

Частное общеобразовательное учреждение  
«Лицей №36 открытого акционерного общества  
«Российские железные дороги»

**Учебно-методическое пособие по биологии и экологии  
«РАЗНООБРАЗИЕ ТКАНЕЙ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ,  
ИХ СПЕЦИФИЧЕСКИЕ СТРУКТУРНЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ НАГРУЗКА»**

Автор: Файзулаева Татьяна Павловна,  
учитель биологии

Иркутск, 2021

Методическое пособие по теме *«Разнообразие тканей цветковых растений, их специфические структурные особенности и функциональная нагрузка»* рекомендуется к использованию учителями общеобразовательных школ, гимназий, лицеев при выполнении лабораторных работ; при изучении тканей в курсе ботаники, общей биологии (9, 10 класс), обучающимися проявляющими интерес к предмету для успешного освоения теоретических знаний по данной теме, углубления знаний, устранения пробелов, также при подготовке к разно уровневым олимпиадам по биологии, экологии и для подготовки к сдаче ОГЭ и ЕГЭ по биологии.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. Характеристика тканей высших растений	
1.1. Образовательные ткани (меристемы)	4
1.2. Покровные ткани	5
1.3. Механические ткани	14
1.4. Проводящие ткани	17
1.5. Фотосинтезирующие ткани	23
1.6. Абсорбционные ткани	24
1.7. Запасающие ткани	25
1.8. Воздухоносные ткани, или ткани проветривания	26
1.9. Секреторные, или выделительные ткани	27
Глава 2. Методическое пособие для учащихся к практическим работам по теме «Клетка. Ткани растений»	36
Глава 3. Тестовые задания по теме «Ткани цветковых растений»	46
Ответы на тестовые задания по теме «Ткани цветковых растений»	52
Список использованной литературы	53

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 Основные характеристики, функции и распределение растительных тканей.

Приложение 2. Основные способы приготовления препаратов, принципы работы с микроскопом и рекомендации к изготовлению рисунков

## **Глава 1 Характеристика постоянных тканей высших растений**

Ткань – группа клеток, имеющих одинаковое строение, происхождение, выполняющих одинаковую функцию и определенным образом расположенных в органах растения. Изучением тканей занимается отдельная наука – гистология.

Основы учения о тканях были заложены в XVII веке, когда в научных исследованиях стали использовать микроскоп.

В конце 19 века Ф. Габерландт объединил все известные к тому времени растительные ткани в 9 систем:

1. покровную (эпидерма, пробка, экзодерма);
2. механическую (колленхима, склеренхима, волокна либриформа, лубяные (флоэмные) волокна, склереиды);
3. абсорбционную (ризоиды, эпиблема, или ризодерма, гиалиновые клетки, веламен);
4. ассимилирующую (хлоренхима);
5. проводящую (ксилема, или древесина, флоэма, или луб);
6. запасающую (эндосперм, перисперм, запасающая паренхима вегетативных органов, водозапасающие волоски);
7. проветривающую (вентиляционную) (аэренхима, межклетники, устьица, чечевички);
8. секреторную и выделительную (железистые волоски, внутренние железки, слизевые и смоляные ходы и клетки, масляные клетки, гидатоды, млечники);
9. образовательную (меристема зародыша, конуса нарастания побега, кончика корня, прокамбий, камбий, феллоген, раневая меристема) [Лотова, 2017, с. 45]

В приложении 1 приведена краткая характеристика некоторых растительных тканей, а также указаны их функции и распределение в растениях.

### **1.1. Образовательные ткани (меристемы)**

Меристемы (от греч. meristos – делимый, делитель) или образовательные ткани состоят из живых недифференцированных клеток, способных постоянно делиться. На раннем этапе развития зародыш состоит только из клеток меристем.

Клетка меристемы имеет крупное ядро, занимающее около половины ее объема, в ядерной оболочке много пор, ее наружная мембрана участвует в образовании эндоплазматического ретикулума. Клетка имеет пропластиды с немногочисленными тилакоидами стромы, митохондрии и диктиосомы. Вакуоли мелкие и их немного. Плазмалемма хорошо выражена. Соседние клетки соединены плазмодесмами. [Лотова, 2017с. 47]

У всех клеток меристем мелкие размеры, относительно крупные ядра, тонкие оболочки.

В зависимости от расположения меристем их делят на:

1. верхушечные (апикальные) – находятся на верхушках осевых органов (стебель, корень) и обеспечивают рост вегетативных органов в длину;
2. латеральные (боковые) – вторичные меристемы, которые находятся внутри осевых органов и осуществляют их вторичное утолщение.
3. раневые меристемы (травматические) – возникают в любой части растений в результате повреждений. Обеспечивают зарастание раны, не дают проникать возбудителям болезни внутрь растения.
4. интеркалярные (от лат. Intercalare- внедрять) или вставочные – осуществляют вставочный рост. Состоят из клеток, которые способны размножаться, но находятся на разных стадиях дифференциации. Участки этих меристем расположены обычно в узлах побегов или в основаниях листовых пластинок.

Возникающие из меристем клетки дифференцируются и дают начало различным тканям и органам.

## **1.2. Покровные ткани**

Появление покровных тканей было связано с выходом растений на сушу. Первоначально они возникли для того, чтобы предохранить растения от высыхания.

Главные функции покровных тканей:

1. защита растения от высыхания;
2. защита от попадания вредных микроорганизмов;
3. защита хлорофилла от солнечных ожогов;
4. защита от механических повреждений;
5. регуляция обмена веществ между растением и окружающей средой;
6. восприятие раздражения.
7. осуществление газообмена и транспирации.

В стебле выделяют 3 типа покровных тканей:

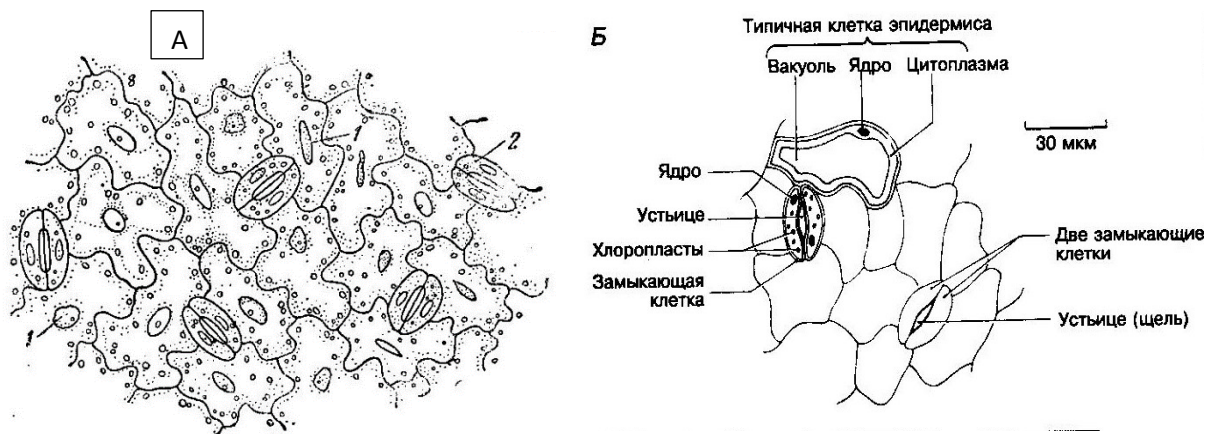
1. первичные (эпидерма, эпидермис, кожица). Эпидермис (от греч. – над, сверху и derma – кожа);
2. вторичные (перидерма);
3. третичные (корка)

В корне – свои покровные ткани:

1. первичные – ризодерма (или эпиблема) и экзодерма;
2. вторичные - перидерма

**Эпидермисом** (эпидермой) называют тонкую покровную ткань, состоящую из одного слоя клеток. Первичная покровная ткань состоит из живых клеток. Это самый наружный слой клеток растений.

Главная функция эпидермы – защита растения от неблагоприятных внешних факторов, а также регуляция газообмена и транспирации.



**Рис. 1. А-** Часть кожицы (эпидермы) с нижней стороны листа подсолнечника: 1- ядро клетки кожицы, 2- устьице. По Ростовцеву и Комарницкому (из Раздорский В.Ф., 1949) **Б-** Эпидермис листа двудольного растения (вид сверху) (из Д. Тейлор, 2018)

Эпидерма состоит из клеток нескольких типов (рис 1):

- 1) основные;
- 2) замыкающие и побочные клетки устьичного аппарата (есть только в эпидерме высших растений);
- 3) клетки волосков (трихомы), которые могут быть одноклеточными или многоклеточными.

Основные клетки расположены очень плотно. Клетки эпидермиса выделяют воскообразное вещество - кутин. Кутин пропитывает стенки клеток эпидермиса и образует на ее внешней поверхности пленку – кутикулу. Таким образом, наружные стенки клеток покрыты кутикулой, что придаёт им дополнительную прочность и устойчивость к проникновению микроорганизмов.

Кутикула покрывает сплошной пленкой надземную часть растений. Эпидермис листьев и стеблей водных растений почти не имеет кутикулы. Оказавшись на суше, водные растения высыхают очень быстро, так как на поверхности клеток эпидермы водных растений либо вовсе отсутствует кутикула, либо она очень тонкая и не препятствует прохождению воды.

Во влажном состоянии кутикула более проницаема для газов и жидкостей, а при подсушивании проницаемость резко снижается. Кутикула защищает растение от иссушения, от заражения грибами-паразитами, бактериями, вирусами. У кутикулы

водоотталкивающие свойства, поэтому попавшие на растение, капли воды скатываются.

Рассматривая поверхность листьев в световом микроскопе, можно заметить, что у многих двудольных растений клетки эпидермиса имеют неправильную форму и извилистые стенки, тогда как у большинства однодольных форма их более правильная, приближающаяся к прямоугольной [Тейлор, 2018, с. 224]. Единственные клетки эпидермиса – устьица, имеют хлоропласты; все остальные клетки обычно бесцветны (лишены хлоропластов). Через устьица происходит газообмен при фотосинтезе и дыхании, поэтому их больше всего в эпидермисе листьев, но также они есть и на молодом зеленом стебле. Через устьица выходят из растения пары воды, т.е. осуществляется транспирация. У многих растений клетки эпидермы сочных яркоокрашенных плодов и лепестков содержат хромопласты.

Для основных эпидермальных клеток характерна крупная центральная вакуоль, накапливающая оксалат кальция, танины, алкалоиды, пигменты и др. вещества [Л.И. Лотова, 2017, с. 62].

Устьица состоят из двух замыкающих клеток, между которыми расположена устьичная щель. Замыкающие клетки имеют бобовидную форму и содержат хлоропласты. Вогнутые стенки замыкающих клеток, примыкающие к устьичной щели, имеют утолщенные стенки. Под замыкающими клетками обязательно присутствует крупный межклетник – подустьичная полость. К замыкающим клеткам нередко примыкают побочные клетки эпидермы. Все вместе они составляют устьичный аппарат растения.

Закрывание устьица объясняется падением осмотического давления вследствие выхода из вакуолей замыкающих клеток воды и катионов калия, объем вакуолей сокращается, растянутые тонкие стенки клеток спадаются, утолщенные стенки смыкаются, устьичная щель сокращается - устьице закрывается. [Лотова, 2017, с. 64]

Газообмен при этом резко уменьшается и осуществляется только через кутикулу, что может быть выгодно растениям в наиболее жаркое время суток.

Строение эпидермы зависит от условий обитания растения. В клетках эпидермы может быть разная толщина оболочек, выраженность кутикулы и восковых образований, разные виды трихом, число и размещение устьиц. (Рис.2). На листьях, ориентированных верхней стороной к свету, устьица чаще размещены в нижней эпидерме. Если свет падает на лист равномерно, освещая обе поверхности, то устьица расположены в равных количествах на обеих сторонах листа.

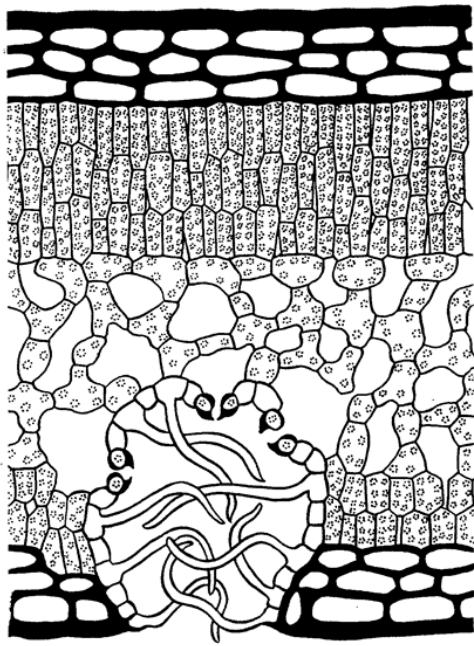


Рис. 2. Поперечный разрез листа олеандра

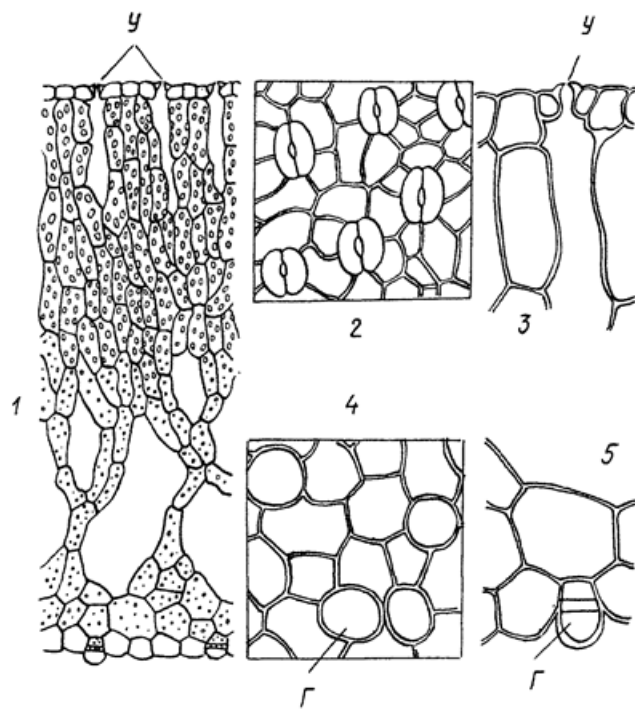


Рис. 3. Лист кубышки желтой

(*Nuphar luteum*): 1-поперечный разрез листа; 2,3-верхняя эпидерма с устьицами; 4,5 – нижняя эпидерма с гидротопами; Г- гидротопа; У - устьице

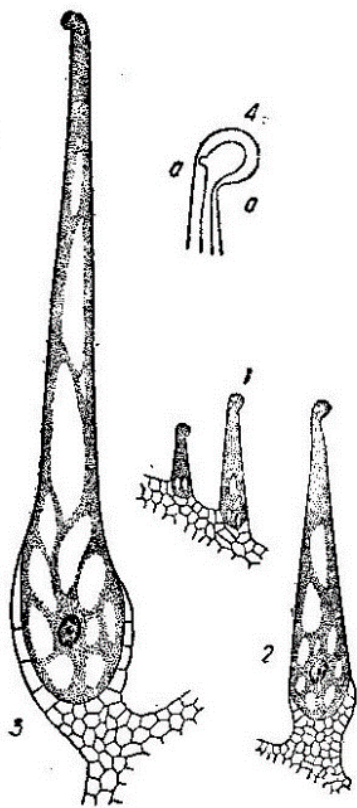


Рис. 4. Жгучий волосок крапивы двудомной. 1, 2, 3 последовательные стадии развития волоска в продольном сечении. Волосок возвышается над поверхностью листа, находясь в углублении многоклеточного выроста, образованного клетками кожицы и несколькими слоями паренхимной основной ткани листа; 4- оболочка верхушки волоска, с тонким кольцевым участком.

Так, у злаков количество устьиц одинаковое с обеих сторон листа, потому что листья освещаются равномерно. У плавающих на поверхности воды листьев устьица будут находиться на верхней стороне эпидермы. Так, у кубышки желтой (рис.3) все устьица находятся на верхней стороне листа. Через устьица и по обширным межклетникам, развитым в пластинке листа и черешке, кислород поступает в корневище и корни, погруженные в грунт водоема.

Трихомы, или волоски – выросты клеток эпидермиса. Выделяют кроющие (защищают растения от перегрева, от поедания животными, от излишней транспирации) и железистые трихомы (участвуют в выделении веществ). Кроющие волоски характерны для листьев мать-и-мачехи, также покрывают черешки листьев, стебли гераней и мн. др. У насекомоядных растений железистые

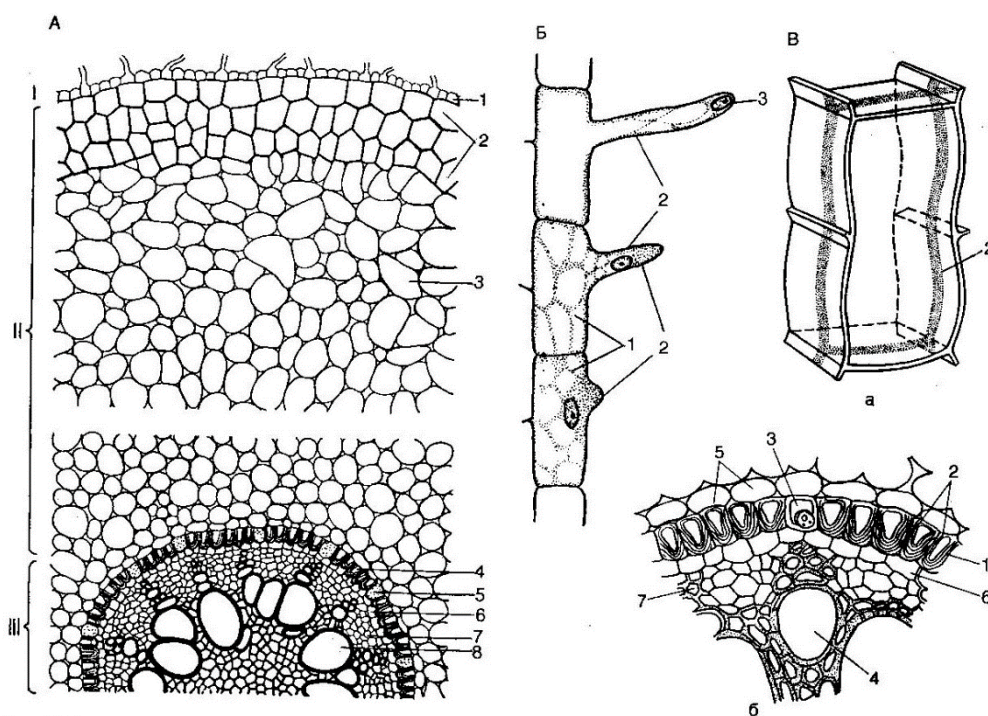


трихомы могут выделять клейкое вещество, прилипая к которому, насекомые гибнут.

Жгучие волоски листьев и стеблей крапивы двудомной – крупные живые клетки (рис.4). У крапивы жгучие волоски имеют жесткую клеточную стенку и заканчиваются хрупким кончиком. При прикосновении к волоску его кончик отламывается и зазубренный острый конец оказывается в коже. Содержимое клетки попадает в ранку. Вещества, вызывающие ожог: гистамин, ацетилхолин (дает ощущение ожога). У крапив, кроме жгучих волосков, имеются щетинки - одноклеточные волоски с очень толстыми стенками. Именно щетинки защищают крапиву от поедания слизнями [Раздорский, 1949, с. 189].

### Первичная покровная ткань корня

Ризодерма (эпиблема)– наружная однослойная ткань молодого корня, она образует корневые волоски, которые поглощают воду с растворенными



**Рис. 5. Первичное строение корня и ириса флорентийского:** А-участок поперечного среза: 1-ризодерма, II-первичная кора, III-центральный цилиндр, 1 -ризодерма с корневыми волосками, 2-экзодерма, 3-коровая паренхима, 4- эндодерма, 5- пропускная клетка, 6-перидерма, 7-флоэма, 8- ксилема, Б- стадии развития корневых волосков: 1- ризодерма, 2- корневой волосок, 3-ядро, В- эндодерма с поясками Каспари: а- схема клетки эндодермы, б- эндодерма в поперечном сечении, 1- эндодерма, 2- пояска Каспари, 3- пропускная клетка, 4-ксилема, 5- коровая паренхима, 6- перидерма, 7- флоэма (из Бавтуто Г.А. и др., 1997)

минеральными веществами. Корневые волоски – это выросты клеток ризодермы. Оболочка корневого волоска очень тонкая, снаружи она покрыта слизью, которая облегчает всасывание, кутикула отсутствует. Ядро смещено в кончик волоска, стимулируя его рост (рис.5). Клетки корневых волосков живут недолго, 10-20 дней,

и затем отмирают. Корни большинства растений, уходящие глубоко в почву, образуют корневые волоски в большом количестве. Нет корневых волосков у многих болотных растений (калужница), а также у растений, корни которых находятся в воде или иле (у белой кувшинки, у сусака). У кубышки желтой, вежа ядовитого, элодеи, аира корни также не развивают волосков. [Бавтуго, 1997, с. 172]

*Экзодерма* (греч. *ехо* –снаружи, вне и *дерма*-кожа) – первичная покровная ткань корня. Состоит из плотно сомкнутых паренхимных клеток, клеточные стенки которых пропитаны суберином (опробковение) и лигнином (одревеснение, обеспечивает прочность). Опробковение обеспечивает непроницаемость клеток для воды и газов. Под экзодермой расположены паренхимные клетки *мезодермы*. Они выполняют запасную функцию, проводят воду с растворенными в ней минеральными веществами от корневых волосков в центральный осевой цилиндр. К центральному цилиндру прилегает внутренний слой первичной коры – *эндодерма*. Клетки эндодермы тонкостенные, плотно примыкающие друг к другу и снабженные поясками Каспари (интегральные участки клеточной стенки, которые окружают клетку в виде пояса – отложения лигнина и суберина) (рис. 5). У однодольных растений, у которых не происходит вторичного утолщения, клетки эндодермы в непроводящей зоне приобретают механическую функцию, дополнительно утолщая стенки своих клеток. Между такими клетками с утолщенными стенками остаются пропускные клетки эндодермы, выполняющие обычную для эндодермы функцию.

В первичной коре хорошо развита система межклетников, находящийся в них воздух снабжает живые клетки кислородом. Межклетники образуют транспортную систему апопласта. Транспорт веществ от клеток ризодермы до осевого цилиндра происходит двумя путями:

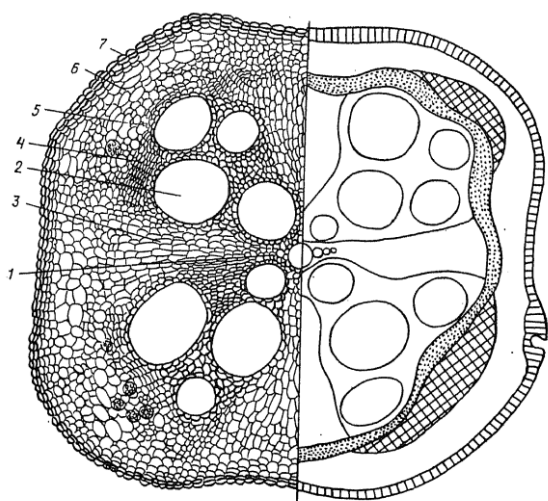
- 1) по симпласту, т.е. по протопластам живых клеток первичной коры, связанных между собой через плазмодесмы;
- 2) по апопласту (по межклетникам и стенкам клеток)

В области поясков Каспари клетки эндодермы создают водонепроницаемое кольцо, поэтому растворы,двигающиеся по апопласту в осевой цилиндр, могут попасть только по системе симпласта. Эндодерма также препятствует выходу воды обратно.

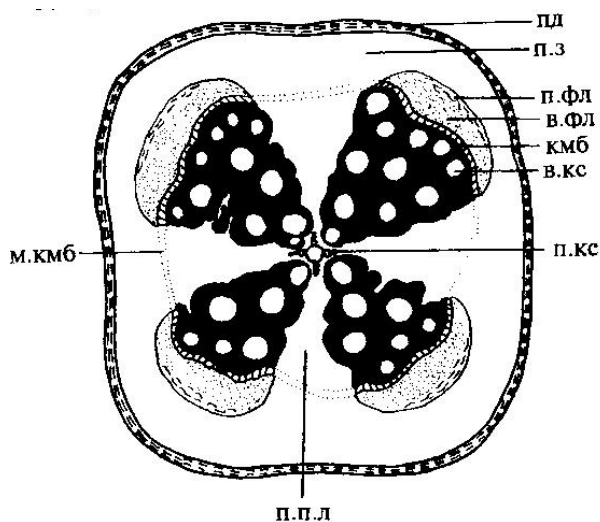
### **Вторичное строение корня**

На месте перидермы закладывается пробковый камбий (феллоген), он дает начало перидерме – вторичной покровной ткани.

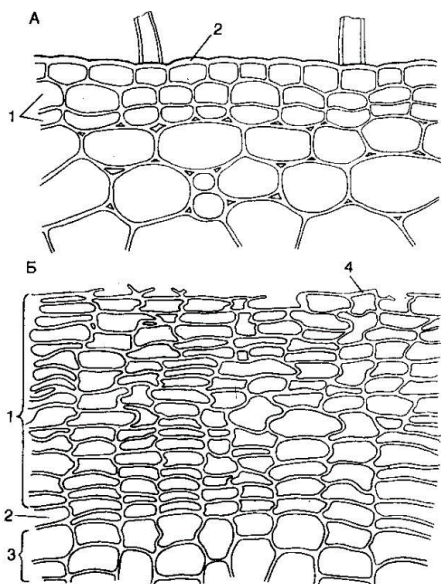
Пробка изолирует первичную кору от центрального осевого цилиндра, поэтому первичная кора со временем отмирает и сбрасывается.



**Рис. 6. Вторичное строение корня тыквы** (слева - детальный рисунок, справа - схематичный) (Хржановский В.Г., 1989г.): 1- первичная ксилема, 2- вторичная ксилема, 3- радиальный луч, 4- камбиальная зона, 5- первичная и вторичная флоэмы, 6- основная паренхима вторичной коры, 7- пробка (1-3 ксилема, 5-7- вторичная кора)



**Рис. 7. Вторичное строение корня тыквы:** в.кс. - вторичная ксилема, в. фл. - вторичная флоэма, кмб- пучковый камбий, м. кмб. межпучковый камбий, пд- перидерма, п.з. - паренхимная зона, п. кс. первичная ксилема, п.п.л. - первичный паренхимный луч, п.фл. - первичная флоэма (Лотова, из Вехова и др., 1980)



**Рис. 8. Перидерма герани:** А - часть поперечного среза молодого стебля: 1- начальная стадия формирования феллогена, 2- эпидермис, Б- поперечный срез старого стебля: пробка, 2- феллоген, 3- феллодерма, 4- остаток эпидермиса (из Бавтуто Г.А., 1997)

Покровной тканью становится перидерма. При вторичном строении корня первичной коры на нём уже нет. Корень состоит из перидермы и центрального осевого цилиндра. Между лучами первичной ксилемы располагаются крупные открытые сосудисто-волокнистые пучки (рис.6, 7).

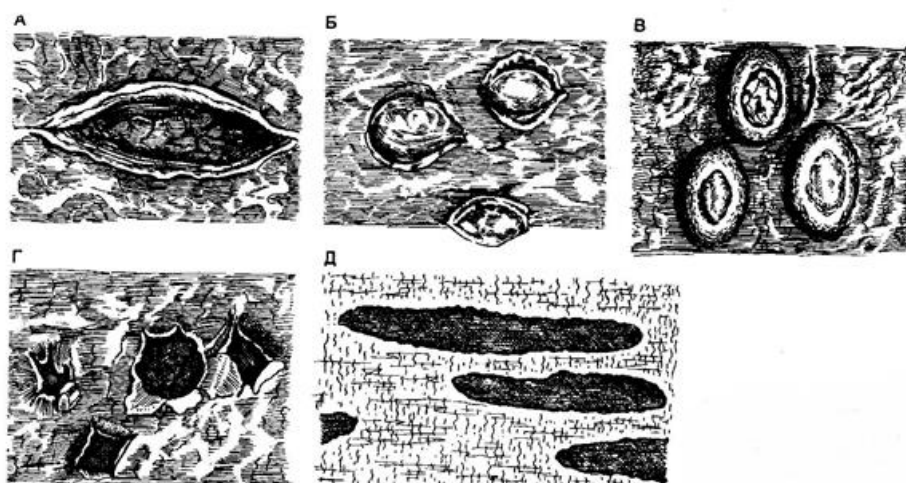
### **Вторичная покровная ткань (перидерма)**

Первичные покровные ткани заменяются вторичной покровной тканью – перидермой - в корнях и стеблях древесных двудольных и голосеменных растений. Перидерма состоит из феллемы (собственно пробки), феллогена (пробкового камбия) и феллодермы. Феллема выполняет защитные функции. Феллоген, находящийся между феллемой и феллодермой,

при делении отчленяет наружу клетки феллемы, а внутрь – клетки феллодермы. Феллодерма состоит из живых клеток, обеспечивающих жизнедеятельность клеток феллогена (рис. 8).

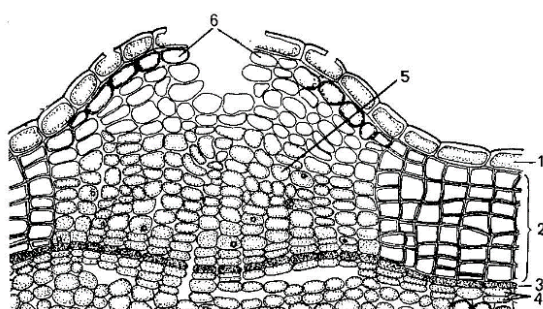
Пробка состоит из радиальных рядов клеток плотно прилегающих друг к другу с опробковевшими оболочками. Содержимое клеток отмирает. Пробка обладает водо- и газонепроницаемостью, теплоизолирующими свойствами, так как содержит в полостях клеток воздух. Некоторые деревья (пробковый дуб, бархат амурский) образуют слой пробки в толщину несколько сантиметров. В эпидерме газообмен происходит через устьица. После образования перидермы эпидерма отмирает и слущивается, а паро и газообмен осуществляют чечевички (рис. 9).

Чечевички связывают внутренние ткани с внешней средой. Под некоторыми устьицами происходит деление клеток. Образуется бугорок (рис.10). Клетки не



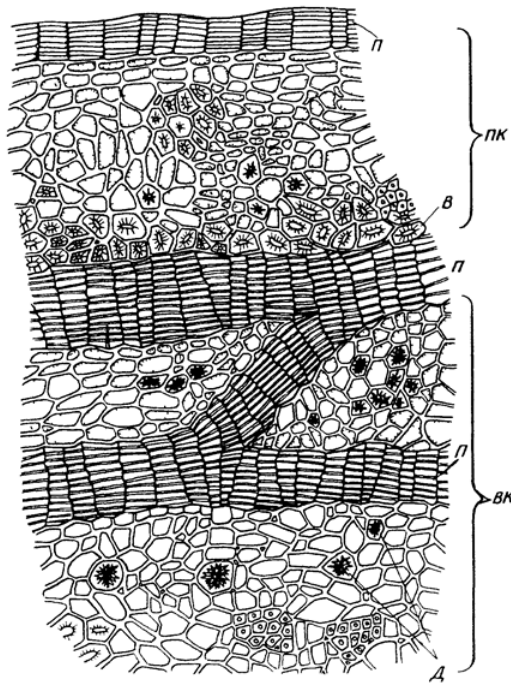
**Рис. 9. Чечевички - внешний вид:** А- осины; Б- бузины черной; В- липы мелколистной; Г- дуба зимнего; Д- березы белой (из Бавтуто Г.А., 1997)

содержат хлоропластов, с тонкими стенками. Между клетками межклетники. Под



**Рис. 10. Строение чечевички ветки черешни:** 1- остатки эпидермиса; 2- пробка; 3-феллоген; 4- феллодерма; 5- выполняющая ткань; 6- закрывающий слой (из Бавтуто Г.А., 1997)

этим бугорком закладывается феллоген чечевички в виде вогнутой линзы. Клетки феллогена делятся и образуют клетки бугорка чечевички, в результате чечевичка увеличивается в размере. Большая часть чечевички составлена рыхло расположенными клетками выполняющей ткани. По межклетникам перемещаются газообразные вещества.



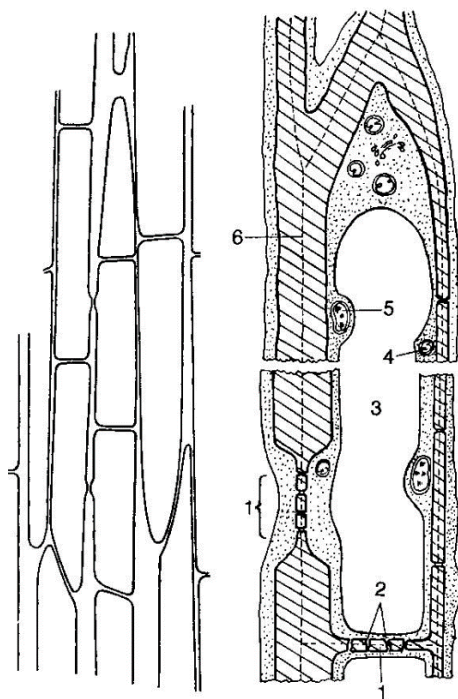
**Рис. 11. Кора дуба:** В – волокна; ВК – вторичная кора; Д- друзы оксалата кальция; П – перидерм; а ПК – остатки первичной коры

Чечевички чаще всего хорошо видны на недавно одревесневших побегах и ветках древесных растений, а также их можно увидеть и на некоторых плодах: яблони, груши. Форма чечевичек может меняться при утолщении побегов.

Осенью, с наступлением холодов, феллоген изнутри откладывает слой плотно упакованных (как в обычной феллеме) опробковевших клеток, который сильно уменьшает транспирацию. Это так называемый замыкающий слой. Весной этот слой разрушается под напором новых образующихся клеток. [Билич, 2002, с. 64]

### Третичная покровная ткань (корка, или ритидом)

Ритидом, или корка (рис. 11) является третичной покровной тканью, образуется у многолетних растений в корне, стебле, корневище. У большинства древесных растений перидерма заменяется коркой. Феллоген закладывает в более глубоких слоях коры, образует новую перидерму и ткани, находящиеся снаружи от нее, со временем отмирают. Возникает комплекс перидерм с отмершими тканями между ними – это и есть корка. Мертвые ткани не могут растягиваться, поэтому увеличение поперечного размера древесного ствола (утолщение ствола) со временем разрывает



**Рис. 12 Продольный разрез уголкового колленхимы листового черешка шалфея:** а-в световом, б-в электронном микроскопе; 1-простые поры; 2-плазмодесмы; 3-центральная вакуоль; 4-митохондрии; 5-хлоропласты; 6- срединная пластинка (из Г.А. Бавтуто, 1997)

наружные слои корки, она лопается и образует трещины.

Толстая корка надежно предохраняет стволы деревьев от механических повреждений, резкой смены температуры, лесных пожаров.

### 1.3. Механические ткани

У водных многоклеточных растений с тонкими клеточными оболочками вода поддерживает форму организма, так как плотность воды во много раз больше плотности воздуха. Крупные наземные растения имеют специализированные механические ткани, состоящие из клеток с утолщенными оболочками. Это опорные (арматурные) ткани, которые образуют “скелет” растения, обеспечивают его прочность. Механические ткани наиболее развиты в осевых органах растения – в стебле (по периферии) и в корне (в центре).

Различают два основных типа механических тканей: колленхиму и склеренхиму.

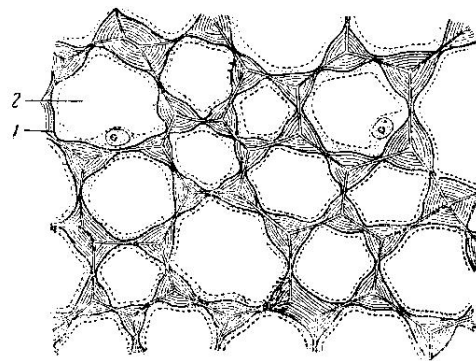
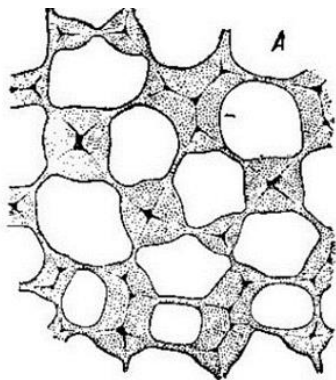


Рис. 14. Участок уголковой колленхимы стебля тыквы в поперечном разрезе: 1- постенный слой протоплазмы с ядром; 2- центральная вакуоль (из Раздорский В.Ф., 1949)

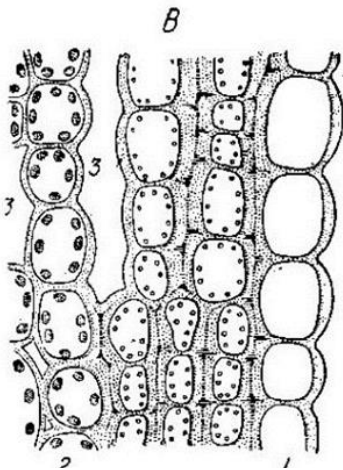


Рис. 13 Колленхима листовых черешков: А- уголковая колленхима шалфея мускатного на поперечном разрезе; В-пластинчатая колленхима звездовки большой: 1-кожица; 2- хлорофиллоносная паренхима; 3- межклетник (из Раздорский В.Ф., 1949)

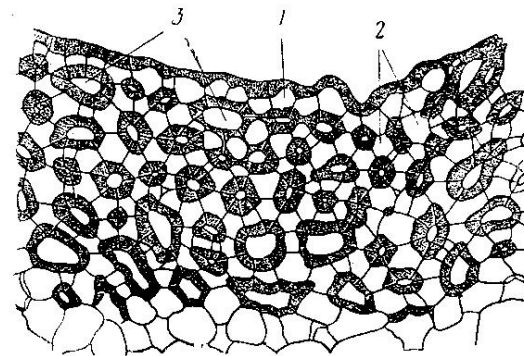


Рис. 15 Рыхлая колленхима молодого листового черешка подбела лечебного на поперечном разрезе после удаления содержимого клеток: 1- кожица; 2- клеточные полости колленхимных клеток; 3- межклетники (Рисунок Р.А. Демуровой, по препарату автора)

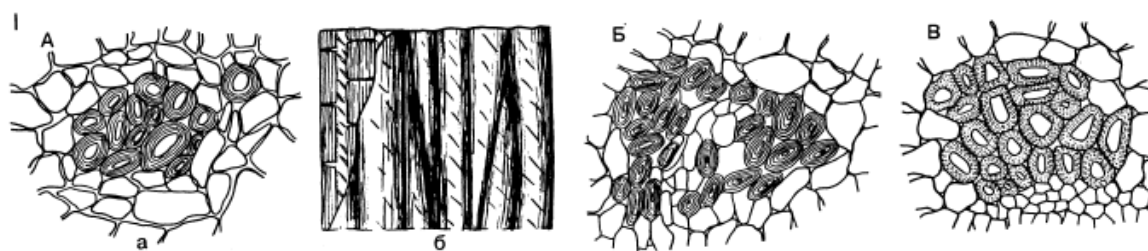
Колленхима (греч. colla - клей + chymos - сок). Это первичная опорная ткань. Состоит из живых клеток с неравномерно утолщенными, не одревесневающими первичными по происхождению клеточными стенками. Стенки эти не препятствуют росту и растяжению клетки колленхимы, а сама эта клетка не мешает расти другим

клеткам, которые находятся рядом с ней. С другой стороны, такое строение позволяет регулировать осмотическое давление благодаря проницаемости воды через тонкие участки оболочки. Колленхима выполняет функцию механической ткани только тогда, когда её клетки находятся в состоянии тургора. Колленхима часто располагается сразу под эпидермой либо немного глубже, ее клетки содержат хлоропласты. В молодых стеблях она иногда образует сплошной цилиндр по периферии... Обычно колленхима присутствует в черешках листьев и по обеим сторонам крупных жилок (рис.12) (Яковлев Г.П., 1996, с. 77). В подземных органах колленхима обычно не встречается.

В зависимости от характера утолщения стенок различают 3 типа колленхимы: уголковую, пластинчатую и рыхлую колленхиму.

Колленхима с утолщениями оболочек в углах клеток называется *уголковой* (рис.13,14). Клетка уголковой колленхимы имеет форму шестиугольного многогранника. Уголковая колленхима встречается в основном в стеблях травянистых двудольных растений, в черешках листьев и по обеим сторонам крупных жилок листа.

Клетка *пластинчатой* колленхимы имеет форму параллелепипеда, у которого утолщается только пара стенок (наружные и внутренние), расположенных параллельно поверхности стебля (рис.13). Встречается, к примеру, в молодых стеблях древесных растений, в стеблях подсолнечника.



**Рис. 16** Лубяные волокна растений: а- поперечный разрез в стебле льна обыкновенного; б- продольный разрез в стебле льна обыкновенного; Б - в стебле конопли посевной; В- в черешке листа тополя канадского (из Г.А. Бавтуго, 1997)

Наличие межклетников в колленхиме не обязательно, но если они есть, то утолщению подвергаются стенки клеток, примыкающие к межклетнику - это *рыхлая* колленхима (рис 15). Рыхлую колленхиму часто называют колленхимой с межклетниками.

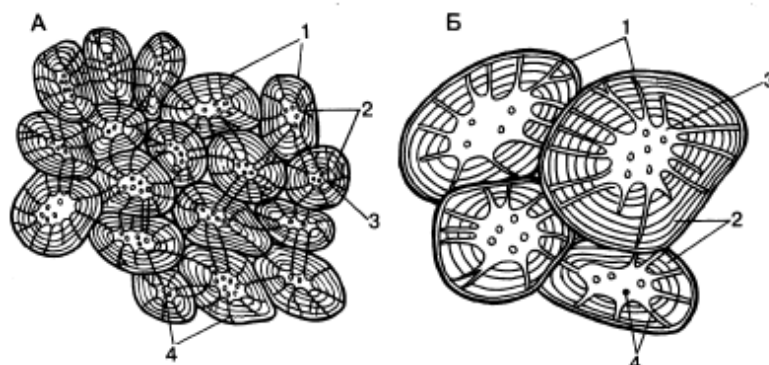
**Склеренхима** (греч. skleros-сухой, твердый). Клетки имеют утолщенные вторичные (в отличие от колленхимы) клеточные стенки, которые пропитываются лигнином, т.е. одревесневают, а живое содержимое клетки - ядро и цитоплазма –

постепенно разрушаются. Полость заполняется воздухом. Клетки склеренхимы с заостренными концами и с утолщенной одревесневшей оболочкой, пронизанной порами, имеют прозенхимную (сильно вытянутую вдоль продольной оси) форму и расположены очень плотно. Склеренхимные клетки делятся на 2 группы: склереиды и волокна.

Если склеренхимные волокна встречаются во вторичной древесине (ксилеме) – это древесинные волокна (либриформ), которые составляют механическую часть ксилемы. Они защищают сосуды от давления других тканей.

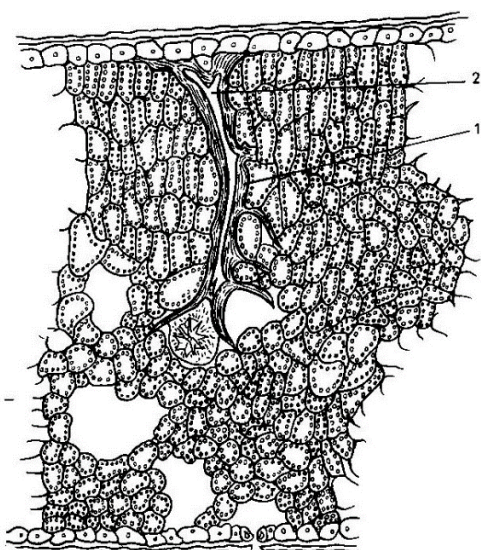
Если волокна встречаются в лубе (вторичной флоэме) - то это лубяные волокна (рис. 16). Древесинные волокна обычно короче лубяных, а их стенки всегда одревесневают. В отличие от клеток колленхимы клетки склеренхимы всегда равномерно утолщены.

Наличие склеренхимы позволяет растениям противостоять нагрузкам, возникающим в результате изгиба или под действием массы растения. Поэтому склеренхима имеется в вегетативных органах почти всех сосудистых растений, ее



**Рис. 17. Склереиды:**

А- из мякоти плода груши; Б- из сердцевины плюща; 1- первичная оболочка; 2- вторичная оболочка; 3- полость клетки; 4- поровые каналы (из Г.А. Бавтуто, 1997)



**Рис. 18. Опорная клетка - идиобласт- в листе камелии японской:** 1- утолщенная и одревесневшая стенка опорной клетки; 2- полость опорной клетки (по В.Х. Тутаюк)

нет или слабо выражена в погруженных в воду органах водных растений.

**Склереиды** (греч. skleros - твердый), или каменные клетки. Возникают из клеток паренхимы, после того как стенки их одревесневают (склерефицируются), а живое содержимое клетки отмирает (рис. 17).

Склерификация – трехэтапный процесс, состоящий из:



1) сильного утолщения оболочек, приводящего в итоге к сокращению полости клетки;

2) одревеснения оболочек;

3) постепенного отмирания протопласта (Л.И. Лотова, 2017).

Склерейды встречаются в различных органах растений: в плодах (груша), в листьях (камелия), в стеблях (хинное дерево), в семенах (многие бобовые), много их в коре, сердцевине и флоэме. В плодах груши склерейды располагаются небольшими группами и создают ощущение «зернистости».

Ещё одна особенность склерейд состоит в том, что, в отличие от волокон, они не встречаются большими группами, а расположены чаще поодиночке, в виде идиобластов (Рис. 18). Функция склерейд также механическая, заключается в том, чтобы создавать опору и противостоять сдавливанию. Придают прочность или жесткость в зависимости от того, где именно они находятся. Служат также для защиты семян от перепадов температур, поражения бактериями и грибами, а также от поедания животными плодов с незрелыми ещё семенами.

#### 1.4. Проводящие ткани

Ткани, по которым происходит передвижение внутри растений воды с растворенными в ней веществами называют проводящими.

В растении осуществляется ток веществ в двух противоположных направлениях:

1) восходящий ток – вода с растворенными в ней минеральными веществами, всасываемая корневой системой, передвигается в восходящем направлении по ксилеме

2) нисходящий ток - пластические вещества (углеводы) транспортируются из листьев в стебли, корни в нисходящем направлении по флоэме. Часть запасных веществ направляется по флоэме в наливающиеся плоды и в зреющие семена.

Таблица 1 Основные элементы ксилемы и флоэмы у покрытосеменных растений (по Н.В. Чебышеву и др.2015)

Проводящая ткань	Основные элементы		
	проводящие	механические	запасающие
ксилема	Сосуды и трахеиды	Древесинные волокна	Древесинная паренхима
флоэма	Ситовидные трубки и клетки-спутницы	Лубяные волокна	Лубяная паренхима

Весной, после зимнего покоя, ксилема доставляет запасные вещества (воду-«пасоку», богатую сахарами) в места потребления.

Ксилема и флоэма - это ткани, состоящие из трех основных элементов, указанных в таблице 1.

Клетки ксилемы и флоэмы обладают некоторыми общими чертами: имеют удлиненную форму, поперечные их стенки видоизменяются, подвергаясь наиболее значительной нагрузке, перфорируются одним или несколькими крупными отверстиями (в трахеях), или пронизаны ситовидными канальцами (в ситовидных трубках).

Есть и существенные различия между ними: элементы ксилемы (трахеи и трахеиды) в рабочем состоянии не имеют протопласта, т.е. функционируют в мертвом состоянии. В члениках ситовидных трубок сохраняется живой протопласт, поэтому должно быть и ядро, которое мешало бы транспорту. Поэтому процессами, происходящими в протопласте лишеного ядра членика ситовидной трубки флоэмы, управляют дистанционно так называемые клетки-спутницы.

**Ксилема.** Ксилема выполняет в растении две основные функции:

- 1) транспортную, по ней движется вода с растворенными минеральными веществами;
- 2) опорную (механическую).

*Трахеида* – прозенхимная клетка веретеновидной формы, в рабочем состоянии мертвая, с одревесневшими стенками, продольные стенки неравномерно утолщены. В зрелом состоянии протопласт мёртв и их просвет ничем не заполнен. У голосеменных растений доставка воды от корней к надземным частям обеспечивается исключительно трахеидами. Вода движется по пустым просветам трахеид. Из одной трахеиды в другую она переходит через окаймленные поры или через не одревесневшие части клеточных стенок. Вода передвигается по трахеидам с меньшей скоростью, чем по сосудам.

*Трахея, или сосуд* образуется из продольного ряда находящихся друг над другом клеток, сливающихся в единую трубку путем образования отверстий в перегородках между члениками. Наличие перфораций делает трахею более совершенным водопроводящим элементом, чем трахеида, так как вода, передвигаясь

по трахее, не встречает препятствия в виде поровых мембран. Внутри сосуда сохраняются остатки разрушенных конечных стенок отдельных клеток-члеников в виде ободков (рис. 13.)



Рис. 19 Строение сосуда (из Д.Тейлор, 2018)

*Древесинные волокна (либриформ).* Это мертвые вытянутые клетки с сильно одревесневшими оболочками. Они создают опору и защиту элементам ксилемы. Волокна не способны проводить воду.

*Паренхимные клетки.* Эти клетки часто окружают сосуды и трахеиды, образуя обкладку. По сосудам и трахеидам осуществляется ток растворов, а околососудистые паренхимные клетки регулируют поступление растворов в проводящий элемент, направление и скорость их движения. Также в клетках паренхимы запасаются различные питательные вещества, и осуществляется газообмен по межклетникам. Клетки паренхимы живые. В теле растения паренхима располагается двумя способами:

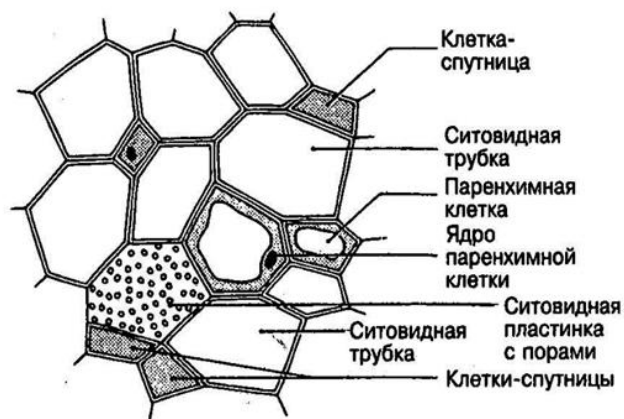


Рис 20. Флоэма на поперечном срезе (Тейлор Д. и др, 2018)

1. Тяжевая паренхима. Клетки располагаются в виде вертикальных тяжей, сопровождающих проводящие элементы.
2. Лучевая паренхима. Паренхима образует горизонтально расположенные сердцевинные лучи, которые соединяют сердцевину и кору в

радиальном направлении.

**Флоэма, или луб.** Во флоэме различают:

- 1) Ситовидные трубки
- 2) Клетки-спутницы
- 3) Паренхимные клетки

#### 4) Лубяные волокна (флоэмные)

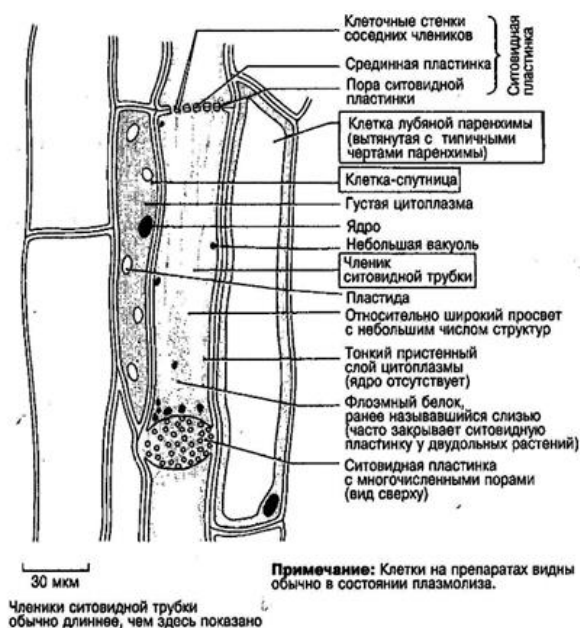


Рис. 21. Строение флоэмы на продольном срезе (Тейлор Д. и др, 2018)

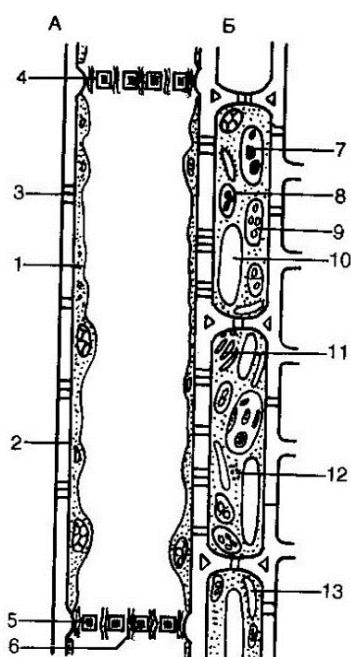


Рис. 22 Строение ситовидной трубки: 1- цитоплазма, 2- плазмалемма, 3- плазмодесмы, 4- ситовидная пластинка, 5- каллоза в порах ситовидной пластинки, 6- Ф-белок, 7- ядро, 8- митохондрия, 9- пластиды, 10- вакуоль, 11- аппарат Гольджи, 12- рибосомы, 13- эндоплазматический ретикулум (из Бавтуто Г.А., 1997)

#### 5)

клерейды

Ситовидные трубки (рис. 20, 21) - это длинные трубки, также состоящие из отдельных клеток-члеников, по которым движутся растворы органических веществ (растворы сахарозы).

У члеников ситовидных трубок тонкие целлюлозные клеточные стенки (первичные), живой протопласт, ядер нет в зрелых клетках, вакуоль, рибосомы, комплекс Гольджи отсутствуют, хорошо развит

ЭПР, много митохондрий и пластид (рис. 22)- Рядом с ситовидной трубкой находится несколько клеток-спутниц, которые образуются вместе с ситовидной трубкой в результате митоза общей материнской клетки. Одна клетка разрастается в ширину и превращается в членик ситовидной трубки, другая ещё делится и даёт ряд клеток-спутниц.

На поперечных перегородках ситовидной трубки, которыми отдельные членики сообщаются между собой, находится множество мелких отверстий – ситовидных канальцев.

*Клетки-спутницы.* Компенсируют отсутствие ядра в членике ситовидной трубки. Обеспечивают регуляцию передвижения веществ по флоэме. Ядро и ядрышко крупные, много мелких вакуолей, хлоропластов, митохондрий, рибосом, имеется ЭПР.

Клетки способны выделять сахар в проводящие элементы, т.е. выполняют секреторную функцию. Вырабатываемые ими ферменты передаются в

ситовидные трубки.

*Лубяные волокна.* Мертвые клетки с толстыми одревесневшими оболочками.

*Лубяная паренхима.* Состоит из тонкостенных клеток. В них откладываются запасные питательные вещества, происходит ближний транспорт ассимилянтов.

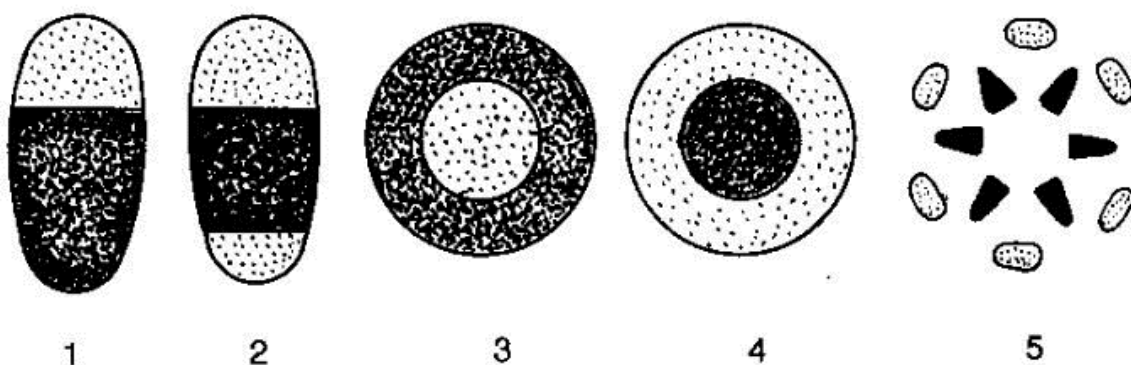
*Склерейды.* Часто встречаются во флоэме. Образуются склерейды в более старых участках флоэмы.

### Проводящие пучки

Формирование проводящих пучков осуществляется за счет деятельности прокамбия. Прокамбий откладывает снаружи органа элементы флоэмы, внутрь – элементы ксилемы.

Образовавшиеся из прокамбия проводящие пучки, состоящие из флоэмы и ксилемы, называются первичными. В результате работы прокамбия формируются 2 типа проводящих пучков. Если все клетки прокамбия дифференцируются в ткани проводящего пучка, то такой пучок не способен к дальнейшему росту и называется закрытым. Если же между флоэмой и ксилемой остается прокамбиальный слой, дающий начало камбию, пучок продолжает расти благодаря образованию новых элементов флоэмы и ксилемы и называется открытым.

Закрытые пучки наблюдаются в основном у однодольных растений и очень редко у двудольных; открытые – характерны для двудольных и хвойных растений, стебли и корни которых способны к утолщению...

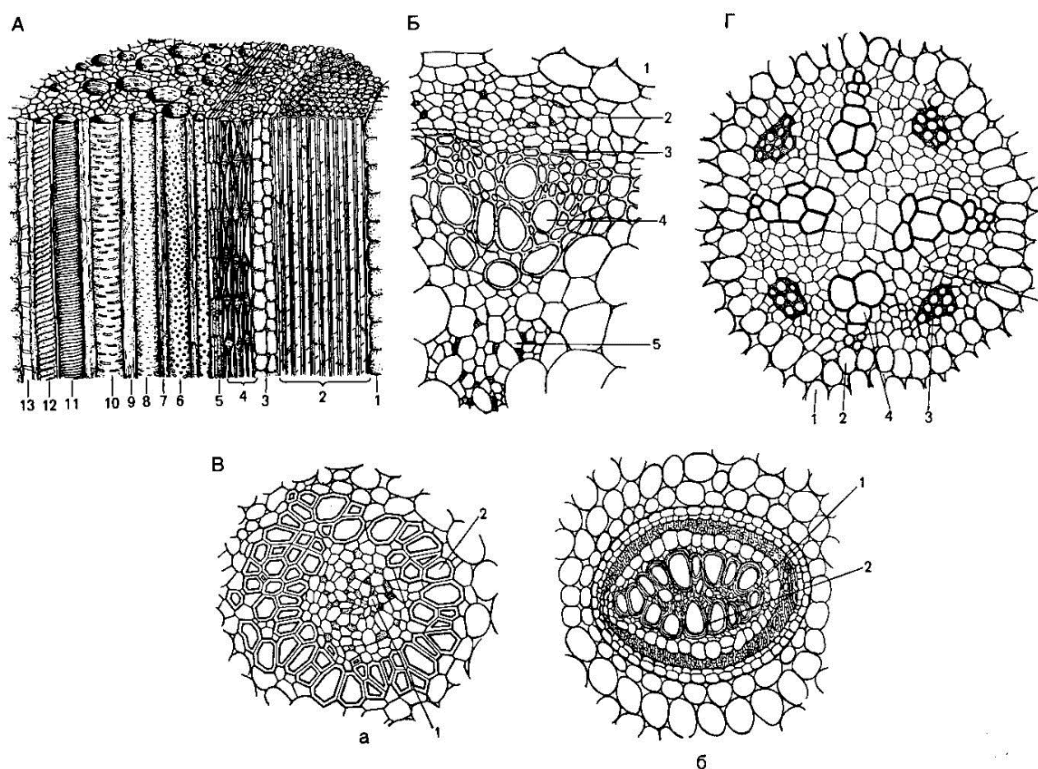


**Рис. 23** Схемы типов проводящих пучков: 1- коллатеральный, 2- биколлатеральный, 3- концентрический, амфиазальный, 4- концентрический амфицентрический, 5- радиальный. Флоэма светлая, ксилема темная. (из Бавтуто Г. А., 1997)

Расположение ксилемы и флоэмы может быть различным, и в связи с этим выделяют следующие типы проводящих пучков.

Коллатеральным или бокобочным называют пучок, когда флоэма и ксилема располагаются бок о бок, т.е. на одном радиусе (рис.23, 1, рис.24, а). Наружная часть пучка обычно представлена флоэмой, внутренняя-ксилемой. Этот тип пучка

наиболее распространен и встречается в листьях всех семенных растений, в осевых органах всех однодольных и многих травянистых двудольных...



**Рис. 24** Типы проводящих пучков: А- коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый проводящий пучок подсолнечника в продольном разрезе: 1- основная паренхима, 2- склеренхима, 3- лубяная паренхима, 4- ситовидные трубки с клетками – спутницами, 5- камбий, 6- пористый сосуд, 7- древесинная паренхима, 8- сетчатый сосуд, 9- либриформ, 10-лестничный сосуд, 11, 12 – спиральные сосуды, 13-кольчатый сосуд, Б- биколлатеральный проводящий пучок картофеля на поперечном срезе: 1- основная паренхима, 2- наружная флоэма, 3- камбий, 4-ксилема, 5 -внутренняя флоэма, В- концентрические пучки: а- амфивазальный из корневища касатика, б- амфикрибральный из корневища орляка: 1- флоэма, 2- ксилема; Г- радиальный проводящий пучок корня подсолнечника на поперечном срезе: 1- эндодерма, 2- перицикл, 3- флоэма, 4-ксилема, 5- паренхима

Биколлатеральный, или дважды бокобочный пучок – флоэма прилегает к ксилеме с обеих сторон, один участок флоэмы более мощный - наружный, другой – слаборазвитый – внутренний (рис.23, 2; рис.24, Б). Эта форма проводящих пучков присуща растениям из семейств тыквенных, пасленовых, колокольчиковых, сложноцветных. Биколлатеральные пучки образуются, по-видимому, в результате слияния двух коллатеральных пучков.

Концентрический пучок встречается относительно редко. Различают два варианта:

1) амфивазальный, ксилема замкнутым кольцом окружает флоэму (рис.23, 3); встречается у однодольных, например, в корневище ландыша, касатика

(рис.24, В, а), из двудольных – у клещевины.

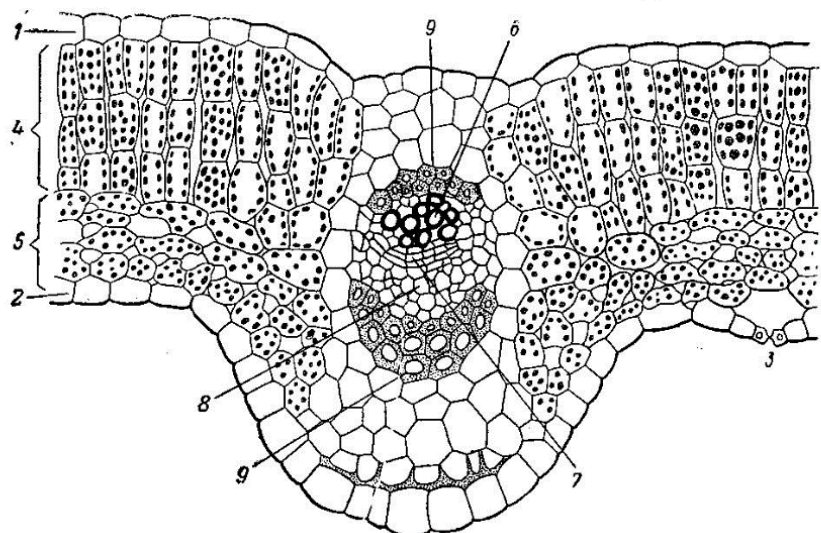
2) амфикрибральный, флоэма окружает ксилему (рис 23, 4). Встречается у папоротниковидных, например, у орляка (рис.24 В, б)

В радиальном пучке участки флоэмы и ксилемы лежат по разным радиусам, разделены паренхимной тканью (рис.23, 5). Этот тип пучка характерен для первичного строения корня у двудольных растений (рис. 24, I). В корне однодольных такие пучки сохраняются до конца жизни. У двудольных при переходе от первичного ко вторичному строению корня радиальное расположение флоэмы и ксилемы сменяется коллатеральным. (Бавтуто Г.А., 1997)

## 1.5. Фотосинтезирующие ткани

### (ассимиляционные, или хлорофиллоносные – хлоренхима)

Фотосинтез – главная функция ассимиляционных тканей. Клетки ассимиляционной паренхимы тонкостенные, содержат хлоропласты. Большую часть цитоплазмы занимают хлоропласты. Поэтому этот тип паренхимы называют также хлоренхимой или мезофиллом. Клетки продолговатой формы составляют



**Рис. 25.** Часть поперечного разреза листа редьки: 1- верхняя кожица, 2- нижняя кожица, 3- устьице, 4- палисадная паренхима, 5- губчатая паренхима. В середине сосудо-волокнистый пучок: 6- ксилема его, 7-камбий, 8-флоэма, 9- склеренхимная обложка (из Раздорский В.Ф., 1949)

столбчатый или палисадный мезофилл, они плотно сомкнуты, образуют один или несколько слоев под верхней эпидермой (рис. 25).

Хлоренхима, состоящая из округлых клеток с большими межклетниками, составляет зону губчатого мезофилла с развитой системой межклетников, которые сообщаются с внешней средой с помощью устьиц. Углекислый газ через устьица, расположенные главным образом в нижней эпидерме, проникает в подустыичные полости, а затем по системе межклетников перемещается внутри листа. Кислород, образующийся в результате фотосинтеза в клетках мезофилла, в обратном направлении через устьица выходит наружу, в атмосферу. В темноте, когда

фотосинтез прекращается, а дыхание продолжается, направление движения газов меняется. Палисадная ткань содержит 3/4-4/5 всех хлоропластов листа и выполняет главную работу по ассимиляции. Поэтому ткань располагается в наилучших условиях освещения, т.е. под верхней эпидермой. Клетки вытянуты перпендикулярно поверхности листа.

Расположение устьиц преимущественно на нижней стороне листа связывают с положением губчатого мезофилла. Потеря воды листом в процессе транспирации идет медленнее через устьица, расположенные в нижней, а не в верхней эпидерме, так как нижняя сторона листа меньше нагревается на солнце. Кроме того, главным источником углекислого газа в атмосфере является «почвенное дыхание», т.е. выделение углекислого газа в результате жизнедеятельности многочисленных живых существ, населяющих почву (бактерий, цианобактерий, грибов) и дыхания корней высших растений. Поэтому слой воздуха около почвы обогащен углекислым газом, который по градиенту концентрации поднимается вверх и легко проникает через устьица в ткани листьев.

Толщина столбчатого и губчатого мезофилла, число слоев клеток в них различны в зависимости от освещения и других причин. Даже у одной особи, например, на одном кусте сирени, листья, выросшие на свету (световые листья), имеют более развитый столбчатый мезофилл, чем теневые листья.) [Васильев и др. 1988]

## **1.6. Абсорбционные ткани**

У бескорневых растений (мохообразных) почвенную влагу поглощают ризоиды. Всосывание воды у растений, имеющих корни, осуществляется ризодермой (от греч. rhiza – корень, derma – кожа), которая расположена на поверхности молодого корня. Корневые волоски ризодермы – выросты составляющих её клеток. Оболочка корневого волоска очень тонкая, а в его цитоплазме содержится много митохондрий. Т. о. с помощью клеток ризодермы в корень из почвы всасывается вода с растворенными веществами (корневое питание).

У обитателей влажных тропических лесов воздушные корни находятся в воздухе и поглощают атмосферную влагу. У этих растений в поверхностных слоях корня, над экзодермой, развивается многослойная ткань - веламен, состоящая из мертвых, плотно сомкнутых клеток с неравномерно утолщенными клеточными стенками. В дождливую или туманную погоду клетки веламена поглощают воду, которая проходит через отверстия в их оболочках, а в сухую погоду клетки веламена заполнены воздухом.



Сфагновые мхи имеют гиалиновые клетки. В стеблях они составляют многослойный покров, в однослойных листовых пластинках – расположены в ячейках сети, образованной трубчатыми хлорофиллоносными клетками. Гиалиновые клетки – крупные мертвые со спиральными утолщениями внутренней части оболочек, со сквозными отверстиями («порами»), через которые внутрь поступает вода. Наличием гиалиновых клеток объясняется очень большая влагоемкость сфагновых мхов. [Лотова, 2017, с. 77]

### **1.7. Запасающие ткани**

Вещества, поступающие из внешней среды или синтезированные растением, могут запасаться. В запасающих тканях откладываются избыточные в данный период развития растения продукты: белки, углеводы, жиры.

Отложение запасных органических веществ происходит в основном в семенах, плодах, в корневищах, корнеплодах, луковицах и клубнях, но также может иметь место в других частях растения, например, (у древесных растений) в стволе, ветвях, побегах и почках.

Запасные вещества накапливаются в определенных частях растения: например, у деревьев и кустарников – в паренхимных клетках коры, сердцевинных лучах, древесинной паренхимы стволов и корней.

Весной запасные белки, крахмал и жиры, находящиеся в корнях, стволе и ветвях распадаются на более-менее простые вещества, поднимаются по элементам ксилемы и используются на распускание почек, листьев, цветков, рост побегов.

Вещества накапливаются в растворимом или твердом состоянии. В семенах, которые по мере созревания сильно обезвоживаются, высыхают, откладываются запасные соединения в виде твердых зерен (белки, крахмал); жиры представлены липидами. Чаще всего в запасающих тканях семян присутствуют два (белок и крахмал или белок и жир) или все три типа основных запасных веществ. В клубнях редко накапливаются белки и липиды.

Запасными продуктами в этих органах обычно являются углеводы (крахмал, инулин, гемицеллюлозы) или водорастворимые сахара (корнеплоды свеклы, моркови, луковицы, лука, стебли сахарного тростника, мякоть плодов арбуза, винограда). Иногда в яблоках и ягодах винограда в качестве промежуточного продукта накапливаются органические кислоты.

Отложение крахмала происходит в амилопластах, местом запасания белков и сахаров служат вакуоли клетки, липидные капли накапливаются непосредственно в

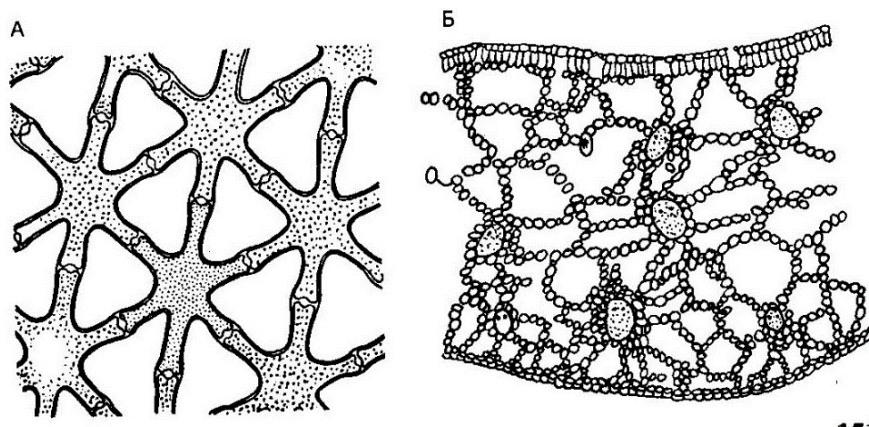
гиалоплазме, а гемицеллюлозы – в клеточной оболочке. [Бавтуто и др., 1997, с. 151]

Не только место, но и форма отложения различных веществ принципиально различна. Так, белки откладываются в вакуолях в виде простых и сложных алейроновых зерен, крахмал в амилопластах в виде простых, сложных и полусложных крахмальных зерен.

Растения, периодически испытывающие недостаток воды, иногда образуют особые водоносные запасающие ткани. Чаще всего эти ткани состоят из крупных тонкостенных паренхимных клеток, которые содержат слизи, помогающие удерживать воду. [Васильев и др., 1988]

### **1.8. Воздухоносные ткани, или ткани проветривания (аэренхима)**

Основную ткань – паренхиму с крупными межклетниками и главной функцией газообмена называют аэренхимой (рис. 26). Органы растения используют в процессе дыхания кислород, в процессе фотосинтеза – углекислый газ воздуха; в атмосферу в процессе транспирации поступают пары воды. Назначение аэренхимы – снабжение тканей кислородом или углекислым газом.



**Рис. 26. Аэренхима:** А- в стебле ситника; Б- в листе белокрыльника болотного (из Г.А. Бавтуто, 1997)

Водные растения имеют тонкие оболочки клеток и поглощают растворенный в воде кислород и углекислый газ всей поверхностью тела. Наземные растения пропускают газообразные вещества через устьица и чечевички внутрь тела, где они и распространяются по системе межклетников.

Аэренхима характерна для водных и наземных растений, которые обитают в среде, затрудняющей газообмен и снабжение внутренних тканей кислородом (например, погруженных в воду или растущих на болотной почве). Воздух в

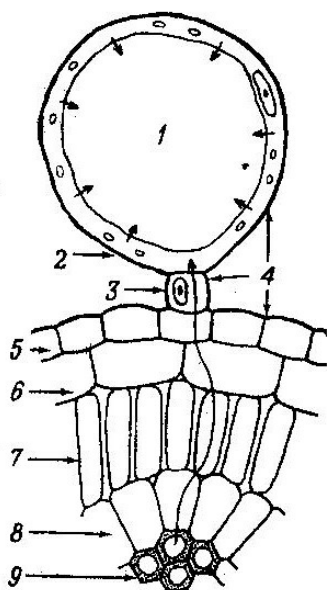
межклетниках используется для дыхания, а у водных растений такая ткань к тому же обеспечивает плавучесть побегов и листьев.

### 1.9. Секреторные или выделительные ткани

Секретия – процесс синтеза, накопления, распада и удаления веществ из клетки (на поверхность растения или во внутренние вместилища).

Специализируемые секреторные структуры: железистые волоски, нектарники, смоляные каналы, млечники и др.

Секретия происходит во всех живых клетках, является частью обмена веществ. Характерные черты большинства секреторных клеток в активном состоянии: мелкие размеры, густая цитоплазма, наличие тонких оболочек, часто отсутствуют хлоропласты.



**Рис. 27. Схема секретирующей соли трихома вместе с частью листа лебеды.** Длинной изогнутой стрелкой показан путь движения ионов из ксилемы жилки к пузыревидной клетке трихома. Короткие стрелки показывают выход ионов в вакуоль.

- 1- вакуоль,
- 2- пузыревидная клетка,
- 3- клетка-ножка, 4- кутикула,
- 5- эпидерма, 6- гиподерма,
- 7- мезофилл, 8- обкладка пучка,
- 9- ксилема (из Эзау К, 1980)

В зависимости от способа освобождения от ненужных веществ клетки делятся на:

1. секреторные, вещества остаются в клетке;
2. экскреторные, выделяют вещества наружу.

В образовании секрета принимают участие разные органоиды клетки. Если образование секрета связано с превращением углеводов, как в нектарниках и в вместилищах слизи, клетки обычно содержат многочисленные пластиды и хорошо развитый аппарат Гольджи; клетки, вырабатывающие смолу хвойных

растений, имеют обильный гладкий эндоплазматический ретикулум; в клетках, синтезирующих белки (железки насекомоядных растений) хорошо развит шероховатый эндоплазматический ретикулум и аппарат Гольджи.

Гидатоды, слизевые железки, нектарники, солевые железки (рис. 27) секретируют вещества, растворяющиеся в воде. В этих клетках много митохондрий, хорошо развит эндоплазматический ретикулум, диктиосомы. Масляные железки, эпителиальные клетки смоляных ходов выделяют вещества, не растворяющиеся в воде, липиды.

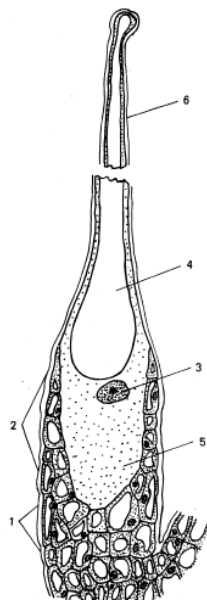
Существуют разные способы выделения секрета из клеток. Переносчиками секрета могут быть пузырьки диктиосомы, которые сливаются с плазмалеммой и выходят из протопласта, секрет проходит через оболочку. Эфирные масла часто

накапливаются в секреторных трихомах между клеточной оболочкой и кутикулой, после разрыва кутикулы, масло выходит.

## Наружные (экзогенные) секреторные структуры

### Трихомы и железки

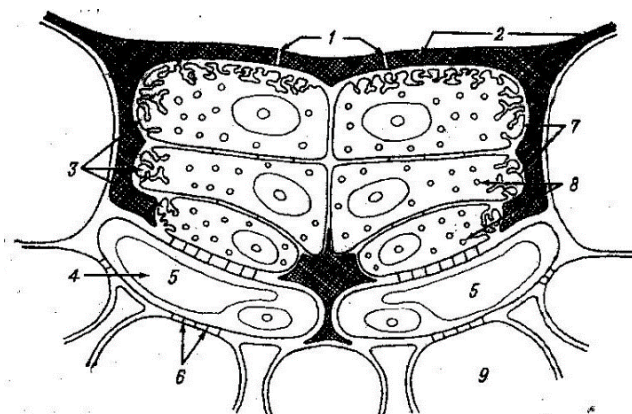
Трихомы часто имеют головку, расположенную на ножке, состоящую из клеток, образующих секрет.



**Рис. 28. Жгучий волосок листа крапивы:** 1- основание волоска, 2- жгучая клетка, 3- ядро, 4-вакуоль, 5-цитоплазма, 6- обломившийся кончик жгучей клетки (из Бавтуго Г.А, 1997)

*Жгучие волоски (рис. 28).* Характерны для растений семейств: крапивные, молочайные. Клетка удлинненная, заостренная на конце. В вакуолях синтезируются и накапливаются токсины. (гистамин). При соприкосновении хрупкий кончик волоска пропитанный кремнеземом обламывается, впивается в кожу, выдавливая сок. Секрет раздражает кожу человека или животного, вызывает сокращение гладких мышц. Клетка имеет крупное ядро, пластиды, крупные вакуоли, много митохондрий, развитый эндоплазматический ретикулум.

Трихомы на листьях насекомоядных растений образуют вещества, которые улавливают насекомых, и ферменты с помощью которых эти насекомые перевариваются. Сидячие железки служат также для поглощения переваренной пищи.

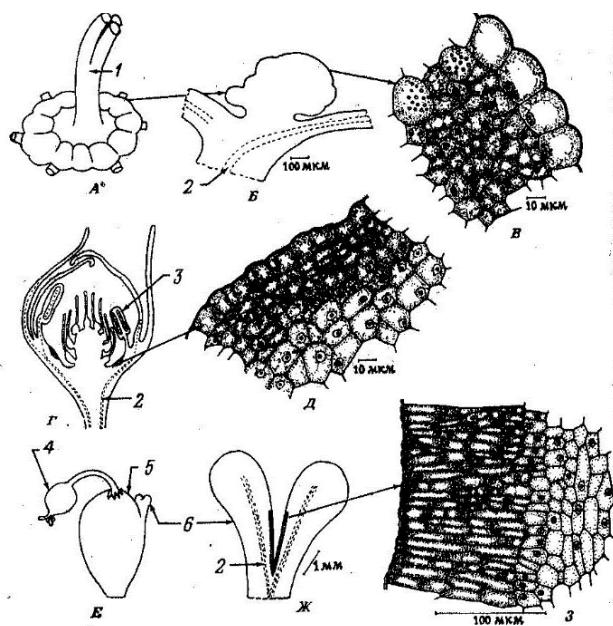


**Рис. 29 Схема секретирующей соль железки гребенщика.** Комплекс из восьми клеток, из которых шесть являются секреторными и две собирательными, погружен в эпидерму и находится в контакте с мезофиллом. Кутикула и кутикулированная оболочка обозначены вместе как кутикулярный слой штриховкой крест-накрест. 1- поры, 2- кутикулярный слой, 3- секреторные клетки, 4- собирательные клетки, 5- вакуоль, 6- плазмодесмы, 8- микровакуоли, 9- мезофилл (из Эзау К, 1980)

*Солевые железки.* Характерны для растений, растущих на засоленных почвах.

Они поддерживают баланс путем секреции избытка соли (рис. 27). Такие железки у

гребенщика. Железка состоит из шести секреторных клеток и двух собирательных (рис. 29).



**Рис. 30.** Нектарник в виде лопастного диска, прикрепленного к основанию гинецея (А), нектароносная ткань земляники выстилает цветочную трубку под тычинками (Г), лопастного нектарника (Ж) пойнсеттии прикреплен к обертке, окружающей соцветие. 1- столбик, 2- проводящая ткань, 3- тычинка, 4- пестичный цветок, 5- обертка, 6- нектарник (из Эзау, 1980)

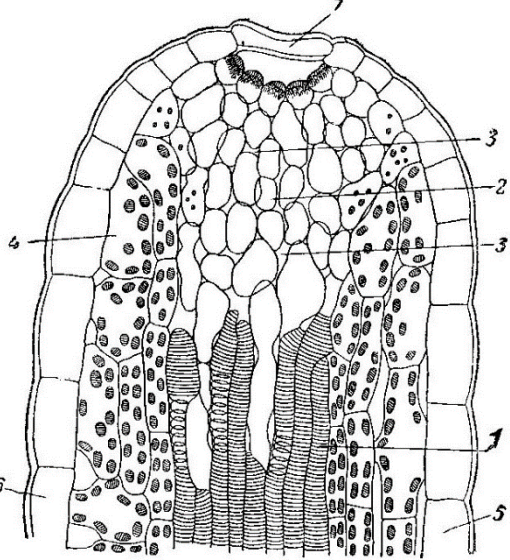
Секреторные клетки находятся в кутикулярном слое и связаны с собирательными клетками плазмодесмами. Секреция соли осуществляется следующим образом: соль входит в железку через плазмодесмы между собирательными клетками и мезофиллом и движется по железке от клетки к клетке по плазмодесмам.

Она накапливается в микровакуолях, которые затем сливаются с плазмалеммой. Соль попадает в оболочку, передвигается к верхушке железки, и выходит через поры. Обратный ток не происходит из-за кутикулярного слоя.

*Нектарники* (рис. 30). Встречаются на цветках (на чашелистиках, лепестках, чаще всего в основании завязи, на тычинках, на лепестках и служат для привлечения животных- опылителей, на цветоножках и осях соцветий) и на вегетативных частях растений (стеблях, листьях, прилистниках). В секрети жидкости - нектар, содержащей сахар, участвуют флоэма и ксилема. Секреторная ткань снаружи покрыта кутикулой. К этим клеткам примыкает проводящая ткань, так как сахара поступают в них из флоэмы. Если в проводящей ткани, снабжающей нектарник, преобладает флоэма, то нектар может содержать до 50 % сахара, если преобладает ксилема, то количество сахара может снижаться до 8%. Нектарники при помощи

Р  
з  
т  
4  
н

одна из двух замыкающих клеток водяного устьица (из Раздорский, 1949)



ферментов преобразуют сахар. В клетках нектарников много митохондрий, следовательно, клетки интенсивно дышат.

*Гидатоды.* (рис. 31) Выделяют капельножидкую воду с растворенными в ней солями (гуттация) на поверхность листа из внутренних частей. Поддерживают равновесие между поглощением воды и ее испарением.

Гуттация происходит особенно интенсивно в условиях, благоприятствующих всасыванию воды корнями и затрудняющих транспирацию (испарение) воды листьями.

Вода покидает лист через отверстия в эпидерме-водяные устьица (щели постоянно открыты). Под устьицами есть подустыичная полость, под ней расположена эпитема – рыхлая паренхимная ткань, состоящая из тонкостенных живых крупноядерных клеток. Эпитема прилегает к ответвлению проводящего пучка, состоящего из трахеид (рис. 32). Клетки обкладки отделяют хлоренхиму листа от гидатоды.

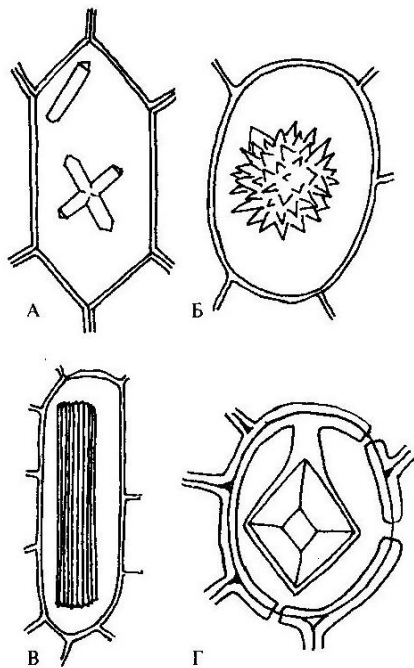
Вода из трахеид попадает в эпитему, далее в подустыичную полость и через устьичную щель выделяется наружу. Такое строение гидатод на листьях земляники, лютика, фуксии, примулы и др. растений.

Гуттацию можно наблюдать у многих травянистых растений по утрам после прохладных и влажных летних ночей. Чаще всего гидатоды расположены по краям листьев, по краям располагаются капельки воды.

Значение гуттации-растение освобождается от избытка солей и воды. У насекомоядных или хищных растений имеются железки, секретирующие нектар, слизь, пищеварительные соки. У жирянки есть ловчие волоски, образующие слизь и пищеварительные - выделяющие ферменты. Насекомое, попавшее на лист переваривается ферментами растения.

### **Внутренние (эндогенные) секреторные структуры**

#### **Секреторные клетки**



**Рис. 32 Отложения оксалата кальция:** А—одиночный и двойниковый кристаллы в клетках чешуи лука; Б- друза в клетке стебля ревеня; В- рафиды в клетке стебля винограда; Г- кристалл, сросшийся с оболочкой клетки листа лимона (из Лотова, 2017)

Содержимое секреторных клеток может быть разное. Секреторные клетки, отличающиеся от соседних клеток, среди которых они разбросаны, называют идиобластами. Ими представлены внутренние выделительные ткани. Если они содержат продукты обмена веществ – экскреторными идиобластами. Увеличенные в длину секреторные клетки называют мешками или трубками. «Секрет, накапливаемый этими тканями, может храниться на протяжении многих лет и выводится во внешнюю среду только при механических повреждениях или при естественном отмирании и опадении органов (листьев, веток и т.п.) Продуктами внутренней секреции служат смолы, эфирные масла, дубильные вещества, кристаллы минеральных солей [Бавтуто Г.А., 1997]

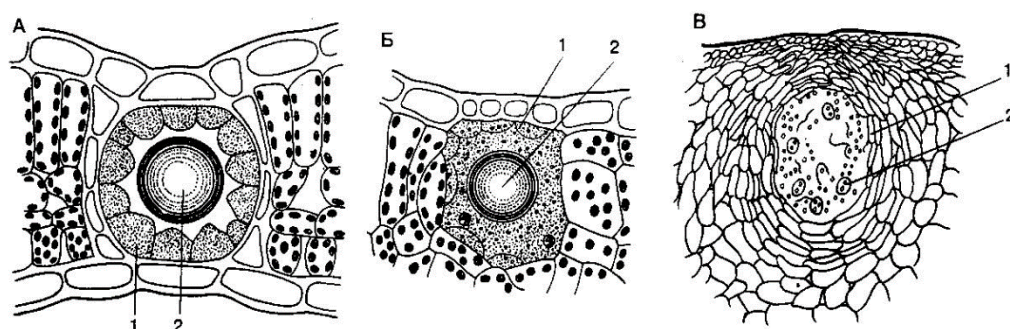
«Обычно секреторные клетки классифицируют по содержимому, однако такая классификация недостаточно точна, так как в одних клетках их содержимое не подвергалось химическому анализу, а в других обнаружены смеси веществ» [К. Эзау, 1980].

*Масляные клетки.* Секреторные клетки с маслянистым содержимым. Накопление секрета происходит тилакоидах пластид. Затем масло обнаруживают в цитоплазме. «При накоплении большого количества масла ядро и цитоплазма дегенерируют оболочка клетки нередко опробковевает» [Лотова Л. И, 2017].

Мирозиновые клетки заполнены ферментом мирозином, необходим для образования горчичного масла.

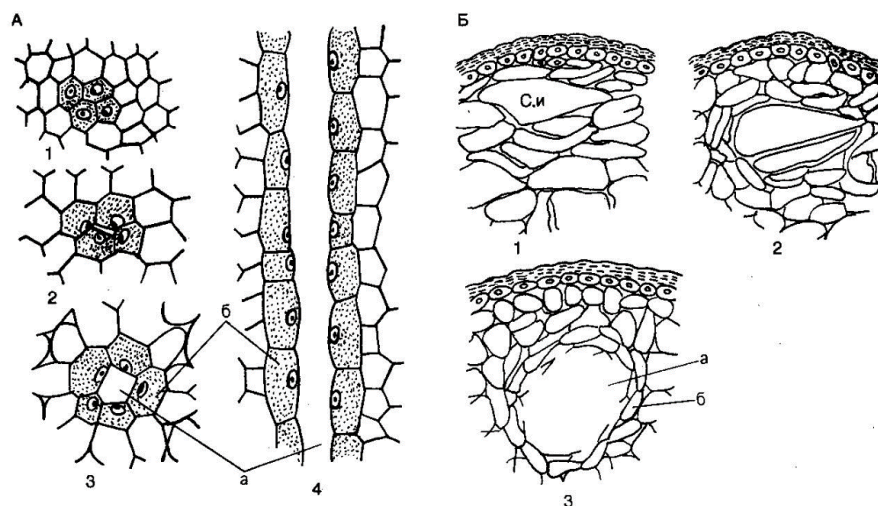
*Кристаллоносные клетки.* Чаще всего клетки содержат оксалат кальция (рис. 32). Нередко кристаллы полностью заполняют клетку. Удлиненную, тонкостенную клетку называют кристаллоносным мешком. Друзы-звездчатые кристаллы. «Рафиды- собраны в плотные пачки, окружённые слизистым чехлом. Они встречаются у представителей семейств виноградовых, орхидных... Оксалат кальция может откладываться в клетках в виде очень мелких кристалликов разной формы. Их совокупность называют кристаллическим песком. Его много в клетках листьев красавки, во флоэмной паренхиме ясеня, бузины...

Секреторные структуры выделяют вещества в межклетники, имеющие вид длинных каналов, ходов, либо замкнутых мешковидных или сферических полостей, часто называемых люками. В зависимости от способа образования межклетников эти секреторные вместилища делятся на схизогенные, лизигенные и схизо-лизигенные.



**Рис. 33.** Типы вместилищ эфирных масел на поперечном срезе: А-схизогенное вместилище в листе зверобоя; Б- лизигенное вместилище в листе ясенца; В- лизигенное вместилище в кожуре плода мандарина; 1-эпителий, 2-эфирное масло (из Бавтуто Г. А)

*Схизогенные вместилища* (греч. schizo-расщепляю, раскалываю и genesis-рождающий) образуются за счет разрушения пектинового слоя соединяющего клетки. [Л.И. Лотова, 2017]. Клетки вокруг вместилища вырабатывают и выделяют в полость экскреторное вещество. Формируется эпителиальный слой клеток, который отделяет экскрет от живых тканей (рис. 33).



**Рис. 34** Смоляные ходы: А-ели обыкновенной: 1-3 на поперечных срезах, 4- в продольном разрезе, Б- в коре побега можжевельника обыкновенного: 1-3 –последовательные этапы формирования лизигенного вместилища, а- полость канала, б- эпителий, С.и. – смоляной идиобласт.

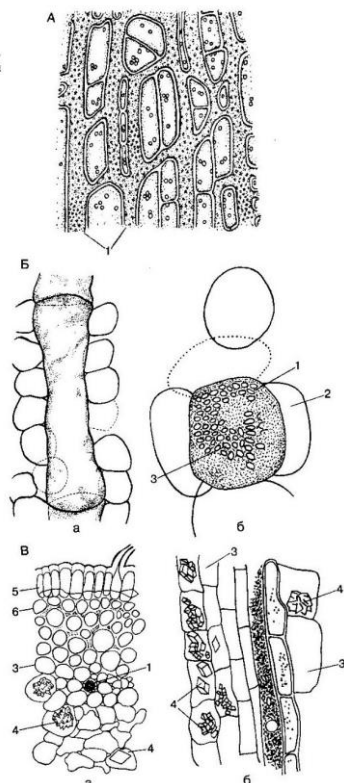
«Схизогенные смоляные ходы представлены сложной сетью продольных и поперечных каналов, пронизывающих органы хвойных растений (рис. 34) ... Различные филогенетические группы растений накапливают в схизогенных вместилищах разные экскреторные вещества: виды миртовых, сельдерейных - летучие терпены; аралиевые – вязкие бальзамы [Бавтуто Г. А., 1997], как и в



смоляных ходах хвойных образуются вязкие бальзамы, а у некоторых папоротников, саговников, представителей семейства аралиевых - слизь» [Лотова Л.И., 2017]

*Лизигенные* (от греч lisis- растворение) вместилища появляются в результате растворения выделениями клеточных стенок соседних клеток. Оболочки клеток растворяются, образуется полость. Лизигенные вместилища характерны для цитрусовых, многих зонтичных (рис. 33 В).

«Нередко секреторные структуры имеют травматическое происхождение, например, смоляные ходы в древесине кедра...



**Рис. 35 Млечники:**

Членистые: А с анастомозами в продольном разрезе корня латука; Б- без анастомозов в мясистой чешуе лука репчатого: а- в продольном разрезе, б- на поперечном срезе. В- нечленистые в первичной коре однолетней ветки олеандра обыкновенного: а- на поперечном срезе, б- в продольном разрезе; 1- млечники, 2- сетчатая перфорационная пластинка, 3- рыхлая паренхима, 4- кристаллы минеральных солей, 5- эпидермис, 6- колленхима

Для вторичной флоэмы хвойных из семейства кипарисовых характерны смолемлестиллища, развитие которых начинается схизогенно, а дальнейшее увеличение их размеров осуществляется путем лизиса окружающих клеток. Такие вместилища называют схизо-лизогенными. [Лотова Л.И., 2017]

*Млечник (млечные трубки)* - это отдельные клетки или слившиеся клетки, образующие ряды клеток, содержащие млечный сок. Млечники - хранилища сока.

Все членики можно разделить на 2 большие группы: членистые и нечленистые.

Членистые, или сложные, млечники возникают из отдельных млечных клеток, которые в местах соприкосновения друг с другом растворяют оболочки, а их протопласты и вакуоли сливаются в единую разветвленную сеть...

Нечленистые, или простые, млечники- одна гигантская клетка, которая растет, распространяясь во все органы растений...

Как элементы выделительных тканей покрытосеменных растений млечники встречаются почти у 12500 видов (в основном сем. Молочайные, колокольчиковые, астровые, маковые), представляющих разные жизненные формы –деревья, травы, кустарники, лианы. [Бавтуто Г.А.]

Млечный сок представляет собой жидкость молочного цвета (отсюда и название), иногда окрашен в другие цвета (у чистотела – ярко-оранжевый, у мака – желтый, у конопли – желтовато-коричневый, у шелковицы, олеандра – прозрачный).

По физическому состоянию млечный сок – это эмульсия (гидрофобные клетки, взвешенные в водянистом клеточном соке). [Бавтуто Г.А.]. Водонерастворимая часть- каучук, гуттаперча, политерпены, водорастворимая- неорганические органические кислоты, сахара, таннины, алкалоиды и другие вещества. В млечниках встречаются крахмальные зерна своеобразной формы, кристаллы оксалата кальция... [Лотова Л.И., 2017]

Особую ценность представляют растения каучуконосы, в млечном соке которых содержится значительное количество каучука и гуттаперчи. Млечный сок этих растений называют латексом (многие авторы используют это название для млечного сока вообще). Широко известное каучуковое дерево – главный источник каучука на мировом рынке). [Бавтуто Г.А.].

Особенно важное значение имеет клеточный сок мака снотворного, служащий источником получения наркотических веществ и многих других лекарственных препаратов... [Лотова Л.И., 2017]

Млечники, содержащие горькие и ядовитые вещества, защищают растения от поедания животными, млечный сок способствует заживлению ран, так как поверх их свертываются каучукоподобные вещества. Запасные продукты в виде крахмала содержат млечники молочая, запасные белки находятся в млечном соке фикуса, сахара – у цикория, жиры и ферменты – у дынного дерева, каучук – у каучукового дерева, бересклета и т.д. Растения, млечный сок которых богат сахарами, крахмалом, белком, служат хорошими кормовыми травами. Употребляют в пищу млечный сок коровьего дерева (Южная Америка), по составу сходный с коровьим молоком. Отмечают важную роль млечников в регуляции водного и кислородного балансов растений, поскольку млечный сок легко поглощает воду и кислород из соседних тканей. [Бавтуто Г. А.]

Предполагают, что млечники участвуют в передвижении веществ. Вероятно, неслучайно у многих растений они расположены во флоэме. Их считают также структурами, запасующими питательные вещества... Млечники, рассматривают также как своеобразные регуляторы водного режима. Это отчасти подтверждается тем, что количество латекса увеличивается в дождливую погоду, а в жаркую, когда растение активно транспирирует, понижается... В настоящее время широко

распространен взгляд на млечники, как на типичные секреторные структуры, накапливающие продукты, не способные проходить сквозь клеточные оболочки. Вещества, содержащиеся в млечном соке, возможно, служат для защиты растения от поедания животными...

Таким образом, наличие большого разнообразия секреторных структур и их участие в выделении веществ или исключении из метаболизма путем внутриклеточного накопления, имеют важное значение для нормальной жизнедеятельности растений. Не случайно поэтому секреторные структуры формируются раньше окружающих их тканей. К выделению веществ наружу способны только экзогенные структуры (железистые волоски, железки, гидатоды), эндогенные вместилища осуществляют либо внутриклеточное накопление веществ (разные одноклеточные идиобласты, млечники), либо они выделяют эти вещества в межклетники (схизогенные и лизигенные вместилища), но в обоих случаях секретлируемые вещества остаются в теле растения. [Лотова Л.И., 2017]

## Глава 2. Методическое пособие для учащихся к практическим работам по теме «Клетка. Ткани»

### Покровные ткани

#### Лабораторная работа 1

##### «Строение клетки эпидермы сочной чешуи луковицы лука»

##### Цель работы:

1. Выявить особенности строения и расположения клеток покровной ткани на примере «Кожицы лука»

**Оборудование:** микроскоп, микропрепарат «Кожица лука»

##### Ход работы

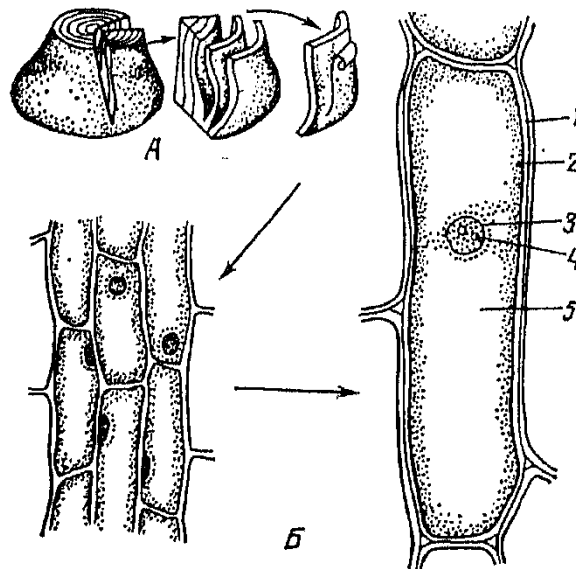
**Задание 1.** Изучите рисунок 1 «Клетки эпидермы сочной чешуи луковицы лука».

Ответьте письменно на вопросы:

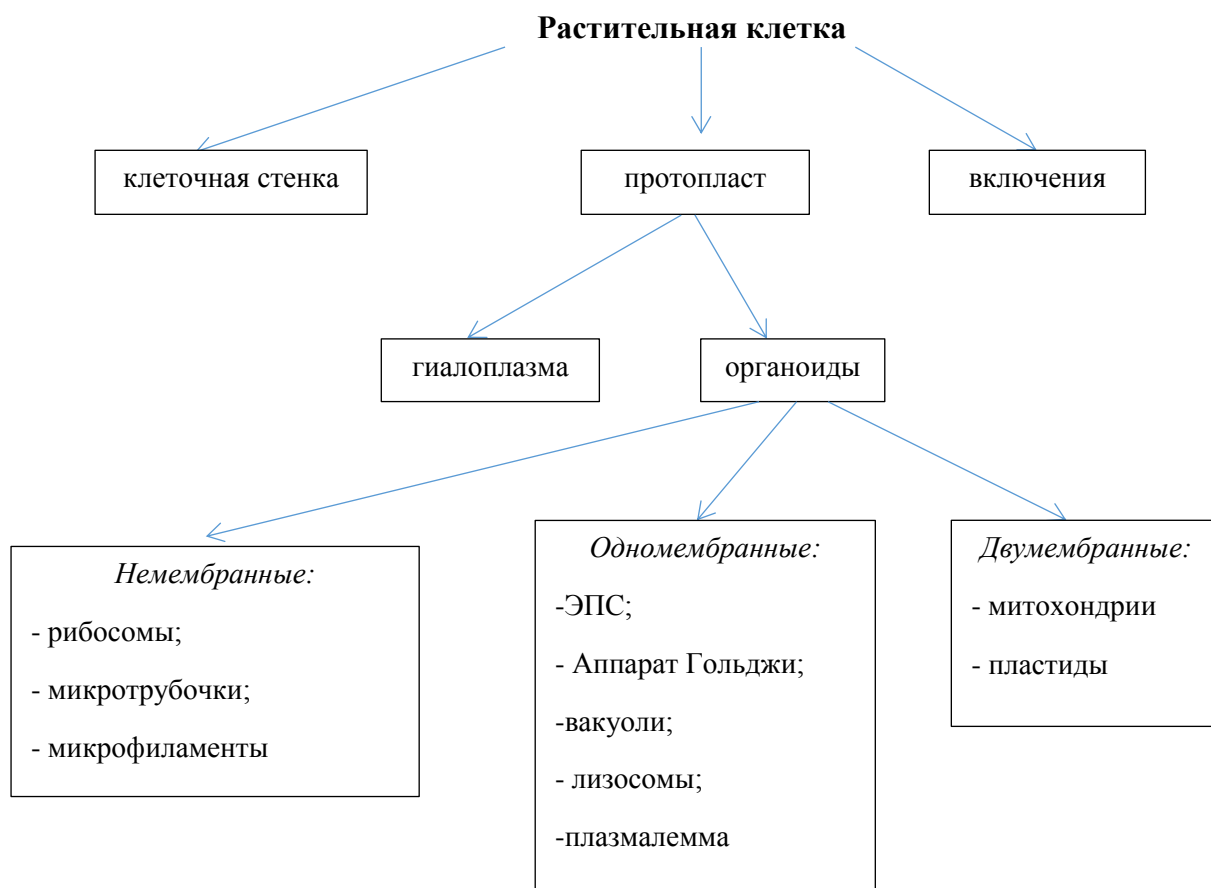
1. Какая форма у клеток кожицы (прозенхимная или паренхимная)?

ПРИМЕЧАНИЕ: паренхимные клетки имеют более или менее одинаковые размеры длины и ширины клеток; прозенхимные клетки вытянутые, их длина во много раз превышает ширину.

2. Как расположены клетки относительно друг друга (плотно, рыхло)?
3. Какую функцию выполняет кожица?
4. Назовите части клетки, используя рисунок 2.



**Рис. 1.** Эпидерма сочной чешуи луковицы лука (из Хржановский В.Г., 1989 с. 21): А- снятие эпидермы Б- клетки эпидермы сочной чешуи (справа при большом увеличении, слева – при малом): 1- стенка клетки, 2- цитоплазма, 3-ядро, 4- ядрышко, 5- вакуоль.



**Рис. 2. Общий план строения растительной клетки**

**Задание 2.** Работа с микроскопом. Рассмотрите готовый препарат «Кожица лука» при малом увеличении. Найдите клеточную стенку, ядро. Определите: клетки молодые или старые.

На препарате хорошо видна клеточная стенка, под ней внутреннее содержимое клетки – протопласт. В его состав входит цитоплазма, расположенная вдоль клеточной оболочки. Вы видите в зрелой клетке одну вакуоль, если вакуолей несколько, то это молодая клетка. Ядро занимает центральное или пристеночное положение в клетке.

**Задание 3.** Зарисуйте 4-5 клеток (технология построения рисунка смотри рис. 3). Рисунок выполняют простым карандашом. Обратите внимание на форму клеток и их расположение относительно друг друга. Запишите во сколько раз увеличен ваш объект.

**Задание 4.** Рассмотрите препарат при большом увеличении. Найдите клеточную стенку, ядро, вакуоль, цитоплазму. Подпишите основные части и органойды клетки (стенка клетки, цитоплазма, ядро, вакуоль и укажите в какие цвета они были окрашены).

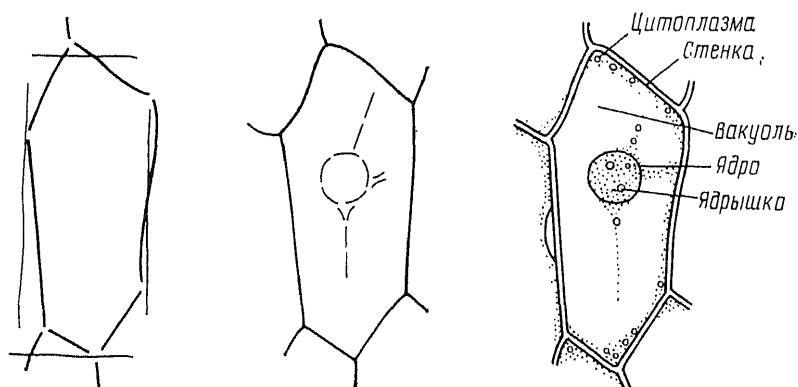


Рис. 3. Последовательные этапы построения рисунка (из Хржановский В.Г, 1989 с. 16)

## Лабораторная работа 2

### «Изготовление временного препарата эпидермы сочной чешуи лукавицы» лука»

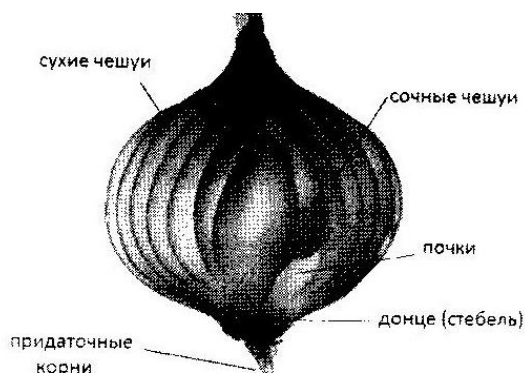


Рис.4. Строение лукавицы лука репчатого (из Барановой О.Г. , 2014)

**Цель работы:** Научиться готовить временный препарат на примере кожицы лука.

**Материал:** сине-фиолетовая лукавица лука.

**Оборудование:** набор лабораторного оборудования (предметное и покровное стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка), фильтровальная бумага, стаканчик с водой.

### Ход работы

**Задание 1.** Приготовьте временный препарат кожицы чешуи лука:

1. Возьмите предметное стекло.
2. Нанесите на предметное стекло 1 каплю воды с помощью пипетки.
3. Удалить сухие чешуи лукавицы.
4. С наружной стороны мясистой чешуи фиолетового лука снимите препаровальной иглой небольшой кусочек эпидермиса.

5. Положите кожицу в каплю воды на предметное стекло, расправьте ее и накройте покровным стеклом. Старайтесь не травмировать клетки, не допускать их подсыхания.
6. Положите препарат на предметный столик и закрепите его двумя зажимами.
7. Рассмотрите препарат при малом увеличении, для этого опустите предметный столик вниз с помощью регулировочного винта и глядя в окуляр при помощи винта медленно поднимайте столик вверх пока не появится четкое изображение предмета.
8. Найдите наиболее удачное место (типичные целые клетки без повреждений, пузырьков), переведите объектив на большее увеличение.
9. При большом увеличении изучите строение клетки.

**Задание 2.** Используя рис. 2 запишите органоиды и части клетки, которые вы увидели на приготовленном вами препарате.

**Задание 3.** Зарисуйте 1-2 клетки и сделайте обозначения: стенка клетки, цитоплазма, вакуоли, ядро.

### **Лабораторная работа № 3**

#### **«Первичная покровная ткань – эпидерма. Эпидерма листа герани»**

**Цель работы:** Приготовить препарат эпидермы листа герани и рассмотреть строение покровной ткани листа герани.

**Материал:** листья герани.

**Оборудование:** микроскоп, микропрепарат «Эпидермис листа герани», набор лабораторного оборудования (предметное и покровное стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка)

#### **Ход работы**

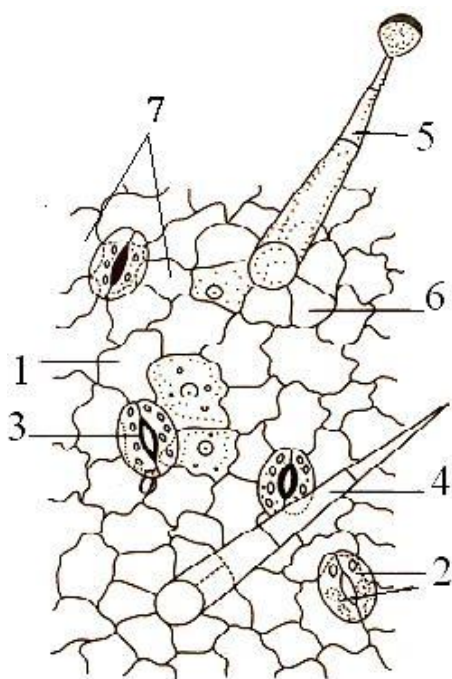
**Задание 1.** Приготовьте временный препарат нижней эпидермы листа герани:

1. Разорвите лист герани так, чтобы видна была тонкая пленка с нижней стороны листа.
2. Поместите полученный участок в каплю воды на предметное стекло и накройте покровным стеклом.

**Задание 2.** Рассмотрите временный препарат при малом увеличении, найдите наиболее удачное место, рассмотрите основные клетки эпидермы с извилистыми клетками (рис.5), устьица, простые и железистые волоски.

**Задание 3.** Зарисуйте 4-5 основных клеток эпидермы. Обратите внимание на расположение клеток относительно друг друга.

**Задание 4.** Рассмотрите готовый препарат «Эпидермис листа герани» при малом



**Рис. 5.** Эпидерма нижней стороны листа пеларгонии (*Pelargonium*)

(из Барановой О.Г., с. 11, 2014):

- 1 - основные клетки эпидермы,
- 2 - замыкающие клетки устьица,
- 3 - устьичная щель,
- 4 - кроющий волосок,
- 5 - железистый волосок (трихома),
- 6 - около волосковые клетки,
- 7 - побочные клетки.

увеличении и большом. Найдите основные клетки эпидермы с извилистыми стенками, бобовидные замыкающие клетки устьиц. Зарисуйте устьица.

**Задание 5.** Рассмотрите побочные клетки. Обратите внимание на форму, расположение клеток относительно друг друга. Зарисуйте их вокруг устьица.

**Задание 4.** Укажите форму эпидермальных клеток, характер расположения клеток относительно друг друга.

**Задание 5.** В основных клетках отметьте местонахождение ядра, цитоплазмы, вакуоли. В бобовидных замыкающих клетках устьиц, погруженных в глубь листа, нарисуйте хлоропласты, укажите местоположение и подпишите их.

**Задание 6. Вставьте пропущенные слова.**

Снаружи листа находится кожица, образованная (1) \_\_\_\_\_ тканью. В основном кожица состоит

из крупных бесцветных клеток. Бобовидные клетки имеют хлоропласты и расположены парами, образуя (2) \_\_\_\_\_. Изменение их формы приводит к образованию (3) \_\_\_\_\_ щели, через которую происходит газообмен.

**Задание 7.** Объясните, почему клетки кожицы прозрачны, какую роль выполняет устьичная щель в устьицах?

#### Лабораторная № 4

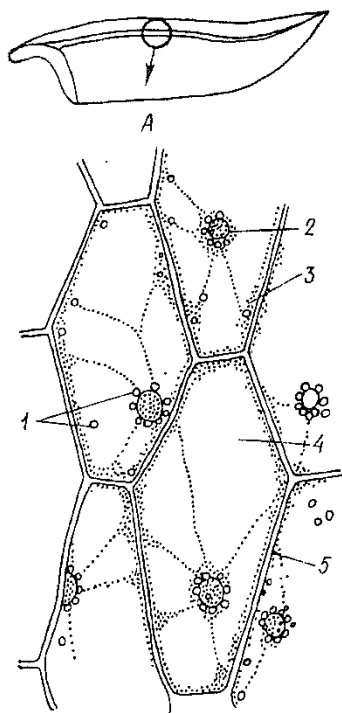
**«Лейкопласты в клетках эпидермиса листа традесканции виргинской»**

**Цель работы:** приготовить временный препарат «Эпидермис листа традесканции», рассмотреть содержимое клеток, найти лейкопласты.

**Материал:** лист традесканции

**Оборудование:** микроскоп, набор лабораторного оборудования, стаканчик с водой, фильтровальная бумага, слабый раствор сахарозы.





**Рис. 6.** Эпидерма листа традесканции (*Tradescantia* sp) (из Хржановский В.Г, с. 26, 1989): А-снятие эпидермы; Б- клетки эпидермы: 1- лейкопласты, 2- ядро, 3-цитоплазма, 4- вакуоль, 5- стенки клетки

## Ход работы

**Задание 1.** Рассмотрите рисунок «Клетки кожицы листа традесканции» (рис.6). Ответьте письменно на вопросы:

1. Как расположены клетки относительно друг друга?
2. Какая форма у клеток (паренхимная или прозенхимная)?
3. Все ли клетки покровной ткани имеют одинаковое строение, форму?
4. Какую функцию выполняет ядро, лейкопласты, хлоропласты в растительных клетках?

**Задание 2.** Приготовьте временный препарат:

1. Возьмите в руку молодой лист традесканции, нижней стороной наружу.
2. Слегка надорвите и оттяните лист, старайтесь делать движения наискосок. Снимите кожицу тонкую, прозрачную.

3. Покровную ткань поместите на предметное стекло в каплю слабого раствора сахарозы, расправьте препаровальной иглой и накройте покровным стеклом.

**Задание 3.**

1. Рассмотрите временный препарат при малом увеличении микроскопа. Найдите в клетке оболочку, ядро, цитоплазму, лейкопласты, устьица.
2. Зарисуйте 2-3 клетки кожицы. Обозначьте на рисунке ядро, лейкопласты, замыкающие клетки устьица, устьичную щель, клеточную стенку.
3. Подсчитайте количество лейкопластов в одной клетке: вокруг ядра расположенные мелкие округлые тельца.

**Задание 4.** Объектив микроскопа увеличивает в 20 раз, а окуляр – в 15 раз. Подсчитайте, какое увеличение объекта можно получить в микроскопе?

**Задание 5.** Клубни картофеля, полежав на свету, зеленеют. Что происходит в клетке? Дайте обоснованный ответ.

## Лабораторная работа № 5

### Выделительная ткань

#### «Трихомы эпидермы листа герани»

**Цель работы:** приготовить временный препарат «Трихомы эпидермы листа герани», рассмотреть их и зарисовать.

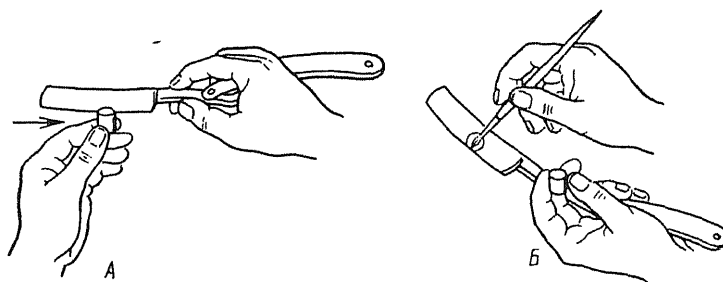
**Материал:** листья герани

**Оборудование:** микроскоп, набор лабораторного оборудования (предметное и покровное стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка), бритва

### Ход работы

**Задание 1.** Приготовьте препарат «Железистые волоски эпидермы листа герани»:

1. С жилки или с края листа герани аккуратно, стараясь не примять волоски, снимите бритвой эпидерму (приложение 2, приготовление среза).



**Рис. 7.** Положение рук при изготовлении среза (А) и правила снятия срезов с бритвы (Б) (из Хржановский В.Г с. 14, 1989 г.)

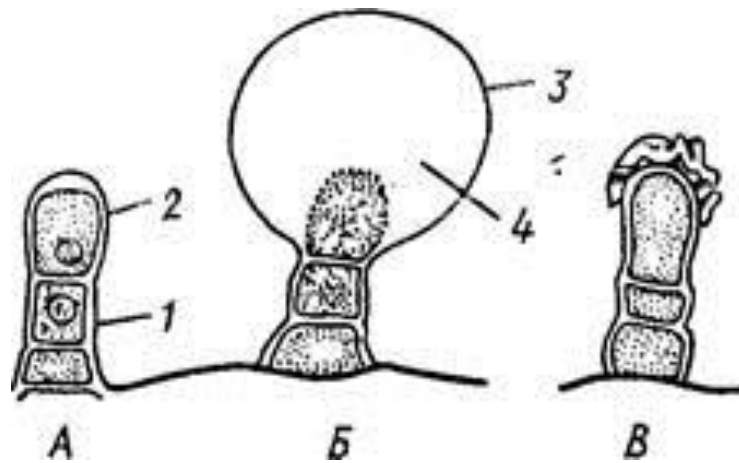
2. Положите срез в каплю воды на предметное стекло и закройте покровным.

3. Рассмотрите препарат при малом увеличении и большом. Рассмотрите трихомы (простые-кроющие и железистые волоски), укажите у каких клеток заостренная верхушка, у каких имеется головка; клетки, окружающие основания волосков-околоволосковые.

4. Сравните околоволосковые клетки и основные клетки эпидермы. У каких клеток оболочки менее извилистые и клетки образуют кольцо?

5. Среди длинных остроконечных простых волосков найдите маленькие головчатые волоски. Ножка их состоит обычно из двух живых клеток, головка из одной, железистой. Выделяемое этой клеткой эфирное масло накапливается под кутикулой, раздувая ее в виде прозрачного пузырька на верхушке волоска. Затем этот пузырек лопается и жидкость вытекает. После этого начинает собираться новая капелька эфирного масла.

6. Рассмотрите рисунок 3 и зарисуйте несколько железистых волосков на разных этапах накопления эфирного масла, подпишите на рисунке: ножка, головка, кутикула, капля эфирного масла.



**Рис. 8 Железистые волоски эпидермы листа герани.** А- до образования капли эфирного масла; Б- капля эфирного масла приподняла кутикулу; В- кутикула лопнула и капля вытекла.

### Лабораторная работа № 6

#### Воздухоносные ткани (ткани проветривания)

#### «Аэренхима рдеста»

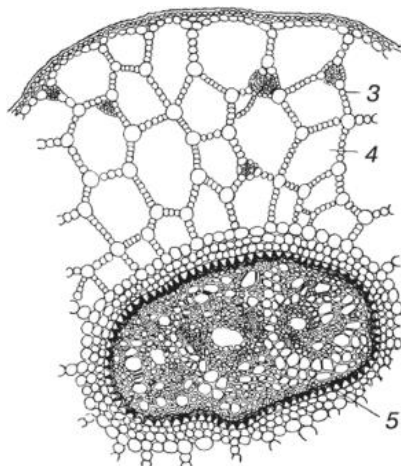
**Цель работы:** изучить особенности строения данной ткани, объяснить взаимосвязь строения и

функции на примере, воздухоносной ткани.

**Материал:** постоянный препарат поперечного среза стебля рдеста

#### Ход работы

1. Настройте микроскоп и рассмотрите при малом увеличении полости, окруженные мелкими клетками.
2. Зарисуйте участок аэренхимы, подпишите воздухоносные ходы.
3. Какую роль играют воздухоносные ходы? Почему эти ткани так названы?



**Рис. 9. Воздухоносная паренхима в стебле рдеста блестящего (*Potamogeton lucens*) (по В.Х. Тугаюк, 1980):**

3 — клетки воздухоносной паренхимы; 4 — воздухоносная полость; 5 — эндодерма

## Лабораторная работа №7

### «Анатомическое строение корня однодольных растений (первичное строение)»

**Цель:** изучить первичное строение корня, используя постоянный препарат – поперечный срез корня ириса.

**Оборудование:** микроскоп, микропрепарат «Поперечный срез корня ириса».

#### Ход работы

**Задание 1.** При малом увеличении рассмотрите поперечный срез корня ириса. Найдите широкую первичную кору и относительно узкий круг в центре – центральный цилиндр (осевой цилиндр). Зарисуйте общую схему строения корня, обозначьте зону коры и центрального цилиндра.

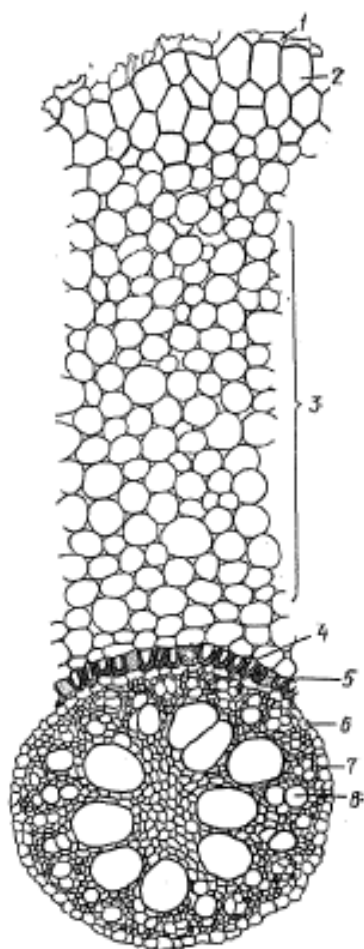
**Задание 2.** Изучите строение объекта при большом увеличении. Начинается кора двух - трехслойной экзодермой, клетки обычно шестиугольной формы, которые выполняют защитную функцию. Обратите внимание на расположение клеток относительно друг друга. Запишите рыхло или плотно они расположены. Обозначьте на вашей схеме экзодерму.

**Задание 3.** Основную массу первичной коры составляет *основная паренхима*. Клетки крупные, рыхло расположены с межклетниками. Подпишите на схеме.

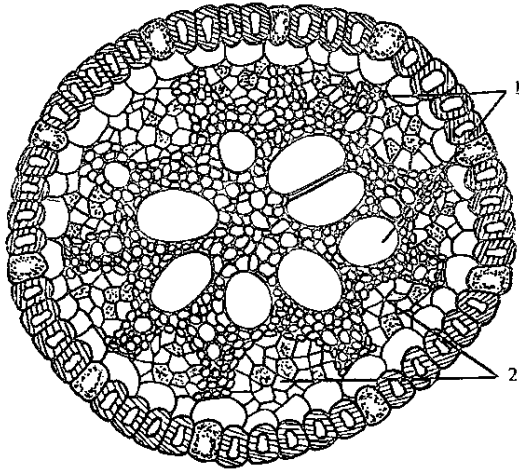
**Задание 3.** От центрального цилиндра кора ограничена слоем плотно сомкнутых клеток *эндодермы*. Найдите на рис. 11, рассмотрите через микроскоп подпишите на схеме в тетради.

**Задание 4.** Рассмотрите рис. 12 и микропрепарат, найдите ксилему, которая занимает центральное положение и образует лучи, заканчивающиеся более мелкими сосудами (вид звезды). Флоэма и ксилема

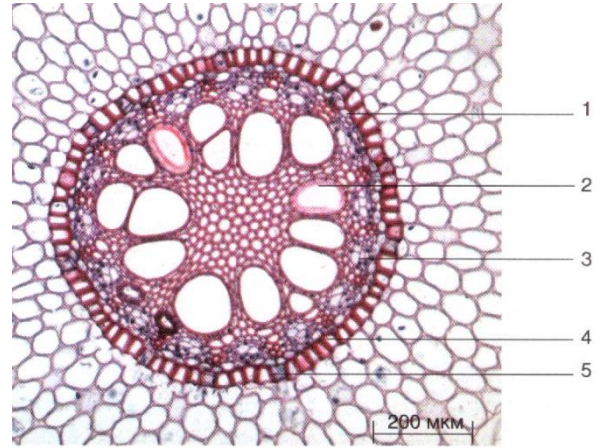
чередуются, и между лучами ксилемы находится флоэма. Нарисуйте и обозначьте на вашей схеме расположение ксилемы и флоэмы.



**Рис. 10.** Первичное строение корня однодольного растения ириса (Хржановский В.Г., 1989): 1-остатки эпиблемы; 2- эктодерма; 3- основная паренхима; 4- эндодерма; 5- пропускная клетка эндодермы; перицикл; 7- луч ксилемы (2-5 первичная кора, 6-8 центральный цилиндр).



**Рис. 11. Радиальный пучок прса германского** (из: Бавтуто Г.А., 2002)  
1- лучи ксилемы, 2- участки флоэмы



**Рис. 12. Центр корня первичного строения однодольного растения** (из Барабанов Е.И., 2012): 1-перикл; 2- сосуды ксилемы; 3- флоэма; 4-эндодерма с подковообразными утолщениями; 5- пропускные клетки

**Задание 5.** Ответьте письменно на вопросы:

1. Какую функцию выполняют клетки первичной коры?
2. По каким тканям передвигаются вода и минеральные соли, по каким – органические?
3. Какую функцию выполняют клетки первичной коры?

### Глава 3. Тестовые задания по теме «Ткани цветковых растений»

#### Задания с несколькими правильными ответами

1. Выберите 3 правильных ответа. Выберите признаки, характерные для пробки:

- 1) состоит из мёртвых клеток;
- 2) находится на поверхности стебля;
- 3) чаще всего встречается у трав;
- 4) содержит чечевички;
- 5) содержит устьица.

2. Выберите 2 правильных ответа. В состав листа входят следующие ткани:

- 1) первичная ксилема и первичная флоэма;
- 2) древесина;
- 3) луб;
- 4) пробка;
- 5) камбий;
- 6) фотосинтезирующая паренхима

(Соловков Д.А., 2015, с. 58)

3. Установите соответствие между признаком проводящей ткани и её типом:

1) вторичная ксилема (древесина), 2) вторичная флоэма (луб).

- А) состоит преимущественно из живых клеток
- Б) в стебле расположена снаружи от камбия
- В) в жилках листа находится сверху
- Г) проводящие элементы — сосуды (трахеи)
- Д) проводит органические вещества
- Е) обычно проводит воду и минеральные соли

А	Б	В	Г	Д	Е

4. Установите соответствие между характеристиками и структурами проводящих тканей растений: 1) сосуды и трахеиды, 2) ситовидные трубки. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) наличие клеток-спутниц
- Б) составляют основу древесины
- В) составляют основу луба
- Г) передвижение воды с минеральными веществами
- Д) обеспечение нисходящего тока веществ
- Е) мёртвые толстостенные клетки

А	Б	В	Г	Д	Е

5. Установите соответствие между характеристиками и видами растительных тканей: 1) покровная, 2) образовательная. Запишите цифры 1 и 2 в порядке, соответствующем буквам.

- А) выполняет защитную функцию
- Б) образована плотно прилегающими живыми или мёртвыми клетками
- В) обеспечивает рост и развитие растения
- Г) является исходной для всех остальных тканей
- Д) осуществляет связь растения с окружающей средой
- Е) располагается в конусе нарастания

А	Б	В	Г	Д	Е

(<http://www.bio-faq.ru>)

6. Выберите 2 правильных ответа. По какой части стебля травянистого или древесного растения может происходить передвижение растворённых органических веществ из листьев ко всем органам?

- А) древесина
- Б) камбий
- В) луб
- Г) сердцевина
- Д) первичная флоэма
- Е) первичная ксилема

7. Выберите 2 правильных ответа. Передвижение воды и минеральных солей в стебле происходит по:

- А) сердцевине
- Б) сосудам и трахеидам древесины
- В) ситовидным трубкам луба
- Г) клеткам образовательной ткани
- Д) трахеидам и сосудам первичной ксилемы
- Е) клеткам-спутницам

8. Выберите 2 правильных ответа. Передвижение воды и растворённых минеральных веществ от корней к листьям в организме растений происходит по:

- А) сосудам
- Б) ситовидным трубкам
- В) клеткам камбия
- Г) механическим волокнам
- Д) трахеидам
- Е) клеткам-спутницам

9. Выберите 3 правильных ответа. Какую функцию выполняют устьица листа?

- А) выделяют в атмосферу пары воды
- Б) поглощают кванты солнечного света
- В) защищают от попадания в лист частиц пыли
- Г) препятствуют попаданию в лист вредных химических веществ
- Д) участвуют в поглощении тканями листа углекислого газа
- Е) осуществляют газообмен

## *Задания с одним правильным ответом*

**Выберите 1 правильный ответ:**

### Проводящая ткань

1. Вода, необходимая для фотосинтеза, поступает в листья по:  
А) клеткам-спутницам  
Б) лубяным волокнам  
В) ситовидным трубкам  
Г) сосудам
2. Образовавшиеся в процессе фотосинтеза органические вещества перемещаются по:  
А) камбию  
Б) механической ткани  
В) ситовидным трубкам  
Г) сосудам
3. По какой части ствола древесного растения происходит передвижение воды и минеральных веществ?  
А) древесине  
Б) камбию  
В) коре  
Г) сердцевине
4. Основным проводящим элементом луба являются...  
А) трахеиды  
Б) волокна  
В) сосуды  
Г) ситовидные трубки
5. У однодольных растений рост стебля в толщину возможен только на ранних этапах развития растения, так как у них:  
А) короткий срок жизни  
Б) нет камбия  
В) не образуется многослойная перидерма  
Г) нет сердцевины

### Образовательная ткань

1. Камбий обеспечивает:  
А) верхушечный рост стебля  
Б) верхушечный рост корня  
В) рост стебля в толщину  
Г) ветвление побега
2. Какую роль играет камбий в стебле древесного растения?  
А) запасает питательные вещества  
Б) проводит питательные вещества



- В) обеспечивает рост стебля в толщину  
Г) усиливает рост междоузлий
3. Образовательная ткань представлена:  
А) плотно сомкнутыми живыми клетками, имеющими утолщенные наружные стенки и устьица  
Б) плотно сомкнутыми мёртвыми клетками, стенки которых пропитаны суберином  
В) длинными клетками с толстыми одревесневающими стенками и отмершим содержимым  
Г) молодыми тонкостенными клетками с крупным ядром и густой цитоплазмой
4. К образовательным тканям относятся:  
А) ксилема и флоэма  
Б) губчатый и столбчатый мезофилл  
В) верхушечная меристема и камбий  
Г) колленхима и склеренхима
5. Образовательная ткань у растений находится:  
А) под корневым чехликом  
Б) на почках побегов  
В) между древесиной и лубом  
Г) под корневым чехликом, на почках побегов, между древесинной и лубом

#### Механическая ткань

1. Механическая ткань представлена:  
А) плотно сомкнутыми живыми клетками, имеющими утолщенные наружные стенки и устьица  
Б) плотно сомкнутыми мёртвыми клетками, стенки которых пропитаны суберином  
В) длинными клетками с толстыми одревесневающими стенками и отмершим содержимым  
Г) молодыми тонкостенными клетками с крупным ядром и густой цитоплазмой
2. Сферические клетки – склереиды относятся к тканям:  
А) механическим  
Б) основным  
В) образовательным  
Г) покровным
3. Ткани растений, выполняющие опорную функцию, - это:  
А) эпидерма, пробка  
Б) ксилема, флоэма  
В) склеренхима, колленхима  
Г) камбий, мезофилл

#### Покровная ткань

1. Клетки кожицы листа прозрачны и бесцветны, поэтому они проницаемы для:  
А) вредных веществ  
Б) воды

- В) солнечного света  
Г) кислорода
2. Какая ткань находится на поверхности молодого однолетнего побега дерева?  
А) луб  
Б) древесина  
В) кожица  
Г) пробка
3. У растений замыкающие клетки являются структурными компонентами:  
А) устьиц  
Б) пор  
В) мезофилла  
Г) проводящих пучков
4. К покровным тканям относят:  
А) эпидерму, пробку  
Б) ксилему, флоэму  
В) склеренхиму, колленхиму  
Г) камбий, мезофилл
5. Эпидерма образована:  
А) плотно сомкнутыми живыми клетками, имеющими утолщенные наружные стенки и устьица  
Б) плотно сомкнутыми мертвыми клетками, стенки которых пропитаны суберином  
В) длинными клетками с толстыми одревесневающими стенками и отмершим содержимым  
Г) молодыми тонкостенными клетками с крупным ядром и густой цитоплазмой
6. Перидерма образована:  
А) плотно сомкнутыми живыми клетками, имеющими утолщенные наружные стенки и устьица  
Б) плотно сомкнутыми мёртвыми клетками, стенки которых пропитаны суберином  
В) длинными клетками с толстыми одревесневающими стенками и отмершим содержимым  
Г) молодыми тонкостенными клетками с крупным ядром и густой цитоплазмой
7. Пробка у растений  
А) покрывает листья, зеленые стебли и все части цветка  
Б) покрывает клубни, корневища и корни  
В) находится между древесиной и лубом  
Г) образует мякоть листа

### Паренхимная ткань

1. Ассимиляционная паренхима у растений:

- А) покрывает листья, зеленые стебли и все части цветка
- Б) покрывает клубни, корневища и корни
- В) находится между древесиной и лубом
- Г) образует мякоть листа

2. В группу основных тканей растений входит паренхима:

- А) ассимиляционная
- Б) запасаящая
- В) водоносная и воздухоносная
- Г) ассимиляционная, запасаящая, водоносная и воздухоносная

3. Основная ткань растений служит:

- А) для фотосинтеза и газообмена
- Б) местом отложения запасных питательных веществ
- В) для накопления влаги
- Г) для фотосинтеза и газообмена, накопления влаги, местом отложения запасных питательных веществ

4. К основным тканям растений относятся:

- А) ксилема и флоэма
- Б) губчатый и столбчатый мезофилл
- В) верхушечная меристема и камбий
- Г) колленхима и склеренхима

5. Губчатая ткань листа располагается:

- А) под верхней кожицей листа
- Б) между столбчатой тканью
- В) внутри сосудисто-волокнистых пучков
- Г) под столбчатой тканью ближе к нижней кожице листа

Тесты взяты из литературных источников: Д.А.Соловков, 2015, с. 58; Прищепа , 2006, с. 58; <http://www.bio-faq.ru> обработаны Константиновой А.И.

## Ответы

### Тестовые задания по теме «Ткани цветковых растений»

#### *Задания с несколькими правильными ответами*

1-124	4-211121	7-бд
2-16	5-112212	8-ад
3-221121	6-вд	9-аде

#### *Задания с одним правильным ответом*

<b>Проводящая ткань</b>	<b>Образовательная ткань</b>	<b>Механическая ткань</b>	<b>Покровная ткань</b>	<b>Паренхимная ткань</b>
1-г	1-в	1-в	1-в	1-г
2-в	2-в	2-а	2-в	2-г
3-а	3-г	3-в	3-а	3-г
4-г	4-в		4-а	4-а
5-б	5-г		5-а	5-г
			6-б	
			7-б	

## Список использованной литературы

1. Бавтуто Г.А., Еремин В.М. Ботаника: Морфология и анатомия растений: Учеб. Пособие.- Мн. : Высш. Шк., 1997. - 375 с
2. Бавтуто Г.А. Практикум по анатомии и морфологии растений: Учеб. Пособие/Г.А. Бавтуто, Л. М. Ерей.- Мн. : Новое знание, 2002, -464
3. Баранова О.Г., Рубцова А.В. Б 24 Ботаника: высшие растения: учеб.-метод. пособие к лабор. работам. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2014. 99 с.
4. Басов В.М., Ефремова Т.В. Практикум по анатомии, морфологии и систематике растений: Учебное пособие. Изд. Стереотип. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. -240 с.
5. Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс. В 32- т. Том 2. Ботаника. - М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС» 21 век», 2002. - 544 с.
6. Биология: в 3 т. Т. 1 /Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут; под ред. Р. Сопера ; М.: Лаборатория знаний, 2018.- 454 с.
7. Биология: Пособие для поступающих в вузы: В 2 т. Т. 2.- Н.В. Чебышев, С.В. Кузнецов, С.Г. Зайчикова и др. –М.: РИА «Новая волна»: Издатель Умеренков, 2015.- 448 с.
8. Биология. Тестовые задания/И.М. Прищепа, Г.А. Захарова, М.А. Щербакова и др. Мн.: Новое знание, 2006. - 760 с.
9. Ботаника: Морфология и анатомия растений: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец. /А.Е. Васильев, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский и др. –М.: Просвещение, 1988. - 480 с.
10. Васильева Е.М. Эксперимент по физиологии растений в средней школе. Пособие для учителей. -М. , Просвещение, 1978, 112 с.
11. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: Учебник. – М.: ЛЕНАНД, 2017.- 512 с.
12. Раздорский В.Ф. Анатомия растений. -М.: Советская наука, 1949. — 524 с.
13. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р (ред. от 28.09.2018) <О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года> (вместе с "Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года")  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_82134/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/)

14. Ботаника. Практикум по морфологии растений : учеб. пособие /Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. – Минск : БГУ, 2017. – 199 с.
15. Соловков Д.А. ЕГЭ по биологии. Практическая подготовка.- СПб.: БХВ-Петербург, 2015.- 576 с.
16. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники: Учеб. Пособие. -Мн. Высш.шк., 1979.- 422 с.
17. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники.- М.: Агропромиздат, 1989.- 416с.
18. Эзау К. Анатомия семенных растений. - М.: Изд-во «Мир», 1980
19. Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. В 2 ч. Ч. 1.- М.: Просвещение: АО «Учеб. Лит.», 1996. - 224 с.
20. Био-фак Дмитрия Позднякова Режим доступа: <http://www.bio-faq.ru>– (Дата обращения: 29.10.2018).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Основные характеристики, функции и распределение растительных тканей (из Тейлор Д, 2018)

<i>Ткань</i>	<i>Основные функции</i>	<i>Мертвая или живая</i>	<i>Материал клеточных стенок</i>	<i>Форма клеток</i>	<i>Распределение</i>
Паренхима	Выполняющая ткань. Опора в травянистых растениях. Метаболически активна. Система воздухоносных межклетников обеспечивает газообмен. Хранение запасных продуктов. Транспорт по клеткам, через плазматическую мембрану (симпласт) и по оболочкам клеток (апопласт)	Живая	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы	Обычно изодиаметрическая, иногда вытянутая	Кора, сердцевина, сердцевинные лучи; во вторичной ксилеме и флоэме – древесинная и лубяная паренхима
<b>Модифицированная паренхима</b>					
а) Эпидерма	Защита от высыхания и от проникновения болезнетворных организмов. Волоски и железы могут нести дополнительные функции	Живая	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы, кутин, пропитывающий наружную клеточную стенку и кутикула, покрывающая её в виде плёнки	Вытянутая и уплощенная	Покрывает первичное тело растения одним слоем
б) Мезофилл	Фотосинтез (содержит хлоропласты). Запасание крахмала	Живая	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы	Изодиаметрическая, неправильная или столбчатая в зависимости от местоположения	Между верхним и нижним эпидермисом листьев
в) Эндодерма	Избирательно проницаемый барьер на пути движения воды и	Живая	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы,	Такая же, как у клеток эпидермиса	Окружает стелу (центральный цилиндр),

	минеральных солей (между корой и ксилемой) в корне. Крахмалоносное влагалище, где откладываются запасные вещества, в стеблях		отложения суберина		закрывающий проводящие ткани Эндодерма – самый внутренний слой коры.
г) Перицикл	В корнях сохраняет меристематическую активность, образуя боковые корни и принимая участие во вторичном росте (там, где последний имеет место)	Живая	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы	Такая же, как у паренхимных клеток	В корнях и стеблях между проводящими тканями и кортексом (первичной корой). Перицикл – наружный слой стелы.
Колленхима	Опора (механическая функция)	Живая	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы	Вытянутая и многоугольная; клетки к концам сужаются	Наружная часть коры, например, вдоль стебля по ребрам или в средних жилках листьев
Склеренхима					
а) Волокна	Опора (чисто механическая функция)	Мертвые	В основном лигнин. Содержатся также целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы	Вытянутая и многоугольная; суженные концы клеток соединены	Наружная часть коры, перицикл стеблей, ксилема и флоэма
б) Склерейды	Опора (механическая функция)	Мертвые	Тот же, что и у волокон	Приблизительно изодиаметрическая, хотя возможны варианты	Кора, сердцевина, флоэма, плоды (в околоплодниках и косточках), семенные оболочки
Ксилема	Смесь живых и мертвых клеток. В ксилеме содержатся также волокна и паренхима				
Трахеиды и сосуды	Передвижение воды и минеральных солей. Опора	Мертвые	Тот же, что и у волокон	Вытянутая и трубчатая	Проводящая система
Флоэма	Смесь живых и мертвых клеток. Во флоэме содержатся также волокна и склерейды, ранее уже описанные				
а) Ситовидные трубки	Перемещение органических веществ	Живые	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы	Вытянутая и трубчатая	Проводящая система
б) Клетки-спутницы	Функционируют совместно с ситовидными трубками	Живые	Целлюлоза, пектины и гемицеллюлозы	Вытянутая, клетки узкие	Проводящая система



## **Приложение 2. Основные способы приготовления препаратов, принципы работы с микроскопом и рекомендации к изготовлению рисунков**

### **Техника изготовления временных препаратов**

При изготовлении временных препаратов соблюдают следующую последовательность операций.

1. Моют и тщательно вытирают предметное и покровное стекло. Чтобы не сломать очень хрупкое покровное стекло, его споласкивают в воде, помещают в складку полотенца между большим и указательным пальцами правой руки и осторожно вытирают круговыми движениями пальцев.

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

3. Делают срез изучаемого органа при помощи лезвия.

4. Выбрав самый тонкий срез, кладут его на предметное стекло в каплю жидкости.

5. Закрывают срез покровным стеклом так, чтобы по него не попал воздух. Для этого покровное стекло берут двумя пальцами за грани, подводят нижнюю грань к краю капли жидкости и плавно опускают.

6. Если жидкости много, и она вытекает из-под покровного стекла, удаляют избыток ее кусочком фильтровальной бумаги. Если же под покровным стеклом остались места, заполненные воздухом, добавляют жидкость, поместив каплю ее рядом с краем покровного стекла. [Хржановский В.Г., 1979, с. 14]

### **Приготовление среза**

Объект следует держать в левой руке, лезвие – в правой. Объект зажимают между большим и указательными пальцами левой руки (большой палец должен быть ниже уровня среза). Сначала выравнивается поверхность, а затем делается тонкий срез. Бритвой, ведя ее к себе, наискось одним плавным быстрым движением (не пилить). При этом объект надо держать строго вертикально, а бритву – строго горизонтально. Делают сразу несколько срезов. Лезвие все время смачивают. Срезы помещают в воду, чтобы они не подсохли. [Хржановский В.Г., 1979, с. 14]

Некоторые объекты сложно резать (тонкий стебель, корень, лист). Для таких объектов нужно использовать субстрат для резки (пенопласт). Сначала вырезают небольшой кубик. Далее прорезают посередине, но не до конца. В это углубление помещают объект.

Срез должен получиться ровным, а не косым, тонким (толщина 1-2 клетки паренхимы), относительно равномерным по толщине. [Решетов, 2018, с. 170]

### **Реакция на одревеснение в оболочках клеток**

Временную реакцию на одревеснение обычно проводят с помощью спиртового раствора флороглюцина. Этот краситель реагирует с лигнином, но продукты реакции приобретают красный цвет только в кислой среде. В результате красный цвет приобретают все одревесневшие элементы (ксилема, склеренхима, пояски Каспари и др).

Последовательность действий для окрашивания препарата:

- 1) Оттянуть фильтровальной бумагой воду, в которой лежит срез, для того, чтобы при смешении с водой не уменьшилась концентрация следующего реактива.
- 2) Капнуть на срез 2-3 капли флороглюцина, так, чтобы он целиком был им покрыт
- 3) Подождать около минуты, во время которой будет идти реакция. Если срез тонкий и мелкий, хватит 30 с.
- 4) Оттянуть флороглюцин фильтровальной бумагой. Капнуть 0, 5 капли соляной кислоты: для этого окунуть стеклянную палочку в кислоту и коснуться среза.
- 5) Добавить на срез каплю глицерина. Глицерин слегка просветляет срез и предотвращает его высыхание. Следить, чтобы в нем не было пузырей.
- 6) Аккуратно накрыть срез покровным стеклом, стараясь не напустить в глицерин воздуха.

Приготовленный таким образом препарат рассматривают препарат под микроскопом. [Решетов, 2018, с. 170]

### **Правила работы со световыми микроскопами**

1. Работают с микроскопом всегда сидя. Микроскоп устанавливают против левого плеча недалеко от края стола. Во время работы его не перемещают. Необходимое оборудование должно находиться справа: салфетки, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы и т.д.

2. Настраивают равномерное освещение поля зрения:

- 1) установить фронтальную линзу конденсора (рис.31) на уровне предметного столика;
- 2) отодвинуть находящееся под конденсором кольцо со светофильтром;
- 3) полностью открыть диафрагму;

- 4) убедиться, что установлен объектив малого увеличения (обычно это 10x) и при помощи кремальеры поднимите его на 1 см от предметного столика;
- 5) глядя в окуляр, движениями зеркала и вилки получить полное и равномерно освещенное поле зрения. При работе с микроскопом со встроенным в основание осветителем подсоединяют штекер источника питания к гнезду в основании микроскопа, а затем подключают источник питания к сети.
- 6) Положите приготовленный препарат на предметный столик и движением кремальеры опустите объектив до 0,5 см и, глядя в окуляр, медленно поднимайте до появления резкого изображения (так вы никогда не раздавите препарат).
- 7) После изучения препарата на малом увеличении можно приступить к работе на большом увеличении. Для этого вращение головки револьвера смените объектив (о правильности установки можно судить по легкому щелчку). Окончательную наводку на резкость производят микровинтом. При этом нужно помнить, что микровинт можно поворачивать не более чем на 1.2 или 3.4 полного оборота. Не забудьте, что при переходе на большое увеличение поле зрения сильно уменьшается, поэтому интересующая вас часть объекта должна быть в центре поля зрения.
- 8) По окончании работы на большом увеличении снова переведите микроскоп на малое увеличение и только после этого убирайте препарат с предметного столика.



Рис. 31 Стрoение микроскопа

9) После окончания работы с микропрепаратом конденсор необходимо опустить, объектив установить на уровень предметного столика, питание отключить, микроскоп накрыть чехлом.

10) Привести в порядок рабочее место.

Кремальера – винт для грубого передвижения тубуса, имеет два барашка (ручки в виде колеса), вынесенные на обе стороны микроскопа.

## Правила приготовления препарата

1. Не используйте слишком большое количество воды или глицерина, так как эти жидкости могут выступить по краям предметного стекла и попасть на его поверхность. Объектив не должен погружаться в воду. Если жидкости под стеклом недостаточно, то ее можно добавить, поместив небольшую каплю воды с краю от покровного стекла.

2. Не помещайте в препарат большие фрагменты исследуемого образца, так как это приводит к тому, что на стекле можно будет наблюдать только плотные сгустки или сплетение нитей, в то время как никаких морфологических особенностей увидеть не удастся.

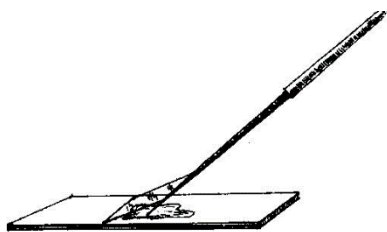


Рис. 32. Способ накрывания препарата покровным стеклом с использованием препаровальной иглы

3. Старайтесь избегать образования большого количества воздушных пузырьков под стеклом. Для этого препарат нужно накрывать стеклом медленно и под углом, чтобы лишний воздух мог выйти. В некоторых случаях для этого удобно использовать препаровальную иглу (рис. 32).

## Рисунок

Результаты микроскопического изучения растений оформляют в виде рисунка. Детальный рисунок должен быть предельно ясным, детали изображены четко, без случайных подробностей. Средствами изображения служат только линии и точки. Выполняют рисунок простым карандашом средней мягкости.

Рисунок необходимо сделать такой величины, чтобы на нем можно было изобразить все необходимые детали. Пропорции общего рисунка и его деталей должны быть сохранены. Рисунок снабжают пояснительными надписями.

При изучении микроскопического строения органов растений большая роль принадлежит схематичному рисунку. На таком рисунке расположение тканей наносят условными обозначениями, без вырисовывания отдельных клеток. При этом строго соблюдают пропорции между отдельными тканями. Схема может быть детализирована рисунками небольших участков тканей.

Рисунок является не только отчетным материалом о выполненной работе, но и методом исследования. В процессе зарисовки препарат анализируют более внимательно и подробно. Задача ученика не только смотреть, но и видеть детали строения и постоянно сравнивать их. (Хржановский В.Г., 1979, с. 14)