

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет  
имени И. Т. Трубилина»

С. А. Москвитин, Н. В. Швыдкая

БОТАНИКА  
(РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА, ТКАНИ, АНАТОМИЯ  
ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ)

Учебно-методическое пособие

Краснодар  
КубГАУ  
2019

**УДК 58(078)**

**ББК 28.5**

**М82**

**Р е ц е н з е н т ы :**

**Н. И. Щеглов** – профессор кафедры генетики, микробиологии и биохимии Кубанского государственного университета, д-р биол. наук;

**С. В. Гончаров** – зав. кафедрой генетики, селекции и семеноводства Кубанского государственного аграрного университета, д-р биол. наук, профессор

**Москвитин С. А.**

**М82** Ботаника (растительная клетка, ткани, анатомия вегетативных органов) : учеб.-метод. пособие / С. А. Москвитин, Н. В. Швыдкая. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 93 с.

В учебно-методическом пособии кратко излагаются основы цитологии и анатомии растений. Приведен словарь терминов, используемых в этой отрасли.

Предназначено для обучающихся по программам бакалавриата биологических специальностей.

**УДК 58(078)**

**ББК 28.5**

© Москвитин С. А.,  
Швыдкая Н. В., 2019  
© ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И. Т. Трубилина», 2019

## Введение

Известно, что растения являются продуцентами экосистем, так как снабжают все остальные существа, включая человека, энергией, кислородом и многими другими жизненно необходимыми веществами. Отсюда следует, что всестороннее изучение растений позволяет понять не только взаимоотношения в экосистемах, но и решить глобальную проблему человечества – производство продуктов питания. Науку, которая исследует растительный мир во всех его проявлениях, называют ботаникой.

В настоящее время нельзя представить жизнь человека без использования им растений, другими словами ботаника имеет теснейшие связи со многими сторонами практической деятельности *Homo sapiens* – Человека разумного, поэтому она составляет одну из научных основ растениеводства, земледелия, ряда экологических дисциплин и многих других.

Исторически в ботанике возник ряд разделов или наук: морфология, цитология, гистология, анатомия, эмбриология, систематика и др.

Учебное пособие поможет самостоятельно изучить клетку, ткани и анатомию вегетативных органов растений обучающимися по биологическим специальностям.

## Тема 1. Устройство микроскопа

Микроскоп – сложный оптико-механический прибор, позволяющий получить увеличенное изображение исследуемого объекта и его деталей.

В микроскопе выделяют две части: оптическую и механическую (рисунки 1, 2). Оптическая система представлена осветителем, конденсором, объективами и окулярами. Механическая система состоит из штатива, на котором крепятся оптические детали, предметного столика с препаратодоводителем и винтами для управления и фокусировки.



Рисунок 1 – Общий вид микроскопа Биомед-5



Рисунок 2 – Фокусирующий механизм микроскопа Биомед-5

### **Правила работы с микроскопом**

- 1.** Поставить микроскоп у края стола напротив левого плеча. Альбом и все предметы для работы должны находиться с помощью револьверного устройства справа от микроскопа.
- 2.** Поднять конденсор винтом в верхнее положение.
- 3.** Установить объектив малого увеличения над объектом.
- 4.** Положить препарат на столик микроскопа в препаратодержатель и переместить с его помощью исследуемый объект под объектив.
- 5.** Включить осветитель тумблером, отрегулировать интенсивность освещения.

6. Глядя в окуляры, и, плавно вращая макровинт, добиться четкого изображения объекта. Если освещение слишком яркое, то прикрывают диафрагму и опускают конденсор.

7. Прежде чем перейти к работе с большим увеличением, необходимо поставить объект или интересующую часть объекта в центр поля зрения.

8. Вращая revolverную головку, установить объектив большого увеличения в рабочее положение (о правильной установке объектива судят по легкому щелчку).

9. Вращая микровинт от себя, добиться четкого изображения объекта.

10. Нельзя смотреть в окуляры и опускать объектив, так как при этом фронтальная линза объектива может раздавить препарат!

11. По окончании работы микроскоп снова переводят на малое увеличение и только после этого снимают препарат с предметного столика!

### **Вопросы для самоконтроля**

1. С чего начинается работа с микроскопом?
2. Где у микроскопа расположены окуляры?
3. Какая часть микроскопа предназначена для размещения препарата?
4. Что сделать, если изображение объекта нечеткое?
5. Для чего служит макровинт?
6. Для чего служит микровинт?
7. Чем можно регулировать освещение поля зрения микроскопа?
8. От чего зависит степень увеличения объектива?
9. Для чего необходим конденсор?
10. Какими действиями заканчивается работа с микроскопом?

## Тема 2. Строение растительной клетки

Основной структурно-функциональной единицей тела растения является клетка (cellula). Для нее характерны все проявления живого: дискретность, т.е. существование в виде отдельного организма, метаболизм (обмен веществ) и превращение энергии, самовоспроизведение и саморегуляция.

У современных организмов известны два типа клеток: прокариотические (доядерные) и эукариотические (ядерные). Прокариотическая клетка обычно мельче эукариотической, не имеет оформленного ядра. В эукариотической клетке носителем генов являются хромосомы, которые находятся в оформленном ядре, ограниченном от остальных структур клетки мембранами.

В клетке различают: протопласт (органойды) и производные протопласта. Протопласт представлен цитоплазмой, ядром, пластидами, митохондриями, рибосомами, аппаратом Гольджи, эндоплазматической сетью и др. (рисунок 3).

Продукты жизнедеятельности протопласта – это клеточная стенка и вакуоль. Они возникают в процессе жизнедеятельности клетки.

Органойды имеют сложную структуру. Снаружи они окружены однослойной (эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи) или двухслойной (ядро, пластиды, митохондрии) мембраной. Тело органойдов представлено матриксом (стромой). В матриксе расположены фибриллярные (волокнистые, нитевидные), глобулярные (шаровидные, зернистые) и мембранные структуры.

В многоклеточном организме клетки скреплены пектиновыми веществами. Физиологическая связь между клетками осуществляется с помощью цитоплазматических тя-

жей – плазмодесм, проходящих в порах клеточных стенок и объединяющих протопласты соседних клеток.

Растительная клетка в отличие от животной содержит пластиды, вакуоль с клеточным соском и целлюлозную стенку. Пластиды (хлоропласты) определяют автотрофное питание клетки и всего зеленого растения.

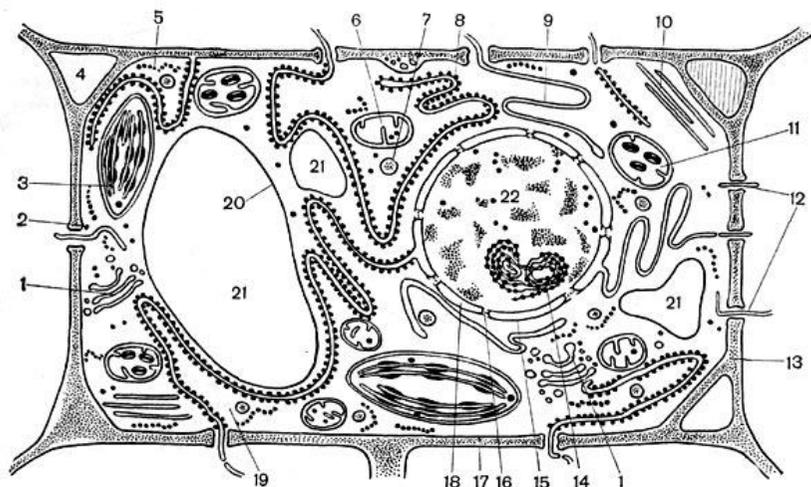


Рисунок 3 – Современная (обобщенная) схема строения растительной клетки, составленная по данным электронно-микроскопического исследования разных растительных клеток:

- 1 – аппарат Гольджи; 2 – свободно расположенная рибосома;
- 3 – хлоропласт; 4 – межклеточное пространство (межклетник);
- 5 – полирибосомы (несколько связанных между собой рибосом);
- 6 – митохондрия; 7 – лизосома; 8 – гранулированная  
эндоплазматическая сеть; 9 – гладкая эндоплазматическая сеть;
- 10 – микротрубочки; 11 – пластида; 12 – плазмодесмы;
- 13 – клеточная стенка; 14 – ядрышки; 15, 18 – ядерная оболочка;
- 16 – пора в ядерной оболочке; 17 – плазмалемма; 19 – гиалоплазма;
- 20 – тонопласт; 21 – вакуоли; 22 – ядро

## Материалы

Сочная чешуя луковицы лука репчатого (*Allium cepa*).  
Раствор йода в йодистом калии.

### Задание

1. Приготовить препарат из кусочка внутренней кожицы сочной чешуи луковицы лука.
2. При малом увеличении микроскопа рассмотреть участок кожицы.
3. Окрасить препарат раствором йода в йодистом калии.
4. При большом увеличении микроскопа изучить строение клетки.
5. Зарисовать клетку и сделать обозначения структур клетки.

### Последовательность работы

На середину предметного стекла нанести каплю воды. Отрезать и снять кусочек (5 x 5 мм) эпидермы с вогнутой стороны сочной чешуи луковицы. Быстро перенести его в каплю воды и накрыть покровным стеклом. Изучить препарат при малом и большом увеличении микроскопа. При этом видны клетки вытянутой формы, часто с ядрами и ядрышками. Клеточные стенки соседних клеток плотно прилегают друг к другу (межклетники отсутствуют). Для выделения структур клетки препарат окрашивают раствором йода в йодистом калии (поднимают покровное стекло, убирают излишек воды фильтрованной бумагой и наносят на эпидерму 1–2 капли реактива). При этом цитоплазма и ядро (вследствие их белковой природы) окрашиваются в желтый цвет.

При изучении препарата обратить внимание на то, что цитоплазма располагается тонким слоем у клеточной стенки, в ней находится ядро с одним или несколькими ядрышками и что большую часть клетки занимает вакуоль (или вакуоли) с клеточным соком.

После изучения препарата нарисовать одну или две – три клетки. Обозначить клеточную стенку, цитоплазму, ядро (ядрышки), вакуоль (вакуоли).

## Словарь

**Алкалоиды** – (арабск. «алколи» – щёлочь + греч. «эйдос» – вид) азотсодержащие вещества, имеющие горький вкус. Накапливаются в вакуолях. Описано более 2000.

К алкалоидам принадлежат многие растительные яды – атропин, кофеин, морфин, никотин, хинин, эфедрин и др.

**Антоцианы** – (греч. «антос» – цветок, «цианос» – лазурь) – это пигменты клеточного сока, которые окрашивают его от синего до красного цвета (зависит от pH клеточного сока). Определяют цвет лепестков и плодов многих растений; встречаются также в корнях, стеблях и листьях.

**Аппарат Гольджи** – органоид, состоящий из отдельных диктиосом (греч. «диктион» – сеть, «сома» – тело) и пузырьков Гольджи. Диктиосома представляет собой стопку, состоящую обычно из 5–7 плоских цистерн, в которых синтезируются полисахариды для клеточной стенки, а пузырьки Гольджи транспортируют их к плазмалемме. Мембрана пузырьков Гольджи, встраиваясь в мембрану плазмалеммы, пополняет последнюю, что важно при росте клетки. Кроме того, аппарат Гольджи участвует во внутриклеточном транспорте веществ, образовании вакуолей и лизосом.

**Вакуоли** (лат. «вакуус» – пустой) – полости в клетке, ограниченные от цитоплазмы тонопластом и заполненные

клеточным соком. В состав клеточного сока входят вещества, являющиеся продуктами жизнедеятельности протопласта (в основном запасными веществами и временными отходами). Это растворимые углеводы – глюкоза, фруктоза, сахароза, инулин и др.; органические кислоты – лимонная, яблочная, янтарная, щавелевая и др.; белки, алкалоиды, гликозиды, пигменты и др. вещества. Функции вакуолей: регулируют водно-солевой обмен, поддерживают тургорное давление в клетке, являются местом накопления запасных питательных веществ и местом выведения из обмена токсических веществ.

**Витамины** (лат. «вита» – жизнь) – группа органических соединений, являющихся коферментами. Без коферментов невозможно взаимодействие фермента и субстрата, т. е. невозможен обмен веществ. Известно около 40 витаминов (А, В, С, D и т. д.). Локализуются: растворимые в воде – в вакуолях, нерастворимые – в цитоплазме.

**Гиалоплазма** (греч. «гиалос» – стекло, прозрачный + «плазма» – вылепленная фигура) – сложная, бесцветная, оптически прозрачная, вязкая коллоидная система, обладающая ферментативной активностью. Важнейшая роль – объединение всех клеточных структур в единую систему и обеспечение взаимодействия между ними.

**Гликозиды** (греч. «гликис» – сладкий + «эйдос» – вид) – соединения сахаров со спиртами, альдегидами и др. веществами. Ряд гликозидов используется в медицине (например, сердечные гликозиды, добываемые из наперстянки и ландыша). К гликозидам принадлежат также пигменты клеточного сока – антоцианы.

**Клетка** – структурная и функциональная единица, лежащая в основе строения и жизнедеятельности организма.

**Клеточная теория** – научное представление, согласно которому все живые организмы образуются из клеток. Впер-

вые сформулирована немецкими зоологом Т. Шванном и ботаником М. Шлейденем в 30–40 гг. XIX в.

**Клеточный сок** – содержимое вакуоли. См. вакуоли.

**Мембраны** (лат. «мембрана» – перепонка) – компоненты цитоплазмы, состоящие из слоя фосфолипидов и двух слоев белков. Они создают внешнюю границу оргanelл и участвуют в создании их внутренней структуры, во многом являясь носителями их функций. Характерными особенностями мембран является их замкнутость, непрерывность (концы мембран никогда не бывают открытыми), и избирательная проницаемость (полупроницаемость).

**Митохондрии** (греч. «митос» – нить, «хондрион» – зерно, гранула) – органоиды клетки эллиптической или округлой формы. Снаружи окружены двумя мембранами. Внутренняя – имеет многочисленные трубочки или складки (кристы), увеличивающие рабочую поверхность. Промежутки между трубочками (кристами), заполнены матриксом. В митохондриях осуществляется процесс дыхания, синтезируются АТФ и АДФ, характеризующиеся наличием макроэргических фосфорных связей.

**Метаболизм** (греч. «метаболе» – изменение) – обмен веществ у живых организмов.

**Органоиды** (греч. «органон» – орудие, инструмент + «эйдос» – вид) – структурные образования клетки, выполняющие определенные функции (цитоплазма, пластиды и др.)

**Паренхимные клетки** (лат. «пар» – равный + греч. «энхима» – налитое) – клетки, имеющие диаметр примерно одинаковый во всех направлениях.

**Пигменты** (лат. «пигментум» – краска, красящее вещество) – вещества, обладающие окраской и избирательно поглощающие свет. Хлорофиллы и каротиноиды локализируются в пластидах, антоцианы и флавоны – клеточном соке, меланины – клеточных стенках. Пигменты участвуют в

процессах фотосинтеза, роста, развития и движения растений, определяют окраску органов, способствуют приспособлению к условиям внешней среды, предохраняют растения от чрезмерной инсоляции.

**Плазмалемма** (греч. «плазма» – образование и «лемма» – кожица, скорлупа) – внешняя мембрана цитоплазмы. Регулирует обмен веществ клетки с окружающей средой.

**Плазмодесмы** – (греч. «плазма» – образование + «десмос» – связка) – тончайшие цитоплазматические нити, пересекающие оболочку смежных клеток. С помощью плазмодесм осуществляется физиологическая связь между клетками.

**Пластиды** (греч. «пластос» – вылепленный, оформленный, «пластидес» – создающие, образующие) – окрашенные или бесцветные относительно крупные органеллы, характерные только для клеток растений. В зависимости от окраски, связанной с функциями различают три типа: **хлоропласты** (пластиды зеленого цвета), **хромoplastы** (пластиды желтого, оранжевого или красного цвета), и **лейкопласты** (бесцветные пластиды). Все пластиды имеют общее происхождение, развиваясь из т. н. инициальных частиц молодых дифференцирующихся клеток. Благодаря наличию специфической ДНК, РНК и рибосом обладают некоторой генетической автономностью. В процессе развития растения пластиды одного типа могут превращаться в пластиды другого типа.

**Прозенхимные клетки** (греч. «прос» – по направлению к + «энхима» – налитое) – это клетки, у которых длина клеток превышает ширину в 4 и более раз.

**Протопласт** – (греч. – «протос» – первый, «пластос» – оформленный) – это содержимое клеток, включающее цитоплазму и содержащиеся в ней органеллы – ядро, митохондрии, пластиды и т.п.

**Рибосомы** (лат «рибес» – смородина, рибонуклеиновая кислота + греч. «сома» – тело) – это наиболее мелкие (15–30 нм) органоиды клетки не мембранного строения, состоящие из двух субъединиц: большой и малой. Содержат около 50 % РНК и столько же белка. Располагаются поодиночке (моносомы) или объединены (чаще по пять) в группы (полисомы). Часть рибосом прикрепляется к мембранам эндоплазматической сети, а часть находится свободно в гиалоплазме. Другие локализируются в ядре, пластидах и митохондриях. В рибосоме происходит синтез белка.

**Тонопласт** (греч. «тонос» – напряжение + «пастос» – вылепленный, созданный) – мембрана, окружающая вакуоль клетки и сходная по структуре с плазмалеммой и мембранами эндоплазматической сети. Тонопласт обладает избирательной проницаемостью, обеспечивает активный транспорт ионов и др.

**Цитоплазма** (греч. «китос» – оболочка, сосуд + «плазма» – вылепленная фигура) – внеядерная часть протопласта клетки; гиалоплазма с органоидами за вычетом ядра. Основу Ц. составляет гиалоплазма (матрикс), в которую погружены органоиды и включения. Ей присущи все основные физиологические функции живой материи: питание, рост, дыхание, раздражимость, размножение и др.

**Эндоплазматическая сеть (э. п. с.)** или **эндоплазматический ретикулум** (греч. «эндон» – внутри + «плазма» – вылепленная фигура; лат. «ретикулум» – сеточка) – система канальцев и полостей, пронизывающих гиалоплазму. Участвует в синтезе белков, эфирных масел, смол, транспортировании молекул и ионов. Является центром образования и роста клеточных мембран, вакуолей, лизосом и диктиосом.

**Ядро** – наиболее крупный органоид клетки чаще шаровидной или эллипсоидной формы. По химическому составу Я. резко отличается от других органоидов высоким содержанием ДНК. Снаружи окружено двойной мембраной –

ядерной оболочкой, пронизанной порами. Содержимое не-  
делящегося ядра составляет нуклеоплазма (кариоплазма или  
ядерный сок), в которую погружены хроматин, ядрышки и  
рибосомы. Ядро является местом хранения и воспроизвод-  
ства наследственной информации, и центром управления  
метаболизма в клетке.

### **Вопросы для самоконтроля**

- 1.** К каким двум типам можно свести все разнообразие клеток по форме?
- 2.** Какие компоненты клеток можно рассмотреть в оптический микроскоп?
- 3.** Какие процессы жизнедеятельности происходят в ядре клетки?
- 4.** Каков химический состав ядра растительной клетки?
- 5.** Назовите компоненты протопласта, охарактеризуйте их структуру и выполняемые функции.
- 6.** Назовите функции вакуолей, перечислите компоненты клеточного сока.
- 7.** В чем проявляется сходство митохондрий и хлоропластов?
- 8.** Какую роль играет аппарат Гольджи в растительной клетке?
- 9.** Как осуществляется связь между клетками?
- 10.** Почему цитоплазма клетки окрашивается в желтый цвет при окраске препарат раствором йода в йодистом калии.

### Тема 3. Пластиды. Движение цитоплазмы

**Пластиды** – это органеллы, характерные только для растений. Встречаются во всех живых растительных клетках. Пластиды – относительно крупные образования (4–10 мкм) шаровидной или эллипсоидной формы. В клетке насчитывается, как правило, несколько десятков пластид. В зависимости от окраски, связанной с функциями, различают три основных типа пластид: **хлоропласты** (пластиды зеленого цвета), **хромопласты** (пластиды желтого или оранжево-красного цвета) и **лейкопласты** (бесцветные пластиды). Обычно в клетке встречаются пластиды только одного типа. Самые большие из них – хлоропласты, они имеют хорошо развитую мембранную структуру (ламеллы и граны), более или менее гомогенное вещество – строму, зеленый пигмент хлорофилл, а также каротины и ксантофиллы (рисунки 4,5). Хлоропласты – это органеллы фотосинтеза, они локализируются в клетках зеленых частей растений. Хромопласты образуются из пропластид, лейкопластов и хлоропластов в результате накопления в их строме каротиноидов и, как правило, не имеют внутренней мембранной системы. Они встречаются в клетках лепестков цветков, зрелых плодов, и осенних листьев (рисунок 6, Б). Биологическая функция хромопластов: ярко окрашенные цветки привлекают насекомых – опылителей, а ярко окрашенные плоды успешнее распространяются птицами и животными. Лейкопласты (рисунок 6, А) имеют слабо развитую мембранную систему, очень разнообразны по форме и не содержат пигментов. В них обычно накапливаются запасные питательные вещества. Лейкопласты, в которых накапливается крахмал, называют амилопластами, белки – протеопластами, жиры – олеопластами.

**Движение цитоплазмы.** Цитоплазме присуще постоянное движение. Интенсивность движения зависит от температуры, освещенности и др. В клетке с одной крупной

вакуолю движение происходит обычно в одном направлении – круговое (рисунок 5, А), в молодых клетках с многочисленными вакуолями во многих направлениях – струйчато (рисунок 5, Б). Движение цитоплазмы способствует транспортировке веществ, передвижению органелл и, в конечном итоге, взаимодействию всех структур клетки.

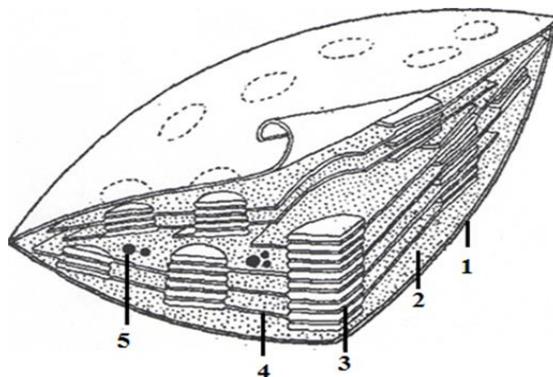


Рисунок 4 – Схема строения хлоропласта шпината:

1 – двойная мембрана; 2 – строма; 3 – грана; 4 – ламелла; 5 – липофильная глобула

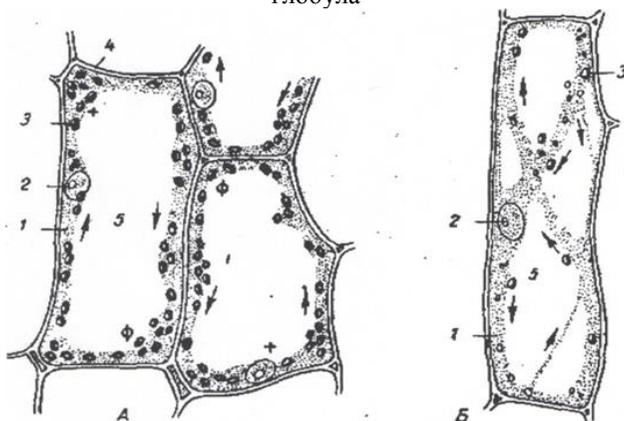


Рисунок 5 – Движение цитоплазмы. Хлоропласты:

А – вращательное; Б – струйчатое; 1 – цитоплазма; 2 – ядро с ядрышком, 3 – хлоропласт; 4 – оболочка клетки; 5 – вакуоль

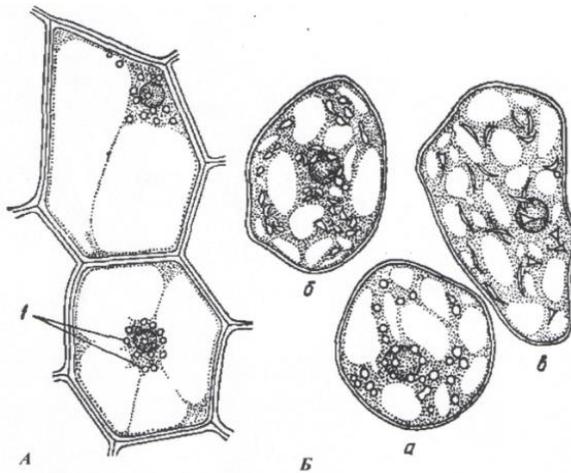


Рисунок 6 – Лейкопласты. Хромопласты:

А – клетки кожицы листа традесканции: 1 – лейкопласты;  
 Б – хромопласты в клетках плодов: а – ландыша; б – шиповника;  
 в – рябины

## Материалы

Лист элодеи канадской (*Elodea canadensis*). Плод перца однолетнего (*Capsicum annuum*). Лист традесканции бледной (*Tradescantia pallida*).

## Задание

1. Приготовить препарат из листа элодеи. Изучить строение клеток с хлоропластами и зарисовать 1–3 клетки. Указать стрелками направление движения цитоплазмы.

2. Приготовить препарат из мякоти плода перца. Изучить строение клеток с хромопластами и зарисовать 1–3 клетки.

3. Приготовить препарат из кожицы листа традесканции. Изучить строение клеток с лейкопластами и зарисовать 1–3 клетки.

## Последовательность работы

На середину предметного стекла нанести каплю воды. В каплю воды поместить кусочек листа элодеи и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть объект при малом увеличении. Для детального изучения рассмотреть клетки при большом увеличении. Зарисовать 1–3 клетки с хлоропластами. На рисунке стрелками показать направление движения цитоплазмы.

Для изучения хромопластов приготовить препарат из мякоти плода перца. При этом препаровальной иглой перенести кусочек мякоти на предметное стекло в каплю воды, хорошо размельчить и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом увеличении. Для детального изучения рассмотреть клетки при большом увеличении. Зарисовать 1–3 клетки с хромопластами. На рисунке отразить форму и цвет хромопластов.

Для изучения лейкопластов приготовить препарат из эпидермиса листа традесканции. При этом препаровальной иглой снять кусочек нижней эпидермы с листа и поместить его на предметное стекло в каплю воды. Накрыть покровным стеклом и рассмотреть при большом увеличении. Лейкопласты в виде бесцветных мелких шаровидных телец располагаются вокруг ядра (иногда в цитоплазме). Зарисовать 1–3 клетки с лейкопластами.

## Словарь

**Амилопласты** (греч. «амилон» – крахмал + «пластос» – вылепленный, созданный) – лейкопласты, накапливающие крахмал.

**Гомогенное вещество** (греч. «гомос» – одинаковый, такой же, сходный) – однородное вещество.

**Грана** (лат. «гранум» – зерно) – это группа плоских дисковидных мешочков, которые лежат друг на друге, образуя стопки. В гранах сосредоточен хлорофилл.

**Каротин** (лат. «карота» – морковь) – красный, желтый или оранжевый пигмент из группы каротиноидов.

**Каротиноиды** (лат. «карота» – морковь + «эйдос» – вид) – группа жирорастворимых пигментов, включающая жёлтые, красные и оранжевые пигменты.

**Ксантофиллы** (греч. «ксантос» – желтый + «филлон» – растение) – окисленные каротиноиды. Имеют жёлтый цвет.

**Ламелла** (лат. «ламелла» – пластинка) – мембранная структура в виде длинного плоского мешочка.

**Лейкопласты** (греч. «лейкос» – белый) – обычно мелкие бесцветные пластиды со слабо развитой внутренней мембранной структурой. Их функция – синтез и накопление запасных питательных веществ: крахмала, белков, жирных масел.

**Матрикс** (лат. «матрикс» – субстрат, основа, «матер» букв. – мать) – коллоидная система, заполняющая клеточные структуры; основное вещество ряда клеточных структур: цитоплазмы, органоидов, ядра; мелкозернистое полужидкое вещество, заполняющее внутриклеточные структуры (ядра, митохондрии, пластиды и др. органоиды) и пространства между ними.

**Олеопласты** – это лейкопласты, накапливающие жиры.

**Пигмент** (лат. «пигментум» – краска, красящее вещество) – красящее вещество, находящееся в пластидах или в клеточном соке.

**Пластиды** (греч. «пластос» – вылепленный, созданный) – это бесцветные или окрашенные относительно крупные органеллы, характерные только для клеток растений. Различают: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

**Протеопласты** – это лейкопласты, накапливающие белки.

**Строма** (греч. «строма» – ложе) – основное вещество (матрикс) пластид.

**Фотосинтез** (греч. «фос», род. падеж «фотос» – свет + «синтез» – соединение) – это процесс образования органических веществ зелеными растениями из неорганических (углекислого газа и воды) при участии световой энергии, поглощенной хлорофиллом.

**Хлоропласты** (греч. «хлорос» – зеленый) – зеленые пластиды, в которых осуществляется фотосинтез.

**Хлорофилл** (греч. «хлорос» – зеленый, «филлон» – лист) – пигмент, находящийся в хлоропластах и обуславливающий окраску растений в зеленый цвет. При участии хлорофилла осуществляется процесс фотосинтеза.

**Хромопласты** (греч. «хрома» – цвет) – пластиды, окрашенные в желтый, оранжевый и красный цвета, так как содержат каротиноиды. Биологическое значение – привлечение насекомых для опыления (яркая окраска цветков) и животных для распространения плодов (яркая окраска плодов).

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие пластиды Вам известны?
2. Каков общий план строения пластид?
3. Какие пигменты обеспечивают окраску хлоропластов и хромопластов?
4. Какова роль пигментов, содержащихся в хлоропластах?
5. Какие виды движения можно наблюдать в цитоплазме клеток?
6. Как называется матрикс пластид?
7. Какой процесс происходит в хлоропластах при участии света?
8. Какова форма хлоропластов высших растений?
9. Каково субмикроскопическое строение хлоропластов?
10. Каковы функции хромопластов?

## Тема 4. Запасные питательные вещества

Запасные питательные вещества – это вещества, временно выведенные из метаболизма клетки. Относятся к включениям. Их делят на три группы: углеводы, белки, жиры.

Наиболее распространённым запасным веществом растений является полисахарид крахмал. В клетке крахмал легко переходит в сахар, а сахар в крахмал, что позволяет растению быстро накопить этот ценный углевод или использовать его для создания других органических веществ. Откладывается крахмал в клетках в амилопластах в виде крахмальных зерен. Образование крахмальных зерен начинается в определённых точках стромы лейкопласта, называемых образовательными центрами. Рост зерна происходит путём последовательного наложения вокруг образовательного центра новых слоёв крахмала. Различают простые, полусложные и сложные крахмальные зерна (рисунки 7, 8).

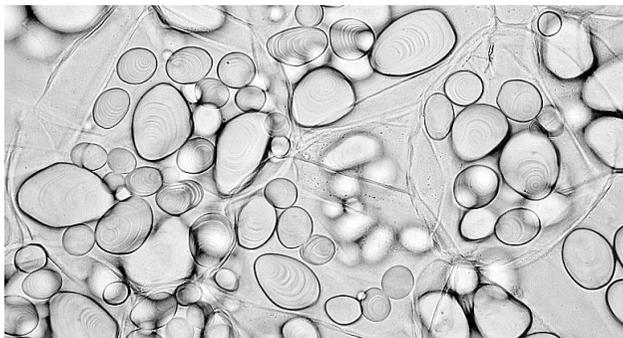


Рисунок 7 – Крахмальные зерна клубня картофеля в поле зрения микроскопа (фото)

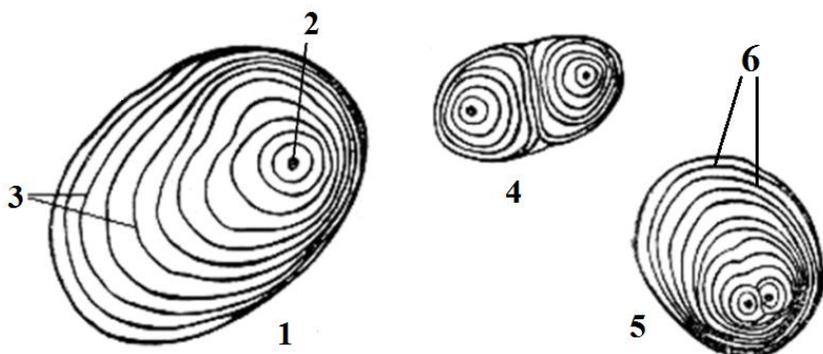


Рисунок 8 – Крахмальные зерна клубня картофеля под большим увеличением (схема):

1 – простое зерно; 2 – центр крахмалообразования; 3 – слои крахмала, 4 – сложное зерно; 5 – полусложное зерно; 6 – общие слои крахмала

Из других углеводов, наиболее часто откладывающихся в качестве запасных питательных веществ, являются глюкоза и фруктоза (моносахариды) и сахароза (дисахарид). Они растворимы в воде и поэтому локализируются в вакуолях. Наиболее богаты углеводами у растений семена и плоды.

Запасные белки – это сложные органические соединения, состоящие из многих аминокислотных остатков, соединенных пептидными связями. Они относятся к категории простых белков – протеинов, в отличие от сложных белков – протеидов, составляющих основу протопласта. Наиболее часто накапливаются в вакуолях и выпадают в осадок в виде алейроновых зерен при потере влаги в процессе созревания семян. Различают сложные и простые алейроновые зерна. Иногда протеины обнаруживаются в ядре и в гиалоплазме в виде кристаллоподобных структур. У растений чаще всего запасные белки откладываются в семенах (рисунки 9, 10).

Жирные масла растений представляют сложные эфиры глицерина (трехатомного спирта) и жирных кислот, чаще всего – олеиновой, пальмитиновой и стеариновой. Откладываются в сферосомах. Липидные (жировые) капли встречаются практически во всех клетках, хотя численность и размеры их колеблются. Наиболее богаты маслами у растений семена и плоды (рисунок 11).

Соотношение между запасными питательными веществами у разных растений неодинаково. Пшеница, рис, кукуруза, картофель накапливают преимущественно углеводы; подсолнечник, клещевина, арахис – масла; горох, соя, люцерна – белки.

### Материалы

Клубень картофеля (*Solanum tuberosum*). Микропрепараты зерновки пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*) и семени подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*). Раствор йода в йодистом калии. Реактив Судан III.

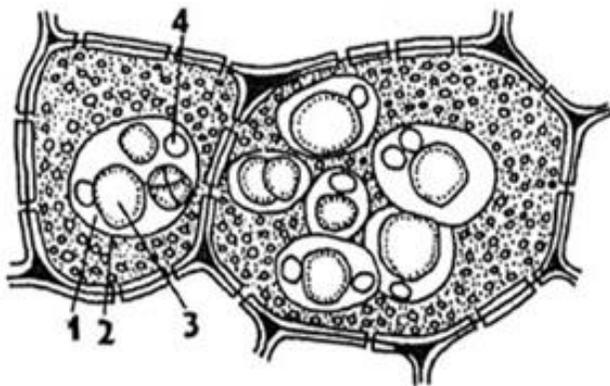


Рисунок 9 – Алейроновые зерна в клетках семени клещевины:

- 1 – алейроновое зерно; 2 – оболочка алейронового зерна;  
3 – кристаллоид; 4 – глобоид

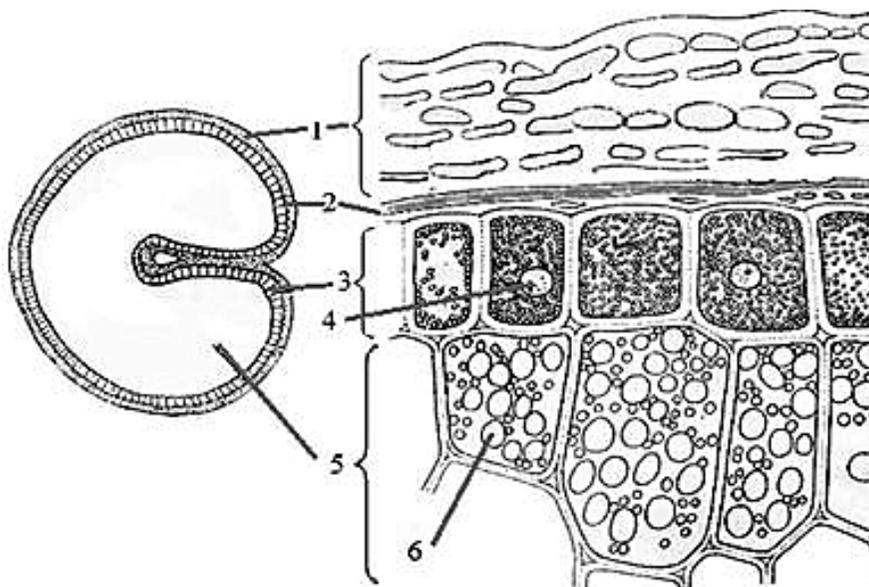


Рисунок 10 – Зерновка пшеницы и её фрагмент на поперечном срезе:

1 – околоплодник; 2 – кожура семени; 3 – алейроновый слой; 4 – ядро;  
5 – клетки эндосперма с крахмальными зёрнами; 6 – крахмальные зёрна

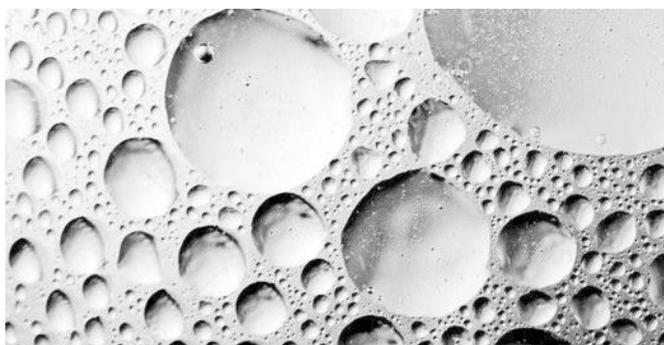


Рисунок 11– Капли жирного масла в клетках семени  
подсолнечника однолетнего

## Задание

**1.** Приготовить препарат из крахмальных зёрен клубня картофеля и окрасить их слабым раствором йода в йодистом калии. При большом увеличении микроскопа изучить строение крахмальных зёрен (простых, сложных, полусложных) и зарисовать их. На рисунках обозначить крахмалообразующие центры и слои.

**2.** Изучить при малом и при большом увеличении микроскопа алейроновый слой на срезе зерновки пшеницы и зарисовать участок плода с алейроновым слоем. Сделать обозначения.

**3.** Изучить под микроскопом препарат семени подсолнечника и зарисовать несколько клеток с каплями масла.

## Последовательность работы

Разрезать клубень картофеля. Соскоблить скальпелем или препаровальной иглой содержимое клеток и поместить его на предметное стекло в каплю воды. Окрасить препарат слабым раствором йода в йодистом калии и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть на малом, а затем на большом увеличении микроскопа крахмальные зёрна. После изучения зарисовать различные типы крахмальных зёрен (простое, сложное и полусложное). Обозначить крахмалообразующие центры и слои.

На препарате зерновки пшеницы найти алейроновый слой. Рассмотреть и зарисовать участок зерновки с алейроновым слоем. Сделать обозначения.

На препарате семени подсолнечника рассмотреть клетки с каплями масла и зарисовать несколько клеток с каплями масла. На рисунке отразить действие реактива Судан III (Судан III окрашивает масло в оранжевый цвет).

## Словарь

**Алейроновые зерна** (греч. «алейрон» – мука) – твёрдые отложения запасных белков в клетках семян многих растений. Образуются при созревании семян из высыхающих вакуолей. Различают простые и сложные алейроновые зёрна. Простые представлены только аморфной белковой массой, сложные – в аморфной массе белка нередко имеют выкристаллизовавшийся белок (кристаллоид) и образование не белковой природы – глобoid.

**Амилопласты** (греч. «амилон» – крахмал, + «плас-тос» – вылепленный) – это лейкопласты, в которых откладывается крахмал.

**Белки** – сложные органические соединения, состоящие из аминокислотных остатков, соединённых пептидными связями.

**Глобoid** (лат. «глобус» – шар + греч. «эйдос» – вид) – шаровидное тело сложного состава входящие в состав алейроновых зерен. Содержат калий, кальций магний, фосфор.

**Глюкоза** (греч. «гликос») – виноградный сахар, наиболее распространённый моносахарид из группы гексоз.

**Включения** – это компоненты клетки, представляющие собой отложения веществ, временно выведенных из метаболизма или конечные его продукты.

**Дисахариды** (греч. «дис» – два, «сакхарон» – сахар, «эйдос» – вид) – группа углеводов, молекулы которых построены из соединённых между собой остатков двух молекул моносахаридов; к дисахаридам относятся сахароза, мальтоза, целлобиоза и др.

**Жиры** – органические вещества, состоящие из глицерола и молекул жирных кислот. Они не растворимы в воде, но растворимы в органических растворителях. Жидкие жиры называют маслами.

**Запасные питательные вещества** – это вещества, временно выведенные из метаболизма клетки.

**Крахмал** – нерастворимый полисахарид, являющийся основным запасным питательным веществом растений; включает более 1000 мономеров глюкозы.

**Крахмальные зерна** – структурные образования растительных клеток в виде твёрдых включений. Образуются в лейкопластах (амилопласты) из других углеводов в процессе вторичного синтеза. Состоят в основном из амилазы и амилопектина. Имеют сложное строение с концентрическим и эксцентрическим расположением слоёв. Различают простые (имеют один образовательный центр, вокруг которого откладываются слои крахмала), сложные (имеют несколько образовательных центров и каждый образует только свои слои крахмала) и полусложные (несколько образовательных центров имеют не только свои слои крахмала, но и общие).

**Кристаллоид** – это выкристаллизовавшийся белок алейронового зерна.

**Липиды** (греч. «липос» – жир, «эйдос» – вид) – жиры. См. жиры

**Моносахариды** (греч. «монос» – один, «сакхарон» – сахар, «эйдос» – вид) – простые сахара; представляют собой альдегидоспирты или кетоноспирты; среди моносахаридов различают триозы, тетрозы, пентозы, гексозы и др.

**Полисахариды** (греч. «поли» – много, «сакхарон» – сахар, «эйдос» – вид) – сложные углеводы, молекулы которых построены из большого количества остатков молекул моносахаридов. К полисахаридам относятся крахмал, инулин, целлюлоза, гемицеллюлоза и др.

**Сахароза** (греч. «сакхарон» – сахар) – свекловичный, тростниковый сахар, дисахарид, молекула которого состоит из остатков молекул глюкозы и фруктозы. Сладость сахарозы в 1,5 раза выше, чем у глюкозы.

**Фруктоза** (лат. «фруктус» – плод) – плодовый сахар, моносахарид из группы гексоз. Это самый сладкий сахар (сладость его в 2,2 раза выше, чем у глюкозы).

## Вопросы для самоконтроля

1. В чем разница между простым, сложным и полусложным крахмальными зернами?
2. Чем обусловлена слоистость крахмальных зерен?
3. Можно ли по форме зерен определить, к какому виду растений они принадлежат?
4. В каких органах растений запасается крахмал?
5. Как образуются алейроновые зерна?
6. Чем отличаются простые и сложные алейроновые зерна?
7. В каких частях клетки локализуется запасной белок?
8. В каких органах накапливается запасной белок?
9. При помощи каких реактивов и красителей в клетках можно обнаружить крахмал, белки, жиры?
10. В чем заключается преимущество жиров как запасного продукта семян перед крахмалом и белком?

## Тема 5. Клеточная стенка

**Клеточная стенка (оболочка) у растений** – это структурное образование, располагающееся по периферии клетки, за пределами плазмалеммы. Совокупность прочных клеточных оболочек, играет роль своеобразного скелета, поддерживающего форму растения и придающего ему механическую прочность. Клеточная стенка пропускает солнечный свет, воду и большинство растворённых в ней веществ.

У многоклеточных организмов оболочки соседних клеток скреплены между собой пектиновыми веществами. В случае разрушения этих пектиновых веществ клетки разъединяются, этот процесс получил название мацерация. Естественная мацерация происходит у перезрелых плодов груши, дыни, персика и др.

Основу клеточной оболочки составляют высокополимерные углеводы: целлюлоза, (клетчатка) гемицеллюлоза, пектины. Молекулы целлюлозы собраны в сложные пучки – фибриллы, образующие каркас, который погружён в основу (матрикс), состоящую из гемицеллюлоз и пектинов (рисунок 12).

В структуре клеточной стенки различают первичную и вторичную стенки (рисунки 13, 14). Первичная клеточная стенка характерна для делящихся и молодых растущих клеток. Она содержит много воды, гемицеллюлозы и пектина, а целлюлозы всего около 10 %. Вторичная клеточная стенка образуется при росте клеточной оболочки в толщину. В ней меньше воды, гемицеллюлоз и пектина, но доля целлюлозы увеличивается до 90 %. Рост клетки сопровождается ростом её стенки, который осуществляется путем интуссусцепции (внедрением) и аппозиции (наложением). Неравномерное утолщение клеточной стенки приводит к образованию пор. Часто при росте и дифференциации клеток в клеточных стенках могут откладываться компоненты не углеводной природы (лигнин, суберин и др.), что приводит к видоизменениям клеточной стенки. При этом клеточная стенка приобретает новые свойства (рисунок 15).

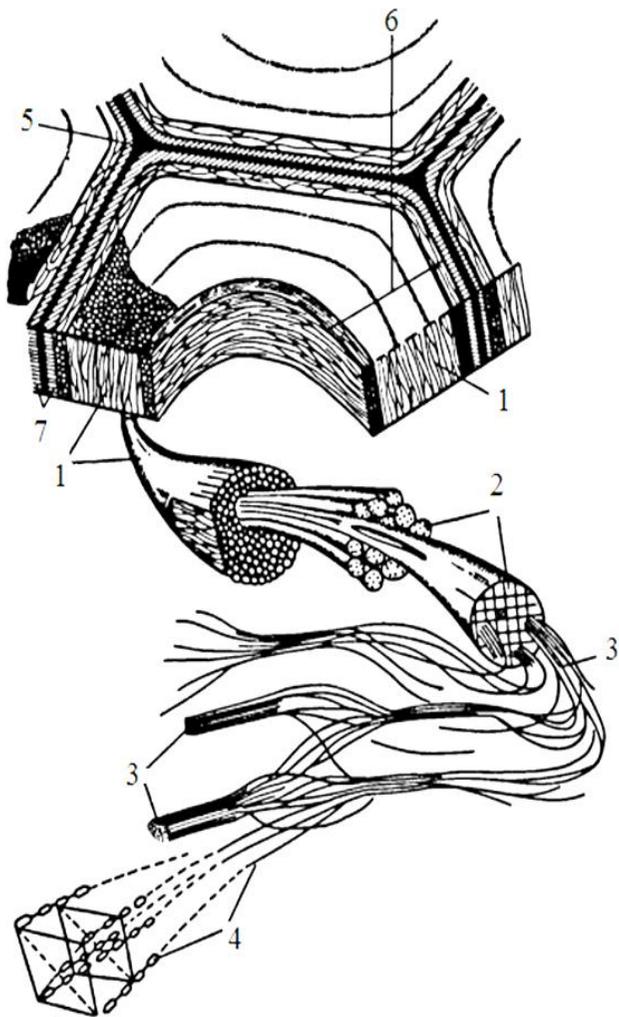


Рисунок 12 – Микроструктура клеточной стенки:

- 1 – фибриллы; 2 – микрофибриллы; 3 – мицеллы; 4 – участок молекулы целлюлозы; 5 – срединная пластинка; 6 – слой вторичной стенки; 7 – первичные клеточные стенки соседних клеток

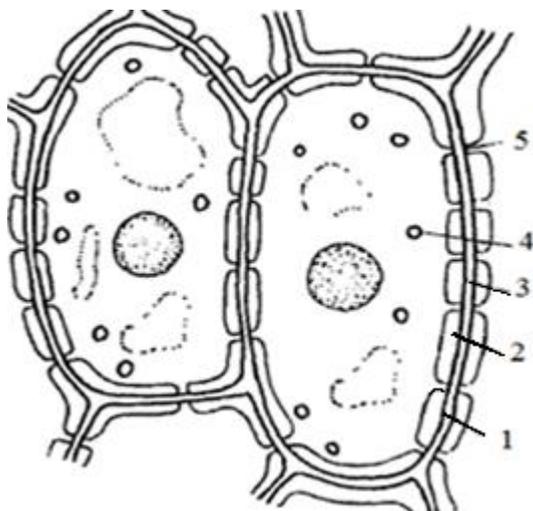
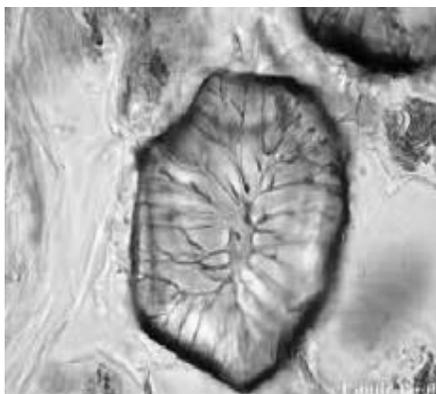
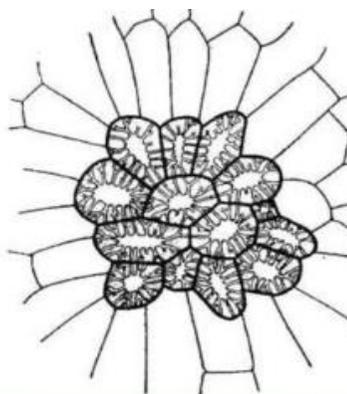


Рисунок 13 – Общий вид строения клеточной стенки:

1 – первичная стенка; 2 – вторичная стенка; 3 – срединная пластинка;  
4 – пора (вид в плане); 5 – пора (вид в разрезе)



А



Б

Рисунок 14 – Склерейды в мякоти плода груши:

А – склерейда под большим увеличением (фото); Б – группа склерейд  
в мякоти плода груши (схема)

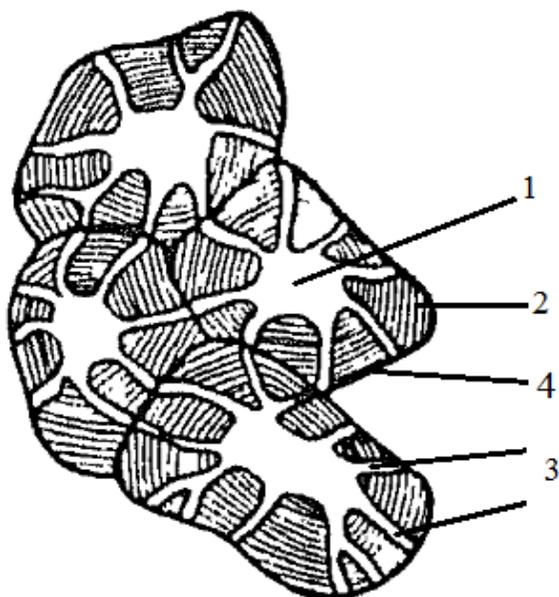


Рисунок 15 – Склериды под большим увеличением (схема):

1– полость клетки; 2– вторичная клеточная стенка; 3 – поровые каналы;  
4 – первичная клеточная стенка

## Материалы

Лист аспидистры (*Aspidistra elatior*). Мякоть плода груши (*Pyrus communis*). Флороглюцин, соляная кислота (концентрированная).

## Задание

1. Приготовить препарат из кожицы листа аспидистры. Изучить строение клеточной стенки. Зарисовать две соседние клетки.

2. Приготовить препарат из каменистых клеток мякоти плода груши. Окрасить реактивом на одревеснение (флороглюцин + концентрированная соляная кислота). Зарисовать 2-3 каменистые клетки.

## Последовательность работы

Нанести на предметное стекло каплю воды. С поверхности листа аспидистры сделать бритвой очень тонкий срез и поместить его в каплю воды. Накрыть покровным стеклом. При малом увеличении микроскопа найти на препарате наиболее тонкий участок (прозрачный слой клеток) и при большом увеличении микроскопа изучить строение клеточной стенки. Обратит внимание на строение пор и на то, что поровые каналы соседних клеток располагаются напротив друг друга. Зарисовать две соседние клетки. На рисунке обозначить первичную и вторичную клеточную стенки, межклеточное вещество, а также поры.

Приготовить препарат из каменистых клеток мякоти плода груши. Для этого выделить каменистые клетки из мякоти плода (они расположены группами рядом с семенами), и перенести их на сухое предметное стекло. С помощью скальпеля или ножа раздробить комплексы клеток, окрасить флороглюцином и соляной кислотой (реактив на одревеснение) и изучить при большом увеличении микроскопа строение клеток. Обратит внимание на то, что вторичные клеточные стенки очень толстые и одревесневшие. Зарисовать 2–3 клетки. Обозначить первичную и вторичную клеточные стенки, поры и полости клеток. На рисунке отразить действие реактивов.

## Словарь

**Аппозиция** – (от лат. «аппозицио» – прибавление, прикладывание) – рост наложением, утолщение клеточных оболочек путем накладывания новых слоев веществ, вырабатываемых протопластом, на ранее образованную поверхность, благодаря чему клеточная стенка утолщается.

**Видоизменение клеточной стенки** – изменение химического состава и свойств клеточной стенки в процессе жизнедеятельности клетки. Различают следующие видоиз-

менения: одревеснение, опробкование, кутинизация, минерализация, ослизнение.

**Гемицеллюлоза** – (греч. «геми» – полу, лат. «целлюла» – клетка) – полуклетчатка, группа близких к клетчатке углеводов, входящих в состав клеточных стенок и придающая им дополнительную прочность, и не препятствующая их росту. Гемицеллюлоза может быть и запасным питательным веществом.

**Интуссусцепция** (лат. «интус» – внутри, «сусципио» – воспринимаю) – рост клеточной стенки (клетки) внедрением. Увеличение клеточной оболочки путём внедрения новых частиц целлюлозы в уже имеющиеся слои.

**Каменные клетки** – паренхимные клетки с очень толстой одревесневшей клеточной стенкой. Являются разновидностью склереид.

**Клеточная стенка (оболочка)** – структурное образование у растений, располагающееся по периферии клетки, за пределами плазмалеммы.

**Кутинизация** – (лат. «кутис» – кожа) – отложение кутина (смесь жироподобных веществ) на поверхности клеточных стенок или целлюлозной толще наружной оболочки клеток эпидермиса.

**Лигнин** (лат. «лигнум» – дерево) – полимерное вещество полифенольной природы не растворимое в воде; пропитывает клеточные стенки при их одревеснении (лигнификации). После целлюлозы это самый распространенный растительный полимер.

**Мацерация** (лат. «мацерацио» – размягчение) – это естественное или искусственное разъединение клеток ткани в результате растворения межклеточного вещества.

**Микрофибриллы** (греч. «микрос» – малый, лат. «фибра» – волокно) – структурное образование, состоящее из близко расположенных мицелл.

**Минерализация** – это процесс отложения минеральных веществ (чаще кремнезема и солей кальция) в толще

клеточной стенки или на ее поверхности, а иногда в особых выростах стенки.

**Мицелла** – это структурное образование, состоящее из параллельно расположенных нитей (40–50 шт.) целлюлозы и связанных между собой. Обычно длина мицелл 600, а диаметр 50–70 ангстрем (1 ангстрем =  $10^{-10}$  м).

**Одревеснение** – (лигнификация) – это процесс отложения лигнина в клеточной стенке.

**Опробковение** – это процесс отложения суберина (смесь жироподобных веществ) в толще клеточной стенки.

**Ослизнение** – это превращение полисахаридов клеточной стенки под действием ферментов в слизи и камеди.

**Пектины** (греч. «пектос» – студнеобразный, застывший) – это высокомолекулярные органические вещества углеводной природы. Встречаются в клеточном соке, в оболочках растительных клеток, а также являются главной составной частью межклеточного вещества, скрепляющего соседние клетки.

**Пора** – это два поровых канала, расположенные друг против друга и замыкающая пленка между ними.

**Поровый канал** – это углубление во вторичной клеточной стенке.

**Срединная пластинка** – это слой межклеточного вещества, состоящий из пектиновых веществ и связывающий соседние клетки.

**Суберин** (лат. «субер» – пробка) – это смесь жироподобных веществ, откладывающаяся в клеточной стенке при ее опробковении.

**Фибриллы** (лат. «фибра» – волокно) – это образование в виде пластинок или волокон, состоящее из микрофибрилл. Формирует каркас клеточной стенки, который погружен в матрикс, состоящий из гемицеллюлоз и пектинов.

**Целлюлоза** (лат. «целлюла» – клетка), клетчатка – это полисахарид, являющийся главной составной частью оболочек растительных клеток.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие структуры клетки принимают участие в образовании клеточной стенки?
2. В чем отличие клеточной стенки от мембраны цитоплазмы (плазмалеммы)?
3. Каков химический состав первичной и вторичной клеточной стенки?
4. Какие видоизменения клеточной стенки вы знаете?
5. Каково значение лигнификации стенок клеток в эволюции растений?
6. Почему при опробковении стенок содержимое клеток отмирает?
7. В каких органах растений можно обнаружить ослизнение клеточных стенок?
8. При помощи каких реактивов и красителей можно обнаружить вещества, входящие в состав клеточной стенки?
9. В каких случаях происходит мацерация клеток?
10. Как влияет процесс отложения кутина на функционирование органа растения?

## Тема 6. Растительные ткани

В процессе эволюции после одноклеточных организмов появились многоклеточные. У них началась дифференциация клеток и частей растения, что привело к образованию тканей и органов. Число различных типов клеток у водорослей насчитывают около 10, а у покрытосеменных – более 80.

Совокупность клеток однородных по происхождению, строению и выполняемой функции называют **тканью**.

Существуют различные классификации тканей. Наибольшее распространение получило деление их на **образовательные (меристемы)** и **постоянные** ткани. Меристемы в свою очередь делят на: **первичные (образуются из клеток зародыша семени)** и **вторичные (формируются из первичных меристем или постоянных тканей)**.

Среди постоянных тканей выделяют: **основные (паренхимы), покровные, механические, проводящие и выделительные**.

**Образовательные ткани** – это ткани, клетки которых постоянно или периодически делятся митозом, возобновляют сами себя и дают начало другим тканям. Типичными признаками меристем являются: паренхимная форма клеток (у большинства растений), небольшие их размеры, тонкая клеточная стенка, отсутствие межклетников, клетки содержат крупное ядро, большое количество рибосом и митохондрий (активный метаболизм) (рисунки 16, 17).

**Покровные ткани** у растений располагаются на границе с внешней средой. Большинство из них состоит из плотно сомкнутых живых или мертвых клеток, и выполняют барьерную роль, защищая внутренние ткани от высыхания, повреждения, проникновения патогенных микроорганизмов и регулируют газообмен и транспирацию (рисунки 18-21).

**Основные ткани (паренхимы)** занимают основной объем в растении и пронизаны механическими и проводящими тканями. Состоят из живых, часто крупных паренхимных клеток, имеющих большую вакуоль и тонкую клеточную стенку. В противоположность другим тканям, основные ткани богаты межклетниками (рисунок 22).

**Механические ткани** придают прочность органам растения, т.е. способность противостоять статическим (сила тяжести) и динамическим воздействиям (порывы ветра). Состоят из клеток с утолщенными клеточными стенками (рисунок 23). Выделяют следующие типы механических тканей: колленхима, склеренхима и склереиды.

**Проводящие ткани** служат для передвижения воды и питательных веществ по растению. Они имеют ряды клеток, длинные оси которых ориентированы параллельно продольной оси органов, в которых они расположены. Для клеточных стенок характерно наличие большого количества пор или перфораций.

Проводящие ткани, объединяясь с паренхимой и склеренхимой, образуют проводящие пучки (рисунки 24, 25, 26). Проводящие пучки, как правило, состоят из двух частей – луба (флоэмы) и древесины (ксилемы). Проводящие пучки представляют собой комплекс трех тканей – проводящей, механической и основной, каждая из которых выполняет присущую ей функцию. Проводящие пучки пронизывают в виде тонких тяжей все органы растений и заканчиваются в листьях, где их обычно называют жилками. Проводящий пучок обычно состоит из двух частей – флоэмы, или луба, и ксилемы, или древесины, причем флоэма, как правило, обращена к поверхности органа, а ксилема – к его центру. В состав флоэмы входят ситовидные трубки с клетками-спутницами (проводящая ткань), лубяная паренхима (основная ткань) и лубяные волокна (механическая ткань). В состав ксилемы входят, сосуды и трахеиды (проводящая ткань), древесинная паренхима (основная ткань) и древесинные, волокна, или либриформ (механическая ткань). Кроме проведения питательных веществ и воды, проводящие пучки выполняют механическую функцию, придавая растениям прочность.

**Выделительные (секреторные) ткани** – это разного рода структурные образования, способные выделять из растений или изолировать в его тканях продукты метаболизма и капельножидкую воду.

# Классификация растительных тканей

## I. Образовательные ткани (меристемы)

по происхождению

### а) первичные

- туника
- корпус
- дерматоген
- периблема
- плерома
- прокамбий
- перицикл
- интеркалярные (вставочные)

### б) вторичные

- камбий
- феллоген
- раневые меристемы

по положению в растении

### а) верхушечные

- туника
- корпус
- дерматоген
- периблема
- плерома

### б) боковые (латеральные)

- камбий
- феллоген
- перицикл

### в) интеркалярные (вставочные)

## II. Постоянные ткани

### 1. Основные ткани (паренхимы)

- а) ассимиляционная (столбчатая, губчатая, складчатая)
- б) поглощающая
- в) запасающая
- г) воздухоносная (аэренхима)
- д) водоносная

### 2. Покровные ткани

- а) кожаца (эпидермис, эпиблема)
- б) пробка (феллема)
- в) корка (ритидом)

### 3. Механические ткани

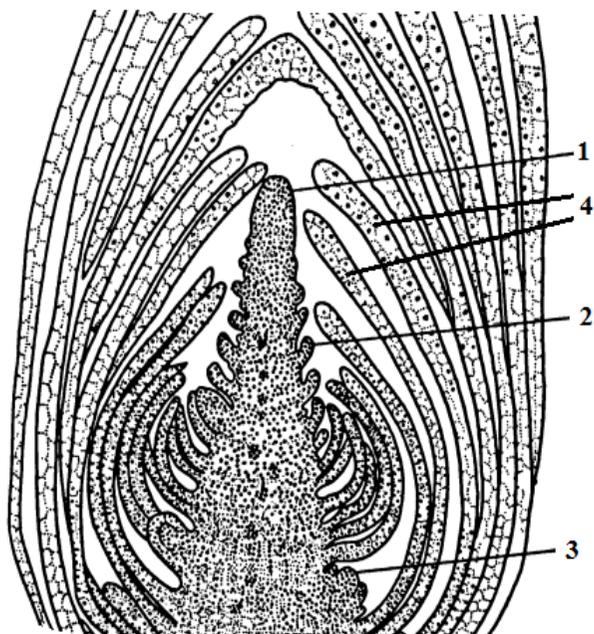
- а) колленхима (пластинчатая, уголковая)
- б) склеренхима (лубяные, древесные волокна)
- в) склереиды

### 4. Проводящие ткани

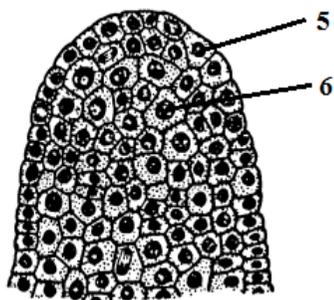
- а) сосуды (трахеи)
- б) трахеиды
- в) ситовидные трубки

### 5. Выделительные ткани

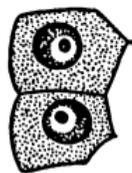
- а) идиобласты
- б) смоляные ходы
- в) млечники
- г) железки
- д) нектарники



А



Б



В

Рисунок 16 – Верхушечная почка побега элодеи (схема):

А – продольный срез верхушечной почки; Б – конус нарастания (сильно увеличен); В – клетки меристемы (сильно увеличены); 1 – конус нарастания; 2 – первичный бугорок, 3 – бугорок пазушной почки; 4 – примордии; 5 – туника; 6 – корпус

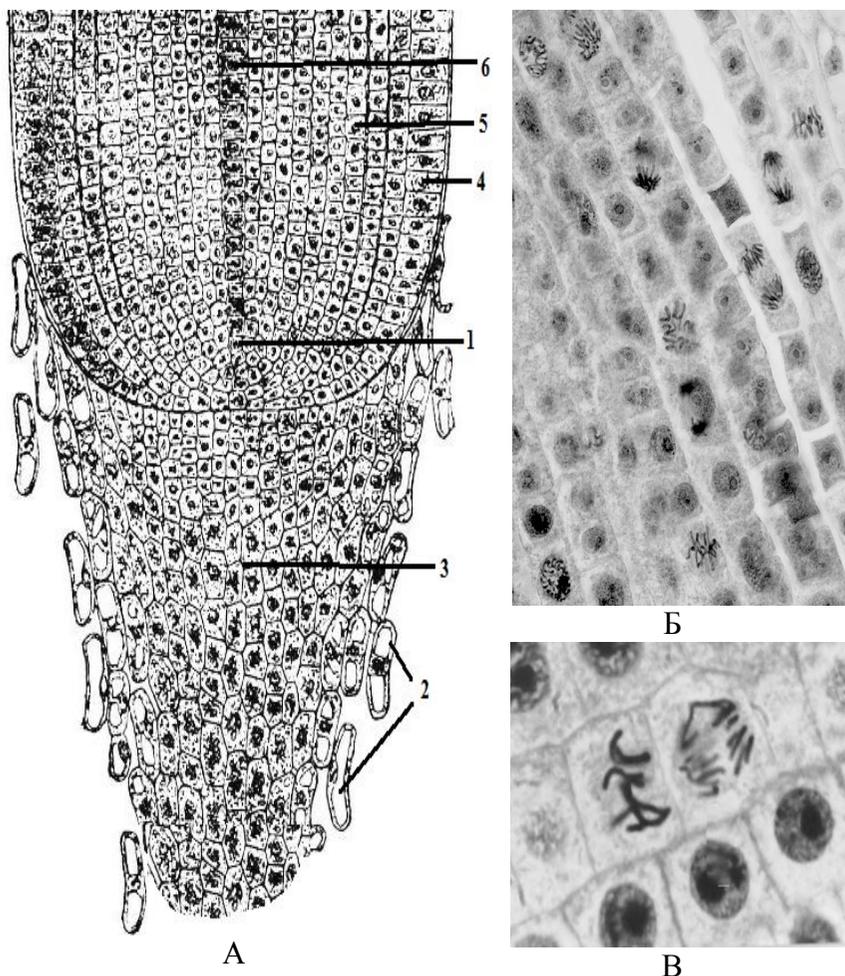
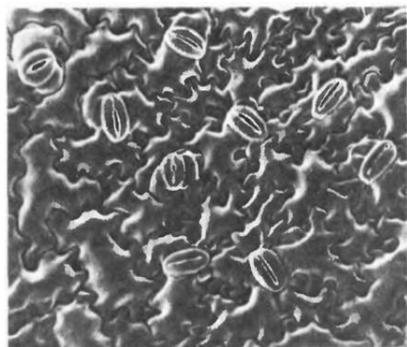


Рисунок 17 – Конус нарастания кончика корня лука:

А – продольный срез кончика корня (схема); Б, В – клетки меристемы под большим увеличением (фото): 1 – клетки меристемы; 2 – отслоившиеся клетки чехлика; 3 – чехлик; 4 – дерматоген; 5 – перилема; 6 – плерома



А



Б

Рисунок 18 – Эпидермис в сканирующем электронном микроскопе:

А – картофель (двудольное растение); Б – кукуруза  
(однодольное растение)

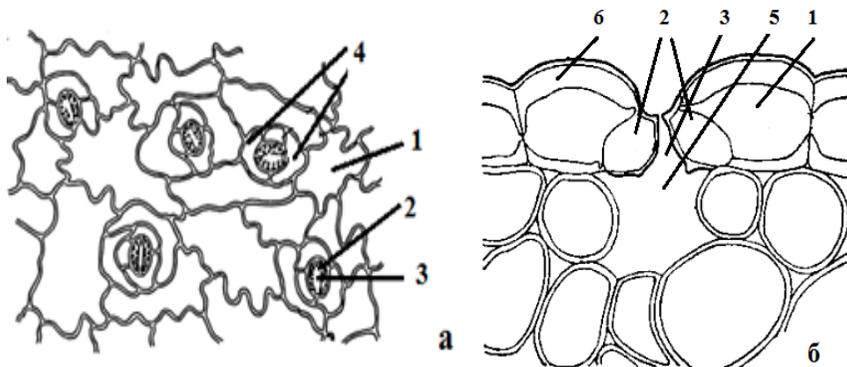
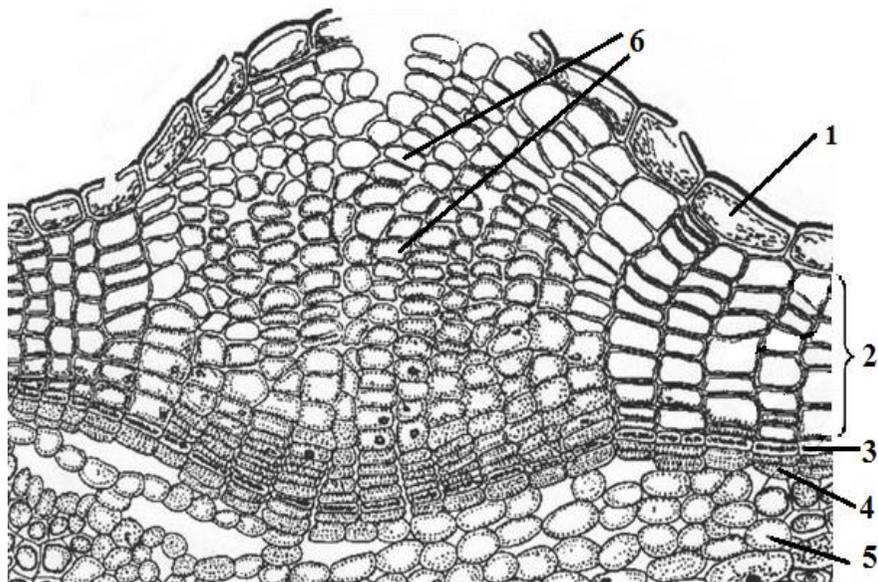
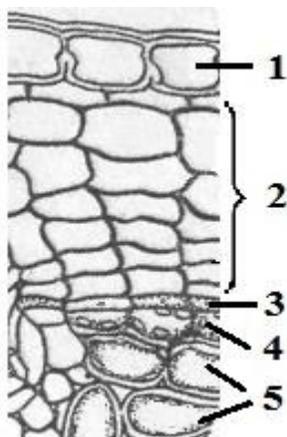


Рисунок 19 – Эпидермис листа пеларгонии:

а – в плане; б – в разрезе; 1 – клетки эпидермиса; 2 – замыкающие  
клетки устьица; 3 – устьичная щель; 4 – околоустьичные клетки;  
5 – подустьичная полость; 6 – кутикула



А



Б

Рисунок 20 – Перидерма стебля бузины:

А – чечевичка; Б – участок перидермы: 1 – эпидерма; 2 – пробка (феллема); 3 – феллоген; 4 – феллодерма; 5 – колленхима; 6 – выполняющая ткань чечевички

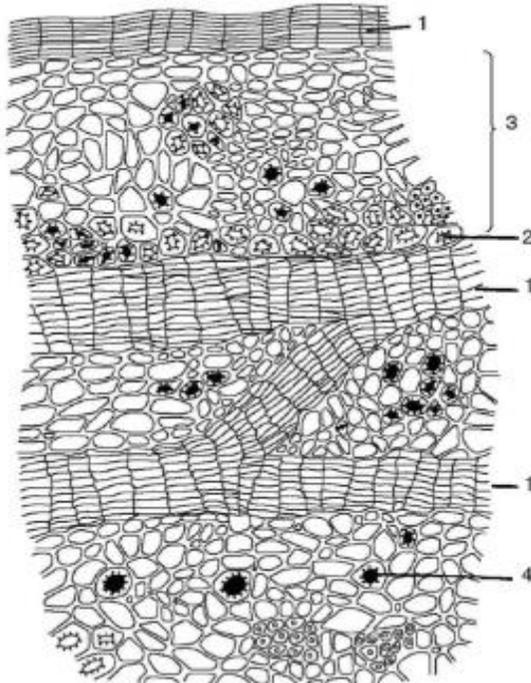


Рисунок 21 – Корка (ритидом) ствола дуба:

1 – перидерма; 2 – склеренхимные волокна; 3 – остатки первичной коры; 4 – кристаллы оксалата кальция

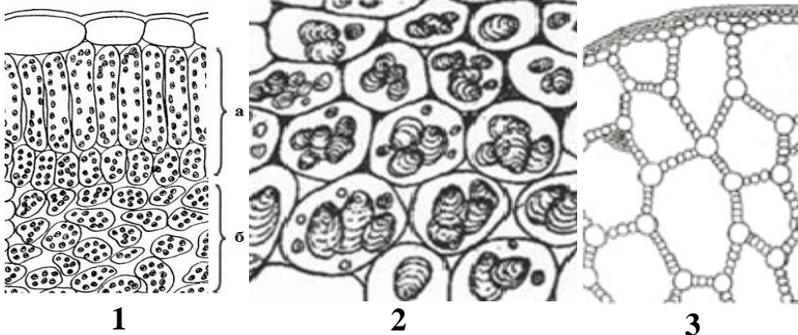
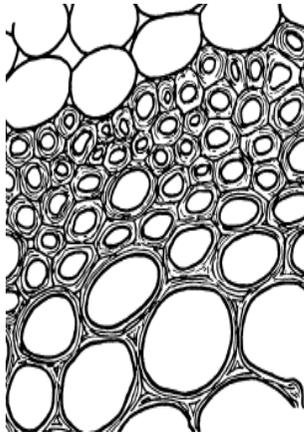
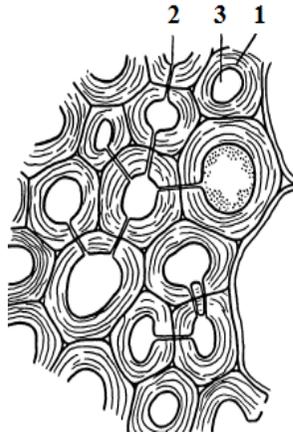


Рисунок 22 – Основные ткани:

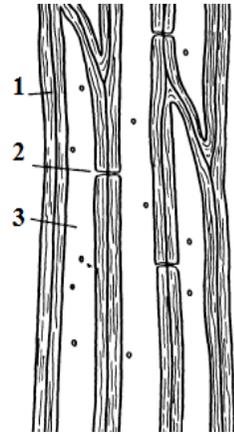
1 – ассимиляционная паренхима (а – столбчатая, б – губчатая),  
2 – запасная паренхима, 3 – аэренхима



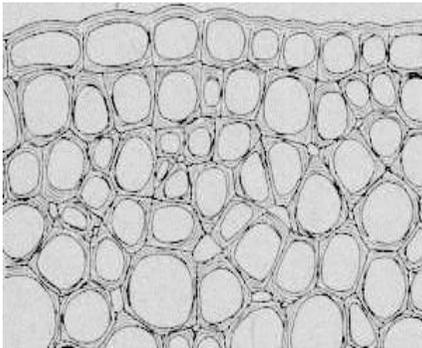
А



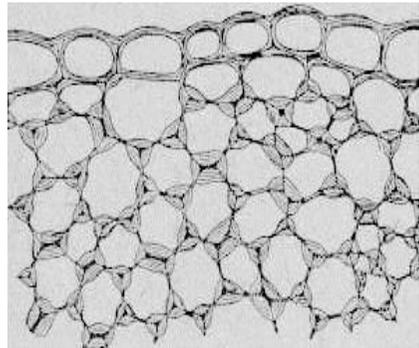
Б



В



Г



Д

Рисунок 23 – Механические ткани:

А, Б, В – склеренхима (А, Б – поперечный срез, В – продольный срез); 1 – стенка клетки; 2 – пора; 3 – полость клетки; Г – пластинчатая колленхима; Д – уголковая колленхима

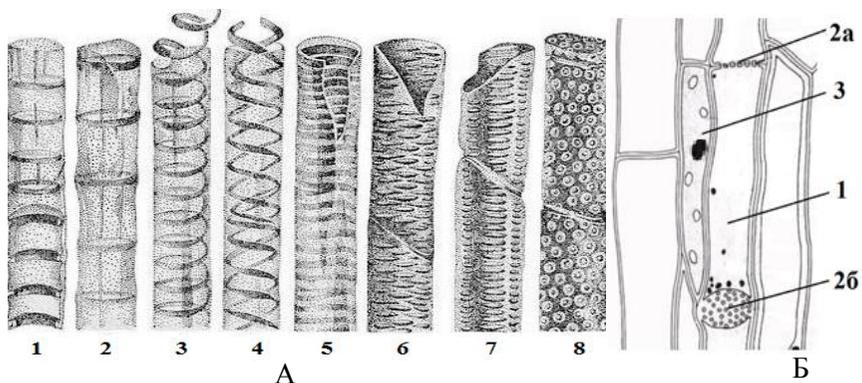


Рисунок 24 – Проводящие ткани:

А – сосуды ксилемы (1, 2 – кольчатые, 3 – 5 – спиральные, 6, 7 – лестничные, 8 – пористый); Б - ситовидная трубка с клеткой-спутницей в составе флоэмы (1 – ситовидная трубка, 2 – ситовидная пластинка (2б – вид сверху, 2а – вид в разрезе); 3 – клетка-спутница)

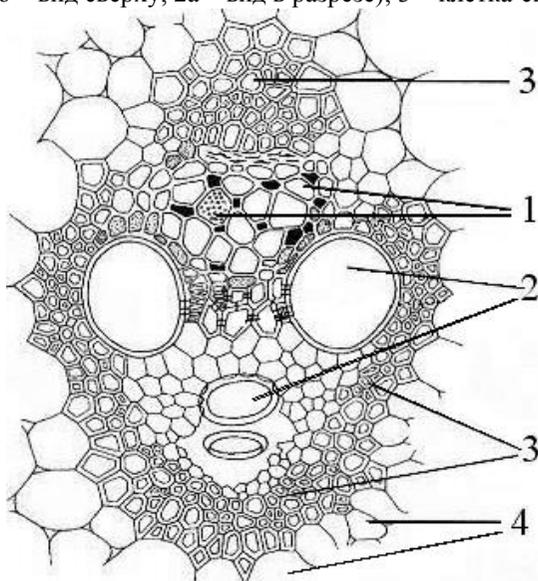


Рисунок 25 – Поперечный разрез через закрытый коллатеральный пучок стебля кукурузы (*Zea mays*):

1 – клетки флоэмы; 2 – сосуды ксилемы; 3 – склеренхимная обкладка (кольцо) пучка; 4 – основная паренхима стебля

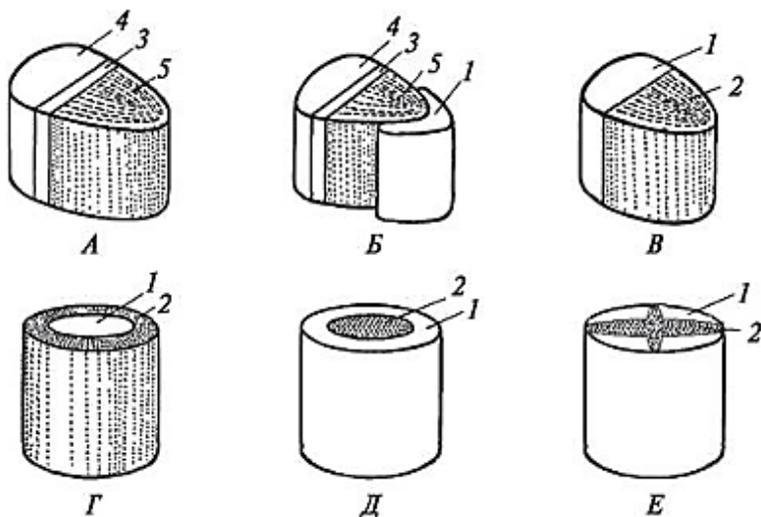


Рисунок 26 – Схемы строения сосудисто-волокнистых пучков:

А – открытый коллатеральный; Б – открытый биколлатеральный;  
 В – закрытый коллатеральный; Г – концентрический амфивазальный;  
 Д – концентрический амфикрибральный; Е – радиальный; 1 – флоэма;  
 2 – ксилема; 3 – камбий; 4 – флоэма; 5 – ксилема

## Материалы

Постоянные препараты: конус нарастания почки побега элодеи (*Elodea canadensis*), кончик корня лука (*Allium cepa*), эпидерма с листа герани (*Pelargonium zonale*), перидерма стебля бузины (*Sambucus nigra*) на поперечно разрезе, стебель ржи (*Secale cereale*) на поперечном разрезе, черешок листа свеклы (*Beta vulgaris*) на поперечном разрезе, стебель тыквы (*Cucurbita pepo*) на продольном разрезе.

## Задание

**1.** Изучить строение клеток меристем почки побега элодеи, кончика корня лука и зарисовать по 3–4 клетки.

**2.** Изготовить препарат из эпидермиса листа герани. Изучить строение клеток и зарисовать 3–4 клетки с устьищем.

**3.** Изучить перидерму стебля бузины, зарисовать участок с чечевичкой. На рисунке сделать обозначения тканей и частей.

**4.** Изучить строение клеток запасящей паренхимы и склеренхимы стебля ржи и зарисовать по 3–4 клетки каждой ткани.

**5.** Изучить строение клеток уголкового колленхимы черешка листа свеклы и зарисовать 3–5 клеток.

**6.** Изучить строение ситовидных трубок и различные виды трахей стебля тыквы. Зарисовать ситовидную трубку с клетками спутницами, кольчатую, спиральную, лестничную и пористую трахеи. На рисунках сделать обозначения.

## Последовательность работы

На готовых препаратах при малом, а затем при большом увеличении микроскопа рассмотреть конус нарастания почки элодеи, а также зону деления кончика корня лука. Обратить внимание на форму и небольшие размеры клеток, относительно крупные размеры ядер, отсутствие вакуолей и межклетников, а также толщину клеточных стенок и большое количество делящихся клеток. Зарисовать по 3–4 меристематических клетки с каждого препарата.

Изготовить препарат из эпидермиса листа герани. Для этого препаровать иглой или бритвой с нижней стороны листа отделить эпидермис и перенести его на предметное стекло в каплю воды. Накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом, а затем при большом увеличении мик-

роскопа. Изучить строение клеток эпидермиса и зарисовать небольшой участок с устьищем.

На готовом препарате стебля бузины изучить строение перидермы и зарисовать участок с чечевичкой. На рисунке сделать обозначения тканей и частей.

На готовом препарате стебля ржи изучить строение клеток запасящей паренхимы и механической ткани склеренхимы. Обратить внимание на величину клеток, толщину клеточных стенок и наличие межклетников. Соблюдая масштаб зарисовать по 3–4 клетки каждой ткани.

На готовом препарате из черешка листа свеклы рассмотреть уголковую колленхиму (механическая ткань с неравномерно утолщенными клеточными стенками). Зарисовать 4–5 клеток.

На готовом препарате из стебля тыквы изучить строение ситовидных трубок и трахей. Зарисовать ситовидную трубку с клетками спутницами, кольчатую, спиральную и лестничную трахеи. Сделать обозначения.

## Словарь

**Ассимиляционная паренхима** – это ткань, состоящая из хлорофиллоносных клеток. Различают столбчатую, губчатую и складчатую паренхимы.

**Боковые (латеральные) меристемы** – образовательные ткани, располагающиеся по окружности осевых органов и обеспечивающие рост органов в диаметре.

**Водоносная паренхима** – это специальная ткань, состоящая из живых тонкостенных клеток, заполненных водой и лишенных хлоропластов. Характерна для растений, произрастающих в засушливых местообитаниях.

**Воздухоносная паренхима (аэренхима)** – это ткань, имеющая сильно развитые межклетники. Формируется чаще у водных и болотных растений.

**Вторичные меристемы** – образовательные ткани, возникшие из первичных меристем или из постоянных тканей.

**Выделительные ткани** – это ткани растений, в которых собирается избыточное количество воды, образуются и сосредотачиваются конечные продукты обмена веществ в виде различных смол, масел, камедей, слизей и др.

**Губчатая паренхима** – это ассимиляционная ткань, имеющая паренхимную форму клеток с большим количеством межклетников. Служит в основном для газообмена и транспирации.

**Дерматоген** – (греч. «дерма» – кожа, «генос» – рождение) – это наружный слой клеток в зоне деления кончика корня, из которого образуется эпиблема.

**Железки** – это одноклеточные или многоклеточные образования на эпидермисе некоторых растений, часто заканчивающихся головками, наполненными эфирными маслами или смолами.

**Запасающая паренхима** – основная ткань, клетки которой приспособлены к накоплению запасных питательных веществ.

**Идиобласты** (греч. «идиос» – своеобразный, «бластос» – росток) – тип ветвистых или удлинённо-цилиндрических склерифицированных клеток, расположенных одиночно.

**Интеркалярные меристемы** – (лат. «интеркаляре» – вкладывать, вставлять) – вставочная меристема, первичная образовательная ткань, расположенная в основании междоузлий и основании листьев.

**Каллёза** или **каллоза** (лат. «каллиос» – толстая кожа, мозоль) полисахарид из остатков глюкозы, соединённых в спиральную цепочку. Каллёза в виде аморфной массы закупоривает поры и перфорации ситовидных трубок, что прекращает их деятельность.

**Камбий** (лат. «камбиум» – обмен, смена) – вторичная образовательная ткань, возникшая из прокамбия стебля или паренхимы корня. Клетки камбия делятся в основном перегородками параллельными поверхности органа с образованием вторичной флоэмы и ксилемы.

**Каменистые клетки** – это один из типов склереид. (См. склереиды).

**Колленхима** (греч. «колла» – клей, «энхима» – налитое) – механическая ткань, состоящая из живых, обычно прозенхимных клеток, с неравномерно утолщенными клеточными стенками. По характеру утолщения стенок различают уголковую (утолщены стенки смежных углов клеток) и пластинчатую (утолщены стенки параллельные поверхности органа) колленхимы.

**Корка (ритидом)** – третичная покровная ткань, возникающая в результате многократного заложения феллогена и состоящая из нескольких перидерм и отмерших тканей.

**Корпус** (лат. «корпус» – тело) – центральная часть конуса нарастания, клетки которой делятся в различных направлениях.

**Латеральные меристемы** – (лат. «латералис» – боковой) – см. боковые меристемы.

**Меристема** – (греч. «меристес» – делитель) – это образовательная ткань, состоящая из клеток, дающих путем деления новые клетки.

**Механические ткани** – это группы клеток, имеющие толстые клеточные стенки. Обеспечивают прочность органов растения и способность их противостоять нагрузкам на растяжение, сжатие и изгиб.

**Нектарники** – это железки, расположенные обычно внутри цветка, выделяющие сладкую жидкость (нектар), служащую для привлечения опылителей.

**Опорные клетки** – разновидность склерейд. Одиночные, крупные, обычно разветвленные клетки, с утолщенными одревесневающими стенками без живого содержимого. Формируются в листовых пластинках некоторых видов растений.

**Основная ткань** – это совокупность клеток, заполняющих пространство между другими постоянными тканями.

**Первичные меристемы** – образовательные ткани, возникающие из промеристем точек роста.

**Периблема** (греч. «периблема» – покров) – обычно несколько слоев меристематических клеток кончика корня, из которых формируется первичная кора.

**Перидерма** (греч. «пери» – около, вокруг; «дерма» – кожа) – это комплекс тканей, состоящий из феллогена, пробки и феллодермы.

**Перицикл** (греч. «пери» – около, вокруг; «киклос» – круг) – наружный слой (реже несколько слоев) меристематических клеток центрального цилиндра молодого корня и стебля, из которых могут формироваться боковые и придаточные корни, а также другие структуры.

**Плерома** (греч. «плерома» – полнота, заполнение) – внутренний слой первичной ткани кончика корня, из которого формируется центральный цилиндр.

**Перфорация** – это сквозное отверстие в клеточной стенке.

**Поглощающая паренхима** – это паренхима, расположенная во всасывающей зоне корня, функция которой заключается в поглощении водных растворов минеральных веществ из корневых волосков и передаче их к проводящим элементам ксилемы.

**Постоянные ткани** – это ткани, образующиеся из меристем и клетки которых полностью дифференцированы.

**Пробка (феллема)** – наружный слой перидермы. Формируется путем тангентального (параллельно поверхности) деления клеток феллогена. Имеет плотно сомкнутые мертвые клетки с опробковевшими клеточными стенками.

**Проводящие ткани** – совокупность разнообразных клеток прозенхимного типа, выполняющих транспортную функцию.

**Прокамбий** – (греч. «про» – раньше, перед; «камбиум» – обмен) – первичная образовательная ткань, клетки которой делятся во всех направлениях с образованием первичных флоэмы и ксилемы.

**Раневые меристемы** – образуются в местах повреждения тканей и дают начало каллюсу – особой ткани, состоящей из однородных паренхимных клеток, прикрывающих место поранения.

**Ситовидная пластинка** – это стенка клетки ситовидной трубки с множеством перфораций.

**Ситовидные трубки** – это проводящие элементы флоэмы цветковых растений, конечные торцевые стенки которых превращены в ситовидные пластинки с множеством перфораций. Функционируют всего несколько лет, после чего ситечки закупориваются каллозой.

**Склерейды** (греч. «склерос» – твердый, «энхима» – налитое) – механическая ткань, состоящая из паренхимных, чаще мертвых клеток с равномерно утолщенными и одревесневшими клеточными стенками. Различают два типа: каменистые и опорные клетки.

**Склеренхима** (греч. «склерос» – твердый; «энхима» – налитое) – механическая ткань, состоящая из прозенхимных с равномерно утолщенными клеточными стенками. Различают лубяные волокна (с неодревесневшими клеточными стенками) и древесные (с одревесневшими клеточными стенками) волокна.

**Смоляные ходы** – система разветвленных каналов, полость которых выстлана железистыми клетками. Содержат разные смолы и эфирные масла.

**Столбчатая паренхима** – ассимиляционная ткань листа, имеющая удлинённые клетки с большим количеством хлоропластов и небольшие межклетники.

**Тангентальный** – (лат. «тангенс» – касающийся) – расположенный параллельно поверхности осевого органа.

**Ткань** – совокупность клеток однородных по происхождению, строению и выполняемой функции.

**Трахеи или сосуды** – (греч. «трахея» – дыхательное горло) – водопроводящие элементы ксилемы, образующиеся

путем сочленения продольного ряда клеток, поперечные стенки которых перфорированы, т. е. имеют одно или несколько сквозных отверстий.

**Трахейды** (греч. «трахея» – дыхательное горло, «эйдос» – вид) – мертвые одревесневшие и заостренные на концах прозенхимные клетки растений, служащие для проведения воды с растворенными в ней веществами.

**Туника** (лат. «туника» – оболочка) – периферическая часть конуса нарастания; состоит из 1–4 слоев клеток, делящихся в основном перегородками перпендикулярными поверхности (антиклинально).

**Феллема (пробка)** (греч. «феллос» – пробка) – вторичная покровная ткань, состоящая из мертвых опробковевших клеток.

**Феллоген** (греч. «феллос» – пробка, «генос» – рождение), **пробковый камбий** – это вторичная образовательная ткань, откладывающая пробку к периферии органа и феллодерму к центру.

**Феллодерма** (греч. «феллос» – пробка, «дерма» – кожа) – составная часть перидермы. Откладывается внутрь от феллогена и состоит из живых хлорофиллозных клеток.

**Эпibleма** (греч. «эпibleма» – покрывало, покрытие) – первичная покровная ткань, возникающая из дерматогена и характеризующаяся развитием корневых волосков.

**Эпидермис** (греч. – «эпи» – на, «дерма» – кожа) – первичная покровная ткань, почти всегда состоящая из живых, плотно сомкнутых клеток, часть которых дифференцируется в устьица.

### Вопросы для самоконтроля

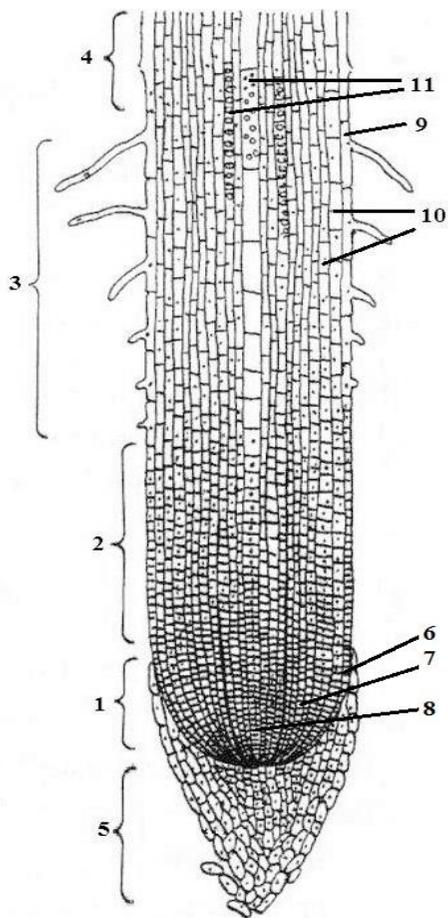
1. Укажите гистологические особенности меристематической ткани.
2. Чем различаются первичная и вторичная меристемы?

3. Почему эпидермис называют первичной покровной тканью?
4. Почему на ветвях деревьев и кустарников эпидермис заменяется перидермой?
5. Как возникает феллоген, какие функции он выполняет?
6. Сравните устьица и чечевички.
7. Почему основные ткани получили такое название?
8. В каких органах растений встречаются различные типы этих тканей?
9. Какие характерные признаки клеток механической ткани?
10. В чем отличие по структуре клеток колленхимы от клеток склеренхимы?
11. Почему колленхима свойственна молодым органам растений?
12. По каким проводящим тканям осуществляется транспорт органических веществ и по каким – минеральных?
13. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
14. Из каких тканей состоит ксилема, а из каких – флоэма?
15. В чем принципиальное отличие открытого проводящего пучка от закрытого?

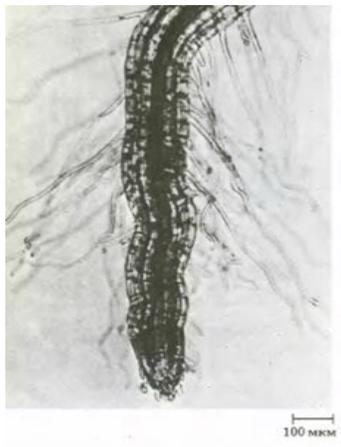
## **Тема 7. Строение кончика корня. Первичное строение корня**

Корень – это осевой орган, нарастающий верхушкой и никогда не образующий листья. Главные функции корня – поглощение воды с растворенными в ней минеральными веществами и проведение их к стеблю.

Рост корня и поглощение из почвы воды с растворенными минеральными веществами осуществляется его окончанием – кончиком корня, который составляет обычно несколько см (рисунок 27). В кончике корня выделяют три зоны: зону деления, зону роста и зону всасывания. Выше зоны всасывания располагается зона проведения. Зона деления – это апикальная часть кончика корня, прикрытая корневым чехликом и состоящая из первичных меристем (дерматоген, периблема и плерома). Их деятельность приводит к образованию первичного строения корня, которое можно наблюдать в зоне всасывания у всех растений (рисунки 28, 29). У однодольных оно сохраняется и в зоне проведения. У двудольных растений в зоне проведения образуется камбий (вторичная образовательная ткань), что обуславливает развитие вторичного строения корня. В зоне всасывания корень покрыт эпиблемой, которая образуется из дерматогена и для которой характерно развитие корневых волосков. Под эпиблемой располагается первичная кора. Она формируется из периллемы и состоит из трех слоев: экзодермы, мезодермы и эндодермы. Экзодерма состоит из плотно сложенных клеток, стенки которых впоследствии опробковывают и надежно защищают ткани корня. Мезодерма представлена поглощающей паренхимой. Для эндодермы характерно наличие пропускных клеток, расположенных напротив лучей ксилемы. Среднюю часть корня занимает центральный цилиндр.



Б



В

Рисунок 27 – Кончик корня:

А – схема; Б – главный корень проростка семени с корневыми волосками (фото); В – кончик корня с корневыми волосками под микроскопом (фото); 1 – зона деления; 2 – зона роста; 3 – зона всасывания; 4 – зона проведения; 5 – корневой чехлик; 6 – дерматоген; 7 – перилема; 8 – плерома; 9 – эпилема с корневыми волосками; 10 – первичная кора; 11 – центральный цилиндр

Центральный цилиндр образуется из плеромы и состоит из перицикла и радиального проводящего пучка. Перицикл является образовательной тканью, из него формируются боковые корни и придаточные почки. У двудольных растений, кроме того, он дает начало камбию и феллогену.

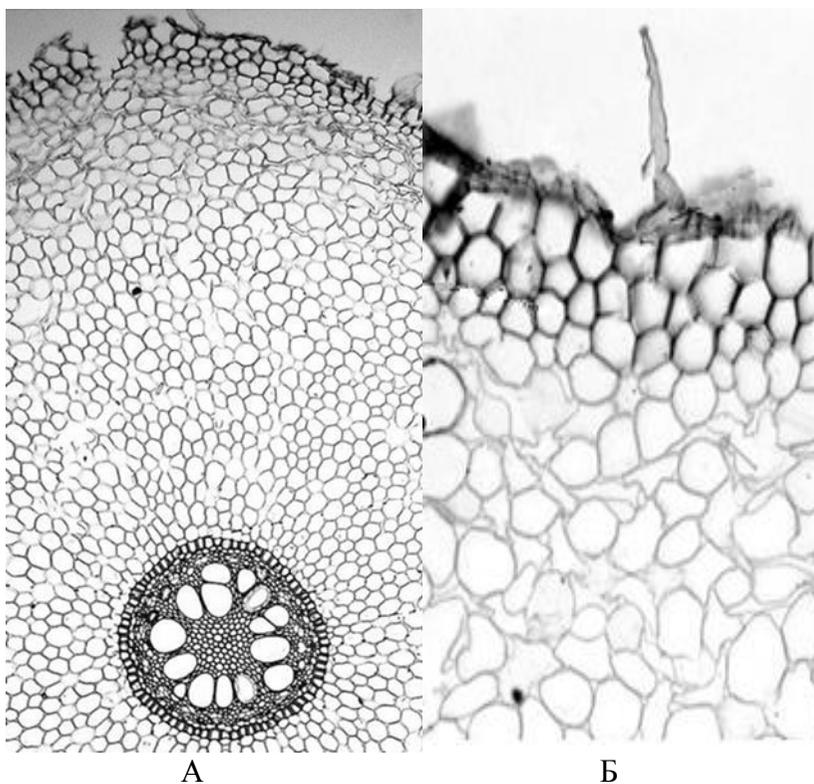


Рисунок 28 – Первичное строение корня в зоне всасывания:

А – корень ириса на поперечном срезе на малом увеличении микроскопа (фото); Б – фрагмент эпibleмы, экзодермы, мезодермы (фото)

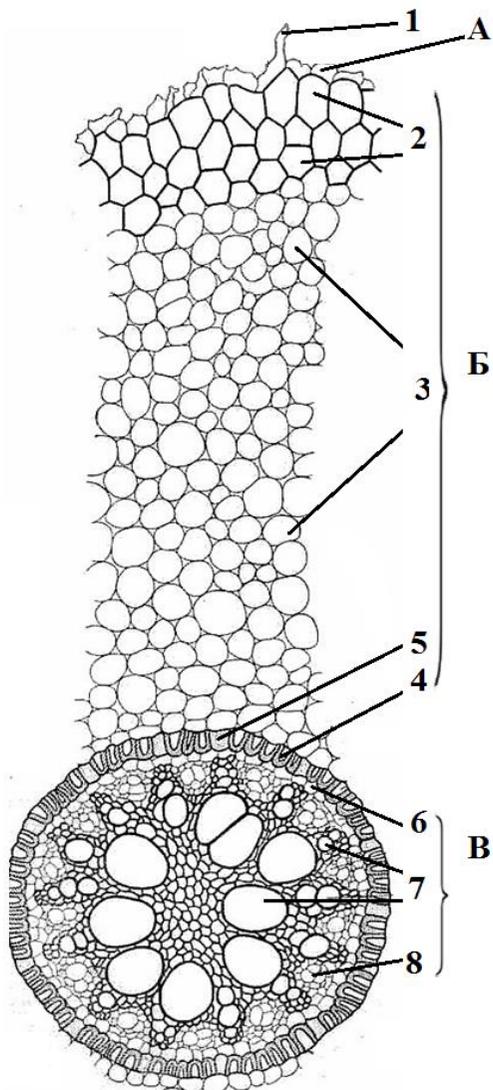


Рисунок 29 – Первичное строение корня в зоне всасывания. Корень ириса на поперечном срезе при большом увеличении микроскопа (схема):

- А – эпibleма; Б – первичная кора; В – центральный цилиндр;  
 1 – корневой волосок; 2 – экзодерма; 3 – мезодерма; 4 – эндодерма;  
 5 – пропускная клетка; 6 – перицикл; 7 – первичная ксилема;  
 8 – первичная флоэма

## Материалы

Микропрепараты: кончик корня пшеницы (*Triticum aestivum*), поперечный срез корня ириса (*Iris germanica*).

### Задание

1. Изучить микропрепарат кончика корня пшеницы при малом увеличении микроскопа. Зарисовать схему строения кончика корня. На рисунке сделать обозначения тканей, зон и частей кончика корня.

2. Изучить микропрепарат корня ириса при малом и при большом увеличении микроскопа. Зарисовать схему строения корня ириса. Обозначить ткани и части.

### Последовательность работы

При малом увеличении микроскопа рассмотреть кончик корня пшеницы. Обратит внимание, что верхушка корня покрыта корневым чехликом, который защищает апикальные меристемы, а наружные клетки чехлика отделяются и ослизняются, что снижает трение его о почву. Обратит внимание также на размеры клеток в зоне деления (клетки очень мелкие), в зоне роста (клетки крупные и вытянутые вдоль оси корня) и в зоне всасывания (у клеток эпibleмы наличие корневых волосков). Зарисовать схему строения кончика корня. На рисунке обозначить ткани, зоны и части кончика корня.

При малом и большом увеличении микроскопа изучить поперечный срез корня ириса. Обратит внимание на особенности строения экзодермы (отсутствуют межклетники), мезодермы (клетки с межклетниками), эндодермы (один слой плотно сложенных клеток, наличие тонкостенных живых клеток – пропускных, расположенных напротив лучей ксилемы). В центральном цилиндре рассмотреть перицикл (один слой мелких живых клеток, расположенных за эндо-

дермой) и радиальный проводящий пучок (количество лучей ксилемы колеблется от 7 до 13). Зарисовать схему строения корня ириса. На рисунке сделать обозначения тканей и частей корня.

## Словарь

**Дерматоген** (греч. «дерма» – кожа, «генос» – рождение) – наружный слой клеток в зоне деления кончика корня, из которого образуется эпиблема.

**Зона всасывания** – это участок кончика корня (чаще 1–4 см), характеризующийся наличием корневых волосков и дифференцированными тканями.

**Зона деления** – это участок кончика корня (около 1 мм длиной), который находится под чехликом и состоит из апикальных меристем.

**Зона роста** – это участок кончика корня (несколько мм), который состоит из растущих клеток.

**Зоны кончика корня** – это разные части корня по длине, выполняющие неодинаковые функции и характеризующиеся определенными морфологическими особенностями.

**Кончик корня** – окончание молодого корня.

**Корень** – это осевой вегетативный орган нарастающий верхушкой и никогда не образующий листья, и не несет расположенных в определенном порядке почек.

**Корневой чехлик** – группа клеток, прикрывающая зону деления кончика корня и постоянно обновляющаяся. Выполняет защитную функцию.

**Мезодерма** (греч. «мезос» средний, «дерма» – кожа) – средний слой первичной коры, представленный паренхимой.

**Первичная кора** – это участок в первичном строении корня, образованный из периллемы и состоящий из экзо-, мезо-, и эндодермы.

**Первичное строение корня** – это структура корня, возникшая в результате дифференциации клеток образованных первичными меристемами – дерматогеном, периблемой и плеромой.

**Периблема** (греч. «периблема» – покров) – это обычно несколько слоев меристематических клеток кончика корня, из которых формируется первичная кора корня.

**Перицикл** (греч. «пери» – около, вокруг; «киклос» – круг) – наружный слой (реже несколько слоев) меристематических клеток центрального цилиндра молодого корня и стебля, из которого могут формироваться боковые и придаточные корни, а также другие ткани и структуры.

**Плерома** (греч. «плерома» – полнота, заполнение) – внутренний слой первичной ткани кончика корня, из которого формируется центральный цилиндр.

**Пояски Каспари** – особые утолщения на радиальных стенках клеток эндодермы, с помощью которых перекрывается передвижение растворов вдоль клеточных стенок.

**Радиальный проводящий пучок** – (лат. «радиус» – луч) – проводящий пучок, состоящий из ксилемы расположенной по радиусам в виде лучей в промежутках которой находятся участки флоэмы. Характерен для корней первичного строения.

**Центральный цилиндр** – это участок в корне, состоящий из проводящего пучка и перицикла.

**Экзодерма** (греч. «экзо» – снаружи, «дерма» – кожа) – наружные слои первичной коры, для которых характерно плотное сложение клеток. У однодольных растений в зоне проведения клеточные стенки экзодермы опробковывают.

**Эндодерма** (греч. «эндон» – внутри, «дерма» – кожа) – внутренний слой первичной коры. Состоит, как правило, из одного слоя клеток, у которых на стенках образуются пояски Каспари. У однодольных напротив лучей ксилемы остаются живые, так называемые, пропускные клетки.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие зоны корня выделяют в его кончике?
2. Какова функция корневого чехлика?
3. Каковы функции корневых волосков?
4. В какой зоне корня можно наблюдать первичное строение и почему его так называют?
5. Какие комплексы тканей можно выделить, рассматривая первичное строение корня?

## **Тема 8. Вторичное строение корня. Строение корнеплодов**

У двудольных растений в зоне проведения первичное строение корня сменяется на вторичное. Изменения связаны с заложением вторичных меристем камбия и феллогена (рисунки 27, 28). Камбий, образовавшийся из паренхимы, расположенной между первичными флоэмой и ксилемой, формирует вторичные элементы флоэмы и ксилемы, а камбий, возникший из перицикла откладывает паренхиму радиальных лучей. Перицикл, кроме камбия, формирует и группу клеток, из которых образуется феллоген. В результате деятельности феллогена появляется пробка и феллодерма. Пробка изолирует первичную кору от проводящих тканей, в результате чего прекращается снабжение клеток первичной коры питательными веществами, кора отмирает и сбрасывается (рисунок 30, В). После вторичных превращений корень в основном выполняет функцию проведения веществ (рисунок 31).

Некоторые корни выполняют особые функции в связи, с чем меняется их строение. Очень широко распространены запасные корни. Если у растения запасным становится главный корень, то формируется корнеплод (редька, морковь, свекла) (рисунок 32). В формировании корнеплода часто принимает участие и стебель. Утолщение корнеплода происходит за счет массы запасной паренхимы. Различия корнеплодов редьки и моркови заключается в соотношении толщины флоэмной и ксилемной частей. У редьки запасная паренхима развивается в основном в ксилеме, в результате чего ксилема сильно разрастается (рисунок 32, А). У моркови запасная паренхима развивается во флоэме, и поэтому сильно разрастается флоэма (рисунок 32, Б). У свеклы переход к вторичному строению идет обычным путем, однако, камбий работает не долго, а утолщение корня происходит за счет возникновения в перициклической зоне, добавочных колец камбия, которые формируют широкое кольцо запасной паренхимы, пронизанной проводя-

щими пучками (рисунок 32, В). Поэтому говорят, что у корнеплода свеклы третичное строение. Все корнеплоды, как и обычный корень вторичного строения, снаружи покрыты пробкой, возникшей из вторичной образовательной ткани – феллогена.

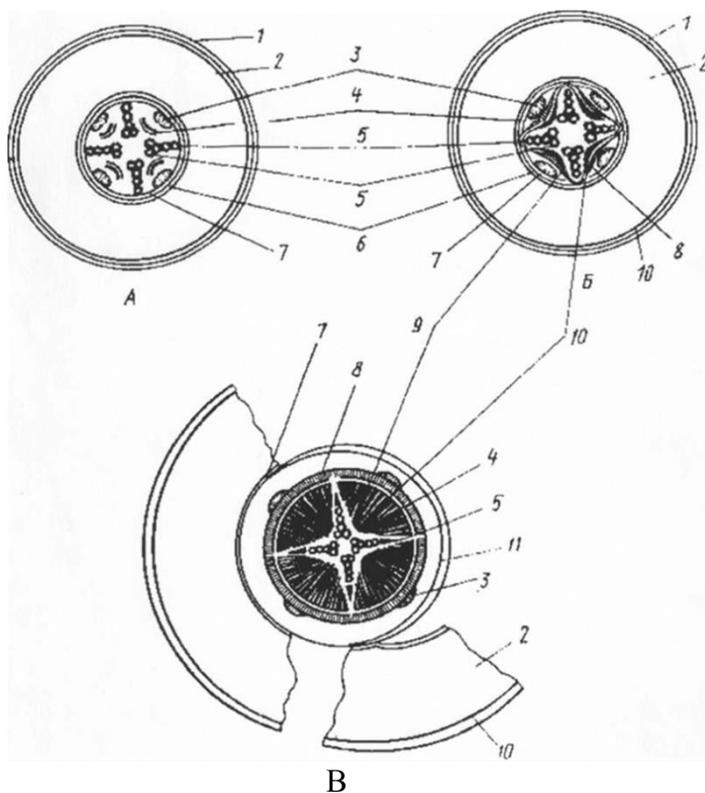


Рисунок 30 – Поперечные срезы, показывающие последовательные стадии вторичного роста в корне двудольных растений (А – В):

- 1 – эпibleма; 2 – первичная кора (на В – слущивается);
- 3 – первичная флоэма; 4 – камбий; 5 – первичная ксилема;
- 6 – эндодерма; 7 – перицикл; 8 – вторичная флоэма;
- 9 – вторичная ксилема; 10 – экзодерма; 11 – перидерма

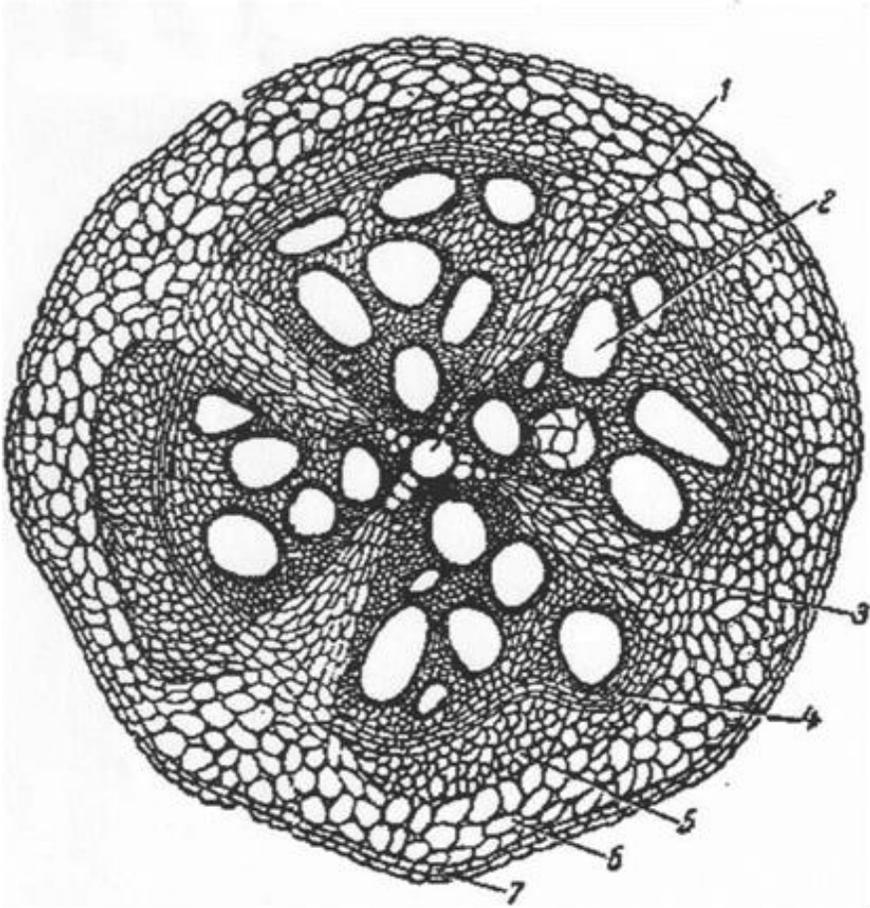


Рисунок 31 – Поперечный срез корня двудольного растения тыквы после вторичных изменений:

- 1 – сосуд первичной ксилемы; 2 – сосуд вторичной ксилемы;  
3 – радиальный луч; 4 – камбий; 5 – вторичная флоэма; 6 – паренхима вторичной коры; 7 – пробка

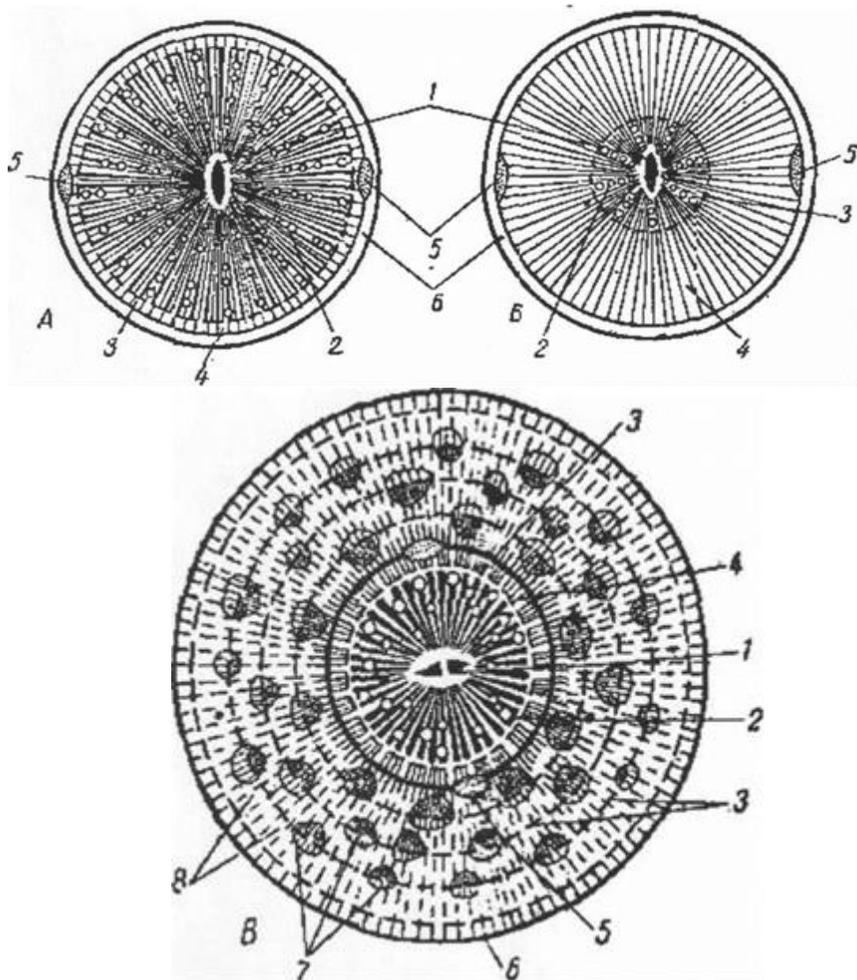


Рисунок 32 – Схемы строения корнеплодов:

А – редьки; Б – моркови; В – свёклы; 1 – первичная ксилема;  
 2 – вторичная ксилема; 3 – камбий; 4 – вторичная флоэма;  
 5 – первичная флоэма; 6 – перидерма; 7 – проводящие пучки;  
 8 – запасающая паренхима

## Материалы

Микропрепараты: поперечные разрезы корня тыквы (*Cucurbita pepo*); корнеплодов – редьки (*Raphanus sativus*), моркови (*Daucus sativus*) и свеклы (*Beta vulgaris*).

## Задание

Изучить микропрепарат корня тыквы и зарисовать схему его строения. На рисунке сделать обозначения тканей и частей.

Изучить микропрепараты корнеплодов редьки, моркови и свеклы и зарисовать схемы их строений. На рисунках сделать обозначения тканей и частей.

## Последовательность работы

При малом увеличении микроскопа изучить поперечный срез корня тыквы. Обратит внимание на то, что у корня тыквы в зоне проведения четыре коллатеральных открытых проводящих пучка и что корень покрыт пробкой. Зарисовать схему строения корня. На рисунке обозначить пробку, первичные и вторичные флоэму и ксилему, камбий и радиальные лучи.

При малом увеличении микроскопа изучить поперечные разрезы корнеплодов редьки, моркови и свеклы. Обратит внимание на соотношение между флоэмой и ксилемой у редьки и моркови, на наличие нескольких камбиальных колец и большого количества запасящей паренхимы и проводящих пучков свеклы. Зарисовать схемы строения корнеплодов. На рисунках редьки и моркови обозначить пробку, камбий, первичные и вторичные флоэму и ксилему. На рисунке корнеплода свеклы обозначить пробку, камбий, первичные и вторичные флоэму и ксилему, добавочные кольца камбия и запасящую паренхиму коры.

## Словарь

**Вторичное строение корня** – это структура корня, которая сформировалась в результате деятельности вторичных меристем камбия и феллогена.

**Гипокотиль** (греч. «гипо» – под, «котиледон» – чаша) или подсемядольное колено – это участок стебля между корневой шейкой и местом прикрепления семядолей.

**Корнеплод** – это осевая ортотропная структура, состоящая из клубня, образованного утолщенным гипокотилем (шейки), базальной частью главного корня (собственно корнем) и вегетативной частью главного побега (головкой), представленной прикорневой розеткой листьев.

**Ортотропный орган** (греч. «ортос» – прямой, «тропос» – поворот) – это орган растения, расположенный вертикально; имеет, как правило, радиально-симметричное строение.

**Радиальный луч** – совокупность клеток паренхимы, образованная камбием перициклического происхождения и составляющая довольно широкие тяжи во вторичном строении корня. Обеспечивает проведение веществ в радиальном направлении.

### Вопросы для самоконтроля

1. Корни каких растений имеют только первичное строение, а каких – переходят во вторичное?
2. С чем связан переход корня от первичного строения к вторичному?
3. Какие ткани дифференцируются из камбия на всем его протяжении?
4. Что происходит с первичной корой при переходе корня ко вторичному строению?
5. Из каких комплексов тканей состоит корень при вторичном строении?

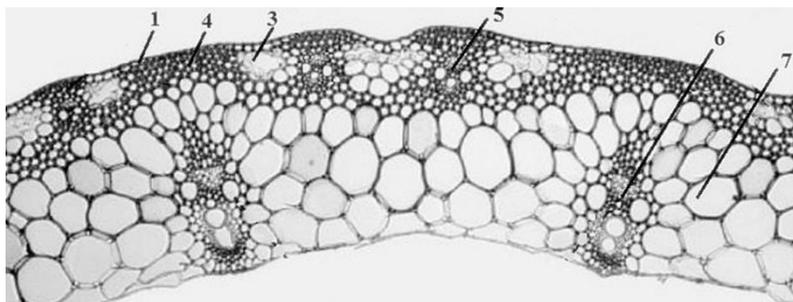
## Тема 9. Анатомия стебля травянистых растений

Стебель – вегетативный осевой орган растения, который обладает верхушечным и интеркалярным ростом и имеет радиальную симметрию. Он морфологически и физиологически связывает основные органы питания растения – корень и лист. На нем образуются листья, почки, цветки и плоды.

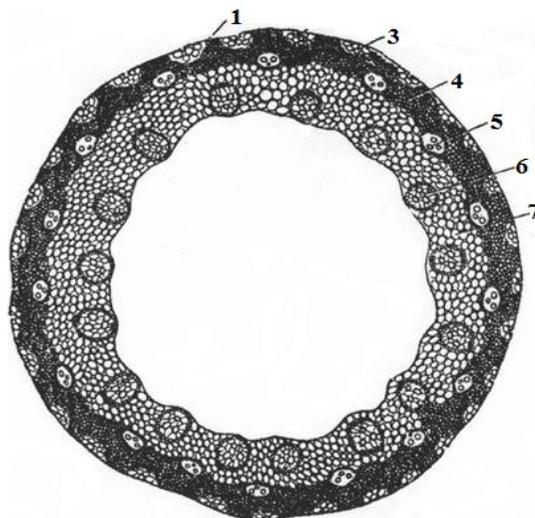
На начальных этапах развития у стебля формируется первичное строение, так как все структуры образуются из первичных меристем. У однодольных растений оно сохраняется до конца жизни растения, а у двудольных в первичном строении происходят изменения: из прокамбия возникает камбий (вторичная меристема), который образует вторичные ксилему и флоэму и в итоге формируется так называемое вторичное строение.

При рассмотрении анатомического строения стебля можно выделить три анатомо-морфологические зоны: покровную ткань, первичную кору и центральный цилиндр. Изучая детальное анатомическое строение у стебля однодольных травянистых растений (рисунки 33, 34), можно заметить, что проводящие пучки не имеют камбия (коллатеральные закрытые) и расположены без видимого порядка; первичная кора отсутствует, либо слабо развита (представлена одной или двумя тканями) и только некоторые растения имеют кору, состоящую из трех тканей – колленхимы, коровой паренхимы и эндодермы. Двудольные травянистые растения характеризуются тем, что под эпидермисом располагается хорошо развитая первичная кора, представленная тремя тканями: колленхимой, коровой паренхимой и эндодермой. В центральном цилиндре при пучковом строении проводящие пучки коллатеральные открытые и расположены по кольцу примерно на одинаковом расстоянии от поверхности стебля (рисунок 35). При непучковом строении

флоэма и ксилема располагается сплошными кольцами, между которыми находится камбий.



А



Б

Рисунок 33 – Поперечный разрез соломины ржи:

А – часть стебля на поперечном разрезе (фото);

Б – стебель на поперечном разрезе (схема);

1 – эпидермис; 3 – участки хлорофиллоносной паренхимы;

4 – механическая ткань (склеренхима);

5, 6 – сосудисто-волокнистые пучки; 7 – основная ткань

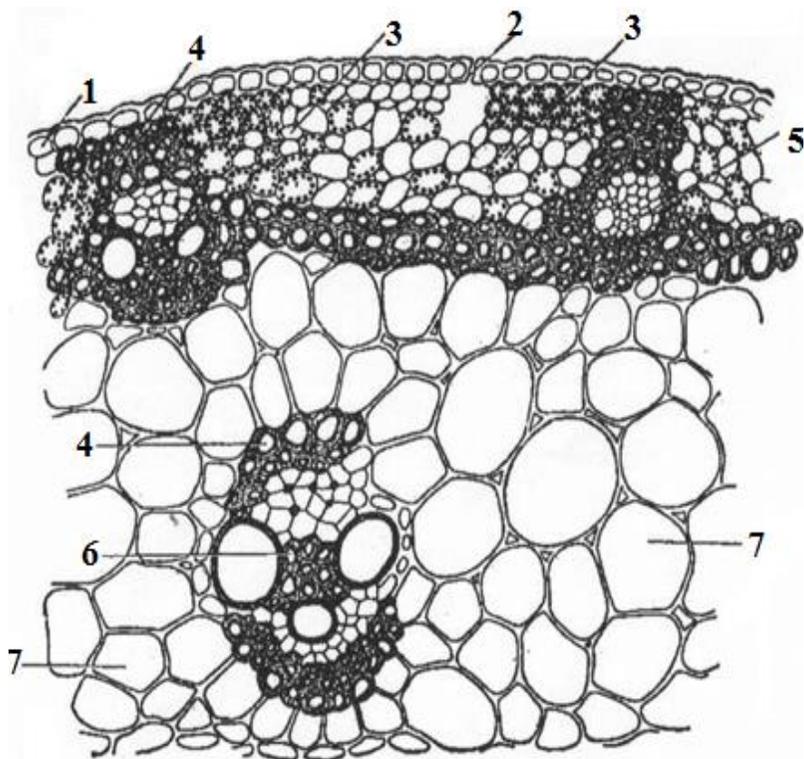


Рисунок 34 – Поперечный разрез соломины ржи.

Часть стебля при большом увеличении:

- 1 – эпидермис; 2 – устьице; 3 – участки хлорофиллоносной паренхимы; 4 – механическая ткань (склеренхима);
- 5, 6 – сосудисто-волокнистые пучки; 7 – основная ткань

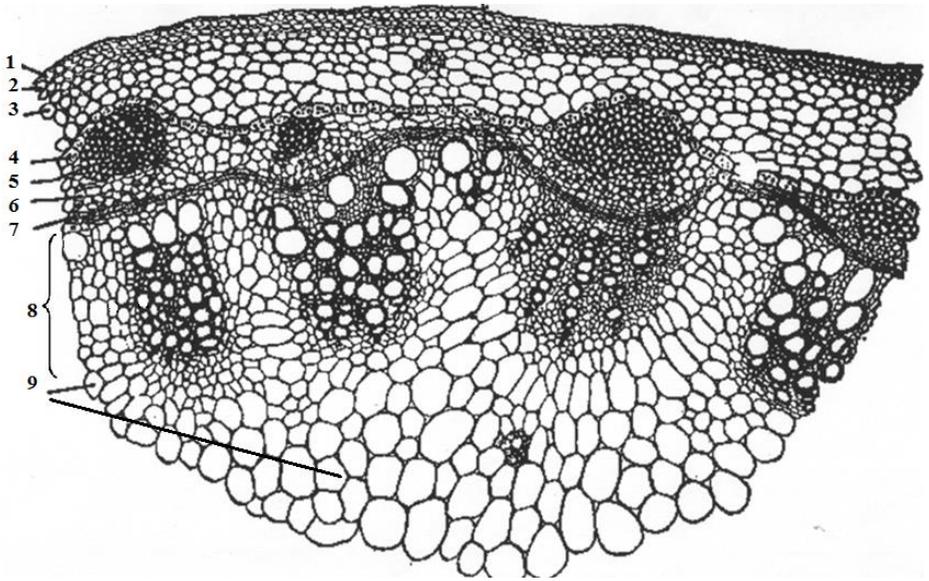


Рисунок 31 – Строение стебля подсолнечника:

- 1 – эпидермис; 2 – колленхима; 3 – основная паренхима;  
 4 – крахмалоносный слой (эндодерма); 5 – склеренхима; 6 – флоэма;  
 7 – камбий; 8 – ксилема; 9 – основная паренхима

## Материалы

Отрезки стеблей кукурузы (*Zea mays*), ржи (*Secale cereale*) и подсолнечника (*Helianthus annuus*). Препараты поперечного среза стеблей кукурузы, ржи и подсолнечника.

## Задание

1. Изучить морфологическое строение отрезков стеблей кукурузы, ржи и подсолнечника.
2. Изучить анатомическое строение стебля ржи. Зарисовать схему его строения. На рисунке сделать обозначения.
3. Изучить анатомическое строение стебля подсолнеч-

ника и зарисовать схему строения. На рисунке сделать обозначения тканей и частей.

### Последовательность работы

Рассмотреть невооруженным глазом или в лупу отрезки стебля кукурузы, ржи и подсолнечника. Отметить разбросанность проводящих пучков стебля кукурузы и расположение их по периферии (по кольцу) у стебля подсолнечника.

Под микроскопом при малом, а затем при большом увеличении изучить строение стебля кукурузы и ржи. Обратит внимание на особенность строения клеток, последовательность расположения тканей, локализацию и тип проводящих пучков. Зарисовать схему строения стебля. На рисунке сделать обозначения тканей и частей.

Под микроскопом при малом, а затем при большом увеличении изучить строение стебля подсолнечника. Обратит внимание на особенность строения клеток, последовательность расположения тканей, локализацию и тип проводящих пучков. Зарисовать схему строения стебля. На рисунке сделать обозначения тканей и частей.

### Словарь

**Двудольные** – это класс отдела Покрытосеменные. Характеризуются следующими основными признаками: зародыш семени с двумя семядолями, листья простые и сложные с перистым и пальчатым жилкованием, корневая система стержневая, цветок, главным образом, пяти-, реже четырехмерный.

**Коллатеральный пучок** (лат. «кон» – вместе, «латералис» – боковой) – бокобочный пучок – проводящий пучок, в котором флоэма и ксилема примыкают друг к другу при этом флоэма расположена ближе к периферии. Коллатеральные пучки не имеющие камбия называются закрытыми, а имеющие камбий – открытыми.

**Кора** – периферическая часть стебля или корня, окру-

жающая центральный цилиндр. Выделяют первичную кору (образуется из первичных меристем и, как правило, состоит из трех тканей – колленхимы, коровой паренхимы и эндодермы) и вторичную кору (образуется из вторичной боковой образовательной ткани феллогена и состоит из пробки, феллогена и феллодермы).

**Однодольные** – это класс отдела Покрытосеменные. Характеризуются следующими основными признаками: зародыш семени с одной семядолей, листья всегда простые с дуговым или параллельным жилкованием, корневая система мочковатая, цветок трехмерный.

**Сердцевина** – центральная часть стебля растений, представленная паренхимой.

**Стебель** – вегетативный осевой орган растения, состоящий из узлов и междоузлий и растущий за счет как верхушечной, так и вставочной меристем. Наряду с листом, он является основной структурной частью побега.

**Центральный цилиндр, стела** (греч. «стеле» – колонна, столб) – область осевых органов, включающая систему проводящих и основных тканей. От коры отграничен перикциклом или тканями периклического происхождения.

### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности анатомического строения стебля однодольных растений?
2. Каково отличие по строению стебля однодольных от стебля травянистых двудольных?
3. Как расположены проводящие пучки в стебле однодольных и двудольных растений?
4. Чем обусловлено образование непучкового, переходного и пучкового типов вторичного строения стебля?
5. По каким признакам микроскопической структуры можно отличить стебель от корня?

## **Тема 10. Анатомическое строение стебля древесного растения**

В первый год жизни стебель древесных растений по строению не отличается от стебля двудольных травянистых растений. Но, если у травянистых растений все клетки камбия к осени превращаются в клетки постоянных тканей, то в стеблях древесных камбий функционирует в течение всей жизни, что приводит к мощному развитию древесины, а не равномерность его работы – к развитию годичных колец (рисунки 36 – 38). Весной, с началом сокодвижения, в период распускания листьев, клетки камбия активно делятся и откладывают крупные широкопросветные и тонкостенные сосуды и клетки паренхимы. С приближением осени, когда деятельность камбия ослабевает, возникают узкопросветные сосуды, трахеиды и древесные волокна. Отличия весенней и осенней древесины создают границу между кольцами.

Массовый транспорт веществ в стволе идет по молодым слоям луба (ситовидные трубки, как правило, функционируют один или два года) и древесины (трахеи и трахеиды работают несколько лет). Старые участки древесины пропитываются таннидами, смолами и другими веществами, приобретая характерную для данной породы окраску, а сосуды закупориваются тиллами, в результате чего становятся нефункционирующими. Эту часть древесины называют ядровой древесиной (рисунок 37). Молодые слои древесины физиологически активны и носят название заболони. Она имеет более светлую окраску, а также меньшую прочность и устойчивость к поражению грибами и насекомыми. Кроме этих особенностей, в стеблях древесных растений из клеток первичной коры образуется вторичная меристема – феллоген, что приводит к формированию перидермы. У некоторых растений с возрастом на смену перидерме приходит корка. Корка образуется в результате активности нескольких последовательно закладывающихся участков феллогена

и представляет собой совокупность нескольких перидерм и отмерших тканей, расположенных в зоне этих перидерм.

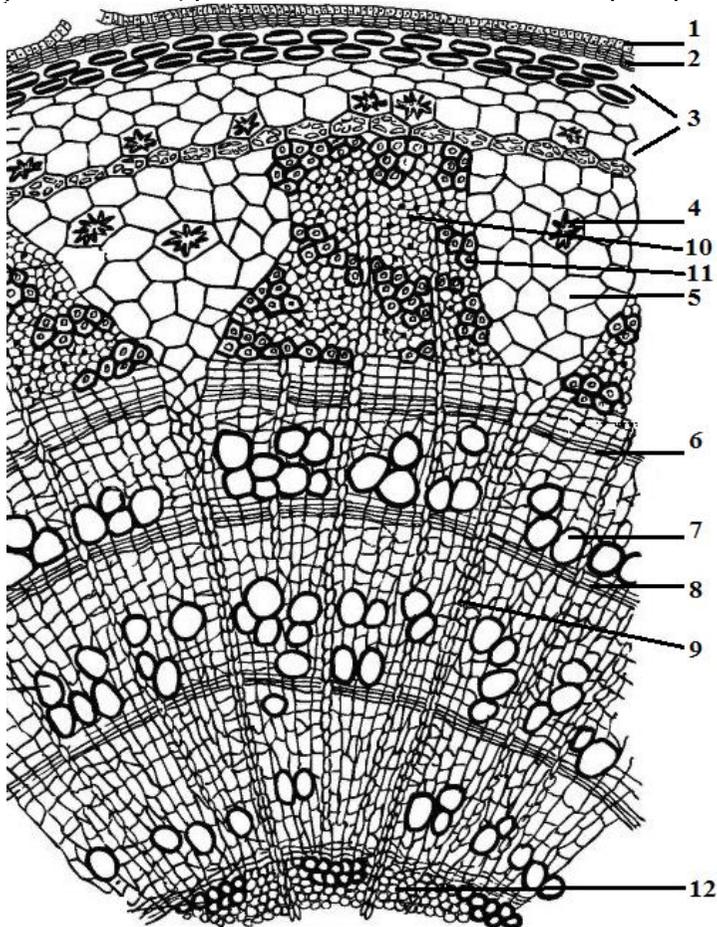


Рисунок 36 – Часть поперечного разреза трехлетней ветви липы:

- 1 – эпидерма (сбрасывающаяся); 2 – перидерма; 3 – первичная кора; 4 – клетка с друзами щавелевокислого кальция;
- 5 – расширенная часть первичного сердцевинного луча;
- 6 – камбий; 7 – полость сосуда; 8 – граница между двумя годовыми кольцами прироста древесины; 9 – сердцевинный луч; 10 – ситовидные трубки с клетками спутницами (мягкий луб); 11 – лубяные волокна (твердый луб); 12 – сердцевина

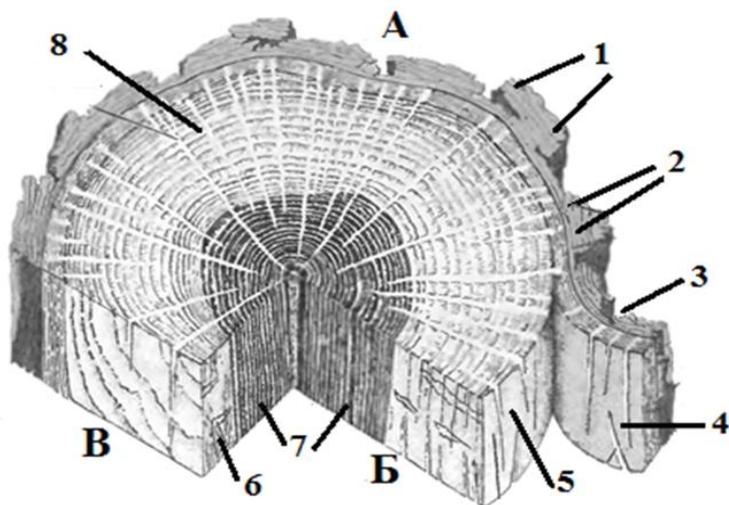


Рисунок 37 – Макроскопическое строение отпила ствола дерева:

А – поперечный срез; Б – продольный радиальный срез;  
 В – продольный тангентальный срез; 1 – слои пробки;  
 2 – отмершие ткани коры; 3 – трещины; 4 – кора;  
 5 – камбий; 6, 7 – древесина, (8 – заболонь, 7 – ядровая древесина);  
 8 – сердцевинный луч

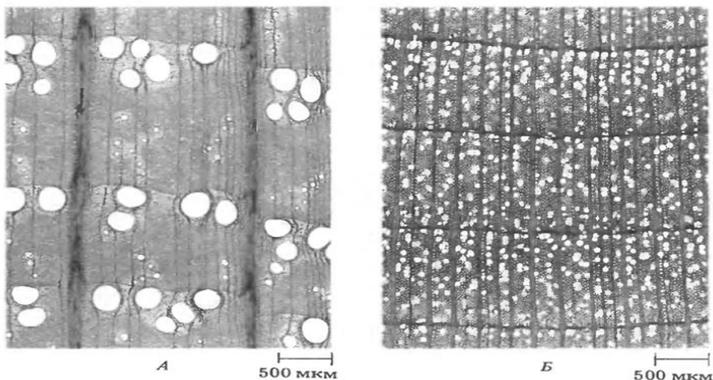


Рисунок 38 – Поперечные срезы древесины с годичными кольцами (фото):

А – дуб красный; Б – тюльпанное дерево

## Материалы

Стебель липы (*Tilia cordata*) на поперечном разрезе. Отпил ствола дуба (*Quercus robur*).

### Задание

1. Изучить микропрепарат стебля липы при малом и большом увеличении микроскопа. Зарисовать схему строения стебля и сделать обозначения тканей и частей.

2. Изучить макроскопическое строение отпила ствола дуба. Зарисовать общий вид и сделать обозначения тканей и частей.

### Последовательность работы

На готовом микропрепарате стебля липы изучить анатомическое строение. Обратит внимание на развитую перидерму, остатки первичной коры, состав флоэмы (твердый и мягкий луб). Рассмотреть камбий и сердцевидные лучи, а в годичном кольце весеннюю и осеннюю ксилему.

Зарисовать схему строения стебля и обозначить части и ткани.

Рассмотреть отпил ствола дуба. Выделить корку, флоэму, ксилему и местонахождение камбия. В ксилеме обратит внимание на годичные кольца, сердцевинные лучи, ядро и заболонь. Зарисовать внешний вид отпила ствола дуба. На рисунке обозначить корку, флоэму, камбий, ксилему, заболонь, ядро, сердцевину, первичные и вторичные сердцевидные лучи.

### Словарь

**Вторичный сердцевинный луч** – радиальный тяж клеток паренхимы в стебле, который имеет начало в древесине и, как и первичный, тянется до первичной коры.

**Годичное кольцо** – прирост ксилемы за один год у

древесных растений. Представлено весенним и летне-осенним кольцом. Весенняя ксилема (древесина) отличается более высоким содержанием крупно просветных элементов.

**Древесные растения** – это растения, имеющие многолетние надземные побеги с почками возобновления.

**Заболонь** – наружный слой ксилемы многолетнего ствола, имеющий функционирующие проводящие элементы.

**Корка (ритидом)** (англ. rhytidome – наружная кора) – третичная покровная ткань, возникающая в результате многократного заложения феллогена и состоящая из нескольких перидерм и отмерших тканей между ними.

**Лубяные волокна** – это склеренхима, расположенная в лубе (флоэме), клеточные стенки которой не одревесневают.

**Мягкий луб** – это часть флоэмы, состоящая из ситовидных трубок с клетками спутницами и флоэмной паренхимы.

**Первичный сердцевинный луч** – радиальный тяж клеток паренхимы, тянущийся от сердцевины до первичной коры.

**Серцевинный луч** – это радиальный тяж паренхимы, связывающий центральную и периферическую части стебля. Различают первичные и вторичные сердцевинные лучи.

**Твердый луб** – часть флоэмы, представленная лубяными волокнами.

**Тиллы** (греч. «тилос» – вздутие, опухоль) – это пузырьвидные образования, возникающие в результате врастания клеток древесной паренхимы в старые сосуды и заполняющие их полости.

**Ядровая древесина** – центральная часть ксилемы многолетнего ствола древесного растения, содержащая нефункционирующие проводящие элементы. У многих пород имеет темную окраску вследствие насыщения клеток смолами, дубильными и др. веществами.

## Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие деревянистого стебля от травянистого?
2. Какой тип строения имеют стебли древесных растений?
3. С чем связано образование годичных колец древесины и от чего зависит их толщина?
4. Что такое заболонь?
5. Что такое ядровая древесина?

## Тема 11. Анатомическое строение листа

Лист образуется из первичного бугорка почки у основания конуса нарастания стебля. Представляет собой боковую, структурную часть побега и выполняет три главные функции: фотосинтез, газообмен и транспирацию.

Лист, как правило, имеет плоскую форму. Важнейшей частью листовой пластинки является мезофилл, в клетках которого происходит фотосинтез. Остальные ткани обеспечивают нормальную работу мезофилла. Он представлен хлорофиллоносной паренхимой и располагается между верхним и нижним эпидермисом. У двудольных растений мезофилл дифференцирован на палисадную (столбчатую) и губчатую ткани (рисунок 39). Клетки палисадной паренхимы вытянутые и содержат примерно  $\frac{3}{4}$ – $\frac{4}{5}$  всех хлоропластов листа, поэтому здесь осуществляется главная работа по фотосинтезу. Клетки губчатой ткани более или менее изодиаметричны (округлые) и, как правило, располагаются очень рыхло, поэтому в ней легко осуществляется газообмен и транспирация. У большинства однодольных растений мезофилл представлен паренхимными клетками (рисунок 40).

Снаружи лист покрыт эпидермисом, клетки которого плотно прилегают друг к другу и кутиinizированы. Среди клеток эпидермиса для сообщения внутренних структур листа с внешней средой располагаются устьица. Они состоят часто из двух замыкающих клеток и устьичной щели (своеобразного межклетника) между ними. С помощью устьиц происходит регулирование интенсивности транспирации и газообмена. У двудольных растений устьица в основном располагаются на нижнем эпидермисе, а у однодольных они расположены на обеих сторонах листа более или менее равномерно.

Проводящие ткани в листе обычно образуют коллатеральные замкнутые проводящие пучки, которые располага-

ются в жилках листа. Кроме проводящих пучков в жилках листа присутствуют механические ткани склеренхима и колленхима. Иногда механические ткани лежат и среди клеток мезофилла в виде идиобластов.

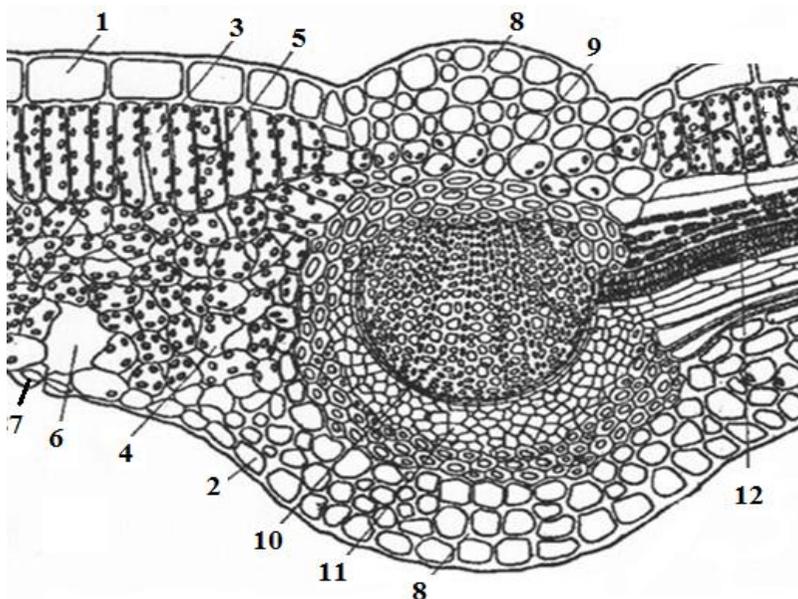
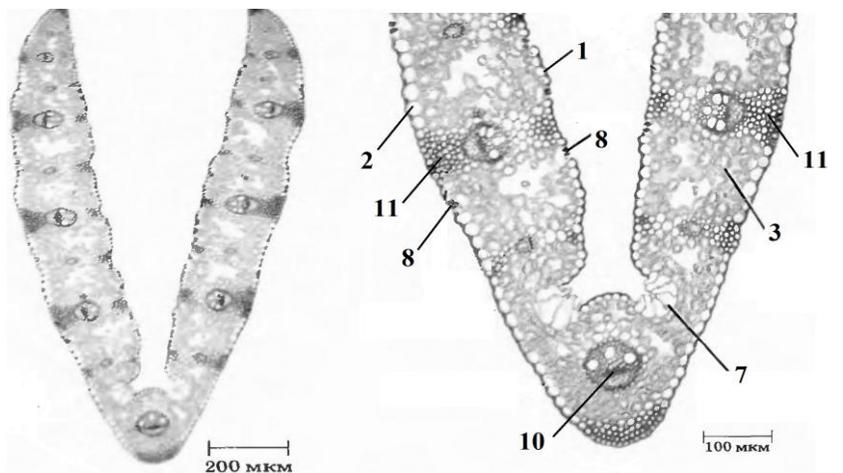


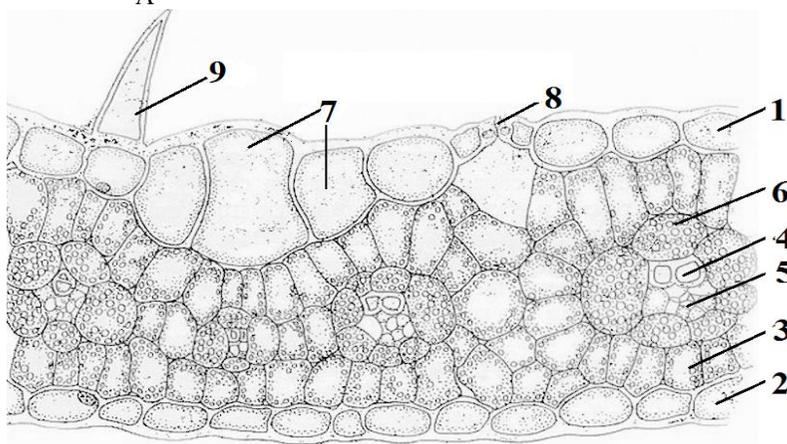
Рисунок 39 – Поперечный разрез листа двудольного растения (схема):

- 1 – верхний эпидермис; 2 – нижний эпидермис; 3 – столбчатая ткань;
- 4 – губчатая ткань; 5 – хлоропласты в клетках; 6 – воздухоносная полость; 7 – устьице; 8 – механическая ткань колленхима;
- 9 – механическая ткань склеренхима; 10 – древесина пучка (ксилема);
- 11 – лубяная часть пучка (флоэма); 12 – водопрводящие сосуды, отходящие от главной жилки



А

Б



В

Рисунок 40 – Лист однодольного растения:

- А – поперечный разрез (фото), Б – фрагмент того же разреза,  
 В – фрагмент поперечного разреза, (схема);  
 1 – верхний эпидермис; 2 – нижний эпидермис; 3 – клетки хлоренхимы  
 листа; 4 – сосуд ксилемы; 5 – луб (флоэма); 6 – клетки обкладки  
 проводящего пучка; 7 – двигательные (моторные) клетки верхнего  
 эпидермиса; 8 – устьице; 9 – волосок; 10 – проводящий пучок;  
 11 – склеренхима

## Материалы

Микропрепараты: лист камелии (*Camellia japonica*) на поперечном разрезе, лист ежи сборной (*Dactyls glomerata*) на поперечном разрезе.

## Задание

1. Изучить анатомическое строение листа камелии. Зарисовать его строение. На рисунке сделать обозначения.
2. Изучить анатомическое строение листа ежи сборной. Зарисовать его строение. На рисунке сделать обозначения.

## Последовательность работы

На готовом препарате при малом, а затем при большом увеличении микроскопа изучить анатомическое строение листа камелии и зарисовать его. На рисунке сделать обозначения тканей и частей.

На готовом препарате при малом, а затем при большом увеличении микроскопа изучить анатомическое строение листа ежи сборной. Обратит внимание на то, что среди клеток верхнего эпидермиса располагаются группы крупных клеток – моторные (двигательные) клетки, что количество устьиц на верхнем и нижнем эпидермисе примерно одинаковое, что мезофилл состоит из однородных клеток и, что в жилках листа из механических тканей присутствует только склеренхима. Зарисовать строения листа. На рисунке сделать обозначения тканей и частей листа.

## Словарь

**Газообмен** – обмен газов между внешней средой и внутренней системой межклетников, пронизывающих тело растения.

**Губчатая паренхима** – ассимиляционная ткань, состоящая из рыхло расположенных паренхимных клеток.

**Жилка листа** – структура листа, состоящая из проводящих пучков и окружающих их тканей.

**Мезофилл** (греч. «мезос» – средний, филлон – лист) – ассимиляционная ткань листа, расположенная между верхним и нижним эпидермисом.

**Палисадная (столбчатая) паренхима** – ассимиляционная ткань, имеющая вытянутые клетки, ориентированные длинной стороной перпендикулярно поверхности листа.

**Транспирация** (лат. «транс» – через, «спиро» – вдыхать, извергать) – физиологический процесс выделения растением воды в парообразном состоянии.

**Устьице** – эпидермальное образование, состоящее из двух замыкающих клеток и щелевидного отверстия между ними. Величина устьичной щели зависит от тургорного состояния замыкающих клеток. Функция устьица: регулирование газообмена и транспирации. При повышении тургора в замыкающих клетках устьичная щель увеличивается; при падении тургора она закрывается.

**Фотосинтез** (греч. «фотос» – свет + «синтез») – это процесс образования органических веществ из неорганических (углекислый газ, вода) зелеными растениями при участии световой энергии, поглощаемой хлорофиллом.

**Хлоренхима** (греч. «хлорос» – зеленый, «энхима» – налитое) – ткань, клетки которой содержат хлоропласты. В листе ее называют мезофиллом.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. В чем заключается отличие в анатомическом строении листьев двудольных и однодольных растений?
2. В чем различие между столбчатой и губчатой паренхимами листа двудольных растений?
3. Где располагаются устьица у листьев двудольных и однодольных растений?
4. Каково строение проводящих пучков листа?
5. Какие признаки листа свидетельствуют о ксерофитности растений?

## Список литературы

1. Атлас основных видов сорных растений России. – М.: КолосС, 2009. – 192 с.
2. Александров В. Г. Анатомия растений / В. Г. Александров. – М. : Высш. шк., 1966. – 432 с.
3. Андреева И. И. Ботаника / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – М.: Колос, 1994. – 527 с.
4. Атабекова А. И. Цитология растений / А. И. Атабекова, Е. И. Устинова. – М. : Колос, 1980. – 327 с.
5. Богданова Т. Л. Общая биология в терминах и понятиях / Т. Л. Богданова. – М. : Высш. шк., 1988. – 128 с.
6. Ботаника: морфология и анатомия растений / А. Е. Васильев [и др.]. – М. : Просвещение, 1988. – 480 с.
7. Ботанико-фармакогностический словарь / под ред. К. Ф. Блиновой и Г. П. Яковлева. – М. : Высш. шк., 1990. – 272 с.
8. Быков Б. А. Геоботанический словарь / Б. А. Быков. – Алма-Ата : Наука, 1973. – 216 с.
9. Викторов Д. П. Краткий словарь ботанических терминов / Д. П. Викторов. – Л. : Наука, 1964. – 178 с.
10. Воронин Н. С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений / Н. С. Воронин. – М. : Просвещение, 1981. – 160 с.
11. Демина М. И. Ботаника (органогрфия и размножение растений) [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. И. Демина, А. В. Соловьев, Н. В. Четкина – Электрон. текстовые данные. – М. : Российский государственный аграрный заочный университет, 2011. – 139 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20655>. – ЭБС «IPRbooks».
12. Демина М. И. Ботаника (цитология, гистология) [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. И. Демина, А. В. Соловьев, Н. В. Четкина. – Электрон. текстовые данные. – М. : Российский государственный аграрный

заочный университет, 2010. – 120 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20656>. – ЭБС «IPRbooks».

13. Жизнь растений. В 6 т. – М. : Просвещение, 1974 – 1982.

14. Жмылев П. Ю. Основные термины и понятия современной биоморфологии растений / П. Ю. Жмылев, Ю. Е. Алексеев, Е. А. Карпухина. – М. : Изд-во Московского университета, 1993. – 149 с.

15. Жмылев П. Ю. Биоморфология растений: иллюстрированный словарь / П. Ю. Жмылев, Ю. Е. Алексеев, Е. А. Карпухина, С. А. Баландин. – М. : МГУ, 2005. – 256 с.

16. Москвитин С. А. Клетка. Ткани. Анатомия вегетативных органов : метод. указания к лаб.-практ. занятиям для студентов биологических специальностей) / С. А. Москвитин. – Краснодар : Изд-во КубГАУ, 2001 – 62 с.

17. Павлова М. Е. Ботаника [Электронный ресурс]: конспект лекций : учеб. пособие / М. Е. Павлова. – Электрон. текстовые данные. – М. : Российский университет дружбы народов, 2013. – 256 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22163>. – ЭБС «IPRbooks».

18. Рейвн П. Современная ботаника. В 2 т. / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. – М. : Мир, 1990.

19. Ригер Р. Генетический и цитогенетический словарь / Р. Ригер, А. Михаэлис. – М. : Колос, 1967. – 608 с.

20. Словарь ботанических терминов / под общ. ред. И. А. Дудки. – Киев : Наукова думка, 1984. – 308 с.

21. Словарь иностранных слов. – М. : Русский язык, 1987. – 624 с.

22. Сугрובה Н. Ю. Тетрадь для практических работ по ботанике с основами экологии растений [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / Н. Ю. Сугрובה. – Электрон. текстовые данные. – Соликамск : Соликамский государственный педагогический институт, 2012. – 104 с. –

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47907>. – ЭБС «IPRbooks».

23. Чухлебова Н. С. Ботаника (цитология, гистология, анатомия) : учеб. пособие / Н. С. Чухлебова, Л. М. Бугинова, Н. В. Ледовская. – Ставрополь : Агрус, 2007. – 148 с.

24. Эверт Рей. Ф. Анатомия растений Эзау. Меристемы, клетки и ткани растений [Электронный ресурс]: строение, функции и развитие / Ф. Эверт Рей. – Электрон. текстовые данные. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 601 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/42293>. – ЭБС «IPRbooks».

25. Яковлев Г. П. Ботаника / Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитко, В. И. Дорофеев. – Изд-во : СпецЛит, 2008. – 687 с.

## Заключение

Ботаника является основной биологической дисциплиной, изучение которой необходимо для освоения таких предметов биологического направления, как физиология растений, агроэкология, земледелие, растениеводство, а также ботанических дисциплин вариативной части основной образовательной программы 35.03.04 «Агрономия» (программа академического бакалавриата). Тщательная проработка таких вопросов, как клетка, ткани, анатомия вегетативных органов высших растений позволит обучающимся качественно подготовиться к изучению вопросов, связанных с культивированием зерновых, кормовых, технических и эфиромасличных культур.

Современная ботаника для изучения растительного мира использует описательные и экспериментальные методы. Для освоения такого технического устройства, как микроскоп, в учебном пособии приводится его характеристика и особенности работы.

Приведенные в пособии схемы, рисунки и фотографии препаратов дают возможность обучающимся наглядно представить отдельные структуры клеток, тканей и органов растений с точки зрения их микроскопического строения.

## Содержание

Введение	
Тема 1. Устройство микроскопа .....	4
Тема 2. Строение растительной клетки .....	7
Тема 3. Пластиды. Движение цитоплазмы .....	16
Тема 4. Запасные питательные вещества .....	22
Тема 5. Клеточная стенка .....	30
Тема 6. Растительные ткани .....	38
Тема 7. Строение кончика корня .....	57
Тема 8. Вторичное строение корня. Строение корнеплодов .....	65
Тема 9. Анатомия стебля травянистых растений.....	71
Тема 10. Анатомическое строение стебля древесного растения.....	77
Тема 11. Анатомическое строение листа .....	83
Список литературы .....	88
Заключение.....	91

Учебное издание

**Москвитин Сергей Андреевич**  
**Швыдкая Наталья Владимировна**

**БОТАНИКА**  
**(РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА, ТКАНИ, АНАТОМИЯ**  
**ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ)**

*Учебно-методическое пособие*

В авторской редакции

Подписано в печать 06.11.2019. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Усл. печ. л. – 5,5. Уч.-изд. л. – 4,2.

Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13