция				
2	Типы ткани по происхождению				
3	Ткань живая или мертвая				
4	Ткань однослойная или многослойная				
5	Химический состав клеточной стенки				
6	Наличие и название выростов клеток				
7	Наличие устьиц, чечевичек, трещин				
8	Местонахождение в растении				

**Вопросы для самоконтроля**

1. Как называется первичная покровная ткань, и какие органы она покрывает?
2. Как устроено устьеце, ее функция?
3. Какое видоизменение оболочки эпидермиса обеспечивает ее непроницаемость для воды и газов?
4. Что такое транспирация?
5. Что такое трихомы, их типы?
6. В состав какого покровного комплекса входит феллема?
7. Из чего и как формируется перидерма?
8. Какие органы покрывает перидерма?
9. Что такое чечевички, их функция?
10. Как образуется корка, какие органы она покрывает?
11. Как осуществляется газообмен через корку?

### Тема 2.3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Механические ткани называют также арматурными, т. к. они выполняют свое назначение только в сочетании с остальными тканями растения, образуя среди них своеобразный каркас. Особенностью этих тканей является наличие клеток с утолщенными оболочками, которые часто пропитываются лигнином и одревесневают, что значительно увеличивает их прочность.

Клетки механических тканей обычно очень плотно прилегают одна к другой, и после отмирания живого содержания продолжают выполнять опорную функцию. Благодаря данным тканям стебли сохраняют вертикальное положение, деревья удерживают крону, растения противостоят ветру, буре и другим внешним воздействиям.

Различают три основных типа механических тканей: *колленхиму*, *склеренхиму* и *склереиды*.

*Колленхима* [греч. colla — клей] состоит из прозрачных живых клеток с тупыми или скошенными концами. Оболочки неравномерно утолщены. Различают уголковую и пластинчатую колленхиму. В уголковой колленхиме утолщение вторичной стенки клетки — по углам, у соседних 3-х, 5-ти клеток утолщения сливаются между собой, образуя трех-, четырех- и пятиугольники (рис. 2.9).

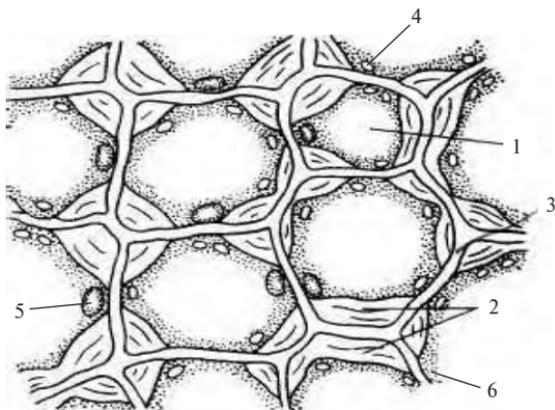


Рис. 2.9. Колленхима черешка свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*):

- 1 — вакуоль; 2 — вторичная клеточная стенка;  
3 — первичная клеточная стенка; 4 — хлоропласт; 5 — ядро; 6 — цитоплазма

В пластинчатой колленхиме утолщенные части оболочек расположены параллельными слоями. Колленхима рано возникает в молодых побегах, способных к растяжению в длину. Растяжение оболочек возможно при активном участии живого содержимого, которое выделяет вещества, снижающие упругость оболочек. Колленхима встречается в стеблях и листьях двудольных растений.

*Склеренхима* [греч. *scleros* — твердый] — наиболее важная механическая ткань, составляющая основу всех осевых органов (корень, стебель, лист). Выполняет свою функцию после отмирания протопласта. Состоит из прозенхимных клеток, сильно вытянутых в длину и заостренных на концах, оболочка утолщается равномерно (рис. 2.10).

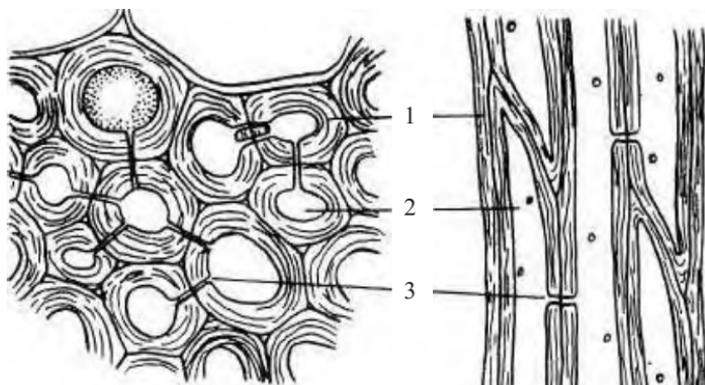


Рис. 2.10. Склеренхима стебля герани (*Geranium*):

1 — равномерное утолщение вторичной стенки; 2 — полость клетки; 3 — простая пора

В зависимости от строения и расположения в органах растений склеренхима подразделяется на два типа:

- а) *лубяные волокна* — расположены в периферической части органов и отличаются значительной длиной (от 10 мм у конопли, до 80 мм у крапивы). Лубяные волокна очень плотно соединены между собой, вклиниваясь заостренными концами между другими волокнами. Используются для изготовления тканей, выделки канатов, веревок и т. д.
- б) *древесные волокна* — входят в состав древесины, имеют длину около 2–2,5 мм. Оболочки их всегда одревесневают, но утолщаются меньше, чем у лубяных волокон.

*Склериды* — мертвые клетки с толстой равномерно утолщенной оболочкой, одревесневшей в результате пропитывания целлюлозы жироподобным веществом — суберином. Склериды по форме могут быть округлыми (каменные клетки) или ветвистыми (остеросклериды). Во вторичной стенке хорошо выражена слоистость и поровые каналы (рис. 2.11). В центре склерид образуется полость в связи с отмиранием протопласта.

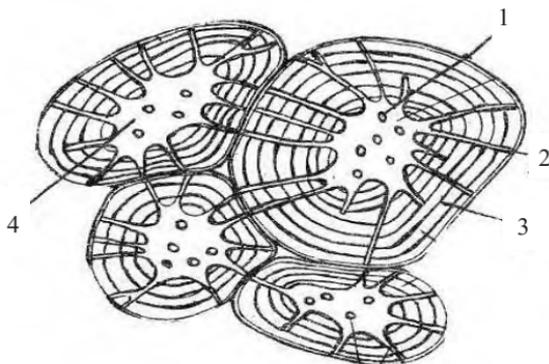


Рис. 2.11. Склериды плодов груши обыкновенной (*Pyrus communis*):

1 — пора в плане; 2 — поровый канал; 3 — вторичная утолщенная стенка; 4 — полость клетки

Каменистые клетки наиболее распространены в мякоти плодов груши, айвы, в скорлупе орехов, косточках вишни. Склериды являются арматурой, которая скрепляет мякоть плодов, мезофилл листьев, основную ткань коры стеблей.

### Лабораторная работа № 3

Тема: МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

*План:*

1. Строение уголковой колленхимы черешка листа свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*).
2. Строение склеренхимы стебля льна культурного (*Linum usitatissimum*).

3. Склериды плодов груши обыкновенной (*Pyrus communis*).
4. Сравнительная характеристика типов механической ткани.

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Готовый препарат: поперечный срез стебля льна.
3. Фиксированные объекты: черешки свеклы, плоды груши.
4. Реактивы: хлор-цинк-йод, флороглюцин и соляная кислота или серноокислый анилин.
5. Таблицы: «Механические ткани», «Стебель льна».

**Задание 1.** Рассмотреть строение эпидермиса листа герани (*Geranium*).

### Инструктивная карта

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. Приготовить препарат поперечного среза черешка свеклы в капле воды.
3. Установить и рассмотреть временный препарат:
  - а) при малом увеличении найти ткань, похожую на сетку из чередующихся белых и темных пятен;
  - б) при большом увеличении рассмотреть утолщения, заполняющие углы клетки. На препарате полость клетки — темная, а утолщения — белые блестящие.
4. Удалить воду, используя полоски фильтровальной бумаги и подействовать на срез хлор-цинк-йодом. Обратит внимание на окраску клеточной оболочки.

Зарисовать несколько клеток колленхимы, сделать обозначения и выводы.

**Задание 2.** Ознакомиться со строением склеренхимы стебля льна культурного (*Linum usitatissimum*).

### Инструктивная карта

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. Установить готовый препарат поперечного среза стебля льна и рассмотреть при малом увеличении группы клеток склеренхимы — лубяные волокна на периферической части стеб-

ля; обратить внимание на их равномерно утолщенные клеточные стенки голубого цвета — целлюлозные.

3. Зарисовать клетки склеренхимы, указать особенности строения.
4. Объяснить, почему клеточные стенки лубяных волокон на препарате льна голубого цвета, а древесные — желтого или красного.

**Задание 3.** Изучить строение склереидов на препарате мякоти незрелого плода груши обыкновенной (*Pyrus communis*).

### Инструктивная карта

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. Приготовить препарат мякоти плода груши в капле воды.
3. Установить препарат и рассмотреть:
  - а) при малом увеличении группу склереидов;
  - б) при большом увеличении слоистость и поровые каналы.
4. Подействовать на срез флороглюцином и соляной кислотой.
5. Рассмотреть препарат при малом увеличении и отметить действие реактива.
6. Зарисовать и обозначить стенку клетки, ее полость и поры.
7. Сделать выводы.

**Задание 4.** Составить и заполнить таблицу 3.

Таблица 3

### Механические ткани

№ п/п	Признаки	Типы		
		колленхима	склеренхима	склереиды
1	Функция			
2	Живая или мертвая			
3	Форма клеток (паренхимная или прозенхимная)			
4	Характер утолщения клеточной оболочки			
5	Химический состав оболочки			
6	Местоположение в растении			

## Вопросы для самоконтроля

1. Назовите типы механических тканей.
2. Каковы функции механических тканей?
3. Какие типы колленхимы вы знаете? Для какого класса отдела покрытосеменных характерна колленхима?
4. В каких органах колленхима встречается?
5. В чем отличие клеток колленхимы от склеренхимы?
6. Назовите два типа склеренхимы, их различия в строении, химическом составе и топографии?
7. Как используется склеренхима человеком?
8. Какая механическая ткань скрепляет мякоть плодов, что характерно в ее строении?

## Тема 2.4. ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Проводящие ткани обеспечивают проведение воды, почвенных растворов и продуктов ассимиляции, вырабатываемых листьями. Элементами проводящих тканей являются сосуды (трахеи), трахеиды и ситовидные трубки. По сосудам и трахеидам осуществляется восходящий ток воды с минеральными веществами от корня к листьям. По ситовидным трубкам — нисходящий ток органических веществ, образованных в листьях в процессе фотосинтеза.

*Сосуды (трахеи)* — это длинные полые трубки, по которым вода и растворы солей продвигаются быстро. Вторичные стенки сосудов определенными участками утолщаются и пропитываются лигнином, в связи с этим сосуды бывают следующих типов: кольчатые, спиральные, лестничные, пористые и сетчатые (рис. 2.12).

*Трахеиды* — отдельные мертвые клетки прозенхимной формы с заостренными концами, одревесневшими стенками в виде колец, спиралей у голосеменных с окаймленными порами (рис. 2.13).

*Ситовидные трубки с клетками-спутницами* — живые проводящие элементы, состоящие из прозенхимных клеток, поперечные перегородки между которыми утолщаются, частично разрушаются и называются ситовидными пластинками.

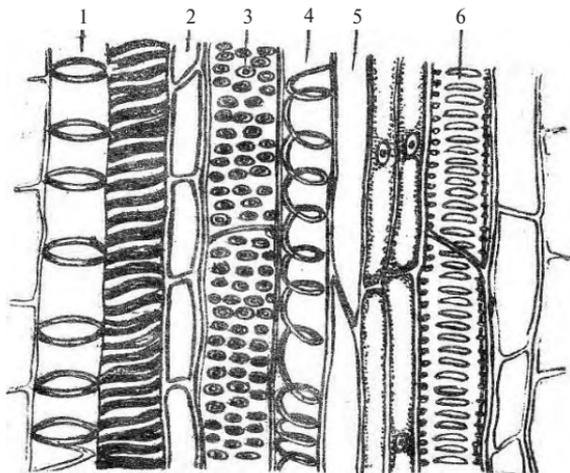


Рис. 2.12. Проводящая ткань восходящего тока (ксилема):

1 – кольчатый сосуд; 2 – основная ткань;  
 3 – пористый сосуд; 4 – спиральный сосуд;  
 5 – древесные волокна; 6 – лестничный сосуд

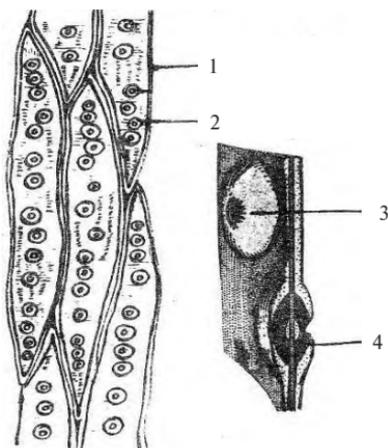


Рис. 2.13. Трахеиды древесины сосны (*Pinus sylvestris*):

1 – клетка трахеиды; 2 – окаймленная пора; 3 – вторичная оболочка окаймленной поры; 4 – первичная оболочка с торусом

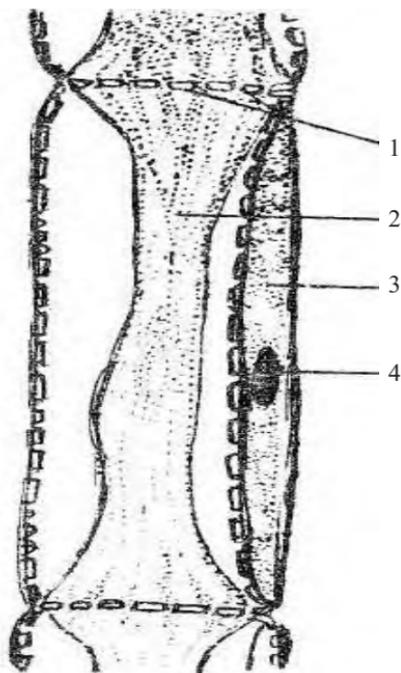


Рис. 2.14. Проводящая ткань нисходящего тока:

1 – ситовидная перегородка ситовидной трубки; 2 – цитоплазма ситовидной трубки; 3 – цитоплазма клетки-спутницы; 4 – ядро клетки-спутницы

Зрелые ситовидные трубки не имеют ядра, цитоплазма и вакуоль смешиваются, тонoplast исчезает. Ситовидные трубки связаны с одной или несколькими клетками-спутницами (рис. 2.14).

Проводящие ткани по происхождению бывают первичными и вторичными. Первичные проводящие элементы возникают из прокамбия, вторичные образуются из камбия.

#### 2.4.1. Строение и типы сосудисто-волоконистых пучков

Проводящие ткани образуют комплексы — проводящие пучки пронизывающие все органы растений, в листьях они называются *жилками*.

Проводящий пучок состоит из двух рядом расположенных частей:

- а) *ксилемы, или древесины*, — проводящей воду;
- б) *флоэмы, или луба*, — проводящей органические вещества.

В составе ксилемы и флоэмы, кроме проводящих тканей, имеются основная ткань и механические волокна. Такие пучки называются *сосудисто-волоконистыми*.

В зависимости от взаимного расположения ксилемы и флоэмы различают типы пучков:

- *коллатеральный закрытый пучок*, в котором флоэма и ксилема располагаются бок о бок, между ними нет вторичной меристемы камбия (рис. 2.15). Закрытые коллатеральные сосудисто-волоконистые пучки находятся в стебле однодольных растений и листьях голосеменных и покрытосеменных;

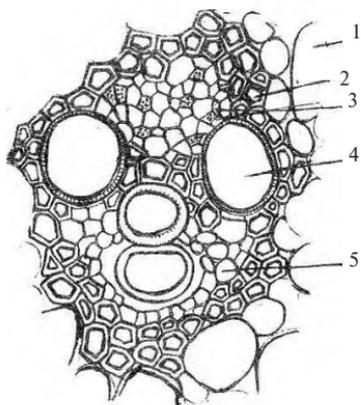


Рис. 2.15. Закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок кукурузы (*Zea mays*):

1 — основная ткань; 2 — склеренхима; 3 — ситовидные трубки с клетками-спутницами; 4 — сосуд ксилемы; 5 — древесная паренхима ксилемы

— коллатеральный пучок называется *открытым*, если между флоэмой и ксилемой закладывается и функционирует камбий, такие сосудисто-волокнистые пучки характерны для растений класса двудольные и находятся в стебле и корне (рис. 2.16);

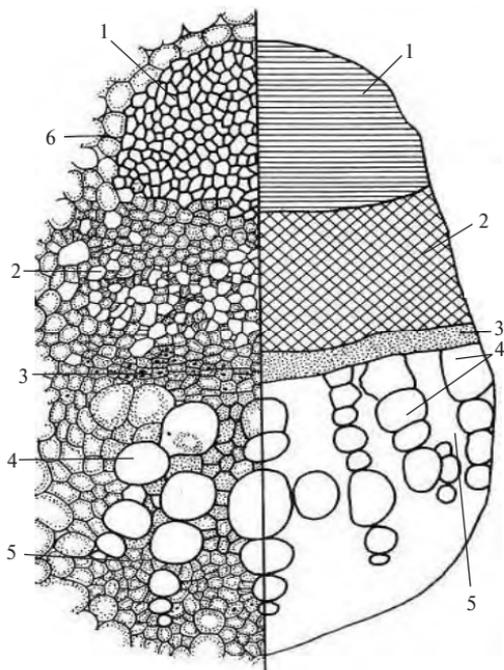


Рис. 2.16. Коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый пучок подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*):

1 — склеренхима перициклического происхождения; 2 — флоэма; 3 — камбий; 4 — сосуды ксилемы; 5 — древесная паренхима; 6 — основная ткань

- *биколлатеральный* (двубокобочный) *открытый* сосудисто-волоконный пучок — ксилема находится между двумя наружным (вторичная флоэма) и внутренним (первичная флоэма) тяжами флоэмы. Биколлатеральные открытые пучки характерны для стебля двудольных растений (рис. 2.17);

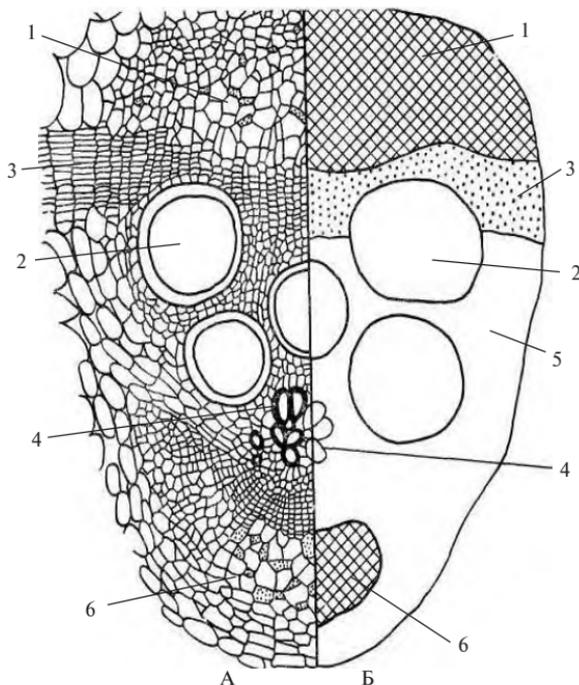
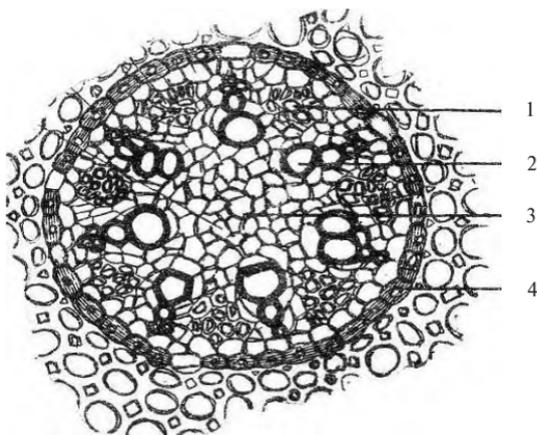


Рис. 2.17. Биколлатеральный открытый проводящий пучок стебля тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*):

А — поперечный срез; Б — схема; 1 — флоэма вторичная; 2 — ксилема вторичная; 3 — камбий; 4 — ксилема первичная; 5 — древесная паренхима; 6 — флоэма первичная

- *радиальный закрытый* сосудисто-волоконный пучок — участки первичной флоэмы и первичной ксилемы чередуются по радиусу. Радиальный закрытый пучок характерен для корней однодольных растений, у двудольных растений такой тип пучка имеют корни в зоне всасывания (рис. 2. 18);



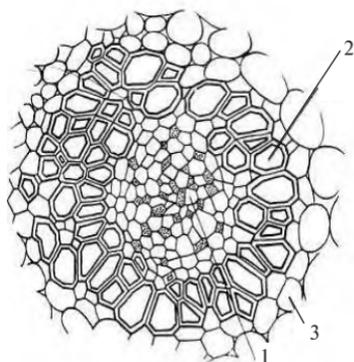
*Рис. 2.18. Радиальный закрытый сосудисто-волокнистый пучок корня ириса (Iris):*

*1 – флоэма первичная; 2 – ксилема первичная; 3 – древесная паренхима; 4 – клетки эндодермы*

– *концентрический закрытый пучок* бывает двух типов: 1 – амфивазальный пучок первичная ксилема со всех сторон окружает первичную флоэму; 2 – амфикрибральный пучок – первичная флоэма окружает первичную ксилему (рис. 2. 19, 2.20).

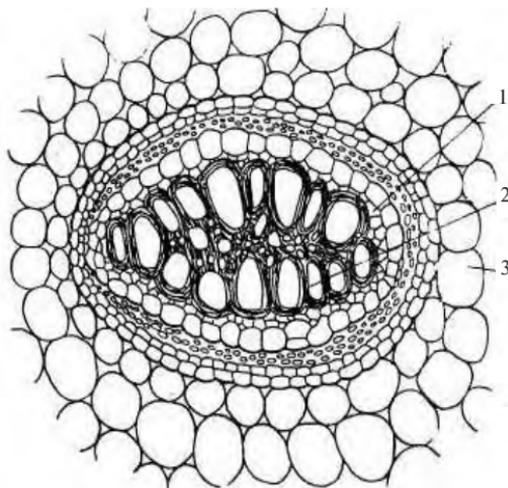
Если ксилема и флоэма разделены камбием, пучок называется открытым, т. е. способным к образованию новых элементов флоэмы и ксилемы (рис. 2.16, 2. 17). Закрытые проводящие пучки не имеют камбия, например коллатеральные закрытые, концентрические, радиальные. Они характерны для корней и стеблей однодольных растений, папоротников и большинства листьев (рис. 2.15, 2.18, 2.19, 2.20).

Открытые пучки свойственны корням и стеблям двудольных и голосеменных растений.



*Рис. 2.19. Амфивазальный закрытый пучок корневища ландыша (Convallaria):*

*1 – флоэма; 2 – сосуды ксилемы; 3 – основная паренхима*



*Рис. 2.20. Амфикрибральный закрытый пучок корневища папоротника (Pteridium):*

*1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – основная паренхима*

## Лабораторная работа № 4

Тема: ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

*План:*

1. Сосуды и ситовидные трубки стебля тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*).
2. Трахеиды древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).
3. Сосудисто-волокнистые пучки стеблей: подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*), кукурузы (*Zea mays*), тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*), корня ириса низкого (*Iris pumila*), корневища папоротника.
4. Сравнительная характеристика проводящих тканей.

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Фиксированные объекты: стебли тыквы и подсолнечника.

3. Готовые препараты: тангенциальный срез древесины сосны, поперечные срезы стеблей: кукурузы, тыквы, корня ириса, корневища папоротника.
4. Реактивы: серноокислый анилин, или флороглюцин, и соляная кислота.
5. Таблицы: «Анатомия корня», «Анатомия стебля сосны», «Анатомия стебля кукурузы», «Анатомия стебля подсолнечника».

**Задание 1.** Рассмотреть сосуды и ситовидные трубки в стебле тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*).

Сделать продольный срез проводящего пучка фиксированного стебля тыквы, положить на предметное стекло в каплю серноокислого анилина или флороглюцина и соляной кислоты, накрыть покровным стеклом. При малом увеличении рассмотреть различные типы сосудов — это ксилема, и ситовидные трубки со скошенными ситовидными перегородками — это флоэма. Обратит внимание на окраску стенок сосудов и ситовидных трубок, объяснить, почему они по-разному окрашены. Зарисовать кольчатый, спиральный и сетчатый сосуды, ситовидные трубки с клетками-спутницами, сделать обозначения и выводы.

**Задание 2.** Ознакомиться со строением трахеид в древесине сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

Взять готовый препарат тангенциального среза древесины сосны и рассмотреть при малом увеличении микроскопа. Обратит внимание на формы клеток трахеид, их заостренные концы. Трахеиды древесины выполняют функцию проведения и механическую функцию. В древесине сосны выражены трахеиды, образованные весной — крупного сечения, летом — среднего сечения, осенью мелкого сечения, вместе они образуют годичное кольцо. При большом увеличении рассмотреть окаймленные поры. Вода по трахеидам движется медленно. Зарисовать 1–2 клетки трахеид, сделать выводы.

**Задание 3.** Ознакомиться со строением сосудисто-волокнистых пучков на поперечных срезах стеблей: подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*), кукурузы (*Zea mays*), тыквы обыкновен-

ной (*Cucurbita pepo*), корня ириса низкого (*Iris pumila*), корневища папоротника (*Pteridium*).

Рассмотреть строение проводящего пучка на постоянном препарате поперечного среза стебля кукурузы. При малом увеличении найти флоэму и ксилему, обратить внимание на их расположение относительно друг друга и направление к периферии или к центру. Зарисовать проводящий пучок кукурузы, указать гистологические (тканевые) элементы флоэмы и ксилемы, направление токов веществ, определить тип проводящего пучка.

При малом увеличении рассмотреть готовые препараты стеблей подсолнечника, кирказона, тыквы и корня ириса. Обратить внимание на взаиморасположение в них флоэмы и ксилемы, на наличие или отсутствие между ними камбия. Зарисовать схематично их строение, сделать обозначения, определить тип пучка, сделать выводы для каких органов растений они характерны.

**Задание 4.** Составить и заполнить таблицы 4, 5.

Таблица 4

**Сравнительная характеристика проводящих тканей**

№ п/п	Признаки	Ситовидные трубки и клетки спутницы	Сосуды (трахеи)	Трахеиды
1	Функция			
2	Живая ткань или мертвая			
3	Особенности строения			
4	Химический состав клеточной оболочки			
5	В какую часть проводящего пучка входит (флоэму или ксилему)			

Таблица 5

**Сосудисто-волокнистые пучки**

№ п/п	Название пучка	Наличие камбия	Взаиморасположение флоэмы и ксилемы	В каких органах растения
1	2	3	3	4
1	Коллатеральный: а) закрытый б) открытый			

1	2	3	3	4
2	Биколлатеральный открытый			
3	Радиальный закрытый			
4	Концентрический: а) амфивазальный б) амфикибральный			

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие проводящие ткани относятся к восходящему и исходящему токам?
2. В чем разница между трахеями и трахеидами?
3. Каков онтогенез сосудов?
4. Что такое тиллы?
5. Какие вещества движутся по ситовидным трубкам?
6. Что такое каллеза и как долго функционируют ситовидные трубки?
7. Каковы особенности проводящих тканей голосеменных?
8. Назовите части проводящего пучка. Какова их функция?
9. Назовите гистологические элементы флоэмы и ксилемы?
10. В чем отличие открытого и закрытого проводящего пучка, и для каких растений они характерны?
11. Назовите типы проводящих пучков по взаиморасположению ксилемы и флоэмы?
12. Как называется проводящий пучок в листе?
13. Из каких тканей формируется первичная флоэма и ксилема? Вторичная флоэма и ксилема?

### Тема 2.5. ОСНОВНЫЕ ТКАНИ (САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА)

Основные ткани составляют большую часть различных органов растения. Основную ткань называют *паренхимой*, это живые клетки паренхимной формы. Между клетками паренхимы возникают межклетники, пространства наполненные воздухом, из которых протопласт клетки получает кислород для дыхания и углекислый

газ для фотосинтеза. Клеточные оболочки тонкие, целлюлозные, иногда одревесневают. Основная ткань развивается из первичной меристемы или из камбия. При определенных условиях основные ткани приобретают способность к делению и дают начало вторичной меристеме. Основная ткань составляет сердцевину стебля, мезофилл листа, эндосперм и перисперм семян, околоплодник сочных плодов.

В зависимости от выполняемых функций, происхождения и строения основные ткани подразделяют на следующие типы:

1. *Ассимиляционная паренхима* (хлоренхима). Находится под эпидермисом, что обеспечивает газообмен и хорошее освещение. Состоит из однородных тонкостенных паренхимных клеток. В их постенном слое цитоплазмы содержатся многочисленные хлоропласты (рис. 2.21). Просвечивая сквозь прозрачную эпидерму, хлоренхима придает зеленый цвет листьям и молодым стеблям. Основная функция — фотосинтез.

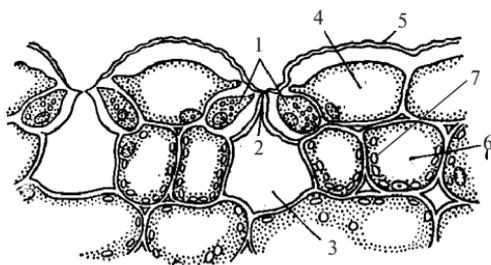


Рис. 2.21. Эпидерма листа ириса (*Iris germanica*) поперечный разрез:

1 — замыкающие клетки; 2 — устьице;  
3 — воздухоносная полость; 4 — клетки эпидермы; 5 — кутикула; 6 — клетки мезофилла; 7 — хлоропласты

2. *Запасающая паренхима*. К накоплению запасных веществ способны все живые клетки. О запасающих тканях говорят в тех случаях, когда запасающая функция выступает на первое место. Многолетние растения накапливают запасы веществ как в обыкновенных корнях и побегах, так и в специализированных — клубнях, корневищах, луковицах. Вещества могут на-

капливаться в твердом или растворенном виде: крахмал, белки, сахара, жирные масла, а также алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества (рис. 2.22). *Водоносная паренхима* разновидность запасующей паренхимы. Состоит из крупных тонкостенных клеток, заполненных водой. Этот тип основной ткани характерен для растений, обитающих в засушливых условиях пустынь и полупустынь (стебли кактусов, листья агавы, алоэ и др.).



Рис. 2.22. Запасующая паренхима клубня картофеля (*Solanum tuberosum*):

1 – цитоплазма; 2 – крахмальные зерна

3. *Водоносная паренхима* разновидность запасующей паренхимы. Состоит из крупных тонкостенных клеток, заполненных водой. Этот тип основной ткани характерен для растений, обитающих в засушливых условиях пустынь и полупустынь (стебли кактусов, листья агавы, алоэ и др.).
4. *Поглощающая паренхима*. Играет важную роль в жизни растения. Через нее в тело растения из внешней среды поступает вода и растворенные минеральные вещества. Поглощающая паренхима расположена во всасывающей части корня под покровной тканью (рис. 2.6 стр. 44).
5. *Воздухоносная паренхима*. Носит название аэренхима и развивается у растений, произрастающих в условиях избыточного увлажнения. Этот тип основной ткани характеризуется большими межклетниками, в которых скапливается воздух. Аэренхима встречается во всех органах водных

и болотных растений — корнях, стеблях, листьях. Например, клетки аэренхимы ситника (*Juncus*) звездчатой формы, между которыми расположены обширные межклетные пространства (рис 2.23). У водных растений уменьшает плотность, помогая держаться на поверхности воды, например, кубышка желтая (*Nuchora lutea*).

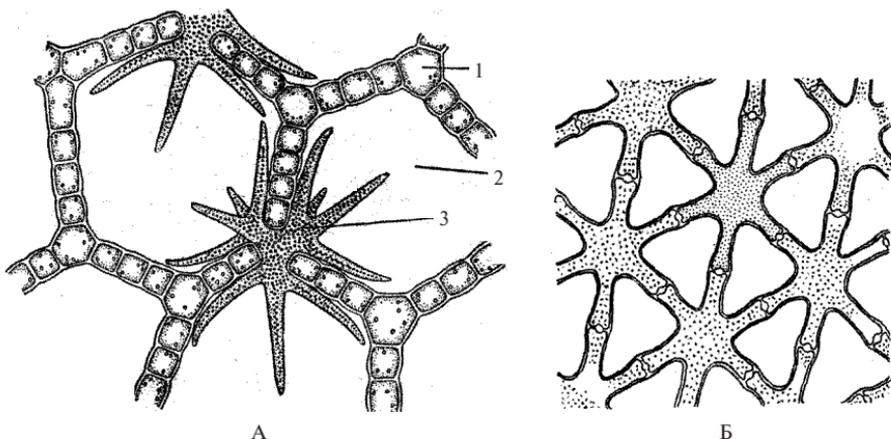


Рис. 2.23. Воздухоносная паренхима — аэренхима:

А — проперечный срез черешка листа кубышки желтой (*Nuphar lutea*);  
 Б — аэренхима стебля ситника (*Juncus*); 1 — клетки основной ткани;  
 2 — воздухоносный ход; 3 — ветвистый волосок

## Лабораторная работа № 5

Тема: ОСНОВНЫЕ ТКАНИ

План:

1. Строение запасяющей паренхимы клубня картофеля (*Solanum tuberosum*).
2. Строение аэренхимы стебля рдеста плавающего (*Potamogeton natans*).
3. Сравнительная характеристика типов основной ткани.

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Постоянный препарат: поперечный срез рдеста.
3. Клубень картофеля.
4. Реактивы: раствор йода в йодиде калия, дистиллированная вода.
5. Таблицы: «Запасные вещества», «Анатомия листа камелии».

***Задание 1.** Приготовить препарат среза клубня картофеля (*Solanum tuberosum*) и ознакомиться с общими чертами строения запасающей паренхимы.*

### **Инструктивная карта**

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. Сделать тонкий срез с кусочка клубня картофеля и промыть водой.
3. Поместить срез в каплю воды, на предметное стекло и накрыть покровным стеклом.
4. Установить препарат и рассмотреть:
  - а) при малом увеличении крупные тонкостенные клетки округлой формы и межклетники;
  - б) при большом увеличении — типы крахмальных зерен и их слоистость.
5. Окрасит препарат раствором йода в йодистом калии.
6. Зарисовать несколько клеток и обозначить: крахмальные зерна и межклетники.
7. Сделать выводы.

***Задание 2.** Рассмотреть аэренхиму на постоянном препарате поперечного среза стебля рдеста (*Potamogeton natans*).*

### **Инструктивная карта**

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. Установить препарат и найти при малом увеличении под эпидермисом ткань с крупными полостями, отделенными друг от друга рядом мелких клеток.
3. Зарисовать участок аэренхимы и обозначить воздухоносные ходы.

### Задание 3. Составить и заполнить таблицу 6.

Таблица 6

#### Основные ткани

№ п/п	Разновидность паренхимы	Признаки	Функция	Особенности строения	Расположение в растении
1	Ассимиляционная (хлоренх има)				
2	Запасающая				
3	Водоносная				
4	Поглощающая				
5	Воздухоносная (аэренхима)				

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какие основные ткани вы знаете?
2. Почему основные ткани так называются?
3. Где находится поглощающая паренхима?
4. В какой паренхиме откладываются крахмальные и алейроновые зерна?
5. В какой паренхиме запасается воздух? Для каких растений она характерна?
6. Как называется основная ткань, участвующая в процессе фотосинтеза?

### Тема 2.6. ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА)

Выделительные ткани выделяют вещества, исключаящиеся из обмена веществ (метаболизма). Некоторые вещества представляют собой отбросы, возникающие как побочные продукты в обмене веществ растений. Такие вещества, как смолы и эфирные масла, в процессе эволюции получили дополнительную функцию. Например, смолы и эфирные масла делают растения несъедобными и отпугивают травоядных животных. Наличие смол в древесине хвойных придает ей большую устойчивость против гниения.

Выделяемые вещества делятся на две группы. Первая группа — это терпены: эфирные масла, бальзамы, смолы и каучук. Вторая группа — полисахариды: слизи, сахара, а также соли, вода.

Несмотря на морфологическое и химическое разнообразие, выделительные ткани делятся на две группы, в зависимости от того выделяют ли они вещества наружу, или эти выделенные вещества остаются внутри растения.

### 2.6.1. Наружные выделительные ткани

*Железистые волоски* — производные эпидермы. Чаще всего состоит из многоклеточной ножки и одноклеточной головки. У мари и лебеды железистые волоски на листьях имеют вид белого налета и выделяют воду и соли. Железистые волоски пеларгонии состоят из многоклеточной ножки и одноклеточной головки, которая выделяет эфирные масла в пространство (рис. 2.24).

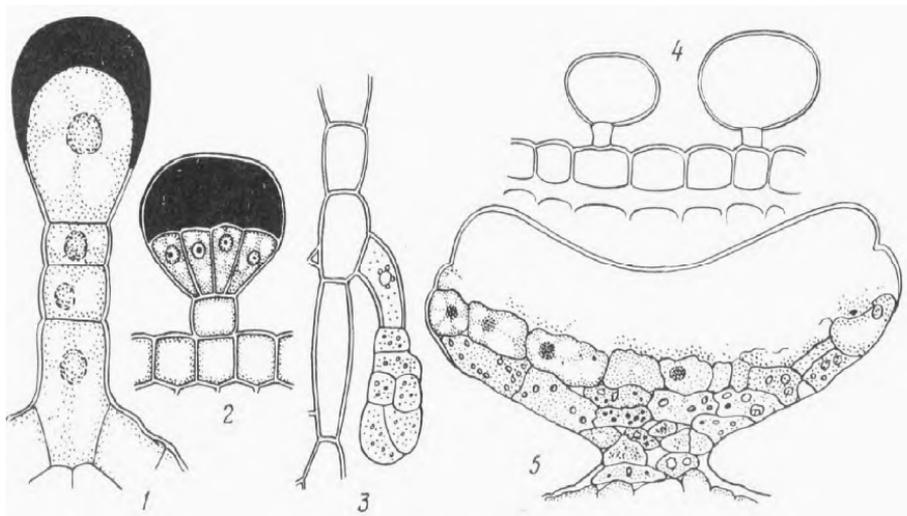
*Эмергенцы* — железки, формирующиеся не только при участии одной эпидермы, но и более глубоко лежащих тканей. Например, пельтатные железки у смородины, имеющие вид щитка на ножке (рис. 2.24).

*Жгучие волоски* (крапива). Имеют особенности, позволяющие им действовать наподобие миниатюрных шприцев, впрыскивающих едкие вещества под кожу животного или человека. Большая клетка, наполненная едким соком, находится в состоянии тургора. Вытянутый кончик волоска имеет окремневевшие, очень хрупкие стенки, которые при легком прикосновении обламываются и образуют острые края. Волосок впивается в кожу и выдавливает сок.

*Нектарники* выделяют сахаристую жидкость — нектар, служащий приманкой для насекомых опылителей. Чаще всего они находятся в цветках. Выделительные клетки нектарников имеют высокую активность обмена веществ; к нектарнику может подходить проводящий пучок.

*Гидаторы* выделяют наружу капельно-жидкую воду и растворенные в ней соли.

*Пищеварительные железки* насекомоядных растений (росянка). Жидкость, выделяемая этими железками, содержит ферменты, кислоты, с помощью которых перевариваются пойманные насекомые.



*Рис. 2.24. Наружные выделительные ткани:*

*1 – волосок пеларгонии с экстрактом, выделенным под кутикулой; 2 – волосок розмарина; 3 – волосок картофеля; 4 – пузырчатые волоски лебеды с солями в вакуолях; 5 – пельтатная (щитовидная) железка листа черной смородины*

### **2.6.2. Внутренние выделительные ткани**

Выделительные клетки рассеяны среди других тканей и пронизывают все органы растений. Они накапливают различные вещества (оксалат кальция, терпены, слизи и т. д.) в виде пузырька, прикрепленного к стенке клетки. По мере накопления экскрета пузырек увеличивается и замещает полость клетки. Одновременно на оболочку клетки откладывается суберин, изолируя ядовитые экскременты от окружающих живых тканей. По форме, величине и происхождению выделяют схизогенные вместилища, возникающие из межклетников, заполненных выделенными веществами. Например, смоляные каналы у семейств зонтичных, аралиевых, сложноцветных, хвойных и др. (рис. 2.25).

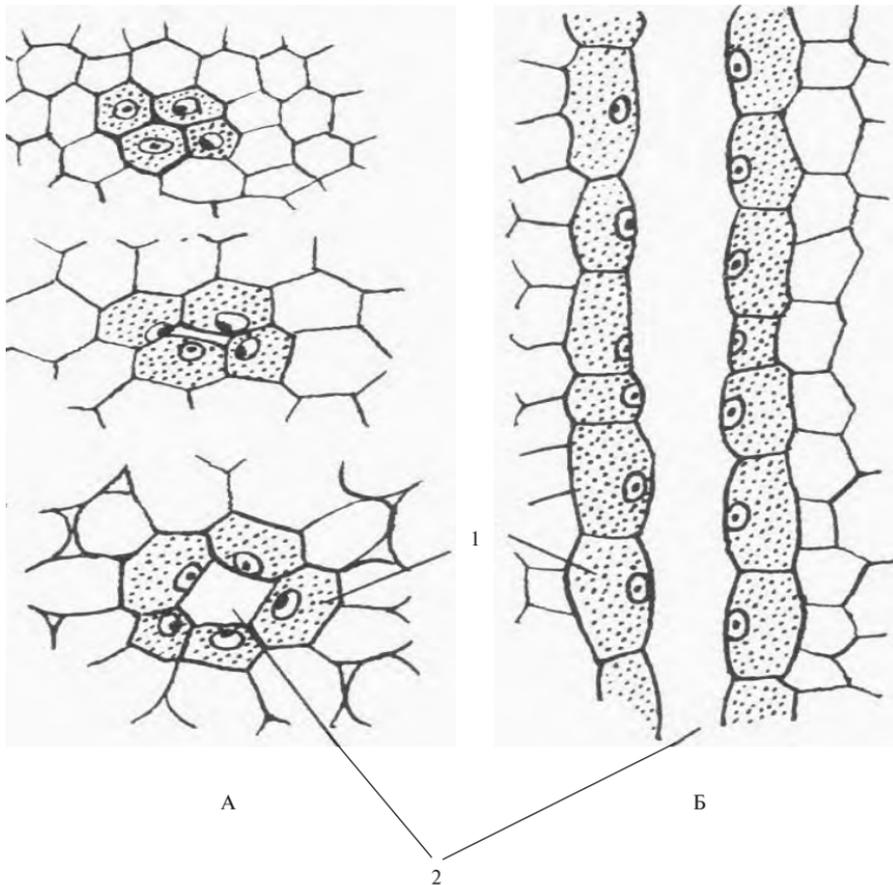


Рис. 2.25. Схема развития шизогенного смоляного канала:  
 А – на поперечном срезе; Б – на продольном срезе; 1 – эпителий;  
 2 – полость канала, заполненная выделенными веществами

*Лизигенные вместилища* — группы растворенных клеток с эфирными маслами, характерные для citrusовых растений: лимон, апельсин, мандарин (рис. 2.26).

*Млечники* — живые клетки, содержащие в вакуолях млечный сок молочно-белого, например осот (*Sonchus*), латук (*Lactuca*), одуванчик (*Taraxacum*), или ярко-оранжевого цвета, например чистотел (*Euphorbia*). Млечный сок содержит эфирные масла, белко-

вые соединения, алкалоиды и называется *латексом*. Для получения промышленного каучука латекс подвергают сложной технологической обработке. Различают *членистые млечники*, которые образуются в результате разрушения поперечных стенок у вертикального ряда клеток, идущие продольно, вдоль органа, соединяются между собой анастомозами, образуя общую сеть. *Нечленистые млечники*, возникающие при разрастании специальных клеток зародыша, например семейства молочайные (Euphorbiaceae) (рис. 2.27).

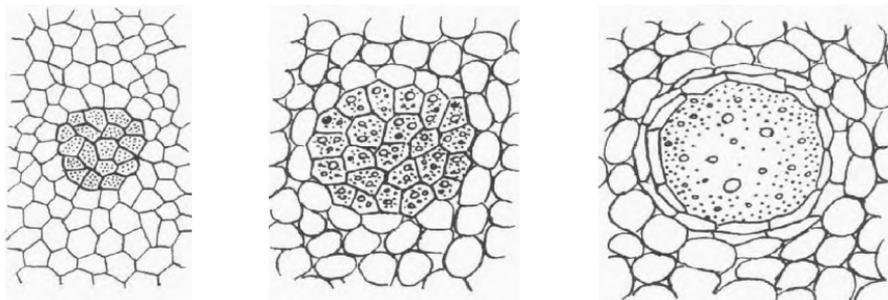


Рис. 2.26. Схема развития лизигенного вместилища

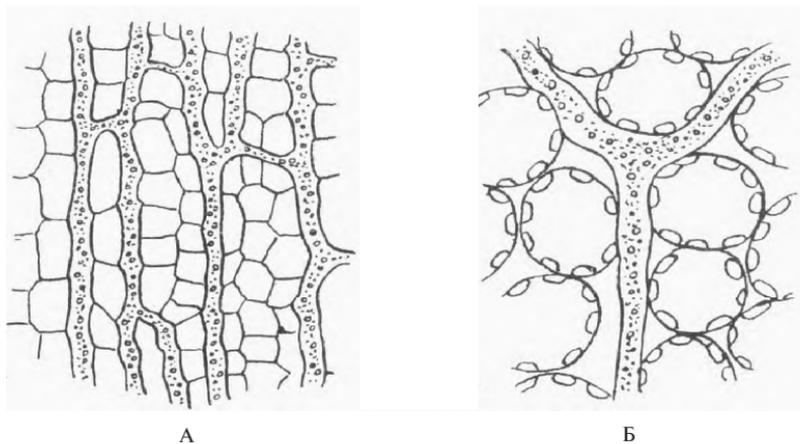


Рис. 2.27. Типы млечников:

А — членистый (чистотел, одуванчик, осот, латук);

Б — нечленистый (молочай, инжир)

## Лабораторная работа №6

### Тема: ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

#### *Задание:*

1. Строение членистых млечников корня одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*).
2. Схизогенные смоляные каналы ветки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).
3. Вместилища выделений околоплодника апельсина (*Citrus sinensis*) или мандарина (*C. unshiu*).
4. Строение железистых волосков эпидермы листа герани розовой (*Pelargonium roseum*).
5. Сравнительная характеристика выделительных тканей.

#### *Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Постоянный препарат: поперечный срез ветки сосны обыкновенной.
3. Фиксированные объекты: корень одуванчика, околоплодник апельсина или мандарина.
4. Живые объекты: листья герани.
5. Реактив: дистиллированная вода.
6. Таблица: «Анатомия стебля сосны».

**Задание 1.** *Рассмотреть строение членистых млечников корня одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*).*

#### **Инструктивная карта**

1. Подготовить к работе микроскоп.
2. Кусочек корня одуванчика разрезать вдоль и сделать тонкий срез с поверхности разреза, захватывая главным образом кору.
3. Установить препарат и рассмотреть млечники:
  - а) при малом увеличении во вторичной флоэме корня найти разветвленные каналы, состоящие из члеников, равных по длине клеткам окружающей паренхимы;
  - б) перевести на большое увеличение и рассмотреть густое зернистое содержимое млечников.

4. Зарисовать участок лубяной паренхимы с млечниками и обозначить: млечник, латекс, клетки лубяной паренхимы.
5. Сделать выводы.

**Задание 2.** Рассмотреть схизогенные смоляные каналы на постоянных препаратах поперечного среза ветки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

### **Инструктивная карта**

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. Установить препарат и рассмотреть:
  - а) при малом увеличении группы неокрашенных клеток с межклетным пространством в центре;
  - б) перевести на большое увеличение и рассмотреть смоляной канал.
3. Зарисовать смоляной канал и обозначить: выделительный канал, эпителиальные клетки и трахеиды.
4. Сделать вывод и отразить строение и происхождение выделительных (смоляных) каналов.

**Задание 3.** Рассмотреть вместилища выделений околоплодника апельсина (*Citrus sinensis*) или мандарина (*C. unshiu*) на временном препарате.

### **Инструктивная карта**

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. На околоплоднике мандарина (апельсина) найти заметные невооруженным глазом ямки. При сгибании околоплодника из этих ямок брызжет эфирное масло.
3. Приготовить временный препарат поперечного, тонкого среза околоплодника в капле воды.
4. Установить препарат и найти при малом увеличении близко к поверхности ряд больших округлых полостей. Клетки, выстилающие их, имеют очень тонкую стенку и крупные вакуоли.
5. Зарисовать вместилище эфирного масла и обозначить: полость вместилища, разрушающиеся клетки.
6. Сделать вывод и отразить происхождение (лизигенное — растворением клеток) вместилища эфирного масла.

**Задание 4.** Ознакомиться с особенностями строения железистых волосков эпидермы листа герани розовой (*Pelargonium roseum*).

### Инструктивная карта

1. Подготовить микроскоп к работе.
2. Приготовить временный препарат эпидермы листа герани:
  - а) сделать срез эпидермы с жилки или края листа;
  - б) стараясь не примять волоски, поместить срез в каплю воды;
  - в) накрыть покровным стеклом.
3. Установить препарат и найти:
  - а) при малом увеличении длинные остроконечные волоски;
  - б) при большом увеличении — головчатые волоски, состоящие из ножки (нескольких живых клеток) и головки (пузырька).
4. Зарисовать железистые волоски и обозначить: ножку, головку, кутикулу, каплю эфирного масла.
5. Сделать выводы.

**Задание 5.** Составить и заполнить таблицу 7.

Таблица 7

### Выделительные ткани

Тип секрети	Наименование	Продукты выделения	Местонахождение в органах растений
Внешняя	а) железистые волоски		
	б) железки		
	в) нектарники		
	г) гидатоды		
	д) осмофоры		
Внутренняя	а) схизогенные вместилища		
	б) лизигенные вместилища		
	в) млечники		

### Вопросы для самоконтроля

1. Какую функцию выполняют млечники, смоляные ходы, железки, нектарники?
2. Как называются каналообразные выделительные ходы, в которых накапливаются смолы и эфирные масла?

3. С помощью каких образований накапливается и выделяется вода?
4. Как называются разветвленные многоядерные клетки, в которых накапливается млечный сок?
5. Какие волоски выделяют эфирные масла и другие секреты?
6. Какие структуры относятся к наружным выделительным тканям и внутренним?
7. Где образуется нектар?

## ГЛОССАРИЙ

**Анастомоз** — соединение трубчатых структур; у высших растений — млечных членистых сосудов.

**Апекс** — верхушка стебля или кончика корня, где расположена апикальная меристема.

**Аэренхима** — ткань у растений, обитающих в водной и избыточно увлажненной среде, характеризующаяся наличием большого числа межклетников, заполненных воздухом. Создает запас кислорода и углекислоты, необходимых для жизнедеятельности растений.

**Биколлатеральный проводящий пучок** — флоэма расположена к периферии и центру органа, между участками флоэмы находится ксилема. Такие пучки всегда открытые (имеют камбий), встречаются в стебле двудольных растений (семейство пасленовые).

**Гидатоды** — выделяют наружу капельно-жидкую влагу и растворенные в ней соли. Через гидатоды происходит гуттация, т. е. выдавливание капелек воды (земляника, манжетка) по утрам после прохладных и влажных летних ночей.

**Годичное кольцо** — слой древесины, образующийся за счет деятельности камбия в течение одного вегетационного периода.

**Древесина** (ксилема) — комплекс тканей, расположенных внутрь от камбия, в состав которого входят сосуды (проводящие ткани), древесные волокна (механическая ткань)

и древесная паренхима (основная ткань). Служит для проведения воды и минеральных солей от корня к стеблю.

**Закрытый проводящий пучок** — между флоэмой и ксилемой отсутствует вторичная образовательная ткань — камбий. Такие пучки встречаются во всех органах однодольных растений и листьях двудольных.

**Зоны корня** — участки верхушки растущего корня. *Зона деления*, или конус нарастания, где происходит увеличение числа клеток. *Зона растяжения*, в которой увеличиваются размеры клеток. *Зона всасывания*, содержащая большое количество корневых волосков, функция которых состоит в поглощении воды и минеральных веществ. *Зона проведения*, где в восходящем направлении происходит продвижение воды и минеральных веществ, а в нисходящем направлении — транспорт органических веществ, образованных в процессе фотосинтеза.

**Камбий** — вторичная образовательная ткань корня и стебля, состоящая из слоя делящихся клеток, при делении митозом с внутренней стороны этого слоя формируется древесина, а с внешней стороны — луб. Камбий характерен для голосеменных и покрытосеменных растений.

**Кожица** (эпидермис) — однослойная первичная покровная ткань, покрывающая листья и однолетние стебли растений. Для связи с внешней средой между клетками эпидермиса имеются устьица, через которые происходит газообмен и испарение. На поверхности кожицы образуются кутикула, восковой налет, волоски, которые предохраняют от потери воды.

**Коллатеральный проводящий пучок** — флоэма направлена к периферии органа, ксилема — к центру. Такие пучки встречаются в стеблях, листьях и корнях двудольных растений.

**Колленхима** — живая механическая ткань. Ее клетки прозенхимные, оболочки неравномерно утолщены и состоят из целлюлозы. Она находится под покровной тканью и характерна для класса двудольных.

**Конус нарастания** — верхушечная часть стебля или корня, состоящая из клеток образовательной ткани, которая посто-

янно делится митозом и обеспечивает прирост органа в длину. На верхушке стеблей конус нарастания защищен почечными чешуевидными листьями. Верхушка корней защищена корневым чехликом.

**Кора (луб)** — поверхностный слой живых клеток стебля или корня, находящийся под покровной тканью. У зрелых органов кора образуется за счет деятельности камбия и содержит элементы луба — ситовидные трубки и лубяные волокна; проводит органические вещества.

**Корка** — комплекс отмерших тканей, которые покрывают стволы и корни деревьев и кустарников; защищают их от обморожения и потери воды. Наружный слой корки постоянно слущивается; ее обновление происходит за счет пробкового камбия.

**Корневой чехлик** — защитный слой клеток, покрывающий верхушку корня, клетки чехлика постоянно обновляются за счет деления. Он реагирует положительно на притяжение земли (положительный геотропизм — направление роста корня в землю).

**Лизигенные вместилища выделений** — вместилища выделений, возникшие в результате растворения оболочек и лизиса содержимого клеток.

**Луб (флоэма)** — комплекс тканей, расположенных к внешней стороны камбия. Он состоит из ситовидных трубок (проводящих тканей), лубяных волокон (механических тканей) и лубяной паренхимы (основной ткани). Функция луба — проведение углеводов от листьев к стеблю и корням. У деревьев луб называют корой.

**Млечники (млечные сосуды)** — живые трубчатые, разветвленные клетки, наполненные соком (латексом) белого или оранжевого цвета. Например, молочай, чистотел, некоторые виды семейства астровые. Млечники бывают нечленистыми (многоклеточными) и членистыми.

**Открытый проводящий пучок** — если между флоэмой и ксилемой имеется вторичная образовательная ткань — камбий. Такие пучки встречаются в стебле и корне голосеменных и покрытосеменных растений.

**Почка** — зачаток побега. Состоит из конуса нарастания, зачатков листьев и почечных чешуек. За счет почек происходит нарастание побегов в длину и их ветвление. Листовые почки несут только листья, цветочные — цветки.

**Пробка (флоэма)** — вторичная покровная ткань, развивающаяся на смену эпидермиса, многослойная мертвая ткань, оболочки клеток которой покрыты суберином и непроницаемы для воды и газов. Она покрывает зимующие органы: стебли, корни, клубни, корнеплоды. Газообмен происходит через чечевички.

**Пробковый камбий (феллоген)** — вторичная образовательная ткань, которая в результате деления клеток митозом образует к периферии органа клетки пробки, а к центру органа — пробковую паренхиму (феллодерму).

**Проводящие ткани** — сосуды древесины и ситовидные трубки и клетки-спутницы луба, по которым осуществляется продвижение веществ. *Сосуды* — полые трубки с одревесневшими стенками, по которым вода и минеральные вещества поднимаются вверх от корня к листьям. *Ситовидные трубки* — живые клетки, поперечные перегородки между ними имеют вид сита. По ним продвигаются продукты фотосинтеза от листьев к корням и стеблям.

**Проводящий пучок** — состоит из древесины и луба. Система проводящих пучков пронизывает все органы растения, обеспечивая их взаимосвязь.

**Радиальный проводящий пучок** — участки флоэмы и ксилемы расположены по радиусу. Такие пучки закрытые (не имеют камбия), встречаются при первичном строении корня.

**Склериды (каменистые клетки)** — механическая ткань. Ее клетки паренхимной формы, оболочки которых равномерно утолщены. Они служат для скрепления мякоти плодов, основной ткани стеблей и листьев.

**Склеренхима** — механическая ткань. Ее клетки прозенхимные, с равномерно утолщенными клеточными оболочками. Бывает двух типов: лубяные волокна — расположены в лубе; древесные волокна — находятся в древесине.

**Схизогенные межклетники** — межклетные полости, образующиеся путем расхождения клеок по срединной пластинке, первоначально примыкающие тесно друг к другу. Например, смоляные ходы у видов рода *Pinus*.

**Ткань** — группа клеток, имеющих одинаковое происхождение, строение и выполняющих одинаковые функции. У растений выделяют следующие типы тканей: образовательные — верхушечная (конус нарастания), вставочная, боковая (камбий, раневая); покровные — эпидермис, пробка, корка; проводящие — сосуды, ситовидные трубки; механические — лубяные и древесные волокна; основные — запасаящая, хлоренхима, всасывающая, аэренхима.

**Транспирация** — испарение воды через устьица или чечевички покровной ткани. Она обеспечивает продвижение воды и минеральных солей по растению и способствует снижению температуры тела растения на 5–7 градусов.

**Трахеи** — устаревшее название сосудов ксилемы. Водопроводящие элементы, образующиеся путем сочленения вертикального ряда клеток, поперечные стенки которых перфорированы, т. е. имеют одно или несколько сквозных отверстий.

**Трахеиды** — проводящие ткани, низкой организации. Это одноклеточные, прозенхимные, мертвые проводящие элементы, для проведения воды и минеральных солей от корня к листьям. Древесина растений из отдела голосеменных состоит только из трахеид, у покрытосеменных они встречаются вместе с сосудами.

**Трихомы (волоски)** — выросты на эпидермисе (кожице). Они бывают живыми и мертвыми, одноклеточными и многоклеточными.

**Устьице** — щелевидное отверстие в кожице, образованное двумя замыкающими клетками. Их функция — газообмен и транспирация (испарение).

**Эмергенцы** — это пельтатные (щитовидные) железки в формировании которых участвуют не только клетки эпидермы, но и другие глубоко лежащие ткани.

**Эпibleма** — первичная покровная ткань, покрывающая корень в зоне всасывания и растяжения. В зоне всасывания она имеет большое количество корневых волосков.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Внимательно прочитайте каждый вопрос теста и выберите из трех вариантов один правильный ответ.

Тесты по теме: «РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ»

### Вариант 1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какой тип деления характерен для клеток меристем?	1. Амитоз. 2. Митоз. 3. Мейоз.
2	В какой зоне кончика корня находится первичная верхушечная меристема?	1. Зона проведения. 2. Зона роста и растяжения. 3. Зона деления.
3	Какая ткань участвует в формировании перидермы?	1. Феллема. 2. Феллоген. 3. Феллодерма.
4	Какая из механических тканей характерна только для двудольных растений?	1. Колленхима. 2. Склеренхима. 3. Склереиды.
5	Какая основная ткань характерна для растений произрастающих на почвах с избыточным увлажнением?	1. Хлоренхима. 2. Запасающая паренхима. 3. Аэренхима.
6	Какие ткани относятся к восходящему току?	1. Древесные волокна. 2. Сосуды и трахеиды. 3. Ситовидные трубки и клетки спутницы.
7	Сколько лет функционируют ситовидные трубки у большинства древесных растений?	1. Много лет. 2. Два года. 3. Один год.
8	Какие проводящие элементы входят в состав флоэмы?	1. Сосуды. 2. Ситовидные трубки. 3. Трахеиды.
9	Что такое закрытый сосудисто-волокнистый пучок?	1. Имеет камбий. 2. Нет камбия. 3. Имеет пробковый камбий.
10	Какие выделительные ткани относятся к наружным?	1. Трихомы, нектарники, гидатоды. 2. Млечники. 3. Смоляные ходы.

## Вариант 2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	В какой период деления клетки происходит удвоение ДНК и хромосомом?	1. Профаза. 2. Метафаза. 3. Интерфаза.
2	К какой меристеме по происхождению и топографии относится перидицикл?	1. Первичной верхушечной. 2. Первичной латеральной. 3. Вторичной латеральной.
3	Какое видоизменение клеточной стенки обеспечивает эпидермису защитную функцию?	1. Одревеснение. 2. Кутинизация. 3. Опробковение.
4	Какая ткань имеет равномерное утолщение оболочек и паренхимную форму клеток?	1. Колленхима. 2. Склеренхима. 3. Склериды.
5	Какая основная ткань выполняет функцию фотосинтеза?	1. Хлоренхима. 2. Поглощающая паренхима. 3. Аэренхима.
6	Как в онтогенезе образуются сосу­ды?	1. Из одной клетки. 2. Из трахенд. 3. Из вертикального ряда клеток.
7	Какие вещества движутся по ситовидным клеткам?	1. Вода и минеральные вещества. 2. Органические вещества. 3. Неорганические вещества.
8	Какой тип проводящего пучка наблюдается в листьях двудольных растений?	1. Коллатеральный открытый. 2. Коллатеральный закрытый. 3. Биколлатеральный открытый.
9	Что такое открытый сосудисто-волокнистый пучок?	1. Имеет камбий. 2. Нет камбия. 3. Имеет пробковый камбий.
10	Какие ткани возникают из межклетников окружённых живыми клетками эпителия?	1. Схизогенные вместилища. 2. Лизигенные вместилища. 3. Млечные трубки.

### Вариант 3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	В результате какого типа деления образуется четыре гаплоидные клетки?	1. Амитоз. 2. Митоз. 3. Мейоз.
2	К какой меристеме по происхождению и топографии относится камбий?	1. Первичной верхушечной. 2. Первичной латеральной. 3. Вторичной латеральной.
3	Какая ткань перидермы обеспечивает защитную функцию?	1. Феллема. 2. Феллоген. 3. Феллодерма.
4	Какой химический состав имеют оболочки клеток лубяных волокон?	1. Целлюлоза + суберин. 2. Целлюлоза + лигнин. 3. Целлюлоза + гемицеллюлоза.
5	Какая основная ткань характерна для листьев суккулентов, например алоэ?	1. Поглощающая паренхима. 2. Запасающая паренхима. 3. Аэренхима.
6	Какие ткани относятся к нисходящему току?	1. Древесные волокна. 2. Сосуды и трахеиды. 3. Ситовидные трубки и клетки-спутницы.
7	Как закупориваются сосуды на зиму?	1. Тиллами. 2. Каллезой. 3. Путём отмирания клеток.
8	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка характерен для первичного строения корня.	1. Коллатеральный закрытый. 2. Концентрический закрытый. 3. Радиальный закрытый.
9	Какая ткань формирует первичную флоэму и ксилему?	1. Камбий 2. Перикл. 3. Прокамбий.
10	Какие выделительные ткани представляют собой живые клетки и содержат латекс?	1. Схизогенные вместилища. 2. Лизигенные вместилища. 3. Млечные трубки.

## Вариант 4

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какой тип деления характерен для клетки вегетативных органов?	1. Амитоз. 2. Митоз. 3. Мейоз.
2	Где находятся интеркалярные меристемы у злаковых растений?	1. В узле стебля. 2. В верхней части междоузлия. 3. В нижней части междоузлия.
3	Какую функцию выполняет эпидерма?	1. Обеспечивает газообмен и транспирацию. 2. Защитную. 3. Поглощение воды и минеральных веществ.
4	Какая меристема формирует перидерму стебля?	1. Камбий. 2. Пробковый камбий. 3. Перицикл.
5	Какая ткань имеет неравномерное утолщение вторичной клеточной стенки?	1. Колленхима. 2. Склеренхима. 3. Склерейды.
6	Как закупориваются ситовидные трубки на зиму?	1. Тиллами. 2. Каллёмой. 3. Отмирающими клетками.
7	Какие вещества движутся по сосудам и трахеидам?	1. Вода и минеральные вещества. 2. Органические вещества. 3. Неорганические вещества.
8	Какие проводящие элементы входят в состав ксилемы?	1. Сосуды, трахеиды. 2. Ситовидные трубки. 3. Лубяные волокна.
9	Какая ткань формирует вторичные элементы флоэмы и ксилемы?	1. Камбий. 2. Перицикл. 3. Прокамбий.
10	Какие выделительные ткани образуются на месте группы клеток, которые разрушаются после накопления веществ?	1. Схизогенные вместилища. 2. Лизигенные вместилища. 3. Млечные трубки.

## Раздел 2

# ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ (АНАТОМИЯ)

### Тема 3.1. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

#### 3.1.1. Первичное строение корня однодольного растения

Рост корня, поглощение из почвы воды и веществ осуществляется зонами кончика корня. В кончике корня, защищенном *корневым чехликом*, выделяют следующие зоны: деления, роста и растяжения, дифференциации (зона всасывания, или корневых волосков) и проведения. В зоне деления клеток находятся меристемы — дерматоген, периблема и плерома, их деятельность приводит к образованию первичного строения корня, которое присуще корням всех растений в зоне корневых волосков. У однодольных растений первичное строение наблюдается в зоне корневых волосков и в зоне проведения, то есть в течение всей жизни растения.

При первичном строении корня выделяют следующие блоки: эпиблему, первичную кору и центральный цилиндр (рис. 3.1, А). *Эпиблема* — первичная покровная ткань корня, состоящая из одного слоя клеток, многие из которых вытягиваются и образуют корневые волоски. За счет корневых волосков всасывающая поверхность увеличивается в несколько раз.

Первичная кора состоит из трех слоев:

- 1) *экзодерма* — наружный, чаще многорядный слой клеток, оболочки которых пропитаны суберином и лигнином, в зоне проведения они выполняют защитную функцию;
- 2) *мезодерма* — мощный слой клеток, поглощающих воду и минеральные соли (всасывающая паренхима);
- 3) *эндодерма* — внутренний слой первичной коры, однорядный слой мертвых клеток, в результате пропитывания обо-

лочек суберином и лигнином. Между клетками эндодермы напротив лучей ксилемы имеются живые *пропускные клетки*, которые служат для проведения поглощенного почвенного раствора в радиальном направлении, то есть к сосудам ксилемы.

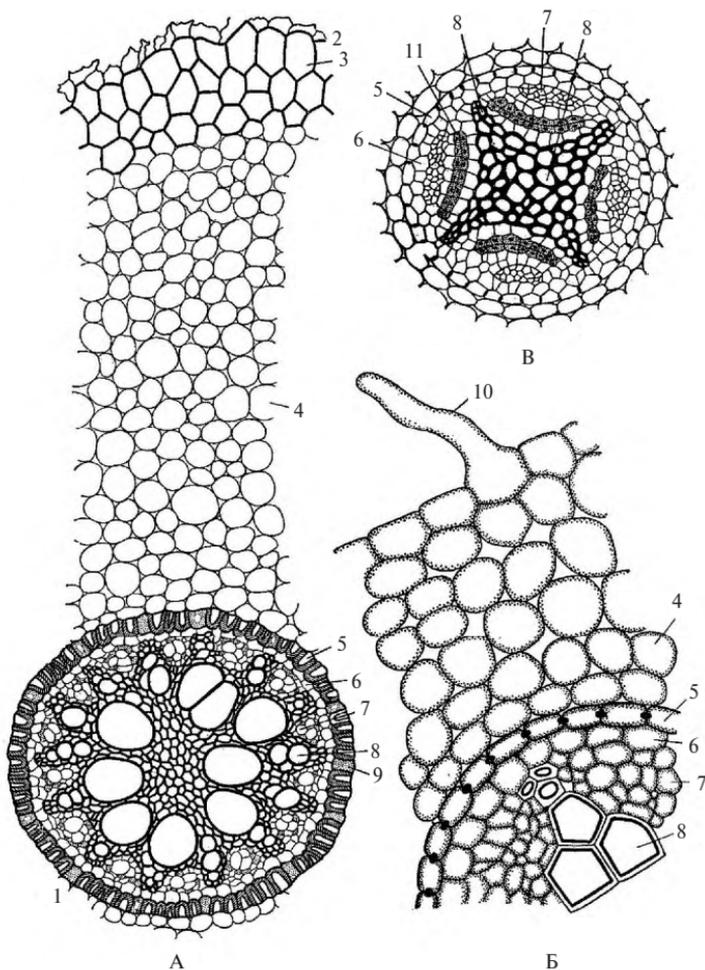
Центральный цилиндр (стела) снаружи окружен клетками *перикакли*, граничащими с эндодермой. Перикакл дает начало боковым корням, паренхиме и млечникам первичного строения. Под перикаклом расположен сосудисто-волокнистый проводящий пучок — радиальный закрытый с различным, в зависимости от вида растения, количеством лучей ксилемы. Между лучами первичной ксилемы расположены участки первичной флоэмы.

Вода и минеральные вещества через корневые волоски из почвы поступают в первичную кору корня, затем через пропускные клетки эндодермы — в сосуды ксилемы, по которым поднимаются по восходящему току вверх.

Корни однодольных растений имеют только первичное строение. У представителей отдела голосеменных и класса двудольных отдела покрытосеменных в ходе онтогенеза в зоне проведения возникает вторичное строение корня. Однако в зоне корневых волосков у них всегда сохраняется первичное строение.

### **3.1.2. Вторичное строение корня двудольного растения**

Вторичное строение корня у двудольных растений формируется при переходе от зоны всасывания к зоне проведения, в результате деятельности вторичной латеральной меристемы — пучкового камбия, который закладывается в центральном цилиндре из клеток основной паренхимы, расположенной между первичными элементами флоэмы и ксилемы (рис. 3.1, В). Пучковый камбий будет формировать вторичные элементы флоэмы и ксилемы коллатерального открытого проводящего пучка. Небольшие участки перикакла, расположенного между эндодермой и лучами ксилемы, превращаются в межпучковый камбий, формирующий основную паренхиму радиальных лучей. Участки пучкового и межпучкового камбия вместе образуют камбиальную кривую, а в дальнейшем сплошное активно функционирующее камбиальное



*Рис. 3.1. Первичное строение корня на поперечном срезе: А – первичное строение корня однодольного растения (ириса); Б – первичное строение корня двудольного растения (табака); В – начало заложения камбия в центральном цилиндре корня двудольного растения при переходе ко вторичному строению; 1 – центральный цилиндр; 2 – остатки эпилемы; 3 – экзодерма; 4 – мезодерма; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – флоэма; 8 – сосуды ксилемы; 9 – пропускные клетки эндодермы; 10 – корневой волосок; 11 – камбий*



Вторичное строение корня у двудольных растений находится в зоне проведения и выполняет функцию проведения воды и минеральных веществ по восходящему току, а органических веществ по нисходящему току. При вторичном строении корня выделяют блоки: пробка, вторичная кора (флоэма), камбиальное кольцо и древесина (ксилема). Флоэма состоит из первичной флоэмы и вторичной. Первичная флоэма расположена ближе к периферии корня, в зрелом корне ее ткани плохо различимы, вторичную флоэму можно узнать по ситовидным пластинкам ситовидных трубок.

Вторичная ксилема состоит из крупных сосудов, она образована пучковым камбием. Первичная ксилема находится в самом центре корня, ее сосуды мелкие. На поперечном срезе вторичного строения корня тыквы четко видны четыре коллатеральных открытых сосудисто-волокнистых пучка.

Между проводящими пучками находятся клетки основной паренхимы радиальных лучей, по которым вода в горизонтальном направлении из сосудов ксилемы поступает к клеткам вторичной коры.

### 3.1.3. Особенности строения корнеплодов

Многие виды двудольных растений накапливают запасные питательные вещества в главном корне, который видоизменяется в корнеплод. Видоизменение связано с разрастанием древесной или лубяной паренхимы, выполняющей функцию запаса питательных веществ.

Корнеплоды бывают *монокамбиальные*, с одним камбиальным кольцом: 1) корнеплод типа моркови — хорошо развита вторичная кора с запасующей паренхимой (морковь, петрушка, пастернак и другие растения семейства сельдерейные) (рис. 3.5, А); 2) корнеплод типа редьки — сильно развита древесина с запасующей паренхимой (редис, брюква, репа и другие растения семейства капустные) (рис. 3.5, Б).

*Поликамбиальные* корнеплоды имеют много камбиальных колец. К ним относится корнеплод свеклы, количество камбиальных колец которого равно количеству листьев, деленному на два

(рис. 3.5, В). Такое строение корнеплода является третичным. Каждое камбиальное кольцо формирует свои коллатеральные открытые проводящие пучки. Первичная ксилема двухлучевая и находится в центре корнеплода.

## Лабораторная работа № 1

Тема: МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

*План:*

1. Первичное строение корня однодольного растения ириса (*Iris pumila*).
2. Вторичное строение корня двудольного растения тыквы (*Cucurbita pepo*).
3. Строение корнеплодов: моркови посевной (*Daucus sativus*), редьки посевной (*Raphanus sativus*), свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*).

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Готовые препараты: поперечные срезы корня ириса, тыквы и корнеплодов.
3. Живые объекты: корнеплоды моркови, свеклы.
4. Таблицы: «Зоны корня», «Анатомическое строение корня», «Строение корнеплодов».

### Последовательность работы

**Задание 1.** Рассмотреть и зарисовать в виде схемы первичное микроскопическое строение корня однодольного растения ириса низкого (*Iris pumila*).

Рассмотреть при малом увеличении готовый препарат поперечного среза корня ириса (касатика), имеющего первичное строение. Отметить первичную кору, занимающую большую часть поперечного сечения корня, и центральный цилиндр с закрытым радиальным проводящим пучком.

У однодольных растений первичное строение корня сохраняется на протяжении всей жизни, а у двудольных — только в зоне всасывания (у табака, рис. 3.1, Б). В зоне проведения однодольных растений клетки эпиблемы отмирают вместе с корневыми волосками, и защитную функцию выполняют клетки экзодермы — наружного слоя первичной коры. Экзодерма находится под эпиблемой, и после ее отмирания стенки клеток экзодермы пробковеют и выполняют защитную функцию.

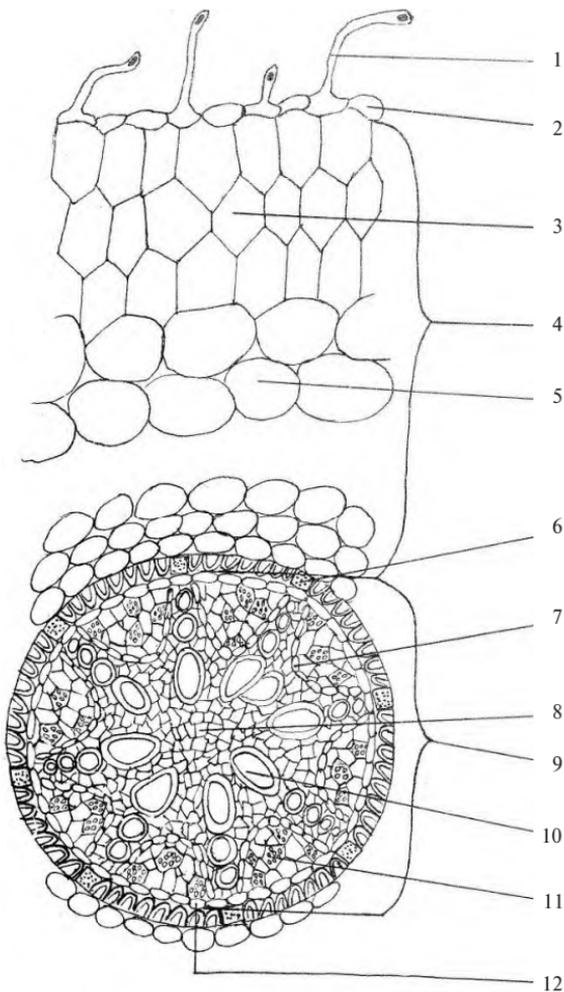
Основная масса первичной коры представлена крупными живыми клетками мезодермы, которая относится к поглощающей паренхиме, осмотическое давление клеток, поддерживаемое постоянным оттоком, создает силу всасывания. Внутренний слой первичной коры — эндодерма (это мертвые клетки, они окружают плотным кольцом центральный цилиндр). Клетки эндодермы имеют утолщенные и опробковевшие, а позже одревесневшие радиальные и внутренние оболочки, наружные, обращенные к мезодерме, остаются тонкими. Среди них находятся живые пропускные клетки, через которые вода и минеральные вещества проходят в ксилему центрального цилиндра.

Центральный цилиндр окружен одним слоем перицикла, за которым расположен закрытый сосудисто-волоконистый пучок радиального типа. На срезе видны группы сосудов в виде лучей ксилемы. Кроме сосудов и древесной паренхимы, ксилема пучка состоит из трахеид и механической ткани — склеренхимы. Флоэма пучка состоит из ситовидных трубок с клетками-спутницами и лубяной паренхимы.

Зарисовать схему первичного микроскопического строения корня. Обозначить части коры и центрального цилиндра. Сделать выводы, в каких зонах корня у однодольных растений наблюдается первичное строение. Указать тип сосудисто-волоконистого пучка.

**Задание 2.** Рассмотреть на постоянном препарате вторичное строение корня двудольного растения тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*). Зарисовать схему строения корня.

Рассмотреть невооруженным глазом микропрепарат с поперечным срезом корня тыквы. Сравнить его с корнем ириса, обратить



*Рис. 3.3. Микроскопическое строение корня однодольного растения ириса (Iris):*

*1 – корневой волосок; 2 – эпиблема; 3 – экзодерма; 4 – первичная кора; 5 – мезодерма; 6 – пропускные клетки в эндодерме; 7 – клетки основной ткани; 8 – древесная паренхима первичной ксилемы; 9 – центральный цилиндр; 10 – сосуд первичной ксилемы; 11 – ситовидные клетки первичной флоэмы; 12 – перицикл*

внимание на различия в соотношении коры и центрального цилиндра. Изучить вторичное строение корня тыквы на поперечном срезе при малом увеличении микроскопа. В центре корня найти первичную ксилему, представленную четырьмя лучами мелких сосудов. От лучей первичной ксилемы отходят расширяющиеся к периферии радиальные лучи основной паренхимы, образованной межпучковым камбием. Между радиальными лучами расположены четыре сосудисто-волокнистых пучка открытого коллатерального типа. Вторичная ксилема расположена к центру и представлена крупными сосудами, древесной паренхимой и древесными волокнами склеренхимы. Снаружи древесину корня окружает камбиальное кольцо.

К периферии от камбия расположена вторичная кора, или флоэма, с крупными перегородками ситовидных трубок и клетками-спутницами, а также лубяной паренхимой. Первичная флоэма оттеснена к периферии вторичной флоэмой и плохо различима.

Поверхность корня покрыта перидермой, пробка которой выполняет функцию газообмена и защиты от внешних воздействий.

Зарисовать сегмент схемы вторичного микроскопического строения корня (рис. 3.4). Обозначить перидерму, первичную и вторичную флоэму, участки пучкового и межпучкового камбия, составляющие камбиальное кольцо, вторичную и первичную ксилему.

Сделать выводы, в какой зоне корня двудольных растений наблюдается вторичное и первичное строение. С чем связано формирование вторичного строения корня. Указать тип сосудисто-волокнистого пучка при вторичном строении корня.

**Задание 3.** Рассмотреть постоянные препараты и живые объекты корнеплодов: моркови посевной (*Daucus sativus*), редьки посевной (*Raphanus sativus*), свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris*). Составить схемы их строения.

При малом увеличении микроскопа рассмотреть строение корнеплодов моркови, редьки и свеклы. Определить количество камбиальных колец, обратить внимание на соотношение между флоэмой и ксилемой у монокамбиальных корнеплодов и наличие

нескольких колец камбия и запасающей паренхимы между ними у свеклы (рис. 3.5).

Обратить внимание на увеличение объема вторичной коры в результате развития запасающей паренхимы у корнеплода типа моркови.

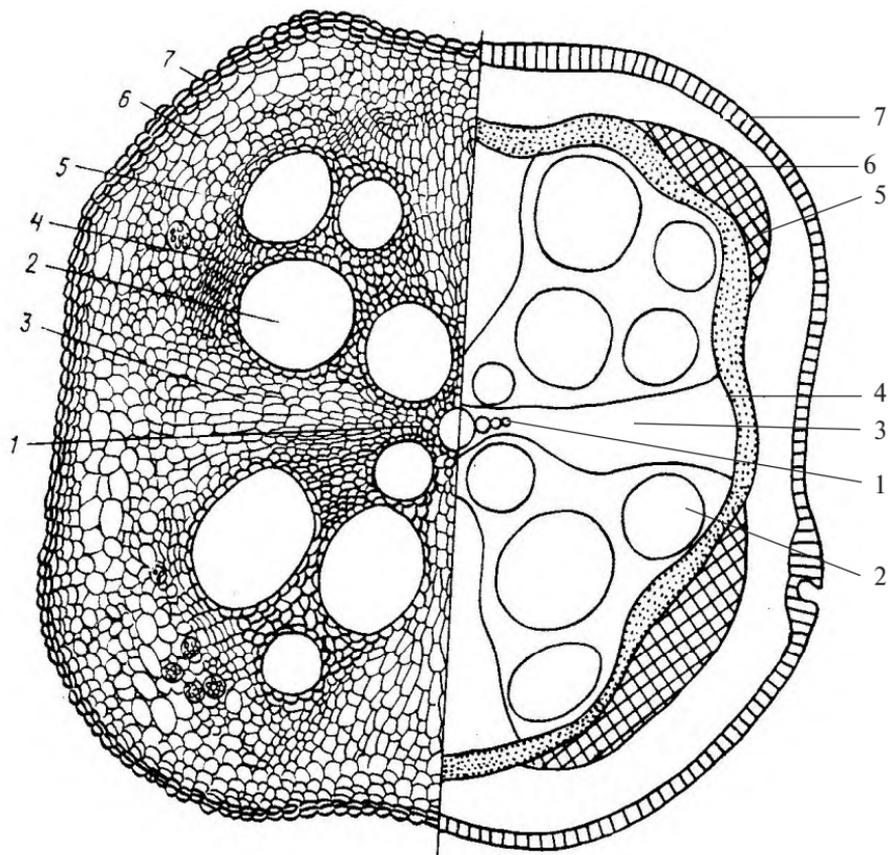


Рис. 3.4. Вторичное строение корня тыквы (*Cucurbita*):

1 – первичная ксилема; 2 – сосуд вторичной ксилемы; 3 – радиальный луч; 4 – камбий; 5 – вторичная флоэма; 6 – первичная флоэма; 7 – пробка

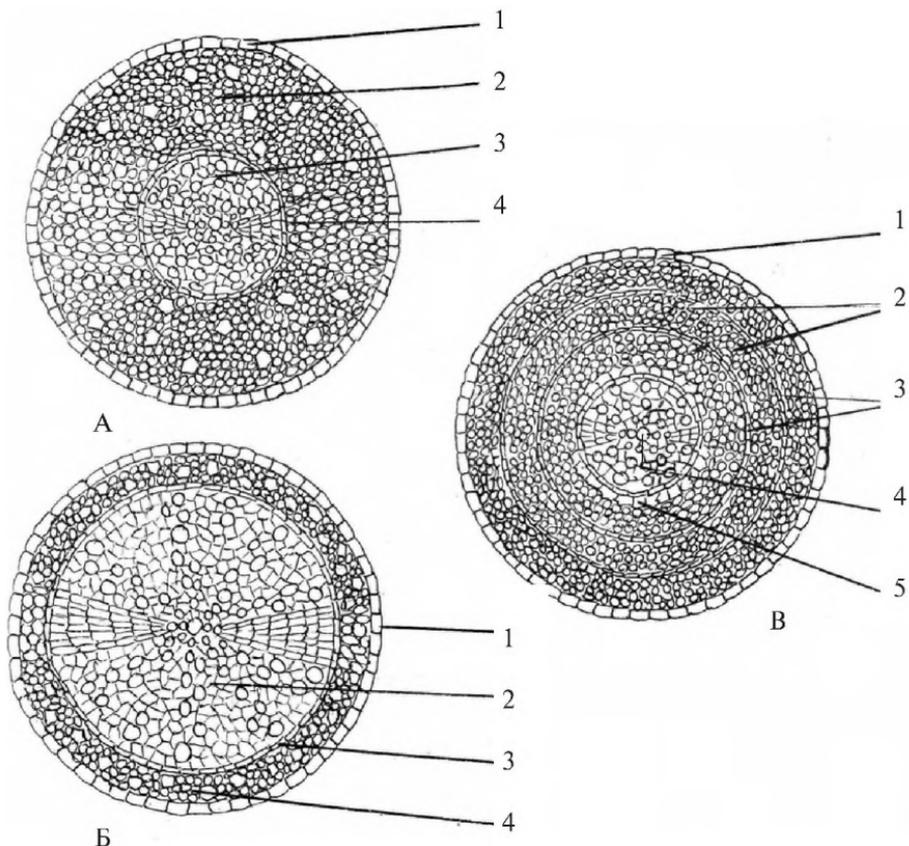


Рис. 3.5. Схемы строения корнеплодов:

А – тип моркови (*Daucus sativa*): 1 – пробка; 2 – вторичная кора; 3 – вторичная ксилема; 4 – камбий; Б – тип редьки (*Raphanus sativus*): 1 – пробка; 2 – вторичная ксилема; 3 – камбий; 4 – вторичная флоэма; В – тип свеклы (*Beta vulgaris*): 1 – пробка; 2 – вторичная ксилема; 3 – камбий; 4 – первичная ксилема; 5 – вторичная флоэма

Запасующая паренхима корнеплода типа редьки находится в древесине, которая занимает максимальный объем на поперечном срезе, а вторичная кора развита слабо.

В корнеплоде свеклы запасующая паренхима распределяется равномерно и в ксилеме, и во флоэме.

Зарисовать схемы строения корнеплодов. Обозначить блоки анатомического строения. Указать тип сосудисто-волокнистого пучка.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие зоны можно выделить в растущем корне?
2. Каковы строение и роль корневых волосков?
3. В каких зонах корня однодольных и двудольных растений наблюдается первичное строение?
4. Какую функцию выполняет эпиблема корня?
5. Какое строение имеет первичная кора?
6. Каковы функция и строение центрального цилиндра?
7. Назовите тип проводящего пучка при первичном строении корня.
8. Какой путь в корне проходит вода с растворенными в ней минеральными солями?
9. С появлением какой ткани связан переход к вторичному строению корня?
10. Что называют «линькой корня»?
11. Какой тип проводящего пучка имеет вторичное строение корня?
12. Из чего формируются феллоген, пучковый и межпучковый камбий?
13. В чем разница между корнеплодами типа моркови, редьки и свеклы?
14. Какая корреляция существует между количеством камбиальных колец и листьев у свеклы?

## **Тема 3.2. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ**

### **3.2.1. Развитие побега**

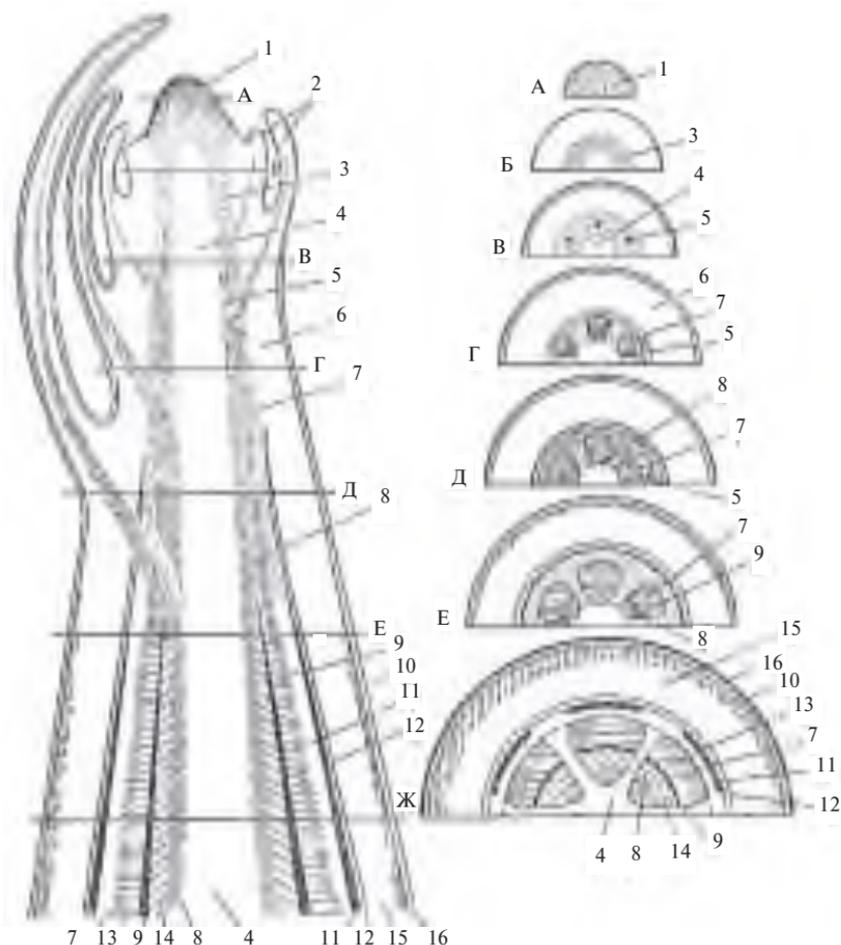
Побег формируется в процессе деятельности верхушечной образовательной ткани (первичной меристемы — протомеристемы),

которая находится в конусе нарастания почки (зачатка побега). В формировании первичного строения побега участвуют три вида верхушечных меристем — протодерма, прокамбий и основная меристема, которые в дальнейшем формируют соответственно три главные системы тканей: покровные, проводящие и основные (рис. 3.6). Амфитрофный побег обеспечивает ветвление кроны, так как в пазухах развитых примордиальных листьев закладываются боковые почки.

Эпидермис, сохраняя положение протодермы, образует непрерывный однослойный наружный покров стебля и листьев. Прокамбий в процессе дифференциации участвует в заложении примордиальных листьев. С увеличением листового зачатка в нем и в развивающемся стебле постепенно начинают появляться специализированные ткани. Прокамбиальный тяж продолжает расти в толщину путем размножения своих клеток делением, и одновременно клетки его начинают дифференцироваться в проводящие ткани: на периферической стороне — в элементы флоэмы, а на внутренней стороне — в элементы ксилемы. Эти самые ранние первичные проводящие ткани называются *протофлоэмой* и *протоксилемой*. Проводящие ткани, сформированные в дальнейшем из центральной части прокамбиального пучка, более совершенны и называются *метафлоэмой* и *метаксилемой*. У однодольных растений метафлоэма и метаксилема непосредственно граничат между собой, и прокамбий прекращает свою деятельность; у древесных и травянистых двудольных и голосеменных между первичными элементами флоэмы и ксилемы прокамбий начинает функционировать в качестве камбия, образуя элементы вторичных проводящих тканей.

Клетки основной меристемы формируют систему основных тканей, представленную разными видами основной паренхимы: ассимиляционной, запасующей, поглощающей, а также механическую ткань — колленхиму.

Анатомическое строение узлов значительно сложнее строения междоузлий, так как в них к проводящей системе стебля присоединяются листовые и почечные следы. Поэтому в дальнейшем, для облегчения усвоения материала по изучению микроскопического строения стебля, будем рассматривать только строение междоузлия.



**Рис. 3.6. Верхушечная меристема побега и развитие в стебле постоянных тканей (схема):**

*А* – срез на уровне конуса нарастания; *Б* – на уровне меристематического кольца, *В* – на уровне появления прокамбия; *Г* и *Д* – на уровне формирования первичного строения стебля; *Е* – на уровне появления камбия; *Ж* – на уровне сформированного вторичного строения стебля: 1 – зона верхушечной меристемы; 2 – листовые зачатки (примордии); 3 – меристематическое кольцо; 4 – сердцевина; 5 – прокамбий; 6 – первичная кора; 7 – первичная флоэма; 8 – первичная ксилема; 9 – камбий; 10 – эпидерма; 11 – перицикл; 12 – эндодерма; 13 – вторичная флоэма; 14 – вторичная ксилема; 15 – паренхима первичной коры; 16 – колленхима

### 3.2.2. Первичное строение стебля

Первичное строение стебля дифференцируется из первичной меристемы конуса нарастания и включает следующие зоны: 1 — эпидермис с кутикулярным слоем и с гораздо меньшим количеством устьиц, чем у листьев; 2 — первичная кора; 3 — центральный цилиндр.

Ткани *первичной коры*: 1 — колленхима — живая механическая ткань, образует под эпидермисом непрерывный цилиндр и обеспечивает прочность молодого стебля; 2 — паренхима первичной коры, содержащая хлоропласты; 3 — эндодерма — в отличие от корня, это живые клетки, часто содержащие крахмальные зерна, поэтому называется крахмалоносным влагалищем, является внутренним слоем первичной коры.

*Центральный цилиндр* составляет основную часть стебля, наружная его часть называется *перициклом*. Это слой клеток основной ткани, который может формировать придаточные почки и корни, вторичные меристемы (камбий и филлоген), а также склеренхиму (перициклические волокна). За перициклом к центру стебля расположены первичные проводящие пучки коллатерального типа, образованные в результате деления клеток первичной латеральной меристемы — *прокамбия*, который к периферии стебля образует первичную флоэму, а к центру — первичную ксилему. В центре стебля находится тонкостенная основная ткань, где накапливаются запасные вещества, она составляет *сердцевину*.

У голосеменных и покрытосеменных двудольных растений прокамбий закладывается участками — тяжами, но строго по окружности, поэтому проводящие пучки, образованные прокамбием, а в дальнейшем камбием, на поперечном срезе расположены по окружности и отделены друг от друга паренхимой сердцевинных лучей (рис. 3.7, А), или проводящие пучки образуют сплошное кольцо. В центральном цилиндре стебля однодольных растений тяжи прокамбия образуют закрытые сосудисто-волокнистые пучки, расположенные рассеянно или по спирали (рис. 3.7, Б).

### 3.2.3. Строение стебля однодольного растения

Стебли однодольных растений, как и корни, имеют только первичное строение, которое сохраняется в течение всей жизни

растения (рис. 8). У них резко выражено пучковое строение стебля. Снаружи стебель покрывает первичная покровная ткань эпидермис с устьицами.

У представителей семейства мятликовые (злаки) первичная кора стебля не выражена, но хорошо развита у представителей других семейств класса однодольные (семейства лилейные).

У растений со слабо выраженной первичной корой сосудисто-волокнистые пучки закрытого коллатерального типа расположены по спирали или как бы рассеяны по всему центральному цилиндру, который занимает часто весь объем стебля. Пучки окружены склеренхимой, флоэма обращена к периферии, а ксилема — к центру стебля. Четкая граница между первичной корой и центральным цилиндром часто отсутствует.

В обеспечении механической прочности стеблей однодольных большое значение имеет склеренхима, образованная перициклом центрального цилиндра. Тропические злаки (кукуруза, сорго, сахарный тростник) имеют выполненный стебель, середина его заполнена основной тканью с проводящими пучками. Северные злаки (рожь, ячмень и др.) имеют полые междууз-

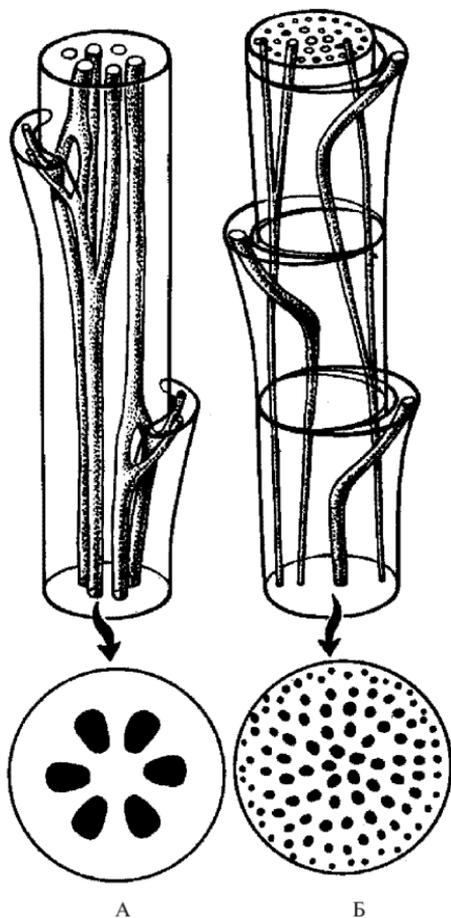
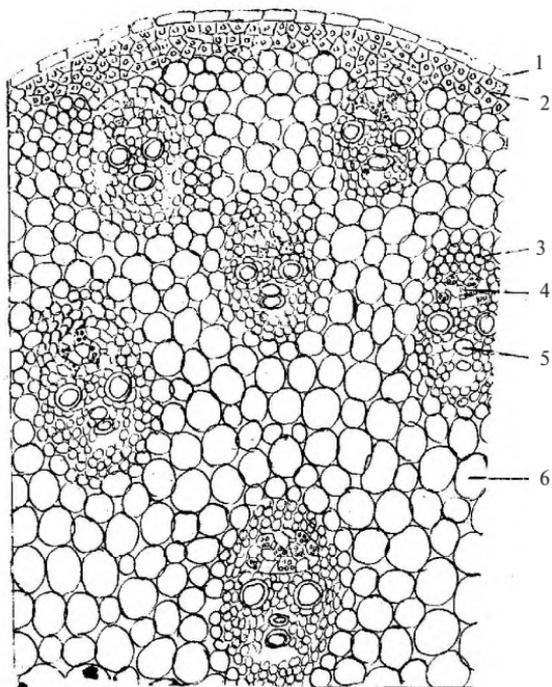


Рис. 3.7. Заложение прокамбия и первичной проводящей системы: А — в виде тяжей по кругу у двудольных; Б — в виде тяжей по спирали у однодольных

лия стебля, такой стебель называется соломиной. Проводящие пучки и основная ткань, расположенные близко к поверхности стебля, — мелкие, а к центру — крупные.



*Рис. 3.8. Микроскопическое строение стебля однодольного растения кукурузы (*Zea mays*):  
1 — эпидермис; 2 — склеренхима перидикла;  
3 — склеренхима, окружающая проводящий пучок; 4 — флоэма; 5 — ксилема; 6 — основная паренхима*

#### **3.2.4. Вторичное строение стебля двудольных растений**

Вторичное строение стебля связано с возникновением вторичной латеральной меристемы — камбия. Между первичной флоэмой и ксилемой из прокамбия закладывается пучковый камбий, который к периферии стебля дифференцируется в элементы вторичной

флоэмы, а к центру — в элементы вторичной ксилемы, ее откладывается во много раз больше, чем флоэмы. Одновременно паренхима, расположенная рядом с прокамбием первичных пучков, образует межпучковый камбий, в результате его деятельности формируются сердцевинные лучи основной паренхимы. Их функция — проведение воды и минеральных веществ в горизонтальном направлении от ксилемы к флоэме.

Пучковый и межпучковый камбий вместе образуют камбиальное кольцо, и стебель разрастается в толщину, формируя вторичное строение, при этом первичная кора продолжает функционировать.

Стебель, при вторичном строении, состоит из следующих зон:

- 1) *эпидерма* (у травянистых растений), *перидерма*, а позже *корка* (у древесных растений);
- 2) *первичная кора*;
- 3) *вторичная кора*, образующая луб, она включает флоэму (ситовидные трубки с клетками-спутницами, лубяные волокна и лубяная паренхима) и основную паренхиму сердцевинных лучей;
- 4) *камбиальное кольцо*, состоящее из пучкового и межпучкового камбия;
- 5) *древесина*, или ксилема (вторичная и первичная), она состоит из сосудов и трахеид, древесных волокон и древесной паренхимы;
- 6) *сердцевина* (основная ткань).

Тип проводящего пучка — открытый коллатеральный (подсолнечник) или открытый биколлатеральный (тыква).

В зависимости от особенностей деятельности камбия различают следующие типы вторичного строения стебля: пучковое, переходное и непучковое.

*Пучковое строение* развивается в результате закладки прокамбия, а в дальнейшем камбия в виде отдельных участков — тяжей, формирующих проводящие пучки, между которыми находятся хорошо развитые сердцевинные лучи. Пучковое строение стебля имеют кирказон, тыква, люцерна и др.

*Переходное строение*: первичное строение пучковое, а во вторичном строении межпучковый камбий формирует новые, молодые проводящие пучки. Переходное строение имеют травянистые растения: подсолнечник, топинамбур, бодяк (рис. 3.9).

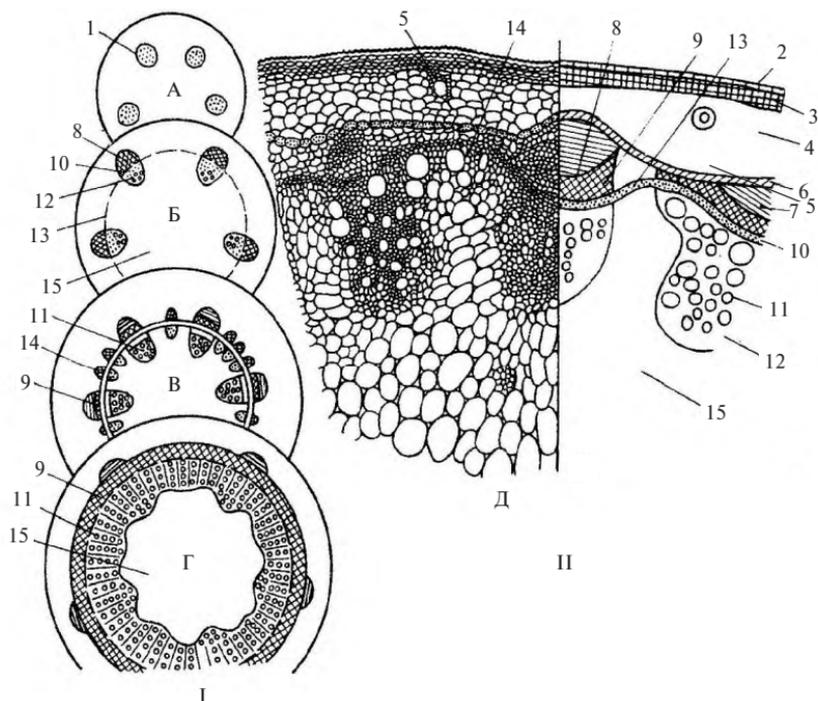


Рис. 3.9. Переходное вторичное строение стебля подсолнечника (*Helianthus*):

Г – типы анатомического строения стеблей; II – поперечный срез и схема стебля подсолнечника; А – первичное строение; Б – вторичное пучковое строение; В – вторичное переходное строение; Г – вторичное непучковое строение: 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – основная паренхима первичной коры; 5 – смоляной ход; 6 – крахмалосное влагалище; 7 – склеренхима перидикла; 8 – первичная флоэма; 9 – вторичная флоэма; 10 – пучковый камбий; 11 – вторичная ксилема; 12 – первичная ксилема; 13 – межпучковый камбий; 14 – пучок из межпучкового камбия; 15 – основная паренхима сердцевины

Непучковое, или сплошное, строение стебля развивается в результате закладки прокамбия и камбия, которые формируют элементы флоэмы и ксилемы сплошным цилиндром, погруженным в основную ткань. Такой тип строения характерен для большой группы древесных растений (яблоня, дуб, липа) и некоторых травянистых (лен, подмаренник и др.).

В связи с эволюционным развитием жизненных форм покрытосеменных от древесных к травянистым двудольным и однодольным растениям теоретическое изучение микроскопического строения стеблей начинают с двудольных растений. При выполнении лабораторных занятий изучение микроскопического строения стеблей проводится от простого к сложному строению, то есть от однодольных на примере кукурузы к двудольным на примере подсолнечника и липы.

### 3.2.5. Строение стебля древесного двудольного растения

Вторичный рост древесных растений у всех голосеменных и большинства покрытосеменных двудольных растений связан с активностью двух вторичных латеральных меристем — *камбия и пробкового камбия*, за счет которых деревья и кустарники растут в толщину многие годы. Древесные растения, в отличие от травянистых растений, имеют сильно одревесневающий многолетний ствол и многолетние побеги, не отмирающие при наступлении зимы.

Вторичное микроскопическое строение стебля двудольного древесного растения (липы) состоит из следующих частей:

- 1) *пробка, или корка*;
- 2) *первичная кора* (у многолетних стволов она отсутствует, так как переходит в состав корки);
- 3) *вторичная кора* (луб);
- 4) *камбиальное кольцо* (камбий);
- 5) *древесина* (ксилема);
- 6) *сердцевина* (рис. 3.10).

К концу вегетации молодые стебли древесных растений путем деятельности пробкового камбия (феллогена) формируют пробку — вторичную покровную ткань и перидерму. Первый слой пробкового камбия может оставаться активным до 20 лет (яблоня, груша).

Многолетние стволы деревьев покрыты третичной покровной тканью — коркой. Внешний вид корки зависит от способа заложения новых добавочных перидерм. У некоторых растений новые участки феллогена закладываются прерывисто, перекрывая друг друга, и образуется *чешуйчатая корка* (дуб, акация, груша). Стволы других деревьев покрыты кольцевой коркой, она формируется в результате деятельности феллогена, расположенного в виде непрерывного кольца вокруг стебля (вишня, береза, виноград, жимолость и др.).

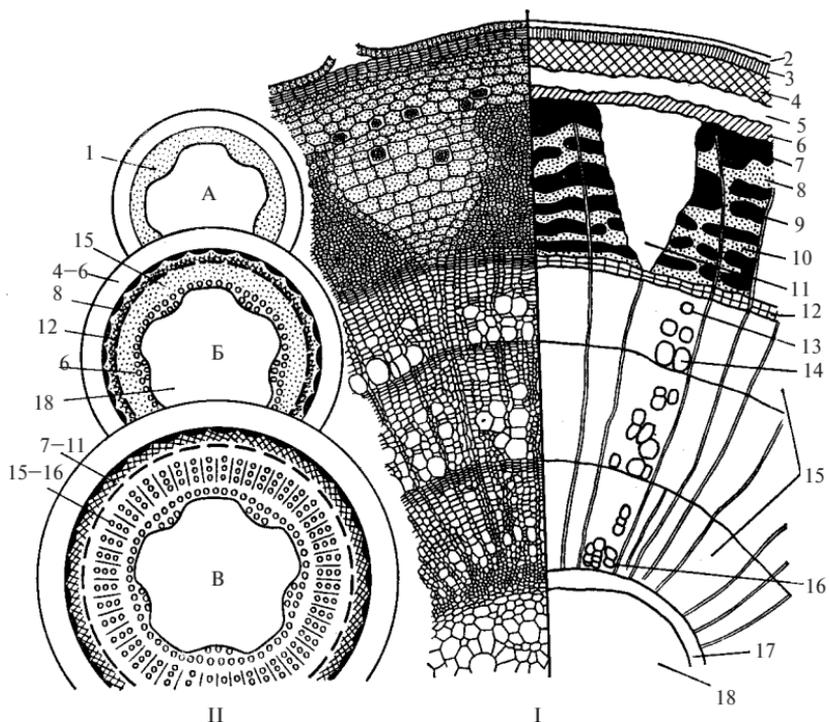


Рис. 3.10. Стебель липы (*Tilia cordata*) в поперечном разрезе (I) и схема строения стебля на разных уровнях (II):

А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – остатки эпидермы; 3 – пробка; 4 – колленхима; 5 – паренхима коры; 6 – эндодерма (4–6 – первичная кора); 7 – перициклическая зона; 8 – первичная флоэма; 9 – твердый луб; 10 – мягкий луб (вторичная флоэма); 11 – сердцевинный луч (7–11 – вторичная кора); 12 – камбий, 13 – осенняя древесина; 14 – весенняя древесина (13–14 – годовичное кольцо древесины); 15 – вторичная древесина, 16 – первичная древесина (15–16 – древесина); 17 – перимедулярная зона; 18 – основная паренхима (17–18 – сердцевина, 7–18 – центральный цилиндр)

Под перидермой у трех-пятилетних веток липы находится первичная кора, состоящая, как у подсолнечника, из колленхимы, хлоренхимы и основной паренхимы с друзами, а также слабо выраженной эндодермы (крахмалоносного влагиалища).

Между эндодермой первичной коры и камбиальным кольцом находится *вторичная кора, или луб*. В ее состав входят: основная паренхима сердцевинных лучей — в виде треугольников и флоэма (ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяная паренхима) — в виде трапеций, вместе они образуют мягкий луб. Твердый, или толстостенный, луб (механическая ткань склеренхима — лубяные волокна) находится между участками мягкого луба флоэмы.

Под вторичной корой находятся клетки камбия, обеспечивающего рост стебля в толщину, его активность зависит от времени года. Зимой камбий находится в состоянии покоя, весной, летом и осенью клетки камбия в процессе деления формируют к периферии элементы вторичной коры, а к центру стебля — элементы *древесины (ксилемы)*.

Древесина, образованная в течение одного вегетационного периода, составляет годичное кольцо. Структурная основа разграничения годичных колец — разница в плотности древесины. Сосуды (трахеи), образованные в начале вегетационного периода (весной), — крупные тонкостенные, летом и осенью — мелкие и толстостенные (трахеи и трахеиды). В состав древесины, кроме сосудов и трахеид, входят древесные волокна, древесная паренхима и сердцевинные лучи. По количеству годичных колец можно определить возраст дерева, по ширине годичного кольца — климатические условия вегетационного периода.

В центре стебля расположена основная паренхима сердцевинны, от которой по радиусу на поперечном срезе отходят сердцевинные лучи основной паренхимы. Они обеспечивают движение воды в горизонтальном направлении от сосудов древесины к клеткам вторичной коры. Во вторичной коре они расходятся в виде светлых треугольников. Вторичная флоэма видна в форме трапеций, широкая сторона которых располагается к камбиальному кольцу.

### **3.2.6. Возрастные изменения в стебле древесных растений**

В стволах многолетних деревьев в связи с деятельностью вторичных меристем феллогена и камбия первичная кора и перифери-

ческая часть элементов вторичной коры (луба) постепенно отмирают и превращаются в *корку* (рис. 3.11).

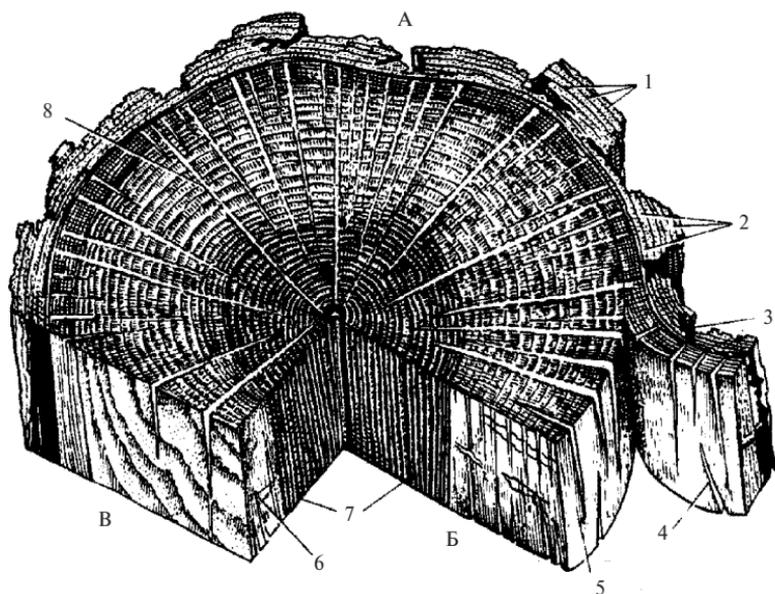


Рис. 3.11. Схема части ствола дуба красного (*Quercus rubra*):  
 А — поперечный срез; Б — продольный радиальный срез; В — продольный тангентальный срез; 1 — слои мертвых перидерм; 2 — отмершие ткани коры; 3 — трещины; 4 — кора; 5 — камбий; 6 — древесина заболони; 7 — ядровая древесина; 8 — сердцевинные лучи

Под коркой расположена *вторичная кора*. У большинства деревянистых стеблей в проведении органических веществ участвует лишь небольшая часть вторичной коры (функционирующая флоэма), образованная в результате прироста в текущем году. Это связано с недолговечностью ситовидных элементов, которые на зиму закупориваются, образуя на ситовидных перегородках мозолистое тело. Между вторичной корой и древесиной (вторичной ксилемой) находится слой клеток *камбия*.

Древесину, занимающую центральную часть стебля и составляющую максимальный объем, можно визуальнo разделить на тем-

ную нефункционирующую (непроводящую), ее называют *ядровой* (ядром), и более светлую проводящую — *заболонь*, она находится на периферии древесины и граничит с камбием. Заболонь является функционирующей древесиной, проводящей воду и минеральные вещества.

Клетки ядровой древесины по мере старения пропитываются различными веществами (смолами, маслами, камедями, танинами и др.), ее сосуды закупориваются при помощи *тилл* и перестают выполнять проводящую функцию, а паренхимные клетки отмирают.

Цвет ядровой древесины зависит от породы растения. Так, красно-бурую древесину черемухи поздней (*Padus serotina*) и темно-шоколадную — ореха черного (*Juglans nigra*) используют для изготовления высококачественной мебели.

Древесину подразделяют на мягкую и твердую; первую дают хвойные породы, вторую — двудольные.

### 3.2.7. Особенности строения стебля хвойных растений

Стволы голосеменных растений покрыты коркой. У сосны корка образуется в 25–36-летнем возрасте, у пихты — в 50-летнем. В первичной коре имеются крупные смоляные ходы.

Камбий формирует сплошной цилиндр вторичной коры и вторичной древесины. Флоэма (вторичная кора) состоит из ситовидных трубок и лубяной паренхимы, клетки-спутницы и лубяные волокна отсутствуют.

Древесина (ксилема) хвойных растений состоит из трахеид с окаймленными порами, сосуды отсутствуют, имеется небольшое количество осевой, или древесинной, паренхимы, которая у сосны связана только со *смоляными ходами* — крупными межклеточными пространствами, выстланными тонкостенными паренхимными клетками, секретирующими смолу (рис. 3.12).

Смоляные ходы во вторичной коре крупного, а в древесине — мелкого диаметра.

Трахеиды сосны выполняют функцию проведения воды и минеральных веществ, а также механическую функцию — придают прочность.

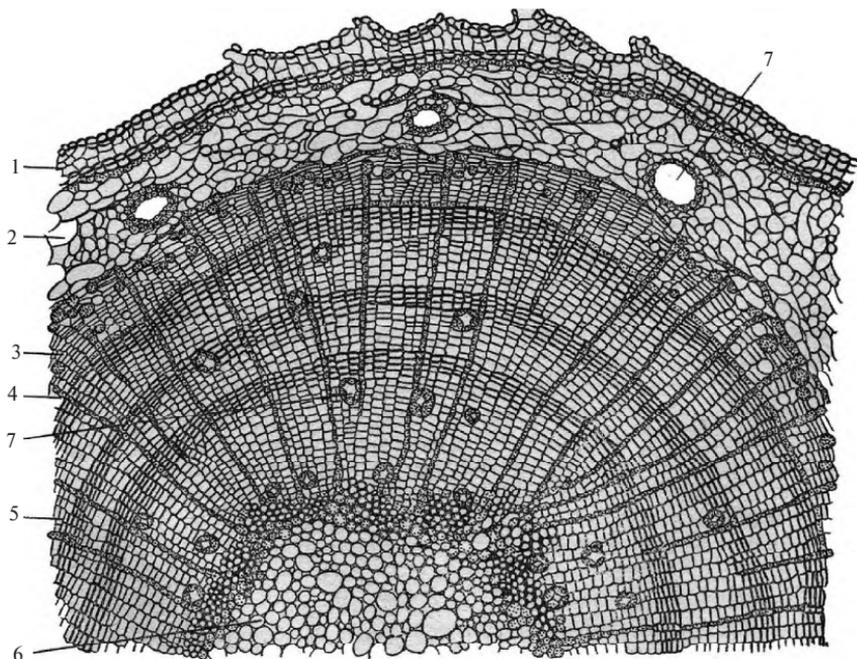


Рис. 3.12. Микроскопическое строение стебля сосны  
(*Pinus sylvestris*) – поперечный срез:

1 – перидерма; 2 – первичная кора; 3 – вторичная кора; 4 – камбий;  
5 – древесина; 6 – сердцевина; 7 – смоляной ход

## Лабораторная работа № 2

Тема: МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ

План:

1. Первичное строение стебля однодольного растения кукурузы (*Zea mays*).
2. Вторичное строение стебля травянистого двудольного растения подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*).

3. Строение древесного двудольного растения липы сердцевидной (*Tilia cordata*).

*Материалы и оборудование:*

1. Микроскоп.
2. Готовые препараты: поперечные срезы стебля кукурузы, подсолнечника, или кирказона, липы.
3. Спил акации или дуба.
4. Таблицы: «Анатомия стебля кукурузы», «Анатомия стебля подсолнечника», «Анатомия стебля липы».

### **Последовательность работы**

***Задание 1.** Рассмотреть и зарисовать в виде схемы первичное микроскопическое строение стебля однодольного растения кукурузы (*Zea mays*).*

При малом увеличении микроскопа рассмотреть готовый препарат поперечного среза стебля кукурузы, обратить внимание на то, что сосудисто-волокнистые пучки, расположенные в центре стебля, крупнее тех, которые расположены на периферии.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть срез стебля, начиная с периферии, где стебель покрыт однослойной покровной тканью — эпидермисом. Клетки его плотно примыкают друг к другу и снаружи покрыты слоем кутикулы. Местами на эпидермисе попадаются устьица.

Под эпидермисом в связи с тем, что у кукурузы нет первичной коры, расположена склеренхима перициклического происхождения, между участками которой имеется хлоренхима. Все пространство внутри от склеренхимы заполнено клетками тонкостенной основной ткани, мелкоклеточной к периферии и крупноклеточной к центру, так как стебель кукурузы выполнен. Среди клеток паренхимы по спирали или беспорядочно расположены сосудисто-волокнистые проводящие пучки закрытого коллатерального типа, где флоэма направлена к периферии, а ксилема — к центру стебля. Вокруг проводящего пучка находятся клетки из механической ткани склеренхимы.

Зарисовать сектор микроскопического строения стебля однодольного растения кукурузы в виде схемы, выполнить обозначения (рис. 3.13).

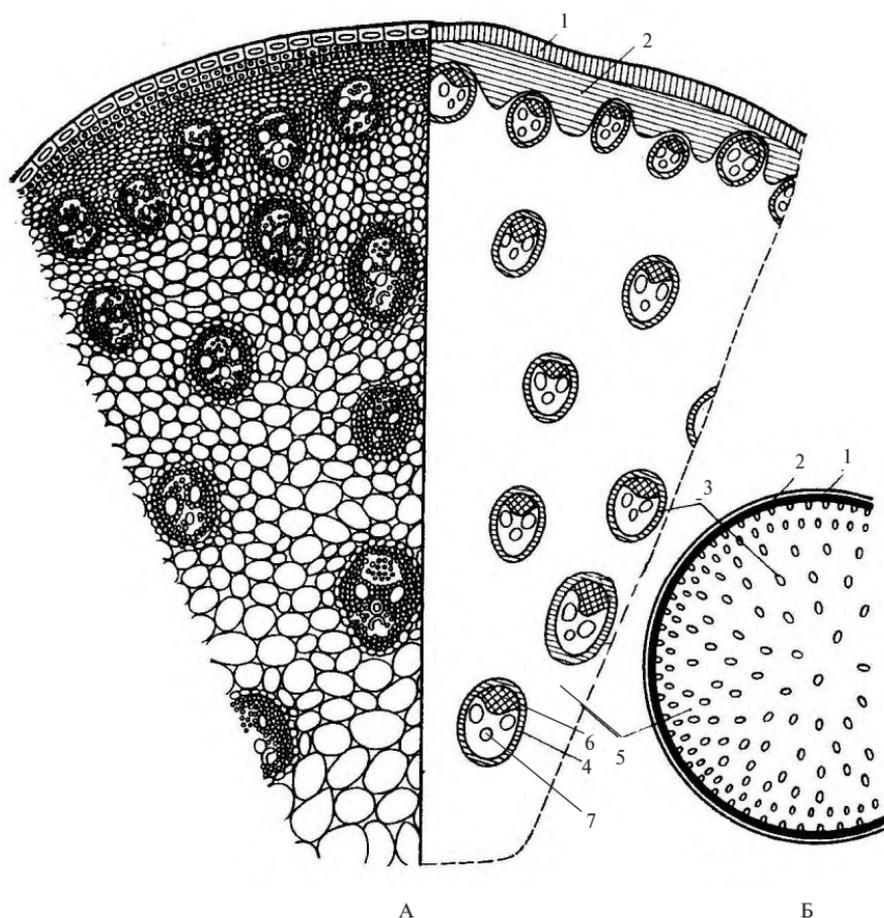


Рис. 3.13. Микроскопическое строение стебля кукурузы (*Zea mays*):

А - сегмент поперечного среза и его схема; Б - поперечный срез через стебель; 1 - эпидерма; 2 - склеренхима перицикла; 3 - сосудисто-волокнистый пучок; 4 - склеренхима пучка; 5 - основная ткань; 6 - первичная флоэма; 7 - первичная ксилема

**Задание 2.** Изучить вторичное микроскопическое строение стебля травянистого двудольного растения подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*). Зарисовать схему строения стебля.

Готовый или временный препарат стебля подсолнечника рассмотреть при малом и большом увеличении. При малом увеличении обратить внимание на следующие части стебля: покровную ткань, первичную кору и центральный цилиндр, в котором по кругу расположены сосудисто-волокнистые проводящие пучки.

Под эпидермисом находится первичная кора, которая включает: клетки колленхимы, паренхиму первичной коры со смоляными ходами и эндодерму (крахмалоносное влагалище — один слой клеток с запасным крахмалом).

В центральном цилиндре перицикл образовал пучки склеренхимных волокон напротив флоэмы и участки паренхимы между ними. Пучковый и межпучковый камбий образуют камбиальное кольцо и видны под микроскопом в виде темной полоски.

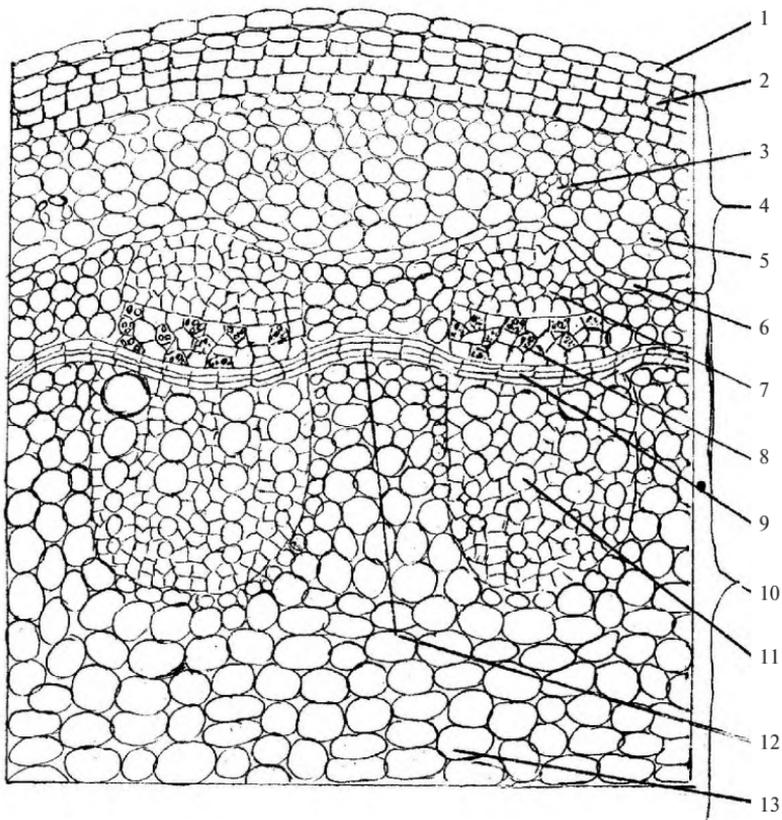
Коллатеральные открытые сосудисто-волокнистые пучки стебля подсолнечника состоят из флоэмы, которая направлена к периферии от пучкового камбия, и ксилемы, ориентированной к центру от пучкового камбия. Крупные проводящие пучки — первичные, они появились из прокамбия, а в дальнейшем из пучкового камбия; мелкие — вторичные, образованы позже из межпучкового камбия.

Камбиальное кольцо разделяет центральный цилиндр стебля на блоки: вторичную кору и древесину. В самом центре стебля подсолнечника расположена сердцевина, представленная основной тканью.

Зарисовать сектор микроскопического переходного строения стебля двудольного растения подсолнечника в виде схемы, выполнить обозначения (рис. 3.14).

**Задание 3.** Рассмотреть спил акации или дуба. Изучить микроскопическое строение древесного растения липы сердцевидной (*Tilia cordata*). Составить схему ее строения.

Рассмотреть визуально анатомическое строение стебля древесного двудольного растения на спиле акации или дуба. На периферии



*Рис. 3.14. Микроскопическое строение стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*):*

1 — эпидерма; 2 — колленхима; 3 — смоляной ход; 4 — первичная кора; 5 — основная паренхима первичной коры; 6 — крахмалосное влагище; 7 — склеренхима перицикла; 8 — вторичная флоэма; 9 — пучковый камбий; 10 — центральный цилиндр; 11 — ксилема вторичная; 12 — межпучковый камбий; 13 — сердцевина стебля

ствол покрыт третичной покровной тканью — коркой, имеющей трещины для газообмена. Под коркой расположена кора (луб), образующая сплошное темное кольцо, это путь нисходящего тока органических веществ. Древесина занимает максимальный объем центральной части ствола и состоит из светлой части — заболони и

темной части — ядровой древесины. Между корой и заболонью находится камбиальное кольцо в виде тонкой полоски.

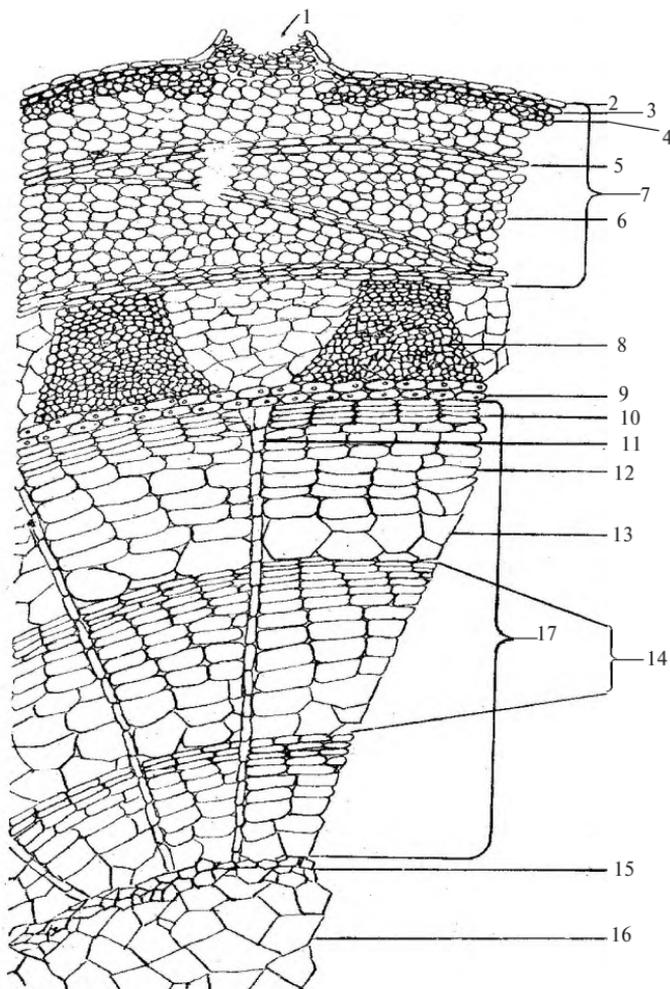
Древесина представлена концентрическими кругами, это годовичные кольца древесины. Годичное кольцо состоит из крупных сосудов, образованных весной, мелких сосудов, образованных летом, и мелких трахеид и либриформа, образованных камбием осенью. Зимой камбий не функционирует. В самом центре ствола находится небольшой объем сердцевины.

Микроскопическое строение трех-пятилетнего стебля липы рассмотреть на поперечном срезе при малом увеличении микроскопа. Изучение лучше начинать с периферии среза стебля, покрытого пробкой, она входит в состав перидермы, на которой видны чечевички — для газообмена (рис. 3.15). Внутри от перидермы расположена первичная кора стебля. Наружная часть ее представлена колленхимой, под ней — паренхима первичной коры. Внутренний слой первичной коры — эндодерма (крахмалоносное влагалище), ее клетки живые.

За первичной корой располагается центральный цилиндр стебля, который разделяется камбиальным кольцом на вторичную кору и древесину. Во вторичной коре флоэма представлена в виде трапеций, она образована пучковым камбием. Между участками флоэмы находится основная паренхима в виде треугольников, она образована межпучковым камбием. Флоэма представлена: мягким лубом — это ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяная паренхима; твердым лубом — лубяные волокна, одревесневающие от пропитывания клеточных стенок лигнином.

Внутри от камбия расположена вторичная ксилема, или древесина, состоящая из годовичных колец. Рассматривая годовичные кольца, отмечаем переход от крупных тонкостенных сосудов (весенних), к мелким толстостенным сосудам и трахеидам (летним и осенним). В радиальном направлении годовичные кольца древесины пронизаны сердцевинными лучами, которые состоят из одного ряда паренхимных клеток, переходящих во вторичную кору в виде треугольников. Тип сосудисто-волокнистого пучка — открытый коллатеральный.

Зарисовать сектор микроскопического строения стебля древесного двудольного растения липы в виде схемы, выполнить обозначения.



*Рис. 3.15. Микроскопическое строение стебля  
древесного двудольного растения:*

*1 – чечевичка, 2 – остатки эпидермиса, 3 – пробка,  
4 – пробковый камбий, 5 – закладка пробкового камбия  
в первичной коре, 6 – основная ткань первичной коры,  
7 – корка, 8 – флоэма вторичной коры (луба), 9 – кам-  
биальное кольцо, 10 – осенние сосуды, 11 – сердцевиновый луч,  
12 – летние сосуды, 13 – весенние сосуды, 14 – годичное  
кольцо, 15 – перимедуллярная зона сердцевины, 16 – сердце  
вина, 17 – древесина*

## Вопросы для самоконтроля

1. Из каких частей или блоков состоит первичное строение стебля двудольных растений?
2. Какие ткани составляют первичную кору двудольных растений?
3. С чем связано появление вторичного строения стебля?
4. Как располагаются проводящие пучки в стебле однодольных, двудольных растений?
5. Какой тип проводящего пучка в стебле однодольных растений?
6. Какой тип проводящего пучка в стебле двудольных растений?
7. Что такое мягкий и твердый луб у древесных растений?
8. Из чего состоит годичное кольцо древесины липы?
9. Какую роль выполняет заболонь?
10. Чем отличается стебель древесного растения от травянистого растения?

## Тема 3.3. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

### 3.3.1. Онтогенез листа

В своем развитии лист проходит внутрипочечную и внепочечную фазы. Первая фаза длится 9–12 месяцев и заключается в развитии листовых бугорков конуса нарастания в примордии (зародышевые листья), характерные для взрослого листа, но находящиеся внутри почки. Первоначально листовая бугорок растет равномерно во всех направлениях за счет деления клеток, но поверхностный слой клеток (зачаточная эпидерма) делится только антиклинально, не образуя клеток во внутренние ткани примордии. Верхушечный рост развивающегося листа скоро прекращается, и дальнейшее его развитие осуществляется за счет интеркалярной меристемы основания листовой пластинки.

При прохождении внепочечной фазы поверхность листьев увеличивается в десятки и сотни раз, однако форма листа сохраня-

ется. У двудольных растений это происходит в результате равномерного поверхностного роста. Особенно интенсивное деление клеток наблюдается в период набухания и разворачивания почек. Например, у черемухи площадь поверхности пластинки взрослого листа по сравнению с площадью листового зачатка увеличивается в 1050 раз.

Рост примордий однодольных растений в ширину завершается очень рано, а вставочный рост листа в длину после прекращения деления клеток на верхушке пластинки продолжается очень долго, даже в течение внепочечной фазы. Сначала заканчивает вставочный рост листовая пластинка, затем влагалище. Длительное сохранение меристематических зон у основания листьев и нижней части междоузлий стеблей семейства мятликовые (злаки) обеспечивает активное отрастание их после скашивания или стравливания животными.

Продолжительность жизни листьев различная, так, внутрипочечная фаза длится 9–12 месяцев, а внепочечная — от 1,5 до 16 месяцев у травянистых жизненных форм и до 10–15 лет у кустарников и деревьев.

*Биологическими часами*, сигнализирующими о приближении осени, является изменение длины дня. По мере старения листа снижаются интенсивность фотосинтеза и дыхания, содержание белкового азота и РНК. В процессе старения листа двудольных древесных растений у основания листа образуется отделительный слой паренхимы, который дифференцируется в пробковый камбий, формирующий пробковый слой на поверхности будущего листового рубца.

У однодольных растений и травянистых двудольных отделительного слоя не образуется, лист отмирает и разрушается, оставаясь на стебле.

### **3.3.2. Строение листа двудольного растения**

Лист покрытосеменных характеризуется высокой пластичностью в морфологическом и анатомическом строении, которые зависят от видовых особенностей и экологических условий места обитания растений. Особенности строения листа определяются его главными функциями — фотосинтезом, газообменом и транспирацией

(испарением). Большинство листьев двудольных растений имеют дорзовентральное (двустороннее) строение: верхняя сторона листа выполняет функцию фотосинтеза, нижняя — фотосинтеза, транспирации и газообмена.

Лист покрыт эпидермисом, клетки которого плотно расположены и покрыты кутикулой, снижающей потери воды. Эпидермальные волоски (трихомы) находятся на любой поверхности листа, их густой покров так же, как и восковой налет, снижает отдачу влаги.

Газообмен и испарение обеспечиваются через устьица, которые рассеяны по поверхности беспорядочно. На 1 мм<sup>2</sup> листовой поверхности, например, картофеля их насчитывается около 300 штук. Устьица могут встречаться на обеих сторонах листа (*амфистоматический лист*), но чаще многочисленны на нижней поверхности, у плавающих на поверхности воды гидрофитов они только на верхнем эпидермисе. В листе происходит и внеустьичная транспирация.

Листовая пластинка состоит из верхнего и нижнего эпидермиса (кожицы), между которыми находится *мезофилл* листа, который пронизан сосудисто-волокнистыми проводящими пучками (жилками) (рис. 3.16).

Важнейшая часть листа — мезофилл, в котором сосредоточены хлоропласты и происходит фотосинтез. Мезофилл занимает все пространство между верхним и нижним эпидермисом, исключая арматурные и проводящие ткани. Клетки мезофилла вытянутые или округлые, с тонкими целлюлозными оболочками, их протопласт с многочисленными хлоропластами.

Мезофилл листьев двудольных чаще дифференцирован на палисадную (столбчатую) и губчатую паренхиму. Столбчатая паренхима состоит из удлиненных, с множеством хлоропластов, плотно сомкнутых клеток, расположенных под верхним эпидермисом. Губчатая паренхима состоит из рыхло расположенных клеток паренхимной формы с крупными межклетниками, которые обеспечивают равномерное снабжение листа воздухом и способствуют испарению.

Сосудисто-волокнистые пучки коллатерального закрытого типа пронизывают мезофилл листа. Одна или несколько хорошо развитых главных жилок образуют множество разветвлений. Такой тип

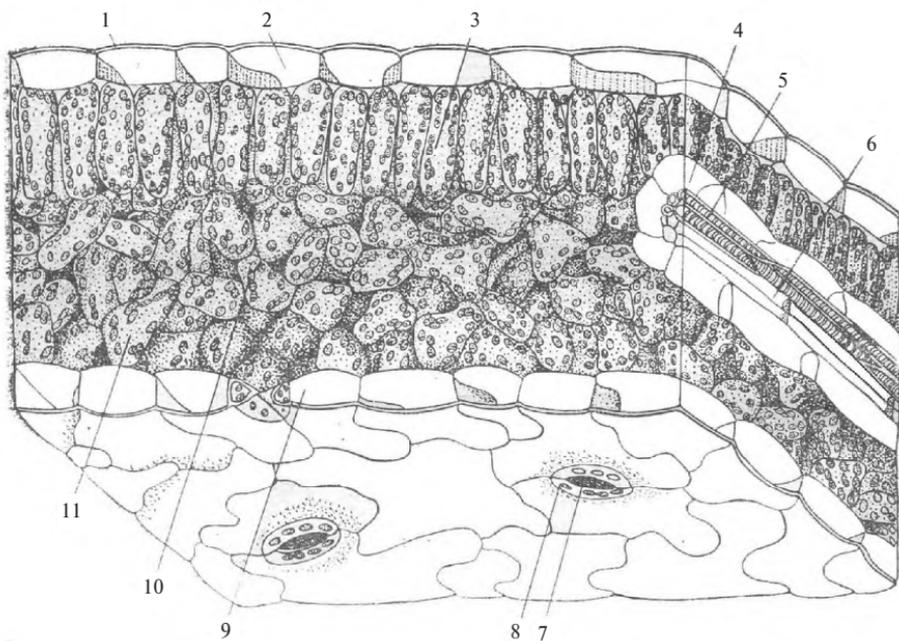


Рис. 3.16. Микроскопическое строение листа двудольного растения подсолнечника (*Helianthus*):

1 – кутикулярный слой; 2 – верхний эпидермис; 3 – столбчатая, или палисадная, паренхима; 4 – паренхима обкладки жилки листа; 5 – ксилема; 6 – флоэма; 7 – устьичная щель; 8 – замыкающие клетки устьища; 9 – нижний эпидермис; 10 – хлоропласты; 11 – губчатая паренхима

жилкования называется *сетчатым*. Флоэмная часть пучка, направленная к нижней части листа, участвует в отведении из мезофилла продуктов фотосинтеза. Ксилемная часть направлена к верхнему эпидермису, ее функция — проведение воды и минеральных веществ. По мере приближения к краю листа структура проводящего пучка изменяется: исчезают механические ткани, затем ситовидные трубки и, наконец, трахеиды.

В зависимости от разных условий освещения и водоснабжения микроскопическое строение листа двудольного растения существенно изменяется. При ярком освещении мезофилл резко разграничен на столбчатую и губчатую паренхиму. У сильно затененных

растений столбчатая паренхима листа не образуется и представлена губчатой. Световой лист, например, бука (*Fagus*) в 2–2,5 раза толще теневого.

### 3.3.3. Строение листа однодольного растения

У однодольных растений устьица эпидермиса расположены правильными рядами, параллельно центральной жилке, на верхней и нижней сторонах листа. Например, у осоковых на 1 мм<sup>2</sup> верхнего эпидермиса — 20 устьиц, а на нижнем эпидермисе — 115.

Растения, развивающиеся в условиях недостаточного водоснабжения, называют *ксерофитными*. На листьях ксерофитов устьиц больше, чем у других растений, и они расположены на боковых поверхностях выступов на верхней стороне листа, например у ковыля (рис. 3.17, А). Листовая пластинка у ксерофитных злаков гофрированная, имеет выступы и бороздки (рис. 3.17, Б), во впадинах бороздок находятся группы из 3–5 крупных тонкостенных клеток эпидермиса, эти клетки называют *моторными*, или *шарнирными*. Они легко испаряют влагу и переходят в плазмолизное состояние, которое приводит к свертыванию листа в трубку, и испарение прекращается (рис. 3.17, В). К нижнему эпидермису примыкает слой склеренхимы, состоящий из двух-трех рядов клеток. В однородном мезофилле листа ковыля большой объем занимают тяжи склеренхимы, соприкасающиеся с проводящими пучками.

Таким образом, листья ксерофитных злаков сильно склеротизированы.

У однодольных *мезофитных* растений, приспособленных к жизни в условиях достаточного увлажнения, например кукурузы (рис. 3.20) и других злаков, мезофилл одинаков по форме, представлен овальными клетками паренхимы и слабо склеротизирован. Мезофилл густо пронизан многочисленными параллельно расположенными сосудисто-волокнистыми пучками, или жилками, коллатерального закрытого типа. Такое жилкование называется *параллельным*. Флоэма сосудисто-волокнистого пучка направлена к верхней стороне листа, а ксилема — к нижней. Мелкие жилки окружены клетками обкладки, которые не имеют межклетников, все вещества проходят через них.

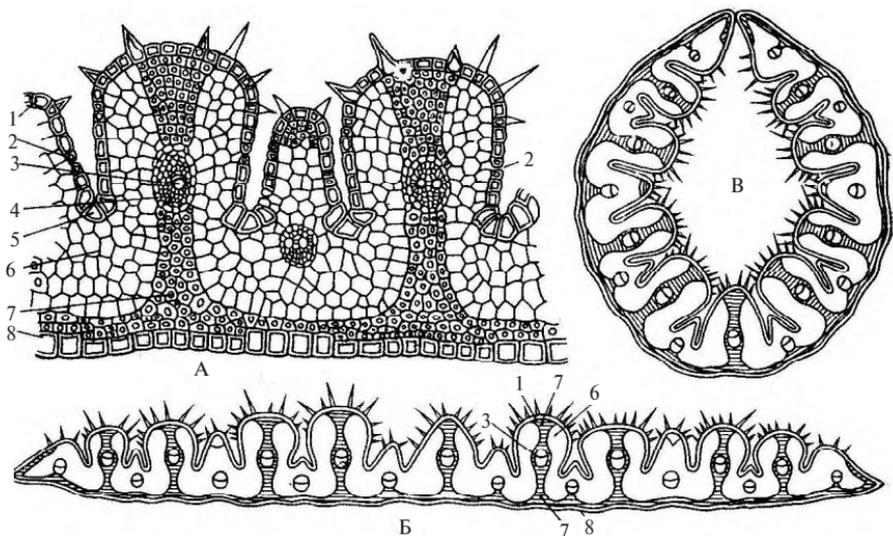


Рис. 3.17. Микроскопическое строение листа однодольного ксерофитного растения ковыля Лессинга (*Stipa lessingiana*)

А, Б — развернутый лист в тургорном состоянии; В — свернутый лист при недостатке влаги; 1 — верхний эпидермис с трихомами; 2 — устьица; 3 — проводящий пучок; 4 — клетки обкладки; 5 — моторные клетки; 6 — мезофилл листа; 7 — склеренхима; 8 — нижний эпидермис

### 3.3.4. Особенности строения листа (хвои) голосеменных растений

Листья хвойных растений живут в течение нескольких лет и приспособлены к недостаточному водоснабжению, особенно зимой, поэтому имеют ксероморфную структуру. Рассмотрим микроскопическое строение листьев хвойных на примере сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) (рис. 3.18). Плоская сторона хвои — морфологически верхняя, а выпуклая — нижняя сторона листа. Снаружи лист покрыт эпидермисом с толстой кутикулой. Клетки эпидермиса квадратные, их оболочки сильно утолщены и одревесневают. Под эпидермисом находится *гиподерма*, состоящая из одного, а по углам из двух-трех слоев клеток склеренхимы, выполняющей водоудерживающую функцию. По всей поверхности листа располо-

жены устьица, замыкающие клетки которых находятся на уровне гиподермы. Устьичная щель ведет в воздухоносную полость, окруженную клетками мезофилла.

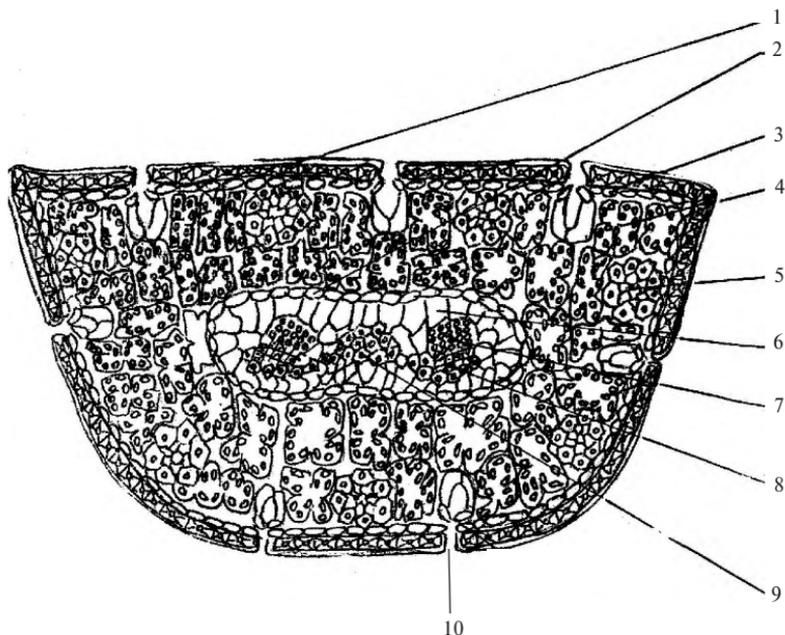


Рис. 3.18. Микроскопическое строение листа голосеменного растения — хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*):

1 — эпидерма; 2 — эндодерма; 3 — гиподерма; 4 — складчатая паренхима; 5 — смоляной ход; 6 — трансфузионная паренхима; 7 — сосуды ксилемы; 8 — флоэма; 9 — склеренхима; 10 — устьице

Мезофилл однородный состоит из складчатой паренхимы. Складки образуются вследствие врастания оболочки в полость клетки, это увеличивает поверхность слоя цитоплазмы, содержащей хлоропласты. В мезофилле расположены схизогенные смоляные ходы, выделяющие смолы, окруженные склеренхимой.

Проводящая система состоит из двух сосудисто-волокнистых пучков коллатерального закрытого типа, расположенных в центре хвои. Ксилема состоит из трахеид с окаймленными порами, она обраще-

на к плоской стороне хвои, а флоэма, состоящая только из ситовидных трубок без клеток-спутниц, обращена к выпуклой стороне листа. Пучки соединены между собой склеренхимой и окружены *трансфузионной тканью*, которая участвует в перемещении веществ между пучками и складчатой паренхимой мезофилла хвои. Проводящие пучки и трансфузионная ткань отделены от мезофилла эндодермой, состоящей из одного слоя паренхимных клеток с пятнами Каспари (одревесневающие участки) на радиальных стенках оболочек.

Листья ели (*Picea*), кедра (*Cedrus*), тиса (*Taxus*) и сосны сибирской (*Pinus sibirica*) имеют по одному проводящему пучку.

### Лабораторная работа № 3

Тема: МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

*План:*

1. Строение листа двудольного растения камелии (*Camellia*).
2. Строение листа однодольного растения кукурузы (*Zea mays*) или ириса (*Iris*).
3. Строение хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

*Материалы:*

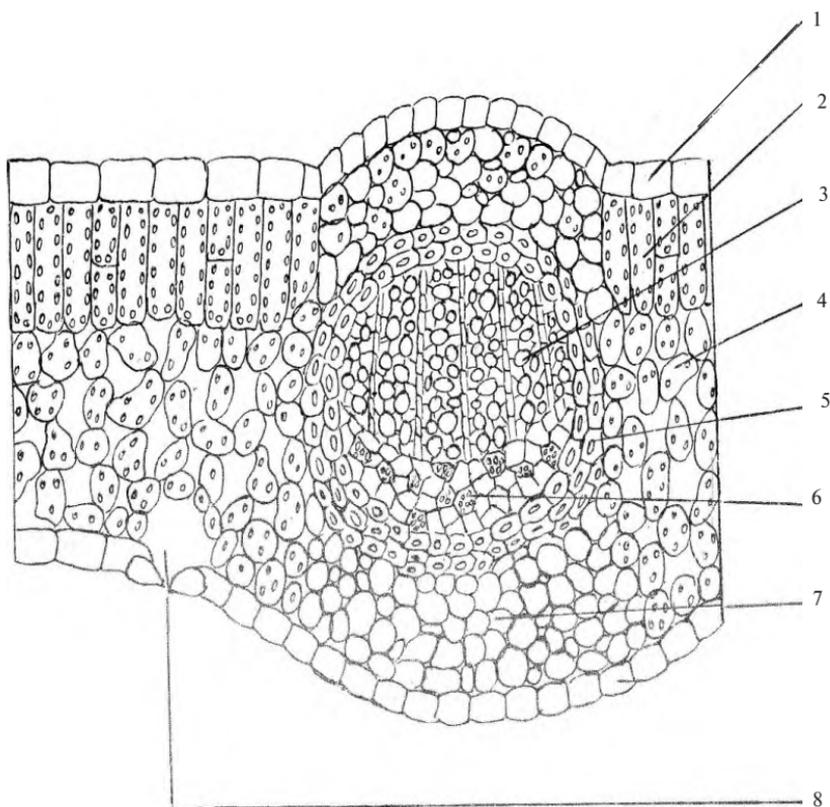
1. Микроскоп.
2. Готовые препараты: поперечные срезы листа камелии, ириса, хвои сосны.
3. Таблицы: «Анатомия листа двудольного растения», «Анатомия листа кукурузы», «Анатомия листа ковыля», «Анатомия хвои сосны».

### Последовательность работы

**Задание 1.** Рассмотреть постоянный препарат листа двудольного растения камелии японской (*Camellia japonica*).

Рассматривая препарат поперечного среза листа двудольного растения, отмечаем, что лист камелии имеет дорзовентральное

строение. Сверху лист покрыт однослойным эпидермисом, наружные оболочки его имеют кутикулярный слой, предохраняющий ткани от испарения, устьица отсутствуют. Нижний эпидермис имеет устьица, которые регулируют газообмен и транспирацию (рис. 3.19).



*Рис. 3.19. Микроскопическое строение листа двудольного растения:*

*1 – верхняя эпидерма; 2 – столбчатая паренхима; 3 – ксилема проводящего пучка; 4 – губчатая паренхима; 5 – склеренхима; 6 – флоэма; 7 – колленхима; 8 – воздухоносная полость под устьищем нижнего эпидермиса*

Между верхним и нижним эпидермисом расположен мезофилл листа, он подразделяется на столбчатую и губчатую паренхиму. Столбчатая, или палисадная, паренхима состоит из одного, двух и более слоев плотно сомкнутых клеток, которые примыкают к верхнему эпидермису. Длина этих клеток в 3–20 раз больше ширины, в протопласте много хлоропластов, и в этой столбчатой хлоренхиме интенсивно проходит процесс фотосинтеза.

К нижнему эпидермису примыкает губчатая паренхима. Ее клетки овальной формы с крупными межклетниками, так как клетки расположены рыхло. Губчатая паренхима выполняет функции газообмена и транспирации.

Центральная жилка листа — это сосудисто-волокнистый пучок закрытого коллатерального типа, у которого флоэма обращена к нижней части листа, а ксилема — к верхней части. Сосудисто-волокнистый пучок окружен склеренхимой. Под верхним и нижним эпидермисом вдоль главной жилки расположена механическая ткань — колленхима — для придания прочности листу.

**Задание 2.** Рассмотреть постоянный препарат листа однодольного растения кукурузы (*Zea mays*) или ириса (*Iris*).

Рассматривая препарат поперечного среза листа однодольного растения кукурузы или ириса при малом и большом увеличении микроскопа, отмечаем, что лист однодольных растений имеет изолатеральное строение. На верхнем эпидермисе находятся устьица (рис. 3.20).

У кукурузы на верхнем эпидермисе имеются волоски и четко видны группы крупных клеток. Это так называемые моторные, или двигательные, клетки, способствующие сворачиванию листа в трубку для снижения процессов испарения. Клетки мезофилла листа одинаковые по форме, содержат хлоропласты, их функция — процесс фотосинтеза. Среди клеток мезофилла размещаются сосудисто-волокнистые пучки. Каждый пучок окружен кольцом клеток обкладки, богатых хлоропластами. Ксилема пучка обращена к верхнему эпидермису, флоэма — к нижнему эпидермису. Главная жилка крупная и окружена склеренхимой, другие жилки меньших размеров и состоят только из проводящих тканей, при этом ксилема в них развита лучше, чем флоэма. Все сосудисто-волокнистые пучки закрытого коллатерального типа.

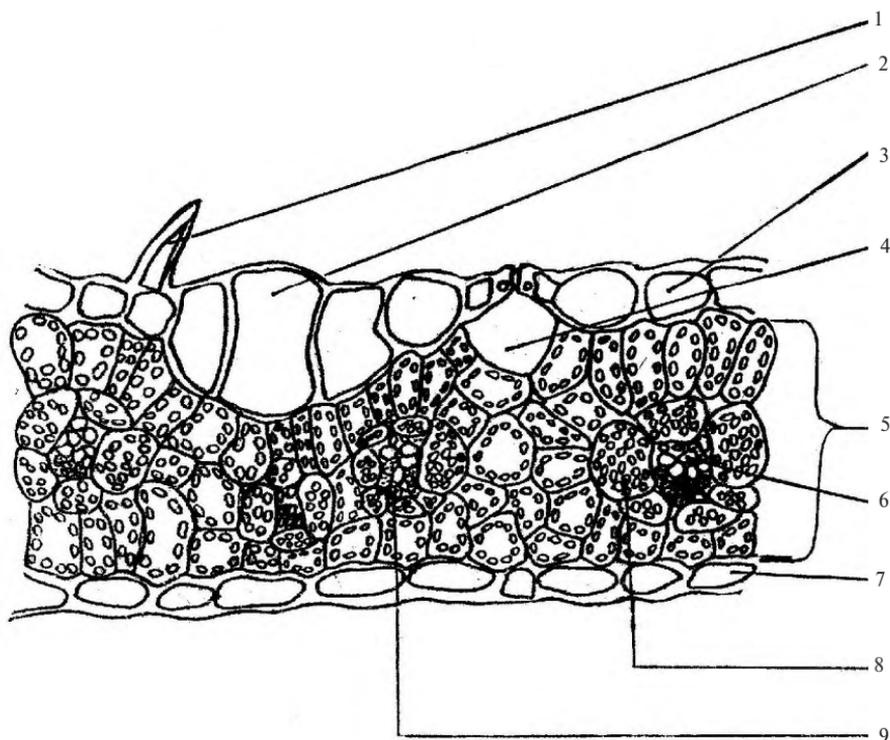


Рис. 3.20. Микроскопическое строение листа однодольного растения кукурузы (*Zea mays*):

1 – эпидермальная трихома; 2 – моторные клетки; 3 – верхний эпидермис; 4 – воздухоносная полость под устьицем; 5 – мезофилл; 6 – ксилема проводящего пучка; 7 – нижний эпидермис; 8 – клетки обкладки; 9 – флоэма проводящего пучка

**Задание 3.** Рассмотреть постоянный препарат хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

На поперечном срезе хвои сосны при малом увеличении видна ее полукруглая форма, внутри которой расположен центральный цилиндр, состоящий из двух сосудисто-волокнистых пучков, трансфузионной паренхимы и механического кольца (эндодермы) (рис. 3.21, А). В проводящем пучке, на поперечном срезе, ксилема

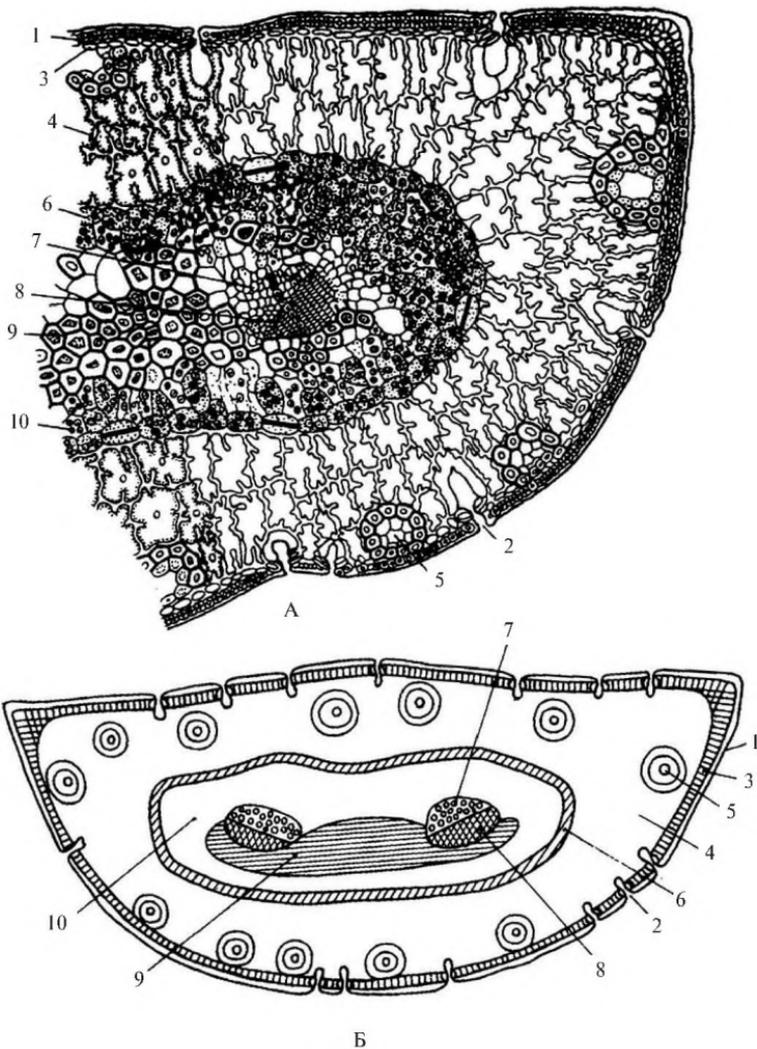


Рис. 3.21. Микроскопическое строение листа голосеменного растения – хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*):

А – участок листа; Б – схема строения; 1 – эпидерма; 2 – устьице; 3 – гиподерма; 4 – складчатая паренхима; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма; 7 – трахеиды ксилемы проводящего пучка; 8 – флоэма проводящего пучка; 9 – склеренхима; 10 – трансфузионная паренхима

обращена к плоской (верхней), флоэма — к выпуклой (нижней) части листа. Тип сосудисто-волокнистого пучка — закрытый коллатеральный.

Снаружи хвоя покрыта эпидермисом с толстой кутикулой, под эпидермисом находится механическая ткань *гиподерма*, эти два слоя обеспечивают защитный покров хвое сосны от испарения. В углублениях на эпидермисе находятся устьица. Между гиподермой и эндодермой центрального цилиндра расположена складчатая паренхима, содержащая хлоропласты. Среди клеток складчатой паренхимы ближе к гиподерме расположены смоляные ходы, состоящие из крупных полостей, выстилающих клеток, выделяющих смолу, и механических волокон, расположенных по окружности.

Зарисовать строение хвое сосны в виде схемы (рис. 3.21, Б).

### Вопросы для самоконтроля

1. Где находятся устьица у листа двудольных растений?
2. Где находятся устьица у листа однодольных растений?
3. В чем разница мезофилла листа однодольных и двудольных растений?
4. Какую роль выполняют моторные клетки, для каких растений они характерны?
5. Какой тип проводящего пучка имеют листья однодольных растений?
6. Какой тип проводящего пучка имеют листья двудольных растений?
7. Какой тип проводящего пучка имеет хвоя голосеменных растений?
8. Почему в проводящих пучках листьев ксилема обращена к верхней части, а флоэма к нижней?
9. Какую функцию выполняет гиподерма у хвое сосны?
10. Какую функцию выполняет складчатая паренхима?
11. Какова функция смоляного хода?

## ГЛОССАРИЙ

**Акропетальное развитие** — развитие боковых побегов или других частей осевых органов растений от основания к верхушке, при котором молодые структуры расположены ближе к ней, а старые — к основанию.

**Амфистоматический лист** — лист, имеющий устьица на обеих сторонах пластинки.

**Амфитропный побег** — побег с максимальным развитием листьев и пазушных почек на боковых сторонах стебля.

**Анатомические коэффициенты** — числа, выражающие величину и число анатомических элементов тканей растений (например, устьиц на единицу поверхности листа).

**Анатомия растений** — раздел ботаники, изучающий внутреннее микроскопическое строение тела растения. Учение о строении растительных тканей, органов, закономерностях их происхождения и развития.

**Антиклинальное деление** — деление клеток с образованием перегородок, перпендикулярных к поверхности конуса нарастания. При этом происходит увеличение числа поверхностных клеток и их площади.

**Беспучковый стебель** — стебель некоторых травянистых растений (представителей родов *Linum* и *Saponaria*), у которых отдельные тяжи прокамбия еще в конусе нарастания соединяются и превращаются в сплошное камбиальное кольцо, которое с внешней стороны продуцирует элементы вторичной флоэмы, а внутрь — вторичную ксилему. Беспучковый тип строения характерен и для стеблей древесных растений.

**Беспучковый тип строения стебля** — тип строения стебля, характерный для древесных, кустарниковых и некоторых растений, при котором еще в осевом цилиндре после слияния проводящих пучков образуются сплошные флоэмные и ксилемные зоны, между которыми располагается тонкая полоска камбия.

**Биологические часы** — обобщенное название внутренних механизмов и регуляторов, в значительной мере не зависящих от температуры и других воздействий и возникших в связи

с необходимостью приспособления к периодически изменяющимся условиям жизни организмов, благодаря которым они ориентируются во время суток, времени года и др.

**Внеустьичная транспирация** — испарение воды (частичное), которое происходит непосредственно с поверхности эпидермиса.

**Вторичная кора** — совокупность гистологических элементов коровой части стебля, образованных вторичной меристематической тканью — камбием. Включает в себя участки вторичной флоэмы (луба), разделенные сегментами сердцевинных лучей. В. к. отделена от вторичной древесины прослойкой камбия.

**Вторичная ксилема** — ксилемные элементы, образованные деятельностью камбия (пучкового, межпучкового, камбиального кольца древесного растения) в процессе вторичного роста и наслаиваемые поверх вторичной ксилемы. Она состоит из сосудов и трахеид, склеренхимы и древесной паренхимы.

**Вторичная меристема** — меристема, возникающая из других тканей, уже постоянных, когда-то возникших из первичной меристемы. В. м. носит разные названия: межпучковый камбий, пробковый камбий.

**Вторичная склеренхима** — механические элементы, образующиеся деятельностью камбия (например, лубяные волокна, либриформ).

**Вторичная флоэма** — флоэма, сформированная пучковым и межпучковым камбием в процессе вторичного роста.

**Вторичное строение корня** — анатомическое строение, создающееся в результате утолщения корня деятельностью вторичной меристемы — камбия. Заложение прослойки камбия между первичными элементами флоэмы и ксилемы вызывает формирование вторичных элементов флоэмы и ксилемы; образуются древесинная часть и кора корня.

**Вторичное строение стебля** — строение стебля, образованное деятельностью камбия, возникающего на границе флоэмных и ксилемных элементов центрального цилиндра. Сформированные массивы вторичной древесины и участки вторичной флоэмы обладают большим разнообразием гисто-

логических элементов. Периодическая деятельность камбия, обусловленная сезонными климатическими изменениями, образует годовые кольца древесины стебля деревьев и кустарников.

**Вторичное утолщение** — увеличение диаметра стебля за счет деятельности пучкового и межпучкового камбия, образующего в сторону оси новые слои древесины и слои луба к периферии органа. В. у. характерно для стебля и корня двудольных и голосеменных растений.

**Гиподерма** — водозащитный слой клеток, имеющих равномерно утолщенные одревесневшие оболочки. Г. находится под эпидермой хвои голосеменных растений.

**Годичные кольца** — зоны прироста древесной части стебля за один вегетационный период. На поперечном срезе имеют вид концентрических слоев. Г. к., образованные камбием в начале вегетации, отличаются по структуре, цвету, твердости, гистологическому составу от слоя, образуемого во вторую половину вегетации.

**Губчатая паренхима** — слой ассимиляционной паренхимы, расположенный с нижней стороны листа и отличающийся рыхлостью расположения клеток вследствие образования больших межклеточных пространств. Важнейшие ее функции — газообмен и транспирация и в меньшей степени фотосинтез.

**Двигательные клетки эпидермиса, или моторные клетки**, — группы веерообразно расположенных крупных клеток на верхнем эпидермисе злаков. Они сильно вакуолизированы и при достаточном количестве влаги находятся в состоянии тургора. При недостатке влаги тургор клетки падает, и листья свертываются в трубку, благодаря чему испарение не происходит.

**Дерматоген** — клетки наружного слоя меристемы кончика корня, из которой антиклинальным делением образуются корневой чехлик и эпиблема.

**Дифференцировка** — разделение целого на различные по форме и функции части (например, превращение однородных клеток в клетки различных тканей, их изменения в ходе развития, приводящие к специализации).

**Древесина** — совокупность тканей, главной составной частью которых являются элементы проводящей и механической ткани в виде древесных волокон, окруженных клетками древесной паренхимы. Различают Д. первичную, образованную клетками прокамбия, и Д. вторичную, образованную камбием, которую собственно и называют Д.

**Заболонь** — наружный, более молодой слой древесины в стволе древесного растения, выполняющий функцию проведения воды и минеральных веществ, т. е. функционирующая древесина.

**Идиобласты** — тип ветвистых, звездчатых или удлинненно-цилиндрических клеток механической ткани склеренхимы. И. расположены в органах растений одиночно или группами (например, остеосклерейды в мезофилле видов рода *Camellia*).

**Камбий** — вторичная образовательная ткань голосеменных и покрытосеменных растений. К. расположен между флоэмной и ксилемной зонами по всей длине стебля и корня в виде тонкого цилиндрического слоя клеток. Образуется К. из прокамбия, а в корнях — из паренхимных клеток на границе протофлоэмы и протоксилемы с последующим срастанием отдельных прослоек в кольцо. В умеренных и северных широтах периодическая деятельность К. обуславливает у древесных растений образование годичных колец древесины.

**Кора** — периферическая часть стебля и корня растений, расположенная между покровными тканями и камбиальной зоной (или центральным цилиндром при первичном строении).

**Линька корня** — отмирание, или сбрасывание, первичной коры корня у двудольных растений в связи с образованием камбиального кольца.

**Луб** — комплекс тканей вторичного происхождения (вторичная кора), образуемых деятельностью камбия к периферии органа. Включает в себя живые прозенхимные проводящие элементы флоэмы. Элементы мягкого Л. (флоэма) выполняют функцию транспорта органических веществ по растению. Элементы твердого Л. (склеренхима) выполняют арматурную и опорную функцию.

**Мезодерма** — средняя часть первичной коры корня, представлена всасывающей паренхимой. В первичной коре корня занимает максимальный объем.

**Метаксилема** — элементы ксилемы, образующиеся вслед за протоксилемой, представленные широкопросветными трахеидами и сосудами с лестничными, сетчатыми и точечными типами утолщения продольных стенок.

**Монокамбиальные корнеплоды** — в своем анатомическом строении имеют одно камбиальное кольцо.

**Палисадная паренхима** — верхняя часть ассимиляционной паренхимы (мезофилла) листа, состоящая из одного или нескольких рядов клеток цилиндрической формы, расположенных перпендикулярно поверхности листа. П. п. выполняет основную функцию — фотосинтез.

**Периблема** — один из нескольких слоев первичной верхушечной меристемы кончика корня. Из П. возникают клетки корневого чехлика и ризодермы.

**Периклиальное деление** — деление клеток в плоскости, параллельной поверхности ткани или органа, приводящее к образованию двух смежных слоев.

**Перимедулярная зона** — внешние слои клеток сердцевины стебля более мелких размеров, долго сохраняющие свою жизнедеятельность и выполняющие функцию запасаания питательных веществ у многолетних растений.

**Перицикл** — наружный слой клеток осевого цилиндра в органах растений. Состоит из одного (в корнях) или нескольких слоев клеток, окружающих проводящие элементы осевых органов. В молодых органах П. — это образовательная ткань. В стеблях клетки П. образуют лубяные волокна, иногда достигающие в длину 60–80 мм (лен).

**Плерома** — клетки образовательной ткани, расположенные в центральной части апикальной меристемы корня. Из П. образуются проводящие и основные ткани осевого цилиндра.

**Поликамбиальные корнеплоды** — в своем анатомическом строении такие корнеплоды имеют много камбиальных колец.

**Примордиальные листья** — первичные листья, зародышевые листья, возникающие из наружного слоя промеристемы конуса нарастания почек.

**Прокамбиальные тяжи** — меристематическая ткань в верхней части побега, из которой в дальнейшем развиваются проводящие пучки.

**Прокамбий** — первичная латеральная (боковая) меристема, из которой дифференцируются первичные проводящие пучки. П. формируется в виде тяжа или сплошного кольца из основной ткани. Деление клеток П. идет во всех направлениях. У голосеменных и двудольных растений после образования первичных пучков П. продолжает функционировать как вторичная латеральная меристема — камбий.

**Пропускные клетки** — живые клетки эндодермы корня, у которых стенки не утолщены и не опробковели, поэтому способны пропускать воду и минеральные вещества из клеток коры корня в сосуды центрального цилиндра.

**Протоксилема** — самые первые элементы первичной ксилемы, представляющие собой кольчатые и спиральные сосуды и трахеиды, стенки которых способны растягиваться.

**Радиальные лучи, или вторичные лучи древесины корня,** — состоят из живых клеток основной паренхимы, по которым вода движется в горизонтальном направлении от древесины к лубу.

**Сердцевинные лучи** — группы крупных паренхимных живых клеток, вытянутых в поперечном к оси стебля направлении. На поперечном срезе стебля они видны в виде радиальных лучей. В ксилемной зоне весной и летом они служат для проведения воды, а в зимнее время — для резервирования питательных веществ.

**Смоляные ходы** — разветвленные каналы выделительной системы в стеблях, корнях и листьях, крупные полости которых выстланы клетками железистого эпителия, выделяющего разные смолы и эфирные масла.

**Тиллы** — выросты клеток паренхимы в полости смежных сосудов, реже трахеид, вследствие врастания внутрь замыкающих пленок пор; это приводит к закупорке проводящих элементов.

**Трансфузионная паренхима** — ткань, расположенная между проводящими пучками и эндодермой хвои, служит для проведения воды из ксилемы пучка в мезофилл. Клетки Т. п. без

живого содержимого, паренхимного типа, оболочка с окаймленными порами.

**Феллема** — пробка, опробковевшие мертвые клетки вторичной покровной ткани, образованные деятельностью феллогена.

**Феллоген** — пробковый камбий, вторичная латеральная меристема, которая в результате деления образует клетки пробки, откладывающиеся к периферии стебля или корня, и клетки паренхимы или феллодермы, откладывающиеся к центру органов.

**Феллодерма** — пробковая паренхима, которая откладывается в результате деления феллогена по направлению к центру стебля или корня.

**Флоэмные сердцевинные лучи** — продолжение сердцевинных лучей во вторичной флоэме. Часть луча основной паренхимы, размещенная снаружи от камбия.

**Хлоренхима** — совокупность паренхимных клеток с расположенными в ней хлоропластами, находится в листьях.

**Экзодерма** — один или несколько слоев клеток, расположенных непосредственно под первичной покровной тканью (эпиблемой). На более старых участках корня однодольных растений Э. выполняет защитную функцию, так как стенки ее клеток пробковеют и отмирают.

**Эндодерма** — внутренний слой первичной коры корня или стебля растений, состоящий из одного слоя клеток. В корне Э. состоит из мертвых клеток с участками живых пропускных клеток, в стеблях она представлена живыми клетками и называется крахмалоносным влагалищем.

**Ядровая древесина** — внутренняя часть древесины, утратившая функцию проведения и запаса питательных веществ. Имеет более темную окраску, чем периферическая часть, называемая заболонью.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ

Внимательно прочитайте каждый вопрос теста и выберите из трех вариантов один правильный ответ.

### Тема. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

#### Вариант 1

#### Анатомическое строение корня однодольных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какая меристема обеспечит рост корня в длину?	1. Перицикл. 2. Верхушечная меристема. 3. Прокамбий.
2	Какая меристема обеспечит рост корня однодольных растений в толщину?	1. Конус нарастания. 2. Прокамбий. 3. Интеркалярная меристема.
3	Чем покрыт корень однодольных растений в зоне всасывания?	1. Эпидермисом. 2. Перидермой. 3. Эпibleмой.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка характерен для корня однодольных растений?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Радиальный закрытый. 3. Биколлатеральный открытый.
5	Какая ткань первичной коры выполняет роль покровной в зоне проведения корня однодольных растений?	1. Эндодерма. 2. Мезодерма. 3. Экзодерма.
6	Какое строение корня по происхождению наблюдается у однодольных растений?	1. Первичное. 2. Вторичное. 3. Третичное.

## Вариант 2

### Анатомическое строение корня двудольных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Что покрывает корень двудольных растений в зоне всасывания?	1. Эпидерма. 2. Эпibleма. 3. Пробка.
2	В какой зоне корня двудольных растений наблюдается первичное строение?	1. В зоне роста и растяжения. 2. В зоне всасывания. 3. В зоне проведения.
3	Какое строение корня по происхождению наблюдается в зоне проведения?	1. Первичное. 2. Вторичное. 3. Третичное.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка в зоне проведения корня двудольных растений?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Радиальный закрытый.
5	Какая покровная ткань покрывает корень многолетних растений в зоне проведения?	1. Эпидермис. 2. Пробка. 3. Эпibleма.
6	Какой камбий участвует в формировании вторичных элементов флоэмы и ксилемы корня двудольных растений?	1. Прокамбий. 2. Пучковый камбий. 3. Межпучковый камбий.

### Вариант 3

#### Анатомическое строение корнеплодов

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какая покровная ткань защищает внутренние ткани корнеплодов?	1. Эпидерма. 2. Пробка. 3. Корка.
2	Какое строение по происхождению имеют корнеплоды: А) типа моркови? Б) типа редьки? В) типа свеклы?	1. Первичное. 2. Вторичное. 3. Третичное.
3	Сколько камбиальных колец у корнеплодов: А) типа моркови? Б) типа редьки? В) типа свеклы?	1. Одно. 2. Два. 3. Много.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка у корнеплодов?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Радиальный закрытый.
5	Где находится запасающая паренхима у корнеплодов: А) типа моркови? Б) типа редьки? В) типа свеклы?	1. Во вторичной ксилеме. 2. Во вторичной флоэме. 3. Во флоэме и ксилеме.
6	У какого корнеплода количество камбиальных колец равно количеству листьев, деленному	1. Моркови. 2. Редьки. 3. Свеклы.

# Тема. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ

## Вариант 1

### Анатомическое строение стебля однодольных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какая покровная ткань покрывает стебель однодольного растения?	1. Эпibleма. 2. Эпидерма. 3. Пробка.
2	Какая ткань придает стеблю прочность?	1. Колленхима. 2. Склеренхима. 3. Склереиды.
3	Как расположены проводящие пучки на поперечном срезе стебля кукурузы и ириса?	1. По кругу. 2. Разбросаны (по спирали). 3. Образуют один проводящий пучок.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка имеет стебель кукурузы?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Биколлатеральный открытый.
5	За счет деятельности какой меристемы формируются проводящие пучки в стебле однодольных растений?	1. Камбия. 2. Перикамбия. 3. Прокамбия.
6	Какое строение стебля по происхождению характерно для однодольных растений?	1. Первичное. 2. Вторичное. 3. Третичное.

## Вариант 2

### Анатомическое строение стебля двудольных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какой покровной тканью покрыт стебель травянистого двудольного растения?	1. Эпидермой. 2. Пробкой. 3. Кorkой.
2	Какая механическая ткань первичной коры стебля характерна только для двудольных растений?	1. Склереиды. 2. Склеренхима. 3. Колленхима.
3	Как расположены проводящие пучки на поперечном срезе стебля двудольных растений?	1. По кругу. 2. Разбросаны (по спирали). 3. Образуют один проводящий пучок.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка в стебле двудольных растений?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Концентрический.
5	Что откладывает межпучковый камбий при пучковом типе строения стебля?	1. Паренхиму радиальных лучей. 2. Паренхиму сердцевинных лучей. 3. Вторичную флоэму и ксилему.
6	Какое строение стебля по происхождению характерно для травянистых двудольных растений?	1. Первичное. 2. Вторичное. 3. Третичное.
7	Что является важнейшей частью вторичной коры, или луба, в стебле двудольных растений?	1. Камбий. 2. Ксилема. 3. Флоэма.

### Вариант 3

#### Анатомическое строение стебля древесных двудольных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какой покровной тканью покрыт стебель древесного двудольного растения при возрасте более двадцати лет?	1. Эпидермой. 2. Пробкой. 3. Коркой.
2	Где расположена заболонь в стебле древесного двудольного растения?	1. Во вторичной флоэме. 2. В древесине, граничащей с камбием. 3. В ядровой древесине.
3	Сколько камбиальных колец имеет на поперечном срезе двадцатилетнее двудольное растение?	1. Одно. 2. Два. 3. Двадцать.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка имеет стебель липы?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Биколлатеральный открытый.
5	Какова роль заболони?	1. Проведение органических веществ. 2. Запас продуктов метаболизма. 3. Проведение воды и минеральных веществ.
6	Какова продолжительность деятельности камбия у древесных растений?	1. Весь вегетационный период. 2. Круглый год. 3. Только весной.
7	Какие проводящие элементы характерны для ксилемы?	1. Сосуды и трахеиды. 2. Ситовидные трубки. 3. Склеренхима.

# Тема. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

## Вариант 1

### Анатомическое строение листа однодольных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какое строение имеет лист однодольных растений?	1. Радиальное. 2. Дорзовентральное. 3. Изолатеральное.
2	Где расположены устьица у ксерофитных однодольных растений?	1. На верхнем и нижнем эпидермисе. 2. На верхнем эпидермисе. 3. На нижнем эпидермисе.
3	Какой тип жилкования листа характерен для злаков?	1. Перистое. 2. Пальчатое. 3. Параллельное.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка имеет лист однодольного растения?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Биколлатеральный открытый.
5	Какой мезофилл характерен для листа однодольных растений?	1. Губчатый. 2. Столбчатый. 3. Складчатый.
6	Клетками какой ткани являются моторные клетки, обеспечивающие свертывание листа в трубку при недостатке влаги?	1. Склеренхимы. 2. Эпидермиса. 3. Паренхимы.

## Вариант 2

### Анатомическое строение листа двудольных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какое строение имеет лист двудольных растений?	1. Радиальное. 2. Дорзовентральное. 3. Изолатеральное.
2	Где расположены устьица у двудольных сухопутных растений?	1. На верхнем и нижнем эпидермисе. 2. На верхнем эпидермисе. 3. На нижнем эпидермисе.
3	Какое жилкование листа характерно для двудольных растений?	1. Параллельное. 2. Сетчатое. 3. Дуговое.
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка имеет лист двудольного растения?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Биколлатеральный открытый.
5	Какой мезофилл характерен для листа светолюбивых двудольных растений?	1. Губчатый. 2. Складчатый. 3. Столбчатый и губчатый.
6	Какая механическая ткань расположена под эпидермисом вдоль жилки листа двудольных растений?	1. Склеренхима. 2. Склереиды. 3. Колленхима.

### Вариант 3

#### Анатомическое строение хвои голосеменных растений

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Какова продолжительность жизни хвои сосны?	1. Один год. 2. От одного до пяти лет. 3. До десяти лет.
2	Где расположены устьица у хвои голосеменных растений?	1. На всей поверхности. 2. На верхнем эпидермисе. 3. На нижнем эпидермисе.
3	Какое жилкование листа характерно для хвои сосны?	1. Дуговое. 2. Параллельное. 3. Простое (две жилки).
4	Какой тип сосудисто-волокнистого пучка имеет хвоя голосеменных растений?	1. Коллатеральный закрытый. 2. Коллатеральный открытый. 3. Биколлатеральный открытый.
5	Какой мезофилл характерен для хвои сосны?	1. Губчатый. 2. Столбчатый. 3. Складчатый.
6	Какую функцию выполняет гиподерма в листе голосеменных растений?	1. Защитную. 2. Запаса питательных веществ. 3. Водозапасающую и механическую.

### *Библиографический список*

1. Андреева, И. И. Ботаника / И. И. Андреева, Л. С. Родман. — М. : Колос, 1999. — 526 с.
2. Васильев, А. Е. Ботаника: морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец. / А. Е. Васильев, Н. С. Воронов, А. Г. Еленский и др. — М. : Просвещение, 1988. — 480 с.
3. Исаин, В. Н. Ботаника / В. Н. Исаев, В. Н. Юрцев. — М. : Колос, 1966. — 520 с.
4. Курсанов, Л. И. Ботаника. Ч. 1. Анатомия и морфология растений / Л. И. Курсанов, Н. А. Комарницкий, В. Ф. Раздорский и др. — М. : Просвещение, 1966. — 420 с.
5. Рейвн, П. Современная ботаника. Т. 1 / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. — М. : Мир, 1990. — 348 с.
6. Родман, Л. С. Клетка, ткани и органы семенных растений / Л. С. Родман, Н. П. Соколова. — 6-е изд. — М. : Изд-во МСХ, 1990. — 340 с.
7. Серебрякова, Т. И. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Т. И. Серебрякова, Н. И. Шорина. — М. : Просвещение, 1988. — 305 с.
8. Тихомиров, Ф. К. Ботаника / Ф. К. Тихомиров. — М. : Высшая школа, 1974. — 396 с.
9. Тутаюк, В. Х. Анатомия и морфология растений / В. Х. Тутаюк. — М., 1972. — 180 с.
10. Хржановский, В. Г. Ботаника / В. Г. Хржановский, И. М. Краевский, С. Ф. Пономаренко. — М. : Высш. школа, 1975. — 375 с.
11. Хржановский, В. Г. Практикум по курсу общей ботаники / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. — М. : Агропромиздат, 1989. — 416 с.
12. Эзау, К. Анатомия растений / К. Эзау. — М. : Мир, 1969. — 228 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i> .....	3
-----------------------	---

## Раздел 1

### РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА (ЦИТОЛОГИЯ)

Тема 1.1. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ .....	5
1.1.1. Строение и функции органелл растительной клетки .....	5
1.1.2. Производные растительной клетки .....	11
Лабораторная работа № 1 .....	13
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	18
Лабораторная работа № 2 .....	18
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	22
Лабораторная работа № 3 .....	22
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	26
Лабораторная работа № 4 .....	27
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	29
ГЛОССАРИЙ .....	30
КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ .....	33

## Раздел 2

### РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (ГИСТОЛОГИЯ)

Тема 2.1. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (МЕРИСТЕМЫ) .....	37
Лабораторная работа № 1 .....	40
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	42
Тема 2.2. ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ .....	43
Лабораторная работа № 2 .....	46
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	48
Тема 2.3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ .....	49
Лабораторная работа № 3 .....	51
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	54
Тема 2.4. ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ .....	54
2.4.1. Строение и типы сосудисто-волокнистых пучков .....	56
Лабораторная работа № 4 .....	60
<i>Вопросы для самоконтроля</i> .....	63

Тема 2.5. ОСНОВНЫЕ ТКАНИ (Самостоятельная работа) .....	63
Лабораторная работа № 5 .....	66
Вопросы для самоконтроля .....	68
Тема 2.6. ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ (Самостоятельная работа) .....	68
2.6.1. Наружные выделительные ткани .....	69
2.6.2. Внутренние выделительные ткани .....	70
Лабораторная работа № 6 .....	73
Вопросы для самоконтроля .....	75
ГЛОССАРИЙ .....	76
КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ .....	81

### Раздел 3

## ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ (АНАТОМИЯ)

Тема 3.1. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ .....	85
3.1.1. Первичное строение корня однодольного растения .....	85
3.1.2. Вторичное строение корня двудольного растения .....	86
3.1.3. Особенности строения корнеплодов .....	89
Лабораторная работа № 1 .....	90
Вопросы для самоконтроля .....	96
Тема 3.2. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ .....	96
3.2.1. Развитие побега .....	96
3.2.2. Первичное строение стебля .....	99
3.2.3. Строение стебля однодольного растения .....	99
3.2.4. Вторичное строение стебля двудольных растений .....	101
3.2.5. Строение стебля древесного двудольного растения .....	104
3.2.6. Возрастные изменения в стебле древесных растений .....	106
3.2.7. Особенности строения стебля хвойных растений .....	108
Лабораторная работа № 2 .....	109
Вопросы для самоконтроля .....	116
Тема 3.3. МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА .....	116
3.3.1. Онтогенез листа .....	116
3.3.2. Строение листа двудольного растения .....	117
3.3.3. Строение листа однодольного растения .....	120
3.3.4. Особенности строения листа (хвои) голосеменных растений .....	121
Лабораторная работа № 3 .....	123
Вопросы для самоконтроля .....	128
ГЛОССАРИЙ .....	129
КОНТРОЛЬНЫЕ ТЕСТЫ .....	136
Библиографический список .....	145

Учебное издание

**Чухлебова** Нина Стефановна,  
**Бугинова** Любовь Михайловна,  
**Ледовская** Наталья Викторовна

# **БОТАНИКА**

**(цитология, гистология, анатомия)**

Учебное пособие

*Рисунки 2.1, 2.2, 2.5, 2.6, 2.7, 2.14, 2.22, 3.2,  
3.3, 3.5, 3.8, 3.14, 3.15, 3.18, 3.19, 3.20  
выполнены Н. С. Чухлебовой*

Главный редактор *И. А. Погорелова*  
Заведующий издательским отделом *А. В. Андреев*  
Редактор *И. Н. Олейникова*

Техническое редактирование и компьютерная верстка *Н. И. Чигина*

Подписано в печать 20.02.2007. Формат 60x84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная. Гарнитура «Times».  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,60. Тираж 1500 экз. Заказ № 793.

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93-953000.

ФГУП издательство «Колос», 107996, г. Москва, ул. Садовая-Спасская, 18.  
Тел./факс (495) 975-55-27. E-mail: kolos406m@yandex.ru.

Издательство Ставропольского государственного аграрного университета «АГРУС»,  
355017, Ставрополь, пер. Зоотехнический, 12.  
Тел./факс: (8652) 35-06-94. E-mail: agrus@stgau.ru; <http://agrus.stgau.ru>.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса  
СтГАУ «АГРУС», г. Ставрополь, ул. Мира, 302.