

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

О. П. ХУБИЕВА

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Учебное пособие
для бакалавров, обучающихся 2 курса, по направлению
подготовки 35.03.01 – «Лесное дело»

Черкесск-2024

УДК 581.8
ББК 28.56
Х 98

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

Рецензенты:

Горяников Ю.В.– к.с-х.н., доцент кафедры «Агрономия» СКГА
Тамова Э.В.– старший преподаватель кафедры «Лесное дело» СКГА

Х 98 Хубиева, О.П. Анатомия растений: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 «Лесное дело» / О.П. Хубиева. – Черкесск: БИЦ СКГА, 2024. – 96 с.

Учебное пособие написано в соответствии с требованиями ФГОС.

Тематика занятий, в целом, соответствует требованиям учебной программы курса, включает в себя теоретический материал, алгоритм действий обучающихся на соответствующих занятиях, вопросы и задания для самостоятельного изучения основных тем, вопросы контрольных работ, тестовые задания для текущего контроля, терминологический словарь.

Для студентов заочного отделения по курсу Анатомия растений на установочной сессии читаются лекции по наиболее важным и трудным темам, а затем проводится ряд лабораторных занятий.

Учебный план предусматривает для студентов очного обучения 18 часов лекций и 36 часов практических занятий; для студентов заочного отделения- 8 часов лекций и 6 часов практических занятий и 1 контрольную работу.

Учебное пособие содержит 23 рисунка. В конце дается список основной и дополнительной рекомендованной литературы

УДК 581.8
ББК 28.56

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

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Предмет, задачи и методы анатомии растений как – науки о внутреннем строении растений	4
РАЗДЕЛ 1. Растительная клетка. Цитология	10
ТЕМА 1.Растительная клетка. Структура растительной клетки. Характеристика основных органоидов растительной клетки	10
РАЗДЕЛ 2. Ткани растений	41
ТЕМА 1.Понятие ткани. Типы растительных тканей. Общая характеристика и классификация тканей	41
ТЕМА 2.Образовательные ткани, их характеристика. Классификация образовательных тканей	43
ТЕМА 3.Покровные ткани, их характеристика. Классификация покровных тканей	45
ТЕМА 4.Основные ткани, их характеристика. Классификация основных тканей	48
ТЕМА 5.Механические ткани, их характеристика. Классификация механических тканей	50
ТЕМА 6.Проводящие ткани, их характеристика. Классификация проводящих тканей	52
ТЕМА 7.Выделительные ткани, их характеристика. Классификация выделительных тканей	56
РАЗДЕЛ 3. Микроскопическое строение вегетативных органов высших растений	60
Комплект заданий для самостоятельной работы	85
Перечень вопросов для выполнения контрольной работы	88
Тестовые задания	89
Список основных терминов и понятий	93
Список рекомендуемой литературы	94

ВВЕДЕНИЕ

Введение. Предмет, задачи и методы анатомии растений как – науки о внутреннем строении растений

Анатомия растений, в учебном плане подготовки студентов по направлению подготовки лесное дело, представляет собой одну из основных курсов Биологических дисциплин. Анатомия изучает внутреннее строение растений: органы, ткани, клетки. Данное учебное пособие включает следующие разделы: Введение «Растительная клетка, краткая характеристика основных органоидов клетки», «Типы тканей и их характеристика», «Анатомическое строение вегетативных органов растений».

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

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

Основным признаком растений является их автотрофность – способность использовать энергию света, за счет которой зеленые растения синтезируют органические вещества из неорганических – CO_2 и H_2O , т. е. осуществляют процесс фотосинтеза. Фотосинтез происходит в особых органеллах растительной клетки – зеленых пластидах – хлоропластах, которые не встречаются в клетках других организмов.

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

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

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

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

- Благодаря процессу фотосинтеза у растений, в отличие от животных, ассимиляция преобладает над диссимиляцией. В результате этого происходит накопление ими запасных веществ (углеводов, белков, липидов). Анатомия растений изучает формы отложения в запас питательных веществ, строение ассимилирующих и запасающих тканей и органов.

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

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

Методы исследования анатомии растений

Основным методом исследования в анатомии растений является микроскопический с использованием световых и электронных микроскопов, а также техники приготовления микроскопических препаратов. Кроме того современная анатомия растений пользуется химическими, биохимическими и физическими методами. Так, методы химии и биохимии позволяют изучать химический состав и функции внутренних структур растений, устанавливать местонахождение конкретных веществ в клетке, а физические – выделять клеточные компоненты (органеллы, мембраны, клеточную оболочку и др.) и выявлять их тончайшее строение (крахмальные зерна, микрофибриллы целлюлозы и др.).

Из истории анатомии растений

Поскольку тончайшее внутреннее строение растительных организмов невозможно рассмотреть простым глазом, анатомия растений как наука могла возникнуть и развиваться только с появлением микроскопа и совершенствованием микроскопической техники.

Изобретенный Галилео Галилеем в самом начале XVII в. микроскоп был достаточно примитивен. Многие ученые улучшали шлифовку линз, а затем рассматривали под микроскопом различные мелкие предметы. Английский ученый-физик Роберт Гук (1635-1703) усовершенствовал свой микроскоп и, желая убедиться в улучшении качества изображения, рассматривал срезы различных объектов, в том числе пробки, древесного угля и живых растений, описывал и зарисовывал увиденное. В своей работе «Микрофотография» в 1665 г. он писал: «Я взял хорошую чистую пробку и острым, как бритва, перочинным ножом отрезал от нее кусок; при этом образовалась чрезвычайно гладкая поверхность, которую я стал очень прилежно изучать под микроскопом. Эта поверхность показалась мне пористой на вид; однако я не мог так хорошо разглядеть ее, чтобы утверждать, что это, в самом деле поры. При помощи того же острого перочинного ножа я срезал с упомянутой гладкой поверхности чрезвычайно тонкий слой пробки, поместил его на черное предметное стекло и, направляя на него свет от сильной плосковыпуклой линзы, смог очень четко увидеть, что весь этот слой пронизан порами и напоминает пчелиные соты, но что эти поры имеют различную величину эти поры, или **клетки**, не очень глубоки, а состоят из множества мелких коробочек, образованных из одной длинной поры, разгороженной своего рода диафрагмами. Подобное строение свойственно не только пробке, при помощи своего микроскопа я обнаружил, что сердцевина бузины или почти любого другого дерева, сердцевина полых стеблей тростника и некоторых других растений – фенхеля, моркови, чертополоха, воросьянки, папоротников и т. п. – имеют примерно тот же рисунок, какой я обнаружил ранее у пробки».

Таким образом, Р. Гук впервые увидел клетки и ввел термин «cellula» – «клетка». Он считал, что главное в клетке – оболочка, хотя видел в живых клетках слизистое содержимое. Однако Р. Гука не считают основоположником анатомии растений, т. к. он не проводил систематического исследования растений, а рассматривал случайные растительные объекты. Но его имя навсегда связано с возникновением термина «клетка» и его рисунок, изображающий клетки пробки, обошел учебники цитологии и анатомии растений всех стран.

Основателями анатомии растений считают английского ученого Неемия Грю (1641–1712) и итальянского – Марчелло Мальпиги (1628–1694). Оба они были врачами, но интересовались растениями и систематически, независимо друг от друга, изучали их микроскопическое строение. Результаты исследований М. Мальпиги опубликовал в двухтомнике «Представления о растительной анатомии» (1671), а Н. Грю в труде «Начало растительной анатомии» (1671). По их представлениям, внутреннее строение растений складывалось из пузырьков и нитей, что напоминало текстильную ткань. Им принадлежит термин «растительные ткани», который распространен в анатомии растений. Грю и Мальпиги не только описывали увиденные под микроскопом детали строения, но и пытались объяснить их

значение для растений. Они ввели в анатомию растений представления о паренхимных и прозенхимных клетках, кольчатые и спиральные сосуды ксилемы назвали трахеями. Последнее связано с их профессиональной деятельностью: они полагали, что трубки-трахеи служат растениям для дыхания. Им принадлежат также представления о двух потоках веществ в растении.

К концу XVII в. относятся работы голландского исследователя Антони ван Левенгука (1632–1723). Усовершенствованный им микроскоп давал увеличение в 160 раз. С его помощью он рассматривал различные объекты и зарисовывал их. Он впервые увидел бактерии, и его считают основоположником микробиологии. На его рисунках с изображением растительных препаратов видны ядра, хлоропласты, поры, утолщения стенок сосудов. Левенгук тщательно зарисовывал то, что видел под микроскопом, но не всегда мог понять и объяснить увиденное. Основная его работа – «Тайны природы, открытые с помощью совершеннейших микроскопов».

XVIII век не богат открытиями в области анатомии растений. Он прошел под знаком шведского естествоиспытателя Карла Линнея (1707–1778), который впервые последовательно применил бинарную номенклатуру и построил наиболее удачную искусственную классификацию растений, описал около 1500 их видов. К этому периоду относятся исследования К.Ф. Вольфа (1733–1794), обнаружившего мацерацию – разъединение клеток и показавшего, что каждая клетка имеет собственную оболочку. Кроме того, он обратил внимание на верхушку стебля, из которой образуются все ткани, и органы надземной части растений. Исследователь заложил основы учения об индивидуальном развитии организмов – онтогенезе.

В XIX в. вновь возник интерес к микроскопическим исследованиям в области анатомии растений. В первой половине XIX в. появлялись одно за другим открытия компонентов внутреннего строения растений. Немецкий ботаник Хуго Моль (1805–1872) различил в клетках живое вещество и водянистую жидкость – клеточный сок, обнаружил поры, кутикулу, чечевички, исследовал утолщение клеточной оболочки и развитие трахей, описал деление клеток, предложил классификацию тканей растений. Чешский естествоиспытатель Ян Пуркине (1787–1869) ввел термин «протоплазма» для обозначения живого вещества клетки без ядра. Позже живое содержимое растительной клетки А. Ганштейн назвал протопластом. Английский ботаник Роберт Броун (1773–1858) в 1833 г. открыл ядро в клетках орхидей, затем оно было обнаружено во всех растительных клетках. В 1838 г. немецкий ботаник М. Шлейден увидел в ядрах клеток чешуи лука округлые тельца-ядрышки. Русский ботаник Н.И. Железнов (1816–1877) наблюдал деление клеток у водорослей.

Знания в области анатомии, накопленные к середине XIX в., наводили на мысль о клеточном строении растений. Впервые ее высказал в своих лекциях по ботанике П.Ф. Горяинов в 1834 г., сделав шаг на пути к созданию клеточной теории.

Основоположниками клеточной теории являются немецкие ученые: ботаник Маттиас Шлейден (1804–1881) и биолог Теодор Шванн (1810–1882). В 1838 г. М. Шлейден опубликовал свой труд «Данные по развитию растений», в котором изложил свои представления о клеточном строении растений. Т. Шванн, прочитав работу Шлейдена, нашел подтверждения своим представлениям о строении животных организмов. На основании собственных исследований и исследований Шлейдена впервые сформулировал главные положения об образовании клеток и едином клеточном строении всех живых организмов. Свои обобщения Шванн опубликовал в работе «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений» (1839), в которой выдвинул следующие положения клеточной теории:

- все живые организмы состоят из клеток;
- клетки животных и растений имеют общие принципы строения;
- жизнедеятельность организмов представляет собой сумму жизнедеятельности всех его клеток.

Позже немецкий исследователь Рудольф Вирхов (1821–1902) добавил к этой теории еще одно очень важное положение: клетки возникают только путем деления исходной клетки, т. е. клетки образуются только из клеток («клетка от клетки»).

Клеточная теория явилась основой для дальнейших анатомических исследований и подробного изучения структуры растительных организмов. Затем были открыты и изучались клеточные органеллы, внутриклеточные мембраны, плазмодесмы, различные типы деления ядра (митоз, мейоз, амитоз), их значение, исследовались структура и функции растительных тканей, структурная организация органов. В 40-х годах XX в. для подробного изучения анатомических структур и прежде всего растительной клетки стали использовать электронные микроскопы различных типов.

В конце XIX – начале XX в. продолжались исследования анатомических структур. Были получены данные о деталях строения протопласта, открыты митохондрии, аппарат Гольджи и другие органеллы. Исследования второй половины XX в. расширили многие представления о растительной клетке, строении ее органелл, их ультраструктуре, химическом составе и функциях.

Значение анатомии растений и ее связь с другими науками

Анатомия растений тесно связана со всем комплексом ботанических наук. Знания анатомии необходимы при изучении внешнего строения растений (морфология растений), на нее опирается систематика, т. к. для классификации растений требуется учитывать ряд признаков, в том числе и анатомических. Физиология и биохимия растений опираются на знание внутреннего строения растений, поскольку все физиологические и биохимические процессы происходят в определенных структурах – органеллах, клетках, тканях, органах. Экология растений, исследующая взаимоотношения растений с окружающей средой, обращает внимание и на

изменения в строении и функциях внутренних структур растительных организмов. Знания анатомии важны и для генетики растений, поскольку генетические признаки организмов могут проявляться и в особенностях их внутренней структуры.

Анатомия растений также связана с небиологическими науками, такими, как химия и физика. Они помогают изучать структуру, состав и функции элементов внутреннего строения растений.

Анатомические исследования ископаемых растений (палеоботаника) дают представления о внутреннем строении растений прошлых геологических периодов, а их анатомические особенности могут служить индикаторами тех или иных полезных ископаемых.

Знания анатомии растений, особенно прочности механических тканей и их расположения в стебле, используют в строительстве и архитектурных проектах (башни, вышки, высокие трубы и др.), при производстве прочных гибких канатов. К анатомии растений прибегают в археологии, при проведении судебных экспертиз, оценке качества растительного сырья и т. д.

Особое значение анатомия растений приобретает тогда, когда в распоряжении исследователей оказывается лишь небольшой фрагмент растения и по нему необходимо восстановить облик целого.

Контрольные вопросы и задания

1. Охарактеризуйте основные методы, используемые в анатомии растений.
2. Из истории анатомии растений
3. Значение анатомии растений и ее связь с другими науками.
4. Какими факторами определяются особенности внутреннего строения растений?
5. Назовите основные положения клеточной теории.
6. Какими основными методами пользуется анатомия растений?
7. Каково прикладное значение анатомии растений?

РАЗДЕЛ 1 Растительная клетка. Цитология

Тема 1. Растительная клетка. Структура растительной клетки. Характеристика основных органоидов растительной клетки

Клетка является единицей строения и жизнедеятельности всех живых организмов. В ней сосредоточены все проявления жизни. Она усваивает вещества и энергию из окружающей среды, дышит, отвечает на раздражение, растет, развивается, размножается путем деления. Клетка характеризуется тонким строением и сложным химическим составом, а также слаженностью процессов жизнедеятельности.

Одноклеточные организмы выполняют все присущие им функции. У многоклеточных организмов группы клеток приспособились к осуществлению одной или нескольких функций, но выполняют их более полно и совершенно. Клетки многоклеточного организма связаны между собой в единую систему.

Основные отличия растительной клетки от животной

Растительные и животные клетки сходны между собой. Однако, несмотря на общность основных структур, они имеют ряд существенных различий, связанных с особенностями строения, жизнедеятельности и образа жизни растений и животных.

Основные отличия растительной клетки от животной состоят в следующем:

- в растительных клетках присутствуют особые органеллы – пластиды, которых нет у животных. В наиболее важных пластидах – хлоропластах осуществляется фотосинтез – процесс, принципиально отличающий растительные организмы от животных;

- растительные клетки всегда окружены прочной твердой оболочкой, которая защищает их от неблагоприятных воздействий внешней среды, придает им форму и прочность;

- растительные клетки характеризуются развитой системой вакуолей с клеточным соком. Вакуоли обеспечивают осмотические свойства клетки – тургор и поступление в них воды;

- растительные клетки связаны между собой цитоплазматическими тяжами – плазмодесмами, которые проходят сквозь твердую клеточную оболочку и объединяют клетки растительного организма в единую систему;

- во многих растительных клетках в различных формах откладываются запасные питательные вещества, чему способствует преобладание у автотрофных растений процессов синтеза над распадом.

Существуют и менее значительные отличия, которые характерны далеко не для всех клеток растений.

У растений есть своя особенность в определении растительной клетки. Дело в том, что в растительном организме обычно присутствуют и мертвые клетки. Особенно много их (до 80 %) в стеблях многолетних растений. В

этом случае клеткой называют оболочку, лишенную живого содержимого, но выполняющую в организме определенные функции (опорную, проводящую). Такие клетки образуются в процессе развития в результате отмирания их живого содержимого.

Форма и размер растительных клеток

Форма растительных клеток разнообразна (округлая, кубическая, призматическая, овальная, веретенообразная, звездчатая и т. д.) и зависит от окружающей среды и функции клетки. Свободно живущие клетки чаще имеют округлую, шаровидную или овальную форму (протококковые водоросли). Однако и у одноклеточных организмов форма клеток может быть сложной и разнообразной (диатомовые водоросли). В тканях растений форма клеток определяется, прежде всего, давлением окружающих клеток. Самой простой формой клетки в тканях считается призматическая, но чаще клетки имеют форму многогранников, которая определяется их взаимным давлением. Если такие клетки отделяются друг от друга, они становятся округлыми.

В зависимости от формы растительные клетки делят на два типа: **паренхимные и прозенхимные**

Паренхимные клетки имеют более или менее равные величины всех трех измерений (длина, ширина и высота). Наибольший диаметр не более чем в 2–3 раза превышает наименьший. Паренхимными являются клетки образовательной ткани и некоторых постоянных – кожицы, запасочных тканей, сердцевины стебля, основной паренхимы и др. Ткани, состоящие из паренхимных клеток, как правило, живые.

Прозенхимные клетки вытянуты в длину и часто имеют заостренные концы. Длина прозенхимных клеток превышает их ширину в 5–20 и более раз. Прозенхимные клетки чаще мертвые, лишены живого содержимого. Из них состоят проводящие и механические ткани.

В теле растений встречаются также клетки разнообразной, порой причудливой, формы, например клетки водных растений, губчатой и складчатой паренхимы листа, волосков кожицы, некоторых механических тканей и др.

Размеры растительных клеток очень малы: их можно видеть только под микроскопом. Средний диаметр их колеблется от 10 до 100 мкм. Причем размеры клеток не зависят от размеров растений: крошечные фиалки и подснежники, гигантские эвкалипты и секвойи состоят из клеток приблизительно одинакового размера. Однако в теле растений встречаются клетки, величина которых отклоняется от средних размеров в ту или иную сторону. Так, клетки образовательной ткани обычно более мелкие – 5–8 мкм, а клетки запасочных тканей в сердцевине стебля и в мякоти сочных плодов (яблоко, арбуз, цитрусовые), наоборот, велики – 0,2–1 мм, их можно видеть невооруженным глазом. Большой длиной отличаются прозенхимные клетки – волокна. Так, волокна льна в длину достигают 4 см, хлопчатника – 5 см, крапивы обыкновенной – 8 см, рами (китайской крапивы) – 22 см. Однако в

поперечнике они имеют обычные клеточные размеры – 50–100 мкм, что не позволяет увидеть их простым глазом. Наибольшую длину, до нескольких метров, имеют млечники древесных растений.

Почему у живых клеток растений такие размеры? Могут ли они быть намного больше или меньше? Нижняя граница величины клеток связана с тем, что для процессов жизнедеятельности они должны содержать хотя бы минимальный набор молекул и прежде всего макромолекул, величина которых складывается из размеров составляющих их атомов (С, Н, О, N и т. д.).

Верхний предел размеров клеток ограничивается законами физики, определяющими скорость диффузии молекул, растворенных в водной среде. Для непрерывного протекания метаболических процессов в различных частях клетки необходимо постоянное и бесперебойное поступление в них питательных и регуляторных веществ, которые передвигаются по клетке путем диффузии. Удлинение пути диффузии может привести к нарушению непрерывности обменных процессов и их дезорганизации. В крупных клетках сокращение пути молекул до места реакции достигается присутствием органелл и делением цитоплазмы на участки мембранами эндоплазматической сети (ЭПС).

Еще одной ограничивающей причиной является оптимальное соотношение площади поверхности и объема клетки. Малые размеры клеток обеспечивают относительно большую поверхность по сравнению с их объемом, что, очевидно, является оптимальным для проникновения в клетку нужного числа молекул питательных веществ и кислорода в единицу времени.

Состав растительной клетки

Взрослая растительная клетка обычно состоит из трех частей:

- плотной эластичной оболочки, окружающей клетку снаружи;
- протопласта – живого содержимого клетки, прижатого в виде тонкого слоя к клеточной оболочке;
- вакуоли – полости, занимающей центральную часть клетки и заполненной водянистым клеточным соком.

Протопласт, или живое содержимое клетки, – ее основной, наиболее важный компонент, состоящий из совокупности клеточных органелл (ядро, эндоплазматическая сеть, пластиды, митохондрии, лизосомы, диктиосомы, рибосомы и др.).

Клеточная оболочка и вакуоли являются продуктами жизнедеятельности протопласта, его производными и появляются на определенном этапе развития клетки. К продуктам жизнедеятельности относятся также различные включения (капельки жира, крахмальные зерна, кристаллы и др.), которые являются запасными питательными веществами или продуктами клеточного метаболизма (рис. 2).

Протопласт состоит из двух частей: ядра и цитоплазмы, которая, в свою очередь, включает корпускулярные и мембранные органеллы, погруженные в основное вещество – матрикс, или цитозоль.

Органеллы – это структурированные элементы цитоплазмы, выполняющие в клетках определенные функции, связанные с их жизнедеятельностью. Корпускулярные органеллы имеют вполне определенную форму (округлую, овальную, дисковидную, палочковидную, нитевидную и др.). К корпускулярным органеллам можно отнести ядро, пластиды, митохондрии, лизосомы, рибосомы, микротельца. Мембранные органеллы состоят из совокупности мембран и не имеют строго очерченной формы (ЭПС, плазмалемма, тонопласт). Аппарат Гольджи – органелла, которая сочетает в себе признаки как корпускулярной, так и мембранной структуры.

Среди перечисленных клеточных органелл большинство являются общими для растений и животных, но есть и специальные, характерные только для растительных организмов. К последним относятся пластиды и некоторые микротельца (пероксисомы, глиоксисомы). Продукты жизнедеятельности протопласта – тоже чисто растительные компоненты клетки (клеточная оболочка, вакуоли, накопление запасных питательных веществ).

Не все перечисленные выше органеллы присутствуют в каждой клетке. Здесь приведен состав некоторой обобщенной клетки, с которой сходны клетки фотосинтезирующих тканей. Он представлен на схеме (рис. 4), где отмечены компоненты, характерные только для растительных клеток.

Протопласт – живое содержимое клетки, он бесцветен и прозрачен. Под микроскопом выглядит как пустота, поскольку коэффициент его преломления ($K = 1,40$) близок к воде ($K = 1,33$). Он очень эластичен. С помощью микроманипулятора его можно растянуть в очень тонкую нить, после чего он снова принимает свою прежнюю форму. В опытах с плазмолизом отдельные участки протопласта могут вытягиваться в тонкие нити.

Вязкость протопласта в разных растениях неодинакова. В среднем она превышает вязкость воды в растительных клетках в 12–20 раз, у водных растений – лишь в 5–6. Вязкость и эластичность зависят от жизнедеятельности клетки и могут изменяться с возрастом и под действием внешних факторов.

Протопласт представляет собой гидрофильный коллоид. Коллоидная система предполагает наличие двух компонентов: дисперсионной среды (в протопласте это вода) и дисперсной фазы (частицы в мелко раздробленном состоянии). Размер частиц дисперсной фазы от 0,001 до 0,1 мкм. Они могут состоять из ряда молекул. В протопласте живой клетки присутствуют различные органические вещества (белки, полисахариды, нуклеиновые кислоты), имеющие крупные молекулы (макромолекулы), размеры которых позволяют им образовывать коллоидные системы в молекулярном состоянии. Коллоидные частицы обычно несут электрический заряд и притягивают диполи воды, которые образуют вокруг частиц слои – гидратные оболочки. Гидратированные коллоидные частицы называют мицеллами. Благодаря гидратным оболочкам мицеллы удерживаются в воде во взвешенном состоянии.

Коллоиды протопласта могут находиться в состоянии жидкого золя, а при частичной потере гидратных оболочек – студенистого геля. Эти состояния обратимы: золь ↔ гель. Консистенция протопласта может изменяться от водянистого золя в клетках с активной жизнедеятельностью до плотностуденистого и даже твердого геля в покоящихся клетках. Например, в сухих семенах протопласт находится в состоянии твердого геля. При прорастании коллоиды протопласта набухают и разжижаются. Кроме того, коллоиды в различных участках протопласта могут находиться в разном состоянии. Так, матрикс цитоплазмы обычно находится в состоянии золя, а мембраны ЭПС – геля.

При потере мицеллами гидратных оболочек происходит коагуляция коллоидов: коллоидные частицы слипаются и выпадают в осадок. Нарушение коллоидного состояния может быть вызвано добавлением электролитов, определенных ядов, действием высоких температур и др. В некоторых случаях коагуляция бывает обратимой: потерявшие гидратные оболочки коллоидные частицы вновь притягивают воду, гидратируются и происходит набухание коллоидов.

У большинства растений коллоиды протопласта необратимо коагулируют при температуре 50–70 С, что приводит к гибели всего организма. Однако кактусы без вреда выдерживают нагревание солнцем до 50–60 С. Некоторые сине-зеленые водоросли живут в горячих источниках с температурой 60–90 С, а покоящиеся семена ряда растений переносят температуру 80–100 С.

Химический состав протопласта

Протопласт представляет собой сложный комплекс веществ, разнообразие и высокая реакционная способность которых создают большие возможности для осуществления в клетке многочисленных реакций метаболизма.

Химический состав протопласта растительных клеток определить достаточно трудно. При подготовке к анализу приходится разрушать клетку, а это, в свою очередь, приводит к нарушению естественной структуры клеточных органелл. При этом ферментативным или просто химическим путем могут образовываться новые вещества или, наоборот, разрушаться существующие в протопласте неустойчивые соединения. Кроме того, значительные трудности представляет разрушение прочных клеточных оболочек и отделение их от живого содержимого. Однако постепенно эти трудности были преодолены.

В настоящее время принято считать, что протопласт растительных клеток имеет следующий средний химический состав:

- вода – 60–90%,
- белки – 10–20%,
- липиды – 2–3%,
- углеводы – 1–2%,
- минеральные вещества – 1%.

Таким образом, **вода** составляет основную массу веществ протопласта. Это касается клеток с активной жизнедеятельностью, а в покоящихся (семена, споры) воды значительно меньше – до 5–15%. Вода является средой для большинства химических реакций, протекающих в клетке. В протопласте она может находиться в свободном состоянии в виде растворителя и в связанном с полярными группами молекул различных веществ.

Белки являются химической основой всех органелл протопласта. Общее содержание белков в его сухом веществе может достигать 70%. Белки – высокомолекулярные вещества, состоящие из аминокислот, связанных пептидными связями. Молекулярная масса белков велика – от десятков тысяч до нескольких миллионов. Белки выполняют в клетке ряд функций

- **Структурная.** Белки участвуют в построении клеточных органелл.
- **Ферментативная.** Все ферменты – белки.
- **Транспортная.** Специальные белки-переносчики транспортируют вещества через плазматическую мембрану.
- **Регуляторная.** Например, белки-гистоны регулируют активность ДНК.
- **Запасная.** В растительных клетках белки могут откладываться в запас.

Белки делят на две группы – **простые** и **сложные**. Молекулы простых белков состоят только из аминокислот. К ним относятся: альбумины, глобулины, гистоны и др. Сложные белки в составе своих молекул содержат наряду с аминокислотами простетическую группу – вещество небелковой природы. В зависимости от природы простетической группы сложные белки подразделяют на липопротеины, гликопротеины, хромопротеины и нуклеопротеины. В состав липопротеинов в качестве небелковой части входят жироподобные вещества. Липопротеины образуют все внутриклеточные мембраны. Гликопротеины наряду с аминокислотами содержат сахара (глюкозу, галактозу, ксилозу и др.). Среди гликопротеинов встречаются мембранные белки, ферменты и т. д. Хромопротеины имеют в своем составе окрашенный компонент. Примером может служить комплекс белка с хлорофиллом или с каротиноидами. Особо важной группой сложных белков являются нуклеопротеины. В их состав входят нуклеиновые кислоты (РНК и ДНК), функции которых связаны с передачей наследственной информации и биосинтезом белка.

Липиды (жиры) представлены собственно жирами – триглицеридами и жироподобными веществами. Жиры – триглицериды – это сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и жирных кислот с числом углеродных атомов чаще 16 и 18 (C16 и C18). Они являются запасными энергетическими веществами клетки. В молекулах жироподобных веществ, кроме глицерина и жирных кислот, содержатся некоторые азотистые соединения, фосфор, сахара или сера, в зависимости от которых различают фосфо-, глико- или сульфолипиды. Жироподобные вещества входят в состав сложных белков-липопротеинов, образующих липопротеиновые мембраны клетки.

Углеводы растительной клетки делят на две группы: моносахариды и полисахариды. Моносахариды – это простые низкомолекулярные углеводы – сахара. Их классифицируют по числу углеродных атомов в молекуле (С3–С9). В протопласте больше всего содержится моносахаридов с пятью и шестью углеродными атомами. Первые называют пентозами (ксилоза, рибоза), вторые – гексозами (глюкоза, фруктоза, галактоза). Моносахариды являются энергетическими веществами клетки, а также входят в состав полисахаридов в качестве мономеров.

Полисахариды – сложные углеводы. Их молекулы состоят из нескольких (двух, трех) или многих остатков моносахаридов. Первые из них получили название олигосахариды (сахароза, мальтоза), вторые – высшие полисахариды (крахмал, клетчатка, полуклетчатка, пектины, инулин и др.). Высшие полисахариды – высокомолекулярные вещества. Их основные функции – запасная (крахмал, инулин) и опорная (клетчатка, полуклетчатка, пектины).

В протопласте также содержится много других органических веществ: витамины, аминокислоты, нуклеотиды, регуляторы роста, органические кислоты и т. д.

Минеральные (неорганические) вещества обычно содержатся в протопласте в виде солей или в соединении с органическими веществами (белками, аминокислотами, липидами, углеводами и др.). Минеральные вещества, которые есть в протопласте в достаточно больших количествах, называют макроэлементами. Это – фосфор, калий, кальций, сера и магний. Других минеральных веществ – микроэлементов (железо, медь, цинк, марганец, бор, кобальт, натрий, хлор и др.) очень мало, но они необходимы для нормальной жизнедеятельности клеток.

Цитоплазма

Часть протопласта растительной клетки, за исключением ядра, сначала получила название «протоплазма», его ввел Я. Пуркине в 1840 г. Позже Р. Келликер в 1856 г. предложил другое название – «цитоплазма». Они равнозначны, но в настоящее время более распространен термин «цитоплазма».

Ученые всегда интересовались структурой цитоплазмы. Вначале ее считали однородной и бесструктурной. Затем по мере усовершенствования микроскопической техники стали применять фиксацию и окраску препаратов. Методы были еще несовершенны: фиксация приводила к коагуляции коллоидов цитоплазмы, а красители неравномерно адсорбировались на частицах осадка. При рассмотрении таких препаратов под микроскопом была видна определенная картина расположения окрашенных частиц. На основе увиденного ученые XIX в. создавали различные теории строения цитоплазмы. Таких теорий в то время было много. Вот некоторые из них.

Нитчатая теория Фромана утверждала, что цитоплазма представляет собой массу переплетенных нитей. Гранулярная теория и ее автор Альтман предполагали, что цитоплазма состоит из частиц – гранул различной

величины. Губчатая, или сетчатая, теория английского микробиолога А. Флеминга постулировала, что цитоплазма представляет собой ячеистую сеть, напоминающую губку. Бючли в своей теории утверждал, что цитоплазма имеет ячеистое строение. Он даже пытался создать модель цитоплазмы: растирал поташ с оливковым маслом, а затем взбалтывал эту массу в воде. Однако все эти теории основывались на артефактах – структурах, которые не существовали в действительности, а появлялись в результате несовершенных методов фиксации и окраски препаратов.

Исследования структуры цитоплазмы продолжалось. Для этого использовали не только микроскопическую технику, но и биохимические методы, изучали состав цитоплазмы, ее проницаемость. Полученные данные позволили заключить, что в цитоплазме можно выделить три слоя: **1 – плазмалемма, 2 – мезоплазма, 3 – тонопласт** (рис. 1).

Наружный слой, примыкающий к клеточной оболочке, – плазмалемма – очень тонкий, содержит много липидов, мицеллы в нем расположены упорядоченно и строго ориентированы. Органелл в этом слое нет. Средний слой – мезоплазма – наиболее мощный, мицеллы здесь расположены беспорядочно. Он содержит все клеточные органеллы. Третий слой – тонопласт – окружает вакуоль. Он подобен плазмалемме. Плазмалемма и тонопласт определяют в основном проницаемость цитоплазмы.

Позже было установлено, что плазмалемма представляет собой плазматическую мембрану, снаружи окружающую цитоплазму, а тонопласт – мембрану, ограничивающую вакуоль. Термины «плазмалемма» и «тонопласт» сохранились до настоящего времени.

Современные представления о строении цитоплазмы и ее органелл были получены благодаря электронно-микроскопическим исследованиям, а также использованию химических, биохимических и физических методов.

Матрикс цитоплазмы, или цитозоль

Матрикс – это основное вещество цитоплазмы, его еще называют цитозоль, гиалоплазма (от греч. «гиалос» – стекло). Он представляет собой коллоидную систему с большим количеством воды (до 90 %). Матрикс состоит из однородной части, тонких нитей и мельчайших гранул. Предполагают, что нити являются цепочками структурных белков, а гранулы – рибосомами. В матриксе содержится большое количество белков-ферментов. В него погружены все клеточные органеллы, включая ядро. Функции матрикса – объединение и взаимосвязь всех органелл, транспорт веществ между ними, осуществление многочисленных ферментативных процессов (гликолиз, синтез липидов, начальные этапы синтеза белка и т. д.). Матриксы всех клеток взаимосвязаны посредством плазмодесмы.

В последнее время сформировалось несколько иное представление о матриксе цитоплазмы. Под электронным микроскопом сначала у животных клеток, а потом и у растительных обнаружили в матриксе трехмерную решетку, построенную из тонких нитей диаметром 3–6 нм и заполняющую

всю клетку. Решетка получила название микротрабекулярной. Она делит матрикс на две фазы: обогащенную белком – тяжи решетки и водой – ее ячейки. При этом решетка имеет консистенцию геля, что противоречит второму названию матрикса – цитозоль. Все клеточные органеллы прикреплены к тяжам решетки, что способствует связи между ними. (Рис.1) Считают также, что решетка направляет внутриклеточный транспорт.

Клеточные органеллы Мембранные органеллы

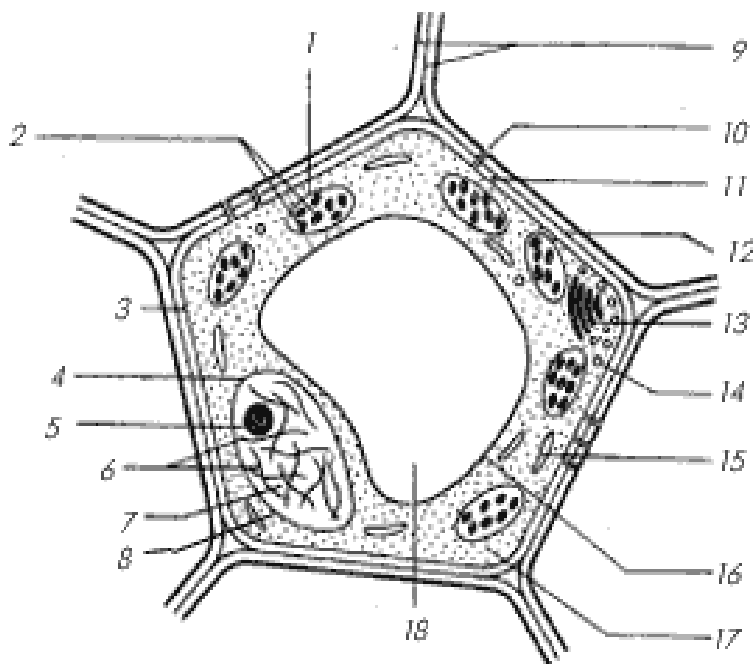


Рисунок 1

1 – хлоропласт; 2 – граны; 3 – плазматическая мембрана; 4 – ядро; 5 – ядрышко; 6 – хроматин; 7 – нуклеоплазма; 8 – ядерная мембрана; 9 – клеточные стенки соседних клеток; 10 – плазмодесмы; 11 – клеточная стенка; 12 – срединная пластинка; 13 – аппарат Гольджи; 14 – секреторная гранула; 15 – митохондрия; 16 – тонопласт; 17 – цитоплазма; 18 – вакуоль

К органеллам относятся: плазмалемма, тонопласт, эндоплазматическая сеть, или эндоплазматический ретикулум.

Мембраны растительных клеток, как и все природные липопротеиновые мембраны, состоят из двойного слоя липидов, в который погружены белковые глобулы. Липидный компонент мембран представлен жироподобными веществами – фосфолипидами, гликолипидами, стероидами и др. Белки мембран делятся на периферийные, расположенные на поверхности липидного слоя, и интегральные, глубоко погруженные в липидный бислой. Последние, в свою очередь, можно разделить на три типа: 1) белки, погруженные в липиды с одной стороны мембраны; 2) белки, пронизывающие бислой насквозь; 3) белки, которые полностью погружены в липиды, спрятаны в них (рис. 1)

Плазмалемма

Плазмалемма – это плазматическая мембрана, окружающая снаружи протопласт и примыкающая к клеточной оболочке. Плазмалемма может образовывать впячивания (инвагинации). У некоторых клеток таких впячиваний много, их называют лабиринтом, они увеличивают поверхность наружной мембраны.

Плазмалемма представляет собой обычную липопротеиновую мембрану. Отличается она от мембран ЭПС несколько меньшей толщиной и тем, что к ней не прикрепляются рибосомы. Основные функции плазмалеммы: 1) обмен веществ между клеткой и окружающей средой; 2) синтез целлюлозы; 3) участие в осмотических свойствах клетки; 4) восприятие раздражения; 5) связь между клетками. Рассмотрим эти функции подробнее.

1. Обмен веществ между клеткой и окружающей средой осуществляется с помощью различных механизмов транспорта через плазмалемму. Существуют пассивный и активный виды транспорта. Пассивный транспорт веществ происходит путем диффузии по градиенту концентрации и не требует затрат энергии. Виды пассивного транспорта:

- вещества, растворимые в липидах, диффундируют через липидный слой. Примером служит углекислый газ, он растворим в липидах;
- вещества, растворимые в воде, проходят через мембрану в тех местах, где она пронизана белком;
- диффузия веществ из клетки в клетку может идти по плазмодесмам.

Активный транспорт происходит с помощью белков-переносчиков, встроенных в плазматическую мембрану. Эти белки связываются с веществом, переносят его через мембрану и выделяют в цитоплазму. Этот процесс осуществляется с затратой энергии и против градиента концентрации.

Существует еще один вид транспорта веществ в клетку и из клетки – **эндо - и экзоцитоз**. (Рис 2.)

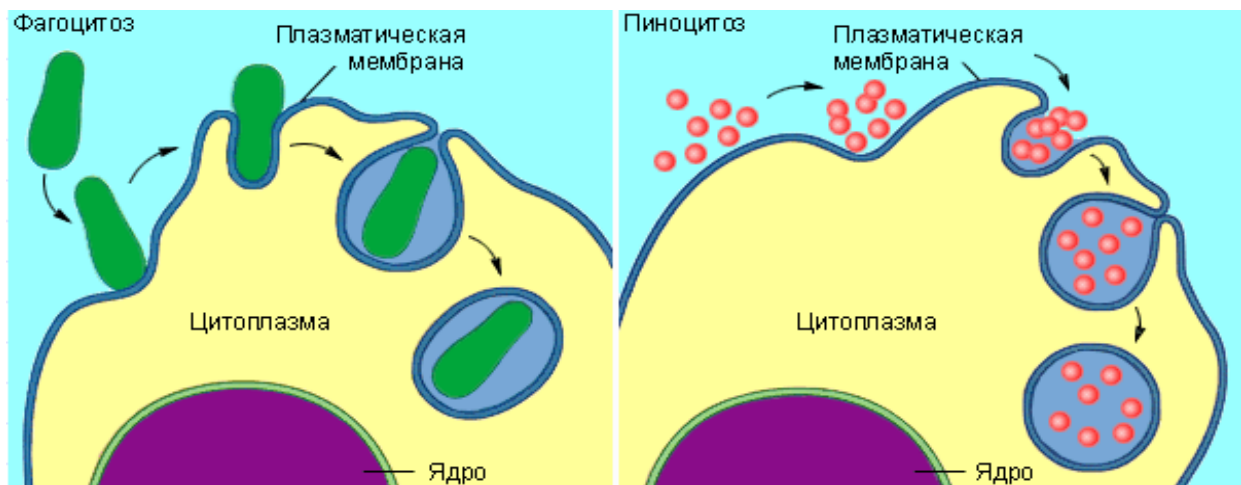


Рисунок 2

• при **эндоцитозе** мембрана образует впячивания, которые затем трансформируются в пузырьки или вакуоли.

При эндоцитозе определенное вещество (твердая частица или коллоидный раствор) подходит к плазмалемме, которая образует впячивание. Впячивание отшнуровывается внутрь цитоплазмы в виде пузырька, образованного мембраной. Затем мембрана пузырька разрывается или распадается, и вещество оказывается в цитоплазме (рис. 6). Так в клетку попадают вещества или частицы, которые не могут проникнуть через мембрану.

Различают **фагоцитоз** – поглощение твёрдых частиц (например, лейкоцитами крови) – и **пиноцитоз** – поглощение жидкостей;

Экзоцитоз– процесс, обратный эндоцитозу. Пузырек, окруженный мембраной и содержащий вещество, которое должно выйти из клетки, подходит изнутри к плазмалемме. Мембрана пузырька встраивается в нее как впячивание. Вещество выходит из открытого пузырька наружу, а его мембрана встраивается в плазмалемму в виде ее участка. Путем экзоцитоза выходят из цитоплазмы растительной клетки вещества матрикса оболочки.

2. В наружную поверхность плазмалеммы погружены белковые глобулы диаметром около 15 нм. Это комплексы ферментов, которые осуществляют синтез главного вещества клеточной оболочки – целлюлозы. Причем в них образуются не отдельные молекулы целлюлозы, а их пучки – микрофибриллы, которые поступают в клеточную оболочку.

3. В осмотических свойствах растительных клеток, о которых речь пойдет позже, важную роль играет полупроницаемая мембрана. Именно такой мембраной и является плазмалемма. Она избирательно пропускает в клетку и из клетки вещества, что связано с механизмами транспорта.

4. Плазмалемма является наружным слоем живого содержимого клетки и воспринимает раздражение, превращая его в возбуждение, передача которого может быть связана со следующей функцией этой мембраны.

5. Плазматические мембраны всех живых клеток растения связаны между собой с помощью плазмодесм.

Тонoplast

Тонoplast – мембрана, окружающая вакуоль и отделяющая ее от цитоплазмы. Тонoplast по строению во многом сходен с плазмалеммой: имеет приблизительно ту же толщину, механизмы транспорта веществ – пассивные и активные, а также может сливаться с пузырьками, окруженными мембранами и содержащими вещества, поступающие в вакуоль (по типу экзоцитоза).

Однако тонoplast несколько отличается от плазмалеммы как по структуре, так и по проницаемости. На электронных микрофотографиях тонoplast окрашен более интенсивно и иногда выглядит толще плазмалеммы. В тонoplastе обнаружены механизмы активного транспорта ионов, что, очевидно, связано с поддержанием их определенной концентрации в цитоплазме.

Эндоплазматическая сеть

Эндоплазматическая сеть, или **эндоплазматический ретикулум** (от лат. *reticulum* – сеть), представляет собой систему канальцев, пузырьков и цистерн, ограниченных липопротеиновыми мембранами. Вся эта мембранная система погружена в матрикс цитоплазмы.

Эндоплазматический ретикулум (ЭР) имеется в клетках всех растений от низших до высших. Интенсивность его развития зависит от степени дифференцировки клетки и ее активности. У молодых и малодифференцированных клеток эндоплазматическая сеть развита слабо, у взрослых клеток с активной жизнедеятельностью значительно увеличивается количество мембранных структур в цитоплазме.

Различают шероховатую, или гранулярную, и гладкую эндоплазматическую сеть. На поверхности шероховатой сети находится большое количество гранул-рибосом. Шероховатая сеть чаще состоит из пузырьков и цистерн – более крупных уплощенных мешочкообразных пузырьков. Шероховатый ретикулум характерен для клеток, в которых происходит интенсивный синтез белка. При этом белковые молекулы, синтезируемые рибосомами на шероховатой сети, попадают внутрь пузырьков и цистерн и могут транспортироваться по ЭР. В процессе транспортировки молекулы белка могут претерпевать изменения: присоединять фосфор, сахара и т. д.

Гладкая ЭПС не несет рибосом на поверхности своих мембран. Чаще она состоит из трубчатых удлинённых канальцев. На гладких мембранах в основном синтезируются липиды и углеводы. Шероховатая и гладкая сеть могут присутствовать в одной и той же клетке.

В растительных клетках, в отличие от животных, эндоплазматическая сеть не образует плотных скоплений, а рибосомы на шероховатых мембранах расположены более рыхло.

Рассмотрим функции эндоплазматической сети в растительных клетках.

- **Компартментализация.** ЭПС делит клетку на участки – компартменты. Это очень важно для протекания различных реакций и процессов метаболизма в отдельных участках клетки. Кроме того, компартментализация сокращает путь диффундирующих веществ.

- ЭПС образует внутри клетки большую поверхность для протекания различных реакций и процессов.

- **Синтетическая функция.** На мембранах ЭПС происходят синтетические процессы: на **шероховатых** мембранах осуществляется синтез белка, на гладких – углеводов и липидов.

- По канальцам ЭПС проходит внутриклеточный транспорт веществ (белков, липидов, углеводов и др.).

- ЭПС участвует в образовании мембран некоторых органелл (аппарат Гольджи, сферосомы и др.).

- ЭПС всех живых клеток растительного организма связаны в единую систему с помощью плазмодесм.

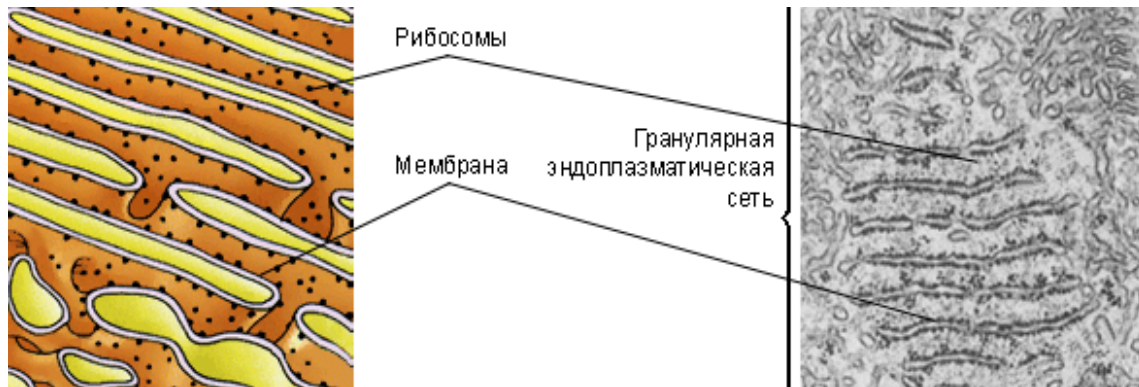


Рисунок 3

- **Строение**

- 1 мембрана образует:

- **Полости**

- **Канальцы**

- **Трубочки**

- На поверхности мембран – рибосомы

- **Функции:**

- Синтез органических веществ (с помощью рибосом)

- Транспорт веществ

Плазмодесмы

Плазмодесмы – это цитоплазматические тяжи, соединяющие две соседние клетки. Они были открыты в 1881 г. российским ботаником И.Н. Горожанкиным. Однако тонкое строение плазмодесм смогли рассмотреть только под электронным микроскопом.

Цитоплазматические тяжи проходят через тончайшие плазмодесменные каналцы, пронизывающие клеточные оболочки двух соседних клеток. Диаметр таких каналцев от 30 до 60 нм. Плазмодесменные каналцы выстланы плазмалеммой, непрерывно переходящей из одной клетки в другую. Внутри каналца проходит матрикс, также соединяющий две соседние клетки. В центре каналца находится десмотрубочка, образованная из спирально расположенных белковых субъединиц. Десмотрубочка связана с каналцами ЭПС соседних клеток, соединяет их (рис. 3). Таким образом, плазмодесмы объединяют все живые клетки растения в единую живую систему – симпласт. Она способствует передвижению веществ из клетки в клетку. Размеры плазмодесм не позволяют им пропускать органеллы и макромолекулы, а вода и низкомолекулярные вещества могут свободно перемещаться, используя как матрикс, так и мембраны ЭПС. В растениях можно выделить еще одну систему — апопласт. Это мертвая система. Она объединяет клеточные стенки, межклетники и полости мертвых клеток. Апопласт находится снаружи от плазмалеммы. Он также используется растением для транспорта веществ.

Говоря об объединении клеток растения с помощью плазмодесм, следует еще раз подчеркнуть, что объединяющую роль здесь играют плазмалемма, матрикс цитоплазмы и ЭПС.

Плазмодесмы могут располагаться в клеточной оболочке поодиночке или группами. Скопление плазмодесм называют плазмодесменными полями. Они встречаются в оболочках клеток, между которыми активно происходит транспорт веществ.

Движение цитоплазмы

Всем растительным клеткам свойственно движение цитоплазмы. Однако скорость движения в различных клетках неодинакова и часто так мала, что перемещение цитоплазмы можно наблюдать далеко не во всех клетках. Кроме того, цитоплазма бесцветна, поэтому о ее движении судят по перемещению органелл и включений, которые она увлекает и которые хорошо видны под микроскопом (пластиды, митохондрии, капельки жира, крахмальные зерна и др.). Различают два основных типа движения: вращательное, или циклоз, и струйчатое.

Вращательное движение наблюдается в клетках, у которых центральная часть занята вакуолей, а протопласт прижат к клеточной оболочке, при этом цитоплазма перемещается в одном направлении по часовой или против часовой стрелки вокруг вакуоли. Скорость движения непостоянна: она то увеличивается, то уменьшается. Может также изменяться направление движения на противоположное. Вращательное движение хорошо просматривается в клетках листьев водных растений (элодеи, валлиснерии, нителлы, хары и т. д.), в клетках корневых волосков, пыльцевых трубок и т. д.

Струйчатое движение цитоплазмы происходит в клетках, в которых ядро находится в центре и окружено цитоплазмой. При этом через вакуоль тянутся цитоплазматические тяжи, соединяющие участок цитоплазмы вокруг ядра и ее пристенный слой. Цитоплазма движется тонкими струйками через вакуоль. Направление движения в разных струйках различное и время от времени меняется на обратное. Иногда в одном тяже струйки движутся в противоположных направлениях. Некоторые цитоплазматические тяжи постепенно истончаются и исчезают совсем. В других местах вакуоли появляются новые тяжи. Струйчатое движение обнаруживается в волосках молодых побегов тыквы, тычиночных нитей традесканции и т. д.

На скорость движения цитоплазмы влияют различные факторы. Так, скорость увеличивается под действием света, при повышенной температуре, повреждениях соседних клеток. Движение цитоплазмы, очевидно, способствует транспорту веществ в клетке. Однако до конца роль этого процесса еще не изучена.

Корпускулярные органеллы

Пластиды

Пластиды – это органеллы, характерные только для растительных клеток и присутствующие в клетках всех органов растений: в стеблях, корнях, листьях, цветках. Немецкий ученый А. Ф. В. Шимпер (1856–1901) в 1885 г. разделил пластиды на три группы в зависимости от окраски: хлоропласты – зеленые пластиды; хромопласты – желтые, оранжевые или красные; лейкопласты – бесцветные.

Обычно в клетке встречаются пластиды только одного типа. Все пластиды имеют общие черты строения. По форме они чаще всего округлые, овальные, дисковидные. Снаружи их окружает оболочка из двух липопротеиновых мембран. Внутри находится основное вещество – матрикс, который в пластидах называют стромой. Пластиды различаются компонентами, погруженными в строму. При этом в матриксе почти всех пластид имеются мембранные структуры, хотя степень их развития различна. Пластиды, как и митохондрии, имеют собственную ДНК. К пластидам иногда относят пропластиды и этиопласты, являющиеся предшественниками этих органелл.

Хлоропласты

Хлоропласты – наиболее изученные и имеющие наибольшее значение пластиды. Благодаря им растения имеют зеленую окраску, а человек и животные – пищу и кислород для дыхания. Хлоропласты встречаются почти во всех клетках надземных органов растений, куда проникает свет. Отсутствуют, как правило, в клетках корней.

Эти пластиды впервые увидел А. Левенгук в 1676 г. Однако он не придал им значения, но отразил их на рисунках в своих работах. Гораздо позже в 1842 г. Х. Г. Моль описал клеточные структуры, содержащие хлорофилл. Термин «хлоропласты» принадлежит Шимперу.

Хлоропласты присутствуют во всех зеленых фотосинтезирующих клетках растений. Их нет только у сине-зеленых водорослей (цианобактерий), вернее нет структурно оформленных зеленых пластид. Их функции в клетках сине-зеленых водорослей выполняет скопление мембран, содержащих хлорофилл и осуществляющих фотосинтез.

Хлоропласты высших растений имеют округлую, овальную, дисковидную форму. Их размеры колеблются в незначительных пределах: длина – 3–9 мкм, ширина – 3–5 мкм, толщина – около 1 мкм. Обычно в клетке содержится от 20 до 50 хлоропластов. Например, в клетках листьев в среднем присутствуют у пшеницы – 25, гороха – 40, клещевины – 36, элодеи – 30, яблони – 50 хлоропластов. При этом более крупных хлоропластов в клетке обычно меньше, а мелких – больше.

У низших растений роль фотосинтезирующего аппарата выполняют хроматофоры. Как правило, они больших размеров, и в клетке их содержится всего один или несколько. Форма хроматофоров необычна и причудлива

(звездчатая, ленточная, ребристая, цилиндрическая и др.). Например, у водоросли мужоции имеется один, а у кlostридии – два пластинчатых хроматофора, у хламидомонады – один чашевидный, а у спирогиры – от одного до 12 ленточных.

Хлоропласт окружен двойной липопротеиновой мембраной, которая регулирует его обмен веществ с цитоплазмой. Внутри хлоропласта находится основное вещество – матрикс, или строма, где могут содержаться крахмальные зерна, капельки жира, рибосомы. В матрикс же погружена система мембран, которые в хлоропластах называются ламеллами. Они образуют плоские пузырьки – тилакоиды, собранные в стопки – граны, которые могут содержать от двух до нескольких десятков тилакоидов и связаны между собой в единую систему трубчатыми вытянутыми тилакоидами стромы, или межгранными тилакоидами. В одном хлоропласте может быть более 100 гран. У растений, выросших при слабом освещении, а также у водорослей хлоропласты имеют менее совершенную структуру: двойные ламеллы тянутся через весь хлоропласт, не образуя гран. Расположение гран, их количество, а также число тилакоидов в гранах характерны для каждого вида растений и может служить систематическим признаком (рис. 9).

Хлоропласты содержат около 75% воды. Состав сухого вещества следующий: белок – 35–50%; липиды – 25–30%; хлорофилл – 9%; каротиноиды – 4,5%; нуклеиновые кислоты – 2–4,5%; углеводы – 8–30%; минеральные вещества – 6–10%. Особое внимание следует обратить на пигменты хлоропластов, непосредственно связанные с их фотосинтетической функцией. Хлоропласты высших растений содержат два вида зеленых пигментов: хлорофилл а и хлорофилл b (рис. 9).

В центре молекулы хлорофилла находится Mg, связанный с четырьмя атомами азота четырех пиррольных колец, вместе образующих большое порфириновое кольцо. По химической природе хлорофилл представляет собой сложный эфир дикарбоновой кислоты и двух спиртов: метилового – СН₃ОН – и фитола – С₁₀H₁₉ОН. Считают, что порфириновое кольцо образует «головку» молекулы хлорофилла, которая обладает гидрофильными свойствами, а фитольный остаток – «хвост», имеющий гидрофобные свойства. Хлорофилл b отличается от хлорофилла а тем, что у него вместо одной метильной группы (-СН₃) содержится альдегидная группа (-СОH). У некоторых водорослей найдено еще два вида хлорофилла: вместо хлорофилла b в них присутствует хлорофилл с или хлорофилл d (рис. 4).

Хлорофилл растворяется в органических растворителях (спирте, эфире, ацетоне и др.). Изучение спектра поглощения хлорофилла показало, что он интенсивно поглощает лучи в красной области спектра (680–730 нм) и в сине-фиолетовой (470 нм и ниже), а пропускает желтые и зеленые лучи. Зеленый свет маскирует желтый, поэтому хлорофилл имеет зеленую окраску. Однако раствор хлорофилла имеет зеленый цвет только в проходящем свете, а в отраженном – вишнево-красный. Значит, хлорофилл при освещении сам

излучает красный свет. Это явление называют флюоресценцией, что свидетельствует об оптической активности хлорофилла.

Кроме хлорофилла, в хлоропластах содержатся еще желто-оранжево-красные пигменты – каротиноиды. Среди них известны каротины и ксантофиллы. Каротины – это ненасыщенные углеводороды, их общая формула $C_{40}H_{56}$. Они имеют оранжево-красный цвет. Ксантофиллы желтого цвета, являются кислородсодержащими производными каротинов – $C_{40}H_{56}O_2$ или $C_{40}H_{56}O_4$. Обычно более интенсивная окраска хлорофилла маскирует каротиноиды, поэтому хлоропласты и листья имеют зеленую окраску.

Строение и состав ламелл хлоропластов отличается от мембран ЭПС. Особенностью ламелл является, прежде всего, присутствие в них пигментов – хлорофилла и каротиноидов. Кроме того, состав ламеллярных липидов также имеет свои особенности. Только небольшая часть ламеллярных липидов представлена фосфолипидами (9%), основную же массу составляют гликолипиды (40%), содержащие сахар галактозу, есть также сульфолипиды (3%), в состав которых входит сера.

Ламеллы, как и другие липопротеиновые мембраны, состоят из бислоя липидов, в который погружены глобулы белков. Между белками и липидами расположены молекулы хлорофилла. При этом «хвост» погружен в липидный слой, а «головка» обращена к белку. Молекулы каротиноидов находятся, по-видимому, в липидном слое.

В хлоропластах содержится много ферментов, участвующих в осуществлении многочисленных реакций фотосинтеза и связанных с синтезом белков, нуклеиновых кислот и др.

Основная функция хлоропластов – фотосинтез (процесс усвоения солнечной энергии и превращения ее в энергию химических связей). Сложный процесс фотосинтеза делят на световую и темновую стадии. В процессе световой стадии происходит запасание энергии света в АТФ и образование восстановителя НАДФ Н, которые расходуются в темновой стадии на восстановление CO_2 до уровня углеводов. Реакции световой стадии протекают в ламеллах тилакоидов гран, а темновой – в строме.

Структура хлоропластов прекрасно приспособлена к выполнению фотосинтетической функции. Уже одно разделение фотосинтетического аппарата на мелкие хлоропласты создает обширную поверхность для поглощения света и протекания фотосинтетических реакций. Структура хлоропластов в виде гран еще больше увеличивает активную поверхность. Замкнутые камеры – тилакоиды позволяют одновременно и многократно осуществлять весь комплекс фотосинтетических реакций.

Благодаря энергетическому обеспечению хлоропласты обладают высокой биосинтетической активностью. В них осуществляется синтез различных соединений: углеводов, аминокислот, нуклеотидов, липидов, нуклеиновых кислот, белков и др.

Хлоропласты в клетках образуются из пропластид, мельчайших телец (1–1,5 мкм), окруженных двойной мембраной. В процессе развития пропластид происходит впячивание внутренней мембраны. От нее отшнуровываются и накапливаются пузырьки – тилакоиды. Однако для образования упорядоченной гранальной структуры хлоропласта необходим свет. На свету синтезируется хлорофилл, и тогда образованные ранее пузырьки-тилакоиды организуются в граны.

Без света пропластиды, у которых накопились пузырьки тилакоиды, превращаются в этиопласты. Они получили свое название от этиолированных растений, т. е. выращенных без света. В них отсутствует хлорофилл, недоразвиты листья, в которых находятся этиопласты. В этиопластах пузырьки собираются в центре пластиды и образуют кристаллоподобную структуру – проламеллярное тело. Если этиолированные растения, содержащие этиопласты, выставить на свет, они окрашиваются в зеленый цвет. В этиопластах распадается проламеллярное тело, синтезируется хлорофилл, пузырьки организуются в граны, т. е. этиопласты превращаются в хлоропласты (рис. 4).

Пропластиды и уже сформированные хлоропласты размножаются делением. Обычно это происходит в клетках молодых растущих листьев. Сначала хлоропласт делится перетяжкой внутренней мембраны поперек расположения ламелл. Образуются два хлоропласта, окруженные одной наружной мембраной. Затем перетягивается наружная мембрана, и появляются два самостоятельных хлоропласта. С окончанием роста листа прекращается деление хлоропластов.

Структура хлоропласта закономерно изменяется в процессе роста и развития клетки. В молодых листьях хлоропласты имеют мелкогранулярную структуру. Позже граны становятся крупнее. В старых листьях происходит разрушение внутренней структуры хлоропластов. Быстрее всего разрушается хлорофилл, а оставшиеся каротиноиды окрашивают листья в желтый цвет. Это хорошо заметно осенью.

Ученых давно интересовал вопрос о происхождении хлоропластов. Из многих гипотез, объясняющих их появление в клетках, наиболее признана симбиотическая, согласно которой хлоропласты произошли от сине-зеленых водорослей (цианобактерий), захваченных какими-то одноклеточными гетеротрофными организмами, возможно прокариотами. Возник симбиоз двух организмов. Автотрофные «гости» прижились в клетках, обеспечивая их продуктами фотосинтеза, а гетеротрофные «хозяева» защищали от неблагоприятных внешних воздействий.

Доказательством происхождения хлоропластов от сине-зеленых водорослей является наличие между ними сходства в структуре мембран, составе пигментов, свойствах ДНК, рибосом, многих белков и т. д. Все другие типы пластид, вероятно, образовались в процессе эволюции из хлоропластов (Рис 4.)

Хлоропластам свойственно перемещаться в клетке. Это может быть пассивное движение, если их увлекает движущаяся цитоплазма. Однако зеленые пластиды способны и к активному передвижению под действием факторов внешней среды (свет, углекислый газ, температура и др.).

Хлоропласты обычно располагаются так, чтобы их освещал рассеянный свет. Они избегают прямых солнечных лучей, разрушающих хлорофилл. На рассеянном свете хлоропласты выстраиваются вдоль стенок, перпендикулярных главному направлению лучей. При ярком солнечном свете хлоропласты перемещаются к боковым стенкам, параллельным направлению прямых лучей. В темноте хлоропласты оседают на дно клетки или располагаются по «теплым» стенкам, т. е. тем, которые соприкасаются со стенками соседних клеток. Под влиянием углекислого газа хлоропласты перемещаются к клеточным стенкам, примыкающим к межклетникам

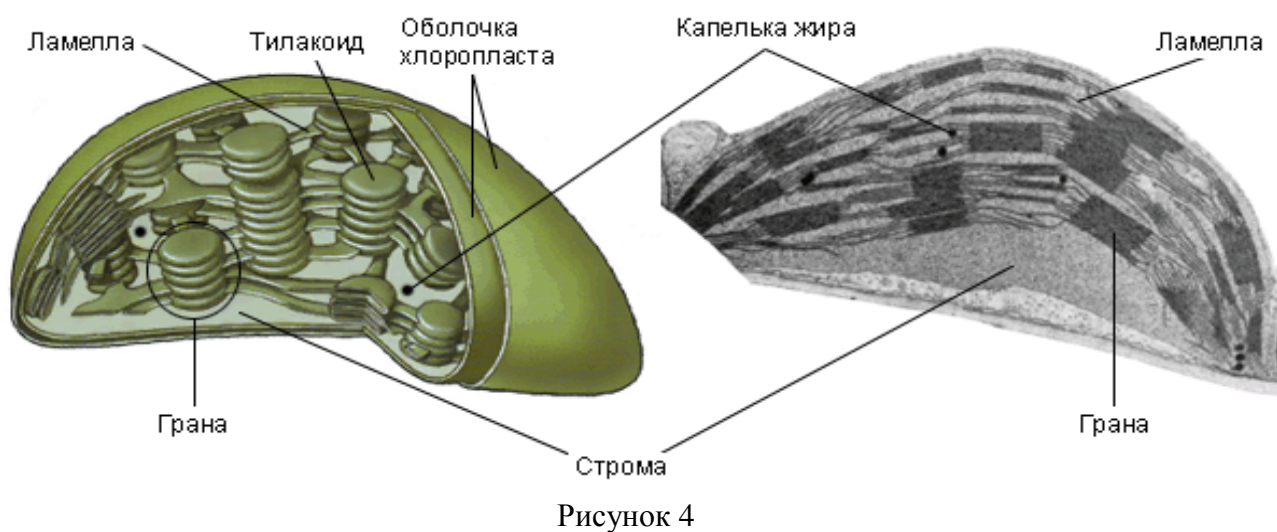


Рисунок 4

Строение:

2 мембраны

- Наружная
- Внутренняя (содержащие хлорофилл граны, собранные из стопки тилакоидных мембран)

Матрикс (внутренняя полужидкая среда, содержащая белки, ДНК, РНК и рибосомы)

Функции:

- Синтез АТФ
- Синтез углеводов
- Биосинтез собственных белков

Хромопласты

Хромопласты – пластиды, окрашенные в желтый, оранжевый или красный цвет, благодаря большому содержанию в них каротиноидов. Они встречаются в лепестках цветков некоторых растений (лютики, настурции, одуванчики и др.), в плодах (шиповник, перец, рябина, помидоры, арбуз), реже – в вегетативных органах (морковь, зарази́ха).

Хромопласты, как и хлоропласты, покрыты снаружи двойной мембраной. Внутри их заполняет строма. В строме иногда встречаются рудименты мембранной системы: отдельные тилакоиды, скопления трубочек. В основном же в строму погружены структуры, заполненные каротиноидами. По форме этих структур хромопласты делят на несколько типов. Назовем три основных типа.

- У большинства хромопластов, которые окрашивают лепестки цветков, каротиноиды накапливаются в липидных глобулах – пластоглобулах. Этот тип хромопластов называют глобулярным. В них также встречаются небольшие граны и отдельные тилакоиды.

- Трубоччатый тип хромопластов имеет в строме нити или трубочки диаметром 15–80 нм, содержащие каротиноиды. Одновременно в этих пластидах присутствуют и пластоглобулы. Трубоччатые хромопласты можно обнаружить, например, в плодах стручкового перца.

- Кристаллический тип хромопластов содержит в основном каротины, которые выкристаллизовываются в строме, растягивая ее. При этом форма пластиды определяется формой кристаллов – одного или нескольких и становится часто угловатой или игловидной (помидор, морковь).

Функция хромопластов еще не выяснена. Косвенно их значение связано с окраской цветков и плодов, что привлекает насекомых-опылителей и способствует распространению семян.

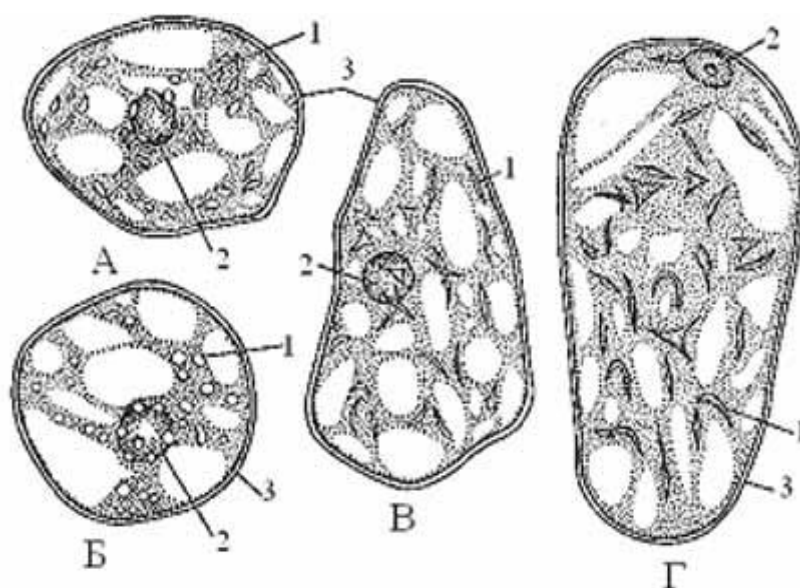


Рисунок 5– Хромопласты:
1 – хромопласты, 2 – ядро, 3 – оболочка клетки.

Хромопласты в плодах:

**А – шиповника Б – ландыша,
В – рябины, Г - боярышника**

Лейкопласты

Лейкопласты – мелкие бесцветные пластиды. Обычно они содержатся в клетках тканей, на которые не попадает свет (семядоли, эндосперм семян,

корневища, клубни, корни), реже – в тканях на свету (кожица). Форма лейкопластов разнообразна – шаровидная, яйцевидная, веретеновидная, палочковидная. Иногда они располагаются в клетке группами, в некоторых клетках собираются вокруг ядра.

Клетка кожицы молодого листа ванили:

е – элайопласт; я – ядро;

л – лейкопласты; в – вакуоли.

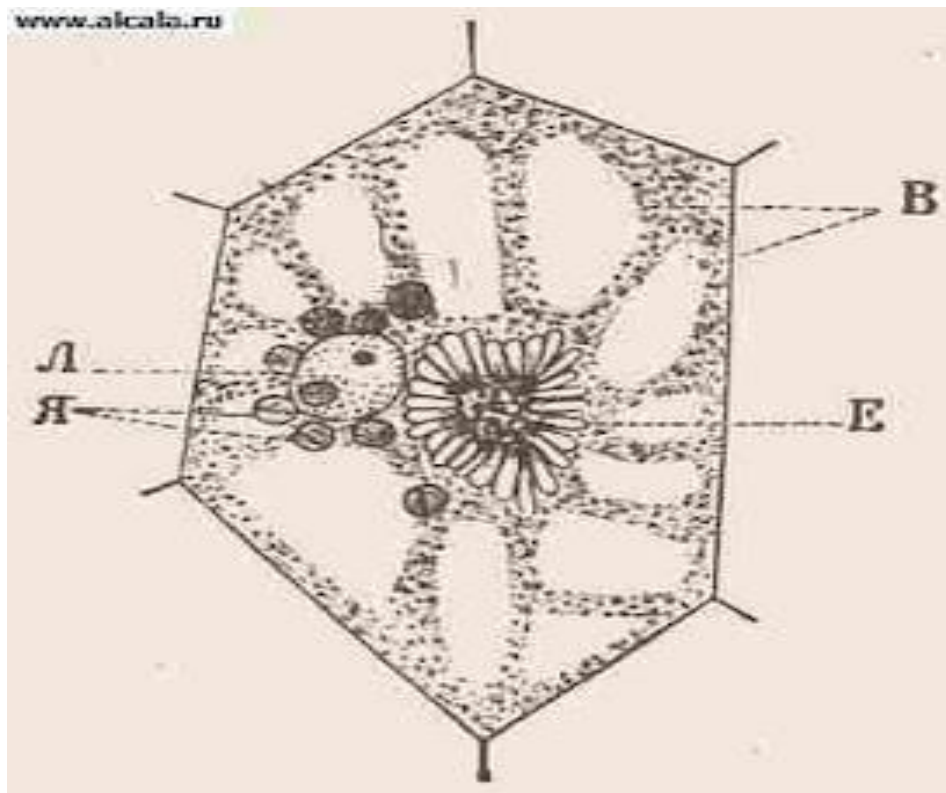


Рисунок 6

Оболочка из двух мембран окружает строму лейкопласта, в которой встречаются одиночные тилакоиды, трубочки и пузырьки. Основная функция лейкопластов– накопление запасных питательных веществ, которые образуются в них из ассимилятов, притекающих в запасяющие органы. В зависимости от типа запасных веществ, которые откладываются в бесцветных пластидах, их делят на амилопласты, протеинопласты и олеопласты.

Амилопласты – наиболее распространенные лейкопласты, внутри которых накапливается запасной крахмал в виде зерен. В амилопластах может образовываться одно (клубни картофеля, эндосперм пшеницы) или много крахмальных зерен (эндосперм риса, гречихи). Крахмальные зерна занимают почти весь объем амилопласта, оттесняя строму. Обычно одно или несколько крахмальных зерен покрыты тонким слоем стромы и двойной мембраной.

Протеинопласты содержат в стромах запасной белок в виде кристаллов или аморфной массы. Лейкопласты такого типа встречаются редко (корневые клубни орхидей).

Олеопласты встречаются еще реже. В их стромах накапливаются жиры (масла) в виде капелек или пластоглобул (однодольные). В корневищах некоторых видов ириса в лейкопластах в разное время года может накапливаться крахмал или жир.

Взаимопревращение пластид

Все пластиды – хлоропласты, хромопласты, лейкопласты – могут развиваться непосредственно из пропластид, которые обычно содержатся в клетках образовательной ткани. Возможен также обратный процесс – упрощение структуры специализированных пластид и превращение их снова в пропластиды. Этот процесс можно наблюдать в случае приобретения постоянными тканями способности делиться – превращения их во вторичные меристемы (пробковый камбий).

Возможны также превращения хлоропластов в хромопласты, лейкопластов в хлоропласты, хлоропластов и хромопластов в лейкопласты (рис. 16). Превращение хлоропластов в хромопласты можно наблюдать при созревании плодов некоторых растений и при пожелтении листьев осенью. При этом в хлоропластах разрушаются хлорофилл, мембранные структуры и накапливаются пластоглобулы, содержащие каротиноиды. Лейкопласты могут превращаться в хлоропласты, например в клубнях картофеля на свету: в них исчезает крахмал, образуются тилакоиды и граны из выпячиваний внутренней мембраны, в ламеллах гран синтезируется хлорофилл.

Образование лейкопластов из хлоропластов и хромопластов наблюдается реже. Например, у некоторых растений в отсутствие света или при поранении разрушается внутренняя структура зеленых пластид, но накопления пластоглобул не происходит. Превращение хромопластов в бесцветные пластиды можно наблюдать при старении некоторых окрашенных тканей, когда разрушаются пластоглобулы с пигментами.

Митохондрии

Митохондрии — органеллы, присутствующие как в растительных, так и в животных клетках. В растительной клетке может содержаться от нескольких десятков до нескольких тысяч митохондрий. Их количество зависит от возраста и метаболической активности клеток. Для данного типа клеток существует приблизительно постоянное отношение объема митохондрий к объему цитоплазмы. Например, в клетках-спутницах флоэмы объем митохондрий составляет 1/5 объема цитоплазмы.

Некоторые водоросли (хлорелла, хламидомонада) имеют в клетке всего одну большую, часто разветвленную митохондрию. С ростом клетки увеличивается и митохондрия, сохраняя постоянное соотношение с цитоплазмой. У хлореллы объем митохондрии всегда составляет около 2,5% объема цитоплазмы.

Форма митохондрий разнообразна и в живой клетке постоянно меняется. Они выглядят, как глобулы, цилиндры, нити, а также могут иметь разветвленную структуру. Митохондрии способны поглощать воду и увеличиваться в размере, выталкивать ее и уменьшаться. Диаметр глобулярных митохондрий – 4,5–5 мкм, а нитевидные достигают в длину 6 мкм.

Митохондрии окружены двойной липопротеиновой мембраной. (Рис. 5.) Наружная мембрана отличается от внутренней соотношением белков и липидов, набором ферментов, проницаемостью. Она проницаема для большинства низкомолекулярных веществ, в то время как внутренняя мембрана обладает хорошо выраженной избирательностью.

Внутренняя митохондриальная мембрана образует впячивания – гребни, или кристы, размер и количество которых различны и зависят от функциональной активности митохондрий. Кристы создают большую поверхность для реакций, протекающих на внутренней мембране. Пространство между кристами заполнено основным веществом – матриксом, в котором заметны гранулярный и фибриллярный компоненты. Гранулы представлены частицами двух типов – рибосомами и фосфатом кальция; фибриллы – это нити ДНК. Основную массу митохондрий – 60–70% составляют белки; 25–30% приходится на долю липидов, большая часть из которых – фосфолипиды. Среди митохондриальных белков много ферментов, связанных с реакциями окисления углеводов, жиров, синтезом АТФ и др. (рис. 7).

Основная функция митохондрий – энергетическая. В них осуществляется процесс дыхания – окисление питательных веществ, прежде всего углеводов, с выделением энергии, которая запасается в форме АТФ. Распад углеводов начинается в матриксе цитоплазмы (гликолиз), а продолжается в матриксе митохондрий (цикл трикарбоновых кислот). Синтез АТФ происходит на внутренней митохондриальной мембране. Эта АТФ затем используется в клетке для осуществления различных процессов, протекающих с затратой энергии: различные синтетические процессы, активный транспорт веществ, движение цитоплазмы и ее органелл.

Митохондрии размножаются в клетках путем деления. Сначала образует перетяжку внутренняя мембрана, и появляются две митохондрии, окруженные одной наружной мембраной. Затем она тоже перешнуровывается, в результате чего образуются две самостоятельные митохондрии. Митохондрии, очевидно, произошли от клеток, подобных бактериальным, которые внедрились в более крупные клетки и «прижились» там, помогая окислять с помощью кислорода органические вещества для получения энергии. О таком происхождении митохондрий свидетельствует их сходство с бактериями, которое становится все более очевидным по мере их углубленного изучения.

Состав и строение:

- Мембраны
- Наружная

- **Внутренняя(образует выросты – кристы)**
 - **Матрикс**(внутреннее полужидкое содержимое, включающее ДНК, РНК, белок и рибосомы)

Функции:

- Синтез АТФ
- Синтез собственных органических веществ, образование собственных рибосом

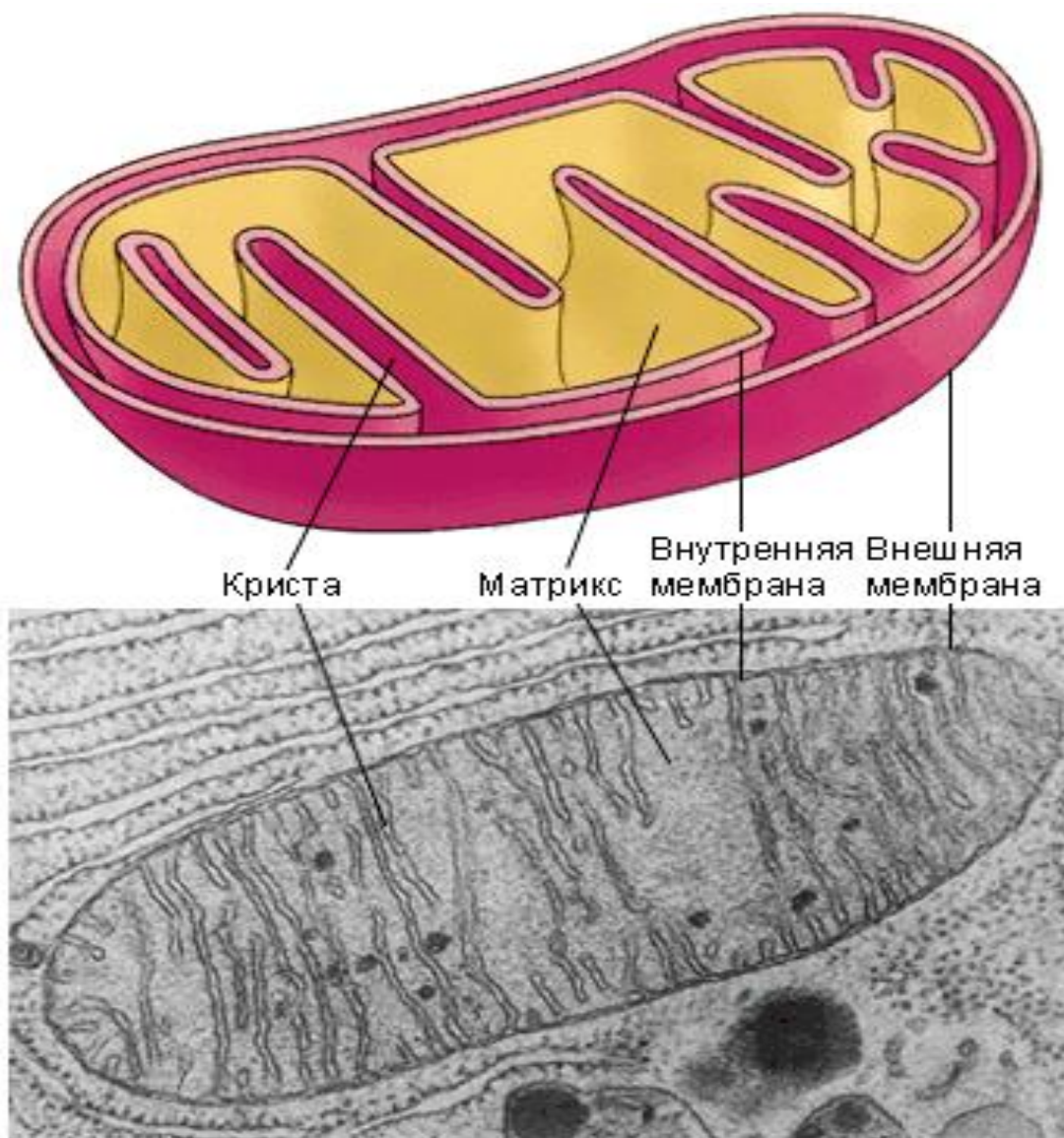


Рисунок 7

Лизосомы

Лизосомы – мелкие округлые органеллы диаметром 0,5–2,5 мкм. Считается, что в животных клетках их больше, чем в растительных. Лизосомы окружены одной липопротеиновой мембраной, внутри находится матрикс, содержащий гидролитические ферменты, которые расщепляют различные органические вещества – белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды, липиды и др. Они образуются из цистерн аппарата Гольджи или из гладких мембран ЭПС. Функция лизосом – расщепление веществ и отдельных участков цитоплазмы, т. е. локальный автолиз (Рис.6.)

Лизосомы, которые отделяются от цистерн аппарата Гольджи, захватывают макромолекулы или органеллы путем инвагинации своей мембраны. В случае образования лизосом из ЭПС гладкие мембраны некоторых цистерн впячиваются, захватывая при этом участок цитоплазмы, который оказывается внутри лизосомы, окруженный ее мембраной. Исходные лизосомы называются первичными, а содержащие захваченные вещества или частицы – вторичными. Мембраны, которые окружают вещества или структуры, поглощенные лизосомой, расщепляются, а затем подвергается расщеплению и их содержимое. Простые продукты распада через лизосомную мембрану транспортируются обратно в цитоплазму и используются в процессах метаболизма. Под электронным микроскопом можно видеть постепенный распад в лизосомах захваченных структур, например пластид, пропластид, митохондрий, рибосом и др. Аналогичным образом в лизосомах расщепляются эндоцитозные пузырьки: сначала окружающая их мембрана, а затем содержимое. Если в клетку попадают вещества, для расщепления которых в лизосомах нет ферментов, они просто остаются в этих органеллах и могут длительное время сохраняться в клетке окруженные лизосомной мембраной.

Локальный автолиз, который осуществляют лизосомы, необходим растительной клетке и выполняет защитную функцию.

- При недостатке питательных веществ клетка расщепляет в лизосомах некоторые вещества и структуры цитоплазмы, используя продукты распада для поддержания своей жизнедеятельности.

- В лизосомах расщепляются «отработанные» вещества и органеллы, которые в данный момент онтогенеза уже выполнили свои функции и не нужны клетке. Продукты их распада используются на построение новых необходимых ей структур.

- В лизосомах распадаются вещества, зачастую вредные, которые попадают в клетку путем эндоцитоза. Продукты их расщепления также могут использоваться клеткой.

- При отмирании клеток нарушаются мембраны лизосом, их ферменты выходят в цитоплазму, происходит автолиз всего живого содержимого, очищая полости мертвых клеток (трахеи и трахеиды ксилемы, клетки механических тканей и др.).

Многие ученые считают лизосомы разновидностью вакуолей. Очевидно, это связано с тем, что в центральной вакуоли среди многочисленных веществ клеточного сока присутствуют и гидролитические ферменты, поэтому вакуоль тоже может осуществлять локальный автолиз, т. е. лизосомную функцию. Однако у лизосом расщепление веществ – основная функция, а вакуоли, кроме лизосомной, выполняют ряд других важных функций.

Строение:

Пузырьки овальной формы (снаружи – мембрана, внутри – ферменты)

Функции:

Расщепление органических веществ,

Разрушение отмерших органоидов клетки,
Уничтожение отработавших клеток.

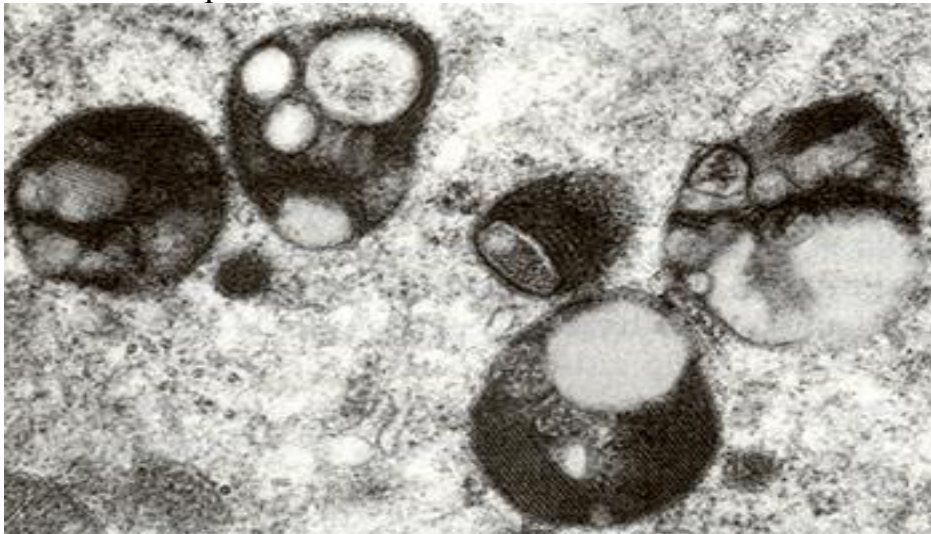


Рисунок 8

Аппарат Гольджи

Аппарат, или комплекс, Гольджи был впервые описан в животных клетках в 1898 г. и назван по имени своего первооткрывателя – итальянского ученого К. Гольджи. В растительной клетке эта органелла была обнаружена гораздо позже, в 50-х гг. XX в. уже с помощью электронного микроскопа.

В клетках растительного организма аппарат Гольджи состоит из диктиосом (телец Гольджи). Диктиосома – это стопка плоских цистерн из гладких мембран диаметром 1-2 мкм. В диктиосомах чаще всего встречается от 4 до 8 цистерн. Они не соприкасаются друг с другом, а расположены на расстоянии приблизительно в 10 нм. Предполагают, что их склеивает какой-то материал, так как при дифференциальном центрифугировании диктиосомы не распадаются на отдельные цистерны, а выделяются целыми. Цистерны имеют дисковидную форму со вздутиями по периметру, или их периферическая область может быть изрезана и образует сеть разветвленных трубочек с раздутыми концами.

В растительных клетках обычно присутствует в среднем от 10 до 50 диктиосом, беспорядочно рассеянных в цитоплазме. Число диктиосом зависит от типа клетки и ее активности. В клетках некоторых водорослей содержится только одна диктиосома. Совокупность всех диктиосом клетки составляет ее аппарат Гольджи.

Диктиосома обычно располагается так, что ее наружная цистерна параллельна каналцу ЭР. Между ними находятся много мелких пузырьков, которые называют переходными. Предполагают, что переходные пузырьки отшнуровываются от мембран ЭР и, сливаясь, образуют цистерну диктиосомы. Эту сторону диктиосомы называют формирующейся. С противоположной стороны диктиосомы последняя цистерна распадается на мелкие пузырьки, их называют пузырьками Гольджи, они движутся к плазмалемме или тонопласту и сливаются с ними. Пузырьки Гольджи могут

также отшнуровываться от предыдущей цистерны или от ее периферических трубчатых образований. Эту сторону диктиосомы называют созревающей (рис.9). Таким образом, диктиосома является динамической структурой: на одном конце из переходных пузырьков формируется цистерна, которая постепенно продвигается к другому концу, где и распадается на пузырьки Гольджи. Перечислим ряд очень важных функций, которые выполняет аппарат Гольджи в растительной клетке.

- В цистернах диктиосом образуются вещества матрикса клеточной оболочки полисахариды гемицеллюлоза и пектины, а пузырьки Гольджи доставляют их к плазмалемме, встраиваются в нее и выделяют указанные вещества наружу. Ферменты, катализирующие образование этих соединений, очевидно, синтезируются на рибосомах гранулярного ЭР, а затем по каналцам перемещаются до места образования переходных пузырьков, с которыми и поступают в цистерны диктиосом.

В состав матрикса клеточной стенки входят также белки, которые, как и ферменты, поступают из шероховатого ЭР в переходные пузырьки. В диктиосомах эти белки только модифицируются: к ним присоединяется углеводная часть, и они превращаются в гликопротеины, а затем транспортируются в пузырьках Гольджи к плазмалемме.

- Через аппарат Гольджи из гранулярного ЭР проходят гидролитические ферменты, которые упаковываются в пузырьки Гольджи, транспортируются к тонопласту и выделяются в вакуоль, обеспечивая ее лизосомную функцию.

- Мембраны аппарата Гольджи с помощью пузырьков Гольджи участвуют в плоскостном росте плазмалеммы и тонопласта: при выделении содержимого пузырьков в вакуоль и клеточную оболочку их мембрана включается в тонопласт или плазмалемму.

- Аппарат Гольджи образует лизосомы. Они отделяются в виде пузырьков от цистерн созревающей стороны или от периферических трубчатых образований. В пузырьках – лизосомах содержатся гидролитические ферменты, которые также ведут свое происхождение от шероховатых мембран ЭПС.

- Через аппарат Гольджи осуществляется преобразование внутриклеточных мембран: мембраны ЭР превращаются в плазмалемму или тонопласт. Мембраны переходных пузырьков и цистерн формирующейся стороны диктиосом сходны с мембранами ЭПС, а мембраны цистерн созревающей стороны и пузырьков Гольджи уже подобны плазмалемме и тонопласту.

- В диктиосомах происходят не только синтез и модификация веществ, но и их сортировка в зависимости от дальнейшего предназначения. В одни пузырьки Гольджи упаковываются вещества матрикса клеточной оболочки, и они направляются к плазмалемме; в другие – гидролитические ферменты, и содержащие их пузырьки диффундируют к тонопласту; в третьих накапливается большое количество гидролитических ферментов, и они становятся лизосомами в цитоплазме.

Аппарат Гольджи относят к органеллам, имеющим как мембранные, так и корпускулярные особенности строения, т. к. система мембран диктиосомы имеет определенную форму, которая, по-видимому, поддерживается материалом, склеивающим цистерны. Все диктиосомы клетки сходны по строению и, очевидно, функционируют синхронно, поэтому их объединяют в единую систему – аппарат Гольджи. (Рис.7)

Предполагают, что при делении материнской клетки диктиосомы поровну распределяются между дочерними. Пока неясно, как увеличивается количество диктиосом в клетке в процессе ее развития. Есть некоторые предположения о том, что цистерны диктиосом могут делиться путем поперечной перетяжки, а потом расходиться с образованием двух самостоятельных диктиосом.

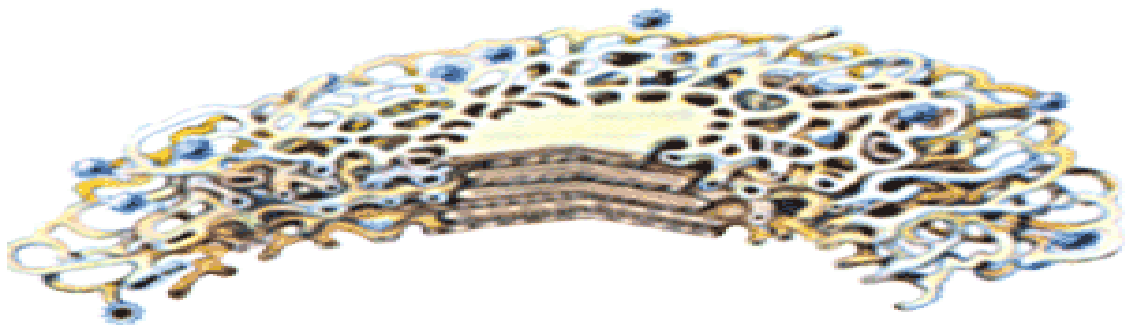


Схема строения комплекса Гольджи

Рисунок 9

Строение

– Окруженные мембранами полости (цистерны) и связанная с ними система пузырьков.

Функции

- Накопление органических веществ
- «Упаковка» органических веществ
- Выведение органических веществ
- Образование лизосом

Концепция эндомембран

Согласно концепции эндомембран, которая была сформулирована в начале 70-х гг. XX в., все внутренние мембраны клетки составляют эндомембранную систему. Ее компонентами являются мембраны ЭР, ядра, аппарата Гольджи и пузырьков Гольджи, плазмалемма и тонопласт, а также наружные мембраны хлоропластов и митохондрий. Внутренние мембраны хлоропластов и митохондрий к эндомембранной системе не относятся, т. к., исходя из симбиотической гипотезы о происхождении этих органелл, их внутренние мембраны образовались из плазмалемм клеток, которые когда-то внедрились в клетку-хозяина и образовали с ней единый симбиотический организм.

Эндомембранная система очень динамична, в ней все время происходит превращение или поток мембран в направлении от ЭР через аппарат Гольджи к плазмалемме и тонопласту. Иными словами, все внутренние мембраны происходят из мембран ЭПС, которые претерпевают превращения в аппарате Гольджи (рис. 7). Считают, что возможен также поток мембран от плазмалеммы к тонопласту через пузырьки, которые образуются при эндоцитозе.

Рибосомы

Рибосомы — мельчайшие клеточные органеллы, различимые только под электронным микроскопом. Впервые их обнаружил Г.Э. Палладе в 1953г.

Эти органеллы имеют овальную форму, а по размерам их делят на две группы. К первой относят рибосомы эукариотических клеток, ко второй – прокариотических. Каждая рибосома состоит из двух субъединиц – большой и малой. Рибосомы распадаются на две субъединицы при снижении в среде концентрации ионов Mg^{2+} . При повышении концентрации этих ионов субъединицы объединяются в целые рибосомы (рис. 8).

Рибосомы часто изображают похожими по форме на грибок, но на самом деле они, как и их субъединицы, имеют более сложную форму, которая зависит от их функциональной активности, а также от проекции их изображения на электронно-микроскопических фотографиях.

Для характеристики рибосом и субъединиц используют их свойство (как и всяких других частиц и молекул) осаждаться с постоянной скоростью в определенном растворе под действием центробежной силы, возникающей при центрифугировании. Скорость осаждения (седиментации) рибосом зависит от их массы и характеризуется коэффициентом седиментации, который выражается в единицах Сведберга – S. Рибосомы бактерий и сине-зеленых водорослей имеют коэффициент седиментации 70S и состоят из двух субъединиц: большой – 50S и малой – 30S. Рибосомы животных и растительных клеток более крупные – 80S, а их субъединицы – 60S и 40S.

Рибосомы состоят примерно из равного количества РНК и белка. Рибосомная РНК составляет 80–90% всей РНК клетки и представляет собой нить, которая образует спирализованные участки, чередующиеся с неспирализованными. Между спирализованными участками плотно уложены глобулы рибосомных белков. Между субъединицами при их объединении в целую рибосому остается щель, в которой проходит матричная РНК, а на большой субъединице имеется бороздка, в которой размещается и по которой сползает синтезирующаяся белковая молекула.

В цитоплазме и ядре растительной клетки присутствуют 80S рибосом, а в хлоропластах и митохондриях – 70S, что является еще одним подтверждением симбиотического происхождения этих органелл из прокариотических клеток

- **Строение:**

- Малая
- Большая

- **Состав:**
РНК (рибосомная)
Белки.
- **Функции:**
– Обеспечивает биосинтез белка (сборку белковой молекулы из аминокислот).

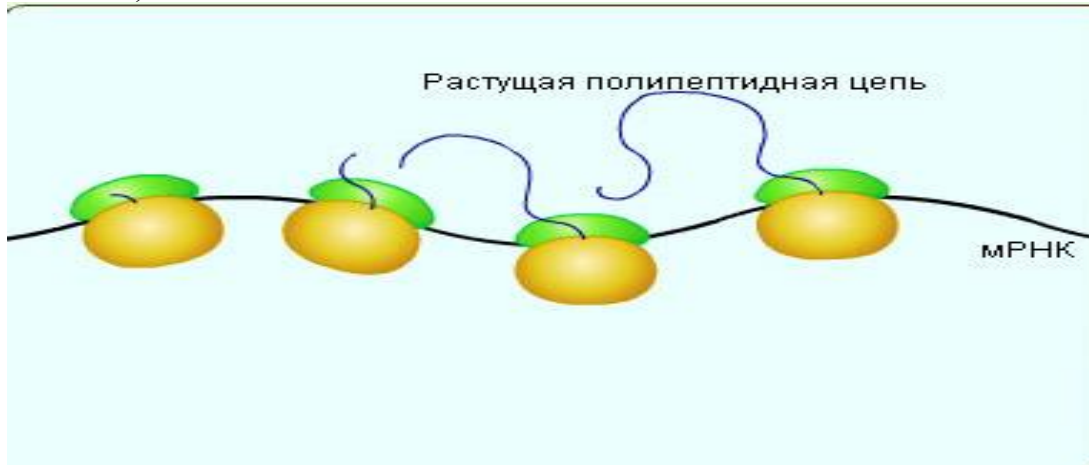


Рисунок 10

Контрольные вопросы:

1. Какое открытие послужило началом становления науки Ботаники?
2. Каковы структурные особенности растительной клетки?
3. В чем различия растительной клетки от животной?
4. Отличия прокариотических и эукариотических клеток?
5. Строение растительной клетки.
6. Органоиды растительной клетки, их функции?
7. Как формируется клеточная оболочка?
8. Охарактеризуйте строение, функции и химический состав клеточной оболочки.
9. Цитоплазма, ее строение, химический состав, функции.
10. Какие органоиды цитоплазмы вам известны?
11. Основные биологически активные вещества цитоплазмы:
12. Белки, аминокислоты, липиды, углеводы. Дайте им характеристику.
13. Плазмалемма и тонопласт, строение, состав, функции?
14. Вакуолярная система. Образование, организация и функции вакуолей. Химический состав клеточного сока.
15. Электронномикроскопическое строение пластид, пигменты и функции пластид.
16. Запасные вещества растительной клетки.
17. Строение, Химический состав и биологическая роль клеточного ядра.
18. Роль ядра в клетке.
19. Какие видоизменения клеточной стенки вам известны? Охарактеризуйте все эти видоизменения.

Тестовые задания по теме: «Растительная клетка. Структура растительной клетки»

А. Закрытое задание

1. Цитоплазма

(Напишите номера всех правильных ответов)

1. Что изучает наука анатомия

- а) наука о растениях
- б) наука о животных
- в) наука о земле
- г) наука о жизни

2. Какие растения живут в форме одной клетки

- а) водоросли
- б) грибы
- в) папоротники
- г) мхи

3. Чем отличаются растительные клетки от животных

- а) наличием клеточной стенки
- б) наличием ядра
- в) наличием цитоплазмы
- г) размерами

4. Вода будет выходить из клетки, если ее поместить в раствор

- 1) изотонический
- 2) гипертонический
- 3) гипотонический

5. В состав элементарных мембран входят

- 1) липиды
- 2) белки
- 3) углеводы

6. Связь между клетками организма осуществляется благодаря

- 1) тонопласту
- 2) аппарату Гольджи
- 3) эндоплазматической сети

7. Синтез белка осуществляется

- 1) лейкопластами
- 2) рибосомами
- 3) митохондриями

8. Двумембранное строение имеют

- 1) пластиды

- 2) диктиосомы
- 3) митохондрии

9. В аппарате Гольджи происходит

- 1) синтез гликопротеидов
- 2) синтез сложных углеводов
- 3) синтез АТФ

10. Синтез веществ, идущих на построение клеточной стенки, происходит

- 1) митохондриях
- 2) плазмалемме
- 3) диктиосомах

11. Синтез АТФ осуществляется

- 1) рибосомами
- 2) хлоропластами
- 3) митохондриям

12. Каротиноиды содержатся в

- 1) хромопластах
- 2) лейкопластах
- 3) хлоропластах

13. Хлоропласты формируются из

- 1) лейкопластов
- 2) хромопластов
- 3) пропластид

Раздел 2. Ткани растений

Тема 1. Понятие ткани. Типы растительных тканей

1. Общая характеристика и классификация тканей.
2. Образовательные ткани, их характеристика. Классификация образовательных тканей.
3. Покровные ткани, их характеристика, Классификация.
4. Основные ткани, их характеристика. Классификация.
5. Механические ткани, их характеристика. Классификация.
6. Проводящие ткани, их характеристика. Классификация.
7. Выделительные ткани, их характеристика. Классификация.

Понятие о тканях как группах сходных клеток появилось уже в трудах первых ботаников-анатомов в XVII в. Мальпиги и Грю описали важнейшие ткани, в частности ввели понятия о паренхиме и прозенхиме.

Классификация тканей на основе физиологических функций была разработана в конце XIX – начале XX в. Швенденером и Габерландтом.

Ткани – это группы клеток, имеющие однородное строение, одинаковое происхождение и выполняющие одну и ту же функцию.

В зависимости от выполняемой функции различают следующие типы тканей: **образовательные (меристемы), основные, проводящие, покровные, механические, выделительные.**

Клетки, составляющие ткань и имеющие более или менее одинаковое строение и функции, **называют простыми**, если клетки **неодинаковые**, то ткань **называют сложной или комплексной.**

Ткани делят на **образовательные, или меристематические, и постоянные (покровные, проводящие, основные и т.д.).**

Классификация тканей:

1.Образовательные ткани(меристемы):

- 1) верхушечные
- 2) боковые
 - а) первичные (прокамбий, перицикл);
 - б) вторичные (камбий, феллоген)
- 3) вставочные;
- 4) раневые.

2.Основные ткани:

- 1) ассимиляционная паренхима;
- 2) запасающая паренхима.

3.Проводящие ткани:

- 1) ксилема (древесина);
- 2) флоэма (луб).

4.Покровные ткани (пограничные):

- 1) наружные:
 - а) первичные (эпидерма);
 - б) вторичные (перидерма);
 - в) третичные (корка, или ритидом)
- 2) наружные:
 - а) ризодерма;
 - б) феламен
- 3) внутренние:
 - а) эндодерма;
 - б) экзодерма;
 - в) обкладочные клетки проводящих пучков в листьях

5.Механические (опорные, скелетные) ткани:

- 1) колленхима;

- 2) склеренхима:
а) волокна;
б) склереиды

6.Выделительные ткани (секреторные).

ТЕМА 2.Образовательные или Меристематические ткани.

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

Образовательные ткани, или меристемы, – это постоянно молодые, активно делящиеся группы клеток. Находятся они в местах роста разных органов: кончиках корней, верхушках стеблей и т.д. Благодаря меристемам происходят рост растения и образование новых постоянных тканей и органов.

Меристема состоит из плотно сомкнутых живых клеток. Полость такой клетки заполнена цитоплазмой, в центре располагается крупное ядро, больших вакуолей нет, клеточная стенка очень тонкая, первичная.

Клетки меристемы характеризуются двумя основными свойствами: **интенсивным делением и дифференциацией**, то есть превращением в клетки других тканей.

По происхождению меристематическая ткань подразделяется на:

Первичная и вторичная меристема. Первичная меристема возникает в самом начале развития организма. Оплодотворенная яйцеклетка делится и образует зародыш, который состоит из первичной меристемы, вторичная возникает, как правило, позднее из первичной или из клеток уже дифференцированных тканей. Из первичной меристемы образуются первичные ткани, из вторичной - вторичные.

По месту расположения различают четыре группы меристем.

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

механические ткани и **вторичная меристема (камбий)**; основная меристема, дающая начало основным тканям.

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

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

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

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

Образовательные ткани. Образовательные ткани, или меристемы, – это постоянно молодые, активно делящиеся группы клеток. Находятся они в местах роста разных органов: кончиках корней, верхушках стеблей и т.д. Благодаря меристемам происходят рост растения и образование новых постоянных тканей и органов.

В зависимости от местоположения в теле растения образовательная ткань может быть верхушечной, или апикальной, боковой, или латеральной, вставочной, или интеркалярной, и раневой.

Типичные цитологические признаки образовательных тканей наиболее отчетливо выражены у апикальных меристем

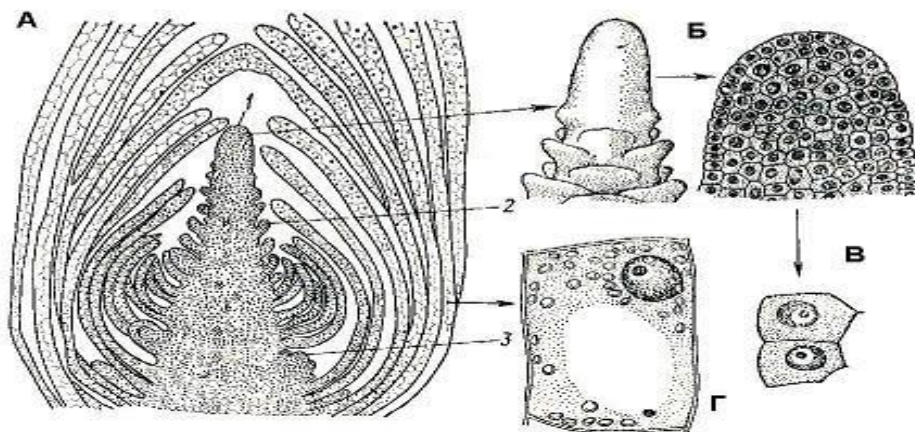


Рисунок 11–Верхушечная меристема побега элодеи:

А – продольный разрез; Б – внешний вид и продольный разрез конуса нарастания; В – клетки первичной меристемы; Г – паренхимная клетка листа, закончившая дифференцировку; 1 – конус нарастания; 2 – зачаток листа; 3 – зачаток бокового побега.

Это изодиаметрические многогранные клетки, не разделенные межклетниками. Клеточные стенки тонкие, с малым содержанием целлюлозы. Цитоплазма густая, ядро относительно крупное, занимает центральное положение

В цитоплазме большое число рибосом и митохондрий, так как происходит интенсивный синтез белков и других веществ. Вакуоли очень мелкие, многочисленные

Образовательные ткани делят на **первичные и вторичные**. Так, **верхушечные** меристемы всегда первичные, они определяют рост растения в длину. У низкоорганизованных высших растений (хвощи, некоторые папоротники) верхушечные меристемы слабо выражены и представлены всего лишь одной начальной, или инициальной делящейся клеткой. У голосеменных и покрытосеменных верхушечные меристемы хорошо выражены и представлены многими инициальными клетками, образующими конусы нарастания. **Латеральные** меристемы, как правило, вторичны и за счет них происходит разрастание осевых органов (стеблей, корней) в толщину. К **боковым** меристемам относят **камбий** и пробковый камбий (**феллоген**), деятельность которого способствует образованию пробки в корнях и стеблях растения, а также особую ткань проветривания – **чечевички**. Боковая меристема, как и камбий, образует клетки древесины и луба. В неблагоприятные периоды жизни растения деятельность камбия замедляется или совсем прекращается. **Интеркалярные**, или **вставочные**, меристемы чаще всего первичны и сохраняются в виде отдельных участков в зонах активного роста, например у основания междоузлий и у основания черешков листьев злаков.

2. Покровные ткани.

Покровные ткани защищают растение от неблагоприятных воздействий внешней среды: солнечного перегрева, излишнего испарения, резкого перепада температуры воздуха, иссушающего ветра, механического воздействия, от проникновения вовнутрь растения болезнетворных грибов и бактерий и т.д. Различают первичную и вторичную покровные ткани. К первичным покровным тканям относятся кожица, или эпидерма, и эпиблема, к вторичным – перидерма (пробка, пробковый камбий и феллодерма).

Кожица, или **эпидерма**, покрывает все органы однолетних растений, молодые зеленые побеги многолетних древесных растений текущего вегетационного периода, надземные травянистые части растений (листья, стебли и цветки). Эпидерма чаще всего состоит из одного слоя плотно сомкнутых клеток без межклеточного пространства. Она легко снимается и представляет собой тонкую прозрачную пленку. Эпидерма – живая ткань, состоит из постепенного слоя протопласта с лейкопластами и ядром, крупной вакуоли, занимающей почти всю клетку. Стенка клеток в основном целлюлозная. Наружная стенка эпидермальных клеток более утолщенная, боковые и внутренние – тонкие. Боковые и внутренние стенки клеток имеют поры.

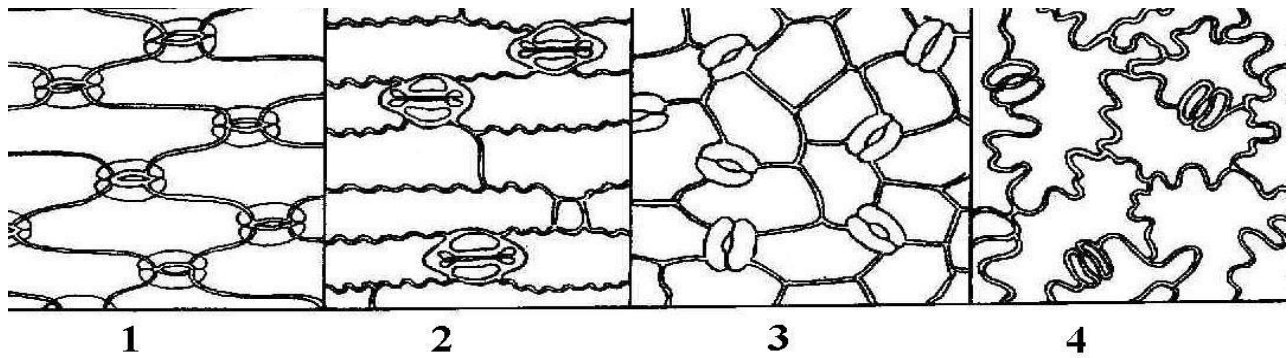


Рисунок 12 – Эпидерма листа различных растений (вид с поверхности):

1 - ирис; 2 - кукуруза; 3 – арбуз; 4 - буквица.

Основная функция эпидермы – регуляция газообмена и транспирации, осуществляемая в основном через устьица. Вода и неорганические вещества проникают через поры.

Клетки эпидермы разных растений неодинаковы по форме и размерам. У многих однодольных растений клетки вытянуты в длину, у большинства двудольных имеют извилистые боковые стенки, что повышает плотность их сцепления друг с другом. Эпидерма верхней и нижней частей листа также отличается своим строением: на нижней стороне листа в эпидерме большее число устьиц, а на верхней стороне их гораздо меньше; на листьях водных растений с плавающими на поверхности листьями (кубышка, кувшинка) устьица есть только на верхней стороне листа, а у полностью погруженных в воду растений устьица отсутствуют.

Устьица – высокоспециализированные образования эпидермы, состоят из двух замыкающих клеток и щелевидного образования между ними – устьичной щели. Замыкающие клетки, имеющие полулунную форму, регулируют размер устьичной щели; щель может открываться и закрываться в зависимости от тургорного давления в замыкающих клетках, содержания диоксида углерода в атмосфере и других факторов. Так, днем, когда клетки устьиц участвуют в фотосинтезе, тургорное давление в устьичных клетках высокое, устьичная щель открыта, ночью, наоборот, закрыта. Подобное явление наблюдается в засушливое время и при увядании листьев, связано с приспособлением устьиц запасать влагу внутри растения. У многих видов, произрастающих в районах с избыточным увлажнением, особенно во влажных тропических лесах, имеются устьица, через которые выделяется вода. Устьица получили название гидатоды. Вода в виде капель выделяется наружу и капает с листьев. «Плач» растения – своеобразный предсказатель погоды и по научному называется гуттацией. Гидатоды расположены по краю листа, у них нет механизма открывания и закрывания.

В эпидерме многих растений есть защитные приспособления от неблагоприятных условий: волоски, кутикула, восковой налет и др.

Волоски (трихомы) – своеобразные выросты эпидермы, они могут покрывать все растение или некоторые его части. Волоски бывают живыми и мертвыми. Волоски способствуют уменьшению испарения влаги, предохраняют растение от перегрева, поедания животными и от резких

колебаний температуры. Поэтому волосками чаще всего покрыты растения аридных – засушливых областей, высокогорий, приполярных районов земного шара, а также растения засоренных местообитаний.

Волоски бывают одноклеточными и многоклеточными. Одноклеточные волоски представлены в виде сосочков. Сосочки встречаются на лепестках многих цветков, придавая им бархатистость (тагетисы, анютины глазки). Одноклеточные волоски могут быть простыми (на нижней стороне многих плодовых культур), и, как правило, они мертвые. Одноклеточные волоски могут быть ветвистые (пастушья сумка). Чаще волоски бывают многоклеточными, различающимися по строению: линейными (листья картофеля), кустисто-ветвистыми (коровяк), чешуйчатыми и звездчаточешуйчатыми (представители семейства Лоховые), массивными (пучки волосков растений семейства Губоцветные). Встречаются железистые волоски, в которых могут накапливаться эфирные вещества (губоцветные и зонтичные растения), жгучие вещества (крапива) и др. Жгучие волоски крапивы, шипы розы, ежевики, шипы на плодах зонтичных, дурмана, каштана и др. – своеобразные выросты, называемые эмергенцами, в формировании которых принимают участие помимо клеток эпидермы более глубокие слои клеток.

Эпиблема (ризодерма) – первичная однослойная покровная ткань корня. Образуется из наружных клеток апикальной меристемы корня вблизи корневого чехлика. Эпиблема покрывает молодые корневые окончания. Через нее осуществляется водно-минеральное питание растения из почвы. В эпиблеме много митохондрий. Клетки эпиблемы тонкостенны, с более вязкой цитоплазмой, лишены устьиц и кутикулы. Эпиблема недолговечна и постоянно обновляется за счет митотических делений.

Перидерма – сложный многослойный комплекс вторичной покровной ткани (пробка, пробковый камбий, или феллоген, и феллодерма) стеблей и корней многолетних двудольных растений и голосеменных, которые способны непрерывно утолщаться. К осени первого года жизни побеги одревесневают, что заметно по изменению их окраски от зеленой до буросерой, т.е. произошла смена эпидермы на перидерму, способную выдержать неблагоприятные условия зимнего периода. В основе перидермы лежит вторичная меристема – феллоген (пробковый камбий), образующийся в клетках основной паренхимы, лежащей под эпидермой. Феллоген образует клетки в двух направлениях: наружу – клетки пробки, внутрь – живые клетки феллодермы. Пробка состоит из отмерших клеток, заполненных воздухом, они вытянуты в длину, плотно прилегают друг к другу, поры отсутствуют, клетки воздухо- и водонепроницаемы. Клетки пробки имеют коричневый или желтоватый цвет, который зависит от присутствия в клетках смолистых или дубильных веществ (пробковый дуб, бархат сахалинский). Пробка хороший изоляционный материал, не проводит тепла, электричества и звуки, используется для закупорки бутылок и др. Мощный слой пробки имеет пробковый дуб, виды бархата, пробковый вяз.

Чечевички – «вентиляционные» отверстия в пробке для обеспечения газо– и водообмена живых, более глубоко лежащих тканей растения с внешней средой. Внешне чечевички похожи на семена чечевицы, за что и получили свое название. Как правило, чечевички закладываются на смену устьицам. Формы и размеры чечевичек различны. В количественном отношении чечевичек намного меньше, чем устьиц. Чечевички представляют собой округлые тонкостенные бесхлорофилльные клетки с межклетниками, которые приподнимают кожицу и разрывают ее. Этот слой рыхлых слабо опробковевших паренхимных клеток, составляющих чечевичку, называется выполняющей тканью.

Корка – мощный покровный комплекс из отмерших наружных клеток перидермы. Она формируется на многолетних побегах и корнях древесных растений. У корки трещиноватая и неровная форма. Она предохраняет стволы деревьев от механических повреждений, низовых пожаров, низких температур, солнечных ожогов, проникновения болезнетворных бактерий и грибов. Растет корка за счет нарастания под ней новых слоев перидермы. У древесно-кустарниковых растений корка возникает (например, у сосны) на 8-10-м, а у дуба – на 25-30-м году жизни. Корка входит в состав коры деревьев. Снаружи она постоянно сдвигается, сбрасывая с себя всевозможные споры грибов и лишайников.

3. Основные ткани.

Основная ткань, или паренхима, занимает большую часть пространства между другими постоянными тканями стеблей, корней и других органов растений. Основные ткани состоят в основном из **живых клеток**,



Рисунок 13

Местонахождение: мякоть листа; зелёные травянистые стебли.

Функции: фотосинтез, газообмен..

Клетки тонкостенные, но иногда утолщенные и одревесневшие, по форме, постенной цитоплазмой, простыми порами

Из паренхимы состоят кора стеблей и корней, сердцевина стеблей, корневищ, мякоть сочных плодов и листьев, она служит хранилищем питательных веществ в семенах. Выделяют несколько подгрупп основных тканей: **ассимиляционную, запасную, водоносную и воздухоносную.**



Рисунок 14. Запасная (разновидность основной ткани)

Местонахождение: мякоть корнеплодов, луковиц, плодов, клубней, корневищ, сердцевина стеблей, эндосперм семян. **Функции:** запасание белков, жиров, углеводов.

Ассимиляционная ткань, или хлорофиллоносная паренхима, или хлоренхима, – ткань, в которой осуществляется фотосинтез. Клетки тонкостенны, содержат хлоропласты, ядро. Хлоропласты, как и цитоплазма, расположены постенно. Хлоренхима находится непосредственно под кожей. В основном хлоренхима сосредоточена в листьях и молодых зеленых побегах растений. В листьях различают палисадную, или столбчатую, и губчатую хлоренхиму. Клетки палисадной хлоренхимы удлиненные, цилиндрической формы, с очень узкими межклетниками. Губчатая хлоренхима имеет более или менее округлые рыхло расположенные клетки с большим количеством межклетников, заполненных воздухом.

Аэренхима, или **воздухоносная ткань**, – паренхима со значительно развитыми межклетниками в разных органах характерна для водных, прибрежно-водных и болотных растений (камышы, ситники, кубышки, рдесты, водокрасы и др.), корни и корневища которых находятся в иле, бедном кислородом. Атмосферный воздух доходит до подводных органов через фотосинтетическую систему посредством передаточных клеток. Кроме того, воздухоносные межклетники сообщаются с атмосферой с помощью своеобразных пневматод – устьиц листьев и стеблей, пневматод воздушных корней некоторых растений

(монстера, филодендрон, фикус баньян и др.), щелей, отверстий, каналов, окруженных клетками-регуляторами сообщений. Аэренхима уменьшает удельный вес растения, что, вероятно, способствует поддержанию вертикального положения водных растений, а водным растениям с плавающими на поверхности воды листьями – удержанию листьев на поверхности воды.

Водоносная ткань запасает воду в листьях и стеблях суккулентных растений (кактусы, алоэ, агавы, толстянки и др.), а также растений засоленных местообитаний (солерос, биоргун, сарсазан, солянки, гребенщик, черный саксаул и др.), как правило, в аридных областях. Листья злаков также имеют крупные водоносные клетки со слизистыми веществами, удерживающими влагу. Хорошо развитые водоносные клетки имеет мох сфагнум.

Запасающие ткани - ткани, в которых в определенный период развития растения откладывают продукты обмена – белки, углеводы, жиры и др. Клетки запасающей ткани обычно тонкостенны, паренхима живая. Запасающие ткани широко представлены в клубнях, луковицах, утолщенных корнях, сердцевине стеблей, эндосперме и зародышах семян, паренхиме проводящих тканей (фасоль, ароидные), вместилищах смол и эфирных масел в листьях лавра, камфарного дерева и др. Запасающая ткань может превращаться в хлоренхиму, например, при прорастании клубней картофеля, луковиц луковичных растений.

4. Механические ткани.

Механические, или опорные, ткани – это своего рода арматура, или стереом. Термин стереом происходит от греческого «стереос» – твердый, прочный. Основная функция – обеспечение сопротивления статическим и динамическим нагрузкам. В соответствии с функциями они имеют подобающее строение. У наземных растений они наиболее развиты в осевой части побега – стебле. Клетки механической ткани могут располагаться в стебле либо по периферии, либо сплошным цилиндром, либо отдельными участками в гранях стебля. В корне, который выдерживает в основном сопротивление на разрыв, механическая ткань сосредоточена в центре. Особенность строения этих клеток – сильное утолщение клеточных стенок, которые и придают тканям прочность. Наиболее хорошо развиты механические ткани у древесных растений. По строению клеток и характеру утолщений клеточных стенок механические ткани разделяют на два типа: колленхиму и склеренхиму.

Колленхима – это простая первичная опорная ткань с живыми содержимым клеток: ядром, цитоплазмой, иногда с хлоропластами, с неравномерно утолщенными клеточными стенками. По характеру утолщений и соединения клеток между собой различают три типа колленхимы: уголковую, пластинчатую и рыхлую. Если клетки утолщены только по углам, то это уголковая колленхима, а если стенки утолщены параллельно поверхности стебля и утолщение равномерное, то это пластинчатая колленхима. Клетки уголковой и пластинчатой колленхимы расположены плотно друг к другу, не образуя межклетников. Рыхлая колленхима имеет межклетники, а утолщенные клеточные стенки направлены в сторону межклетников.

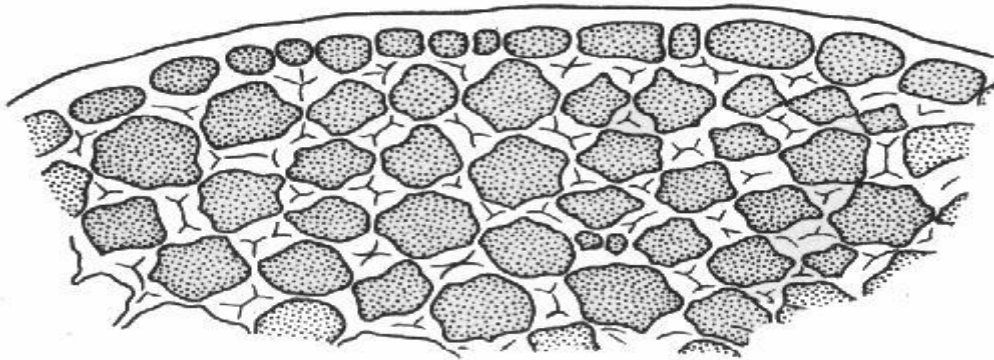


Рисунок 15-Угловая колленхима на поперечном срезе листового черешка свеклы.

Эволюционно колленхима возникла из паренхимы. Формируется колленхима из основной меристемы и находится под эпидермой на расстоянии одного или нескольких слоев от нее. В молодых стеблях побегов она располагается в виде цилиндра по периферии, в жилках крупных листьев – по обеим их сторонам. Живые клетки колленхимы способны расти в длину, не препятствуя росту молодых растущих частей растения

Склеренхима– наиболее распространенная механическая ткань, состоящая из клеток с одревесневшими (за исключением лубяных волокон льна) и равномерно утолщенными клеточными стенками с немногочисленными щелевидными порами. Клетки склеренхимы вытянуты в длину и имеют прозенхимную форму с заостренными концами. Оболочки склеренхимных клеток по прочности близки к стали. Содержание лигнина в этих клетках повышает прочность склеренхимы. Склеренхима есть почти во всех вегетативных органах высших наземных растений. У водных ее либо совсем нет, либо она слабо представлена в погруженных органах водных растений.



Рисунок 16.

Волокна.

Местонахождение: окружают проводящие пучки, расположены в древесине и коре стеблей, корней, корневищ, в плодах.

Функции: выполняют опорную (скелетную функцию).

Каменистые клетки.

Местонахождение: (склереиды) скорлупа орехов, косточки вишни, сливы.

Функции: защита от механических повреждений и преждевременного прорастания.

Различают **первичную и вторичную склеренхиму**. Первичная склеренхима происходит из клеток основной меристемы – прокамбия или перицикла, вторичная - из клеток камбия.

Различают два типа склеренхимы: **склеренхимные волокна, состоящие из мертвых толстостенных клеток с заостренными концами, с одревесневшей оболочкой и немногочисленными порами, как у лубяных и древесинных волокон, или волокон либроформа, и склереиды – структурные элементы механической ткани, располагающиеся в одиночку или группами между живыми клетками разных частей растения: кожуры семян, плодов, листьев, стеблей. Основная функция склереид – противостоять сдавливанию. Форма и размеры склереид разнообразны.**

5. Проводящие ткани.

Проводящие ткани транспортируют питательные вещества в двух направлениях. Восходящий (транспирационный) ток жидкости (водные растворы и соли) идет по сосудам и трахеидам ксилемы от корней вверх по стеблю к листьям и другим органам растения. Нисходящий ток (ассимиляционный) органических веществ осуществляется от листьев по стеблю к подземным органам растения по специальным ситовидным трубкам флоэмы. Проводящая ткань растения чем-то напоминает кровеносную систему человека, так как имеет осевую и радиальную сильно разветвленную сеть; питательные вещества попадают в каждую клеточку живого растения. В каждом органе растения ксилема и флоэма располагаются рядом и представлены в виде тяжей – проводящих пучков.

Проводящие

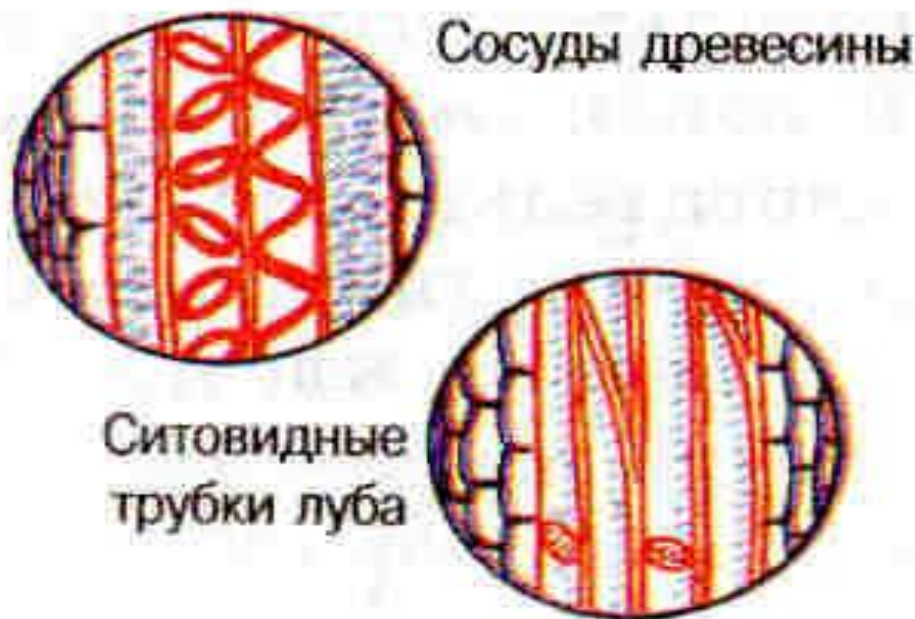


Рисунок 17.

Древесина(ксилема) Местонахождение: в стебле, корне, жилках листьев.

Функции: проведение воды и минеральных солей из почвы в растение.

Луб(флоэма) Местонахождение: в коре стебля, корня, в жилках листьев.

Функции: проведение органических веществ из листьев в стебель, корни, цветки и плоды.

Древесина(ксилема) Местонахождение: в стебле, корне, жилках листьев.

Функции: проведение воды и минеральных солей из почвы в растение.

Луб (флоэма) Местонахождение: в коре стебля, корня, в жилках листьев.

Функции: проведение органических веществ из листьев в стебель, корни, цветки и плоды.

Существуют **первичные и вторичные** проводящие ткани. Первичные дифференцируются из прокамбия и закладываются в молодых органах растения, вторичные проводящие ткани более мощные, формируются из камбия.

Ксилема (древесина) представлена трахеидами и трахеями, или сосудами.

Трахеиды— вытянутые замкнутые клетки с косо срезанными зазубренными концами, в зрелом состоянии представлены мертвыми прозенхимными клетками. Длина клеток в среднем 1-4 мм. Сообщение с соседними трахеидами происходит через простые или окаймленные поры. Стенки неравномерно утолщены, по характеру утолщения стенок различают трахеиды кольчатые, спиральные, лестничные, сетчатые и пористые. У пористых трахеид всегда окаймленные поры. Спорофиты всех высших растений имеют трахеиды, а у большинства хвощевидных, плауновидных, папоротниковидных и голосеменных они служат единственными проводящими

элементами ксилемы. Трахеиды выполняют две основные функции: проведение воды и механическое укрепление органа.

Трахеи, или сосуды, – главнейшие водопроводящие элементы ксилемы покрытосеменных растений. Трахеи представляют собой полые трубки, состоящие из отдельных члеников; в перегородках между члениками находятся отверстия – перфорации, благодаря которым осуществляется ток жидкости. Трахеи, как и трахеиды, – это замкнутая система: концы каждой трахеи имеют скошенные поперечные стенки с окаймленными порами. Членики трахей крупнее, чем трахеиды: в поперечнике составляют у разных видов растений от 0,1-0,15 до 0,3-0,7 мм. Длина трахей от нескольких метров до нескольких десятков метров (у лиан). Трахеи состоят из мертвых клеток, хотя на начальных стадиях формирования они живые. Считают, что трахеи в процессе эволюции возникли из трахеид.

Сосуды и трахеиды помимо первичной оболочки в большинстве имеют вторичные утолщения в виде колец, спиралей, лестниц и т.д. Вторичные утолщения образуются на внутренней стенке сосудов. Так, в кольчатом сосуде внутренние утолщения стенок в виде колец, находящихся на расстоянии друг от друга. Кольца расположены поперек сосуда и чуть наклонно. В спиральном сосуде вторичная оболочка наслаивается изнутри клетки в виде спирали; в сетчатом сосуде неутолщенные места оболочки выглядят в виде щелей, напоминающих ячеи сетки; в лестничном сосуде утолщенные места чередуются с неутолщенными, образуя подобие лестницы.

Трахеиды и сосуды –трахеальные элементы – распределяются в ксилеме различным образом: на поперечном срезе сплошными кольцами, образуя кольцесосудистую древесину, или рассеянно более или менее равномерно по всей ксилеме, образуя рассеянно-сосудистую древесину. Вторичная оболочка, как правило, пропитывается лигнином, придавая растению дополнительную прочность, но в то же время, ограничивая его рост в длину.

Помимо сосудов и трахеид ксилема включает лучевые элементы, состоящие из клеток, образующих сердцевинные лучи. Серцевинные лучи состоят из тонкостенных живых паренхимных клеток, по которым питательные вещества оттекают в горизонтальном направлении. В ксилеме присутствуют также живые клетки древесинной паренхимы, которые функционируют в качестве ближнего транспорта, и служат местом хранения запасных веществ. Все элементы ксилемы происходят из камбия.

Флоэма – проводящая ткань, по которой транспортируется глюкоза и другие органические вещества – продукты фотосинтеза от листьев к местам их использования и отложения (к конусам нарастания, клубням, луковицам, корневищам, корням, плодам, семенам и др.). Флоэма также бывает первичная и вторичная. Первичная флоэма формируется из прокамбия, вторичная (луб) – из камбия. В первичной флоэме отсутствуют сердцевинные лучи и менее мощная система ситовидных элементов, нежели у трахеид. В процессе формирования ситовидной трубки в протопласте клеток –члеников ситовидной трубки появляются слизевые тельца, принимающие участие в образовании слизевого тяжа около ситовидных пластинок. На этом формирование членика ситовидной

трубки заканчивается. Функционируют ситовидные трубки у большинства травянистых растений один вегетационный период и до 3-4 лет у древесно-кустарниковых растений. Ситовидные трубки состоят из ряда удлиненных клеток, сообщающихся друг с другом посредством продырявленных перегородок – ситечек. Оболочки функционирующих ситовидных трубок не одревесневают и остаются живыми. Старые клетки закупориваются так называемым мозолистым телом, а потом отмирают и под давлением на них более молодых функционирующих клеток сплющиваются.

К флоэме относится лубяная паренхима, состоящая из тонкостенных клеток, в которых откладываются запасные питательные вещества. По сердцевинным лучам вторичной флоэмы осуществляется также ближняя транспортировка органических питательных веществ - продуктов фотосинтеза.

Проводящие пучки – тяжи, образуемые, как правило, ксилемой и флоэмой. Если к проводящим пучкам примыкают тяжи механической ткани (чаще склеренхимы), то такие пучки называют сосудисто-волокнистыми. В проводящие пучки могут быть включены и другие ткани - живая паренхима, млечники и др. Проводящие пучки могут быть полными, когда присутствуют и ксилема и флоэма, и неполными, состоящими только из ксилемы (ксилемный, или древесинный, проводящий пучок) или флоэмы (флоэмный, или лубяной, проводящий пучок).

Проводящие пучки первоначально образовались из прокамбия. Выделяют несколько типов проводящих пучков. Часть прокамбия может сохраниться и затем превратиться в камбий, тогда пучок способен к вторичному утолщению. Это открытые пучки. Такие проводящие пучки преобладают у большинства двудольных и голосеменных растений. Растения, имеющие открытые пучки, способны разрастаться в толщину за счет деятельности камбия, причем древесинные участки примерно в три раза крупнее лубяных участков. Если при дифференцировке проводящего пучка из прокамбиального тяжа вся образовательная ткань полностью расходуется на формирование постоянных тканей, то пучок называется закрытым.

Закрытые проводящие пучки встречаются в стеблях однодольных растений. Древесина и луб в пучках могут иметь различное взаимное расположение. В связи с этим выделяют несколько типов проводящих пучков: коллатеральные, биколлатеральные, концентрические и радиальные. Коллатеральные, или бокобочные, – пучки, в которых ксилема и флоэма примыкают друг к другу. Биколлатеральные, или двубокобочные, – пучки, в которых к ксилеме примыкают бок о бок два тяжа флоэмы. В концентрических пучках ткань ксилемы полностью окружает ткань флоэмы или наоборот. В первом случае такой пучок называют центрофлоэмным. Центрофлоэмные пучки имеются у стеблей и корневищ некоторых двудольных и однодольных растений (бегония, щавель, ирис, многие осоковые и лилейные). Ими обладают папоротники. Существуют и промежуточные проводящие пучки между закрытыми коллатеральными и центрофлоэмными. В корнях встречаются радиальные пучки, в которых

центральную часть и лучи по радиусам оставляет древесина, причем каждый луч древесины состоит из центральных более крупных сосудов, постепенно уменьшаясь по радиусам. Число лучей у разных растений неодинаково. Между древесинными лучами располагаются лубяные участки. Проводящие пучки тянутся вдоль всего растения в виде тяжей, которые начинаются в корнях и проходят вдоль всего растения по стеблю к листьям и другим органам. В листьях они называются жилками. Главная функция их – проведение нисходящего и восходящего токов воды и питательных веществ.

6. Выделительные ткани.

Выделительные, или секреторные, ткани представляют собой специальные структурные образования, способные выделять из растения или изолировать в его тканях продукты метаболизма и капельно-жидкую среду. Продукты метаболизма называют секретами. Если они выделяются наружу, то это ткани наружной секреции, если остаются внутри растения, то – внутренней секреции. **Как правило, это живые паренхимные тонкостенные клетки, однако по мере накопления в них секрета они лишаются протопласта и их клетки опробковевают.** Образование жидких секретов связано с деятельностью внутриклеточных мембран и комплекса Гольджи, а их происхождение – с ассимиляционными, запасующими и покровными тканями. Основная функция жидких секретов заключается в защите растения от поедания животными, повреждения насекомыми или болезнетворными микроорганизмами. Ткани внутренней секреции представлены в виде клеток-идиобластов, смоляных ходов, млечников, эфиромасличных каналов, вместилищ выделений, железистых головчатых волосков, железок. В клетках-идиобластах часто содержатся кристаллы щавелевокислого кальция (представители семейства Лилейные, Крапивные и др.), слизи (представители семейства Мальвовые и др.), терпеноиды (представители семейств Магнолиевые, Перечные и др.) и т.п.

Контрольные вопросы:

1. Дайте общую характеристику тканей. Основные принципы классификации тканей
2. Образовательные ткани, их характеристика. Классификация образовательных тканей.
3. Покровные ткани, их характеристика, место расположения и функции
4. Основные ткани, их характеристика, место расположения и функции
5. Механические ткани, их характеристика, место расположения и функции
6. Проводящие ткани, их характеристика, место расположения и функции
7. Выделительные ткани, их характеристика, место расположения и функции

Тестовые задания по теме: Понятие ткани. Типы растительных тканей.

1. Образовательные ткани

(Дополните предложение)

5.1. Для клеток образовательной ткани характерен такой тип деления, как _____

5.2. К латеральным меристемам относятся _____

5.3. К апикальным меристемам относятся _____

5.4. К вторичным меристемам относятся _____

5.5. Камбий имеет _____ происхождение.

5.6. Камбий может формироваться из _____

5.7. Стебли хлебных злаков принимают вертикальное положение после полегания благодаря деятельности _____ тканей.

5.8. Срастание привоя и подвоя при прививке обеспечивают _____

5.9. Органы нарастают в толщину благодаря таким меристемам, как _____

5.10. Органы нарастают в длину благодаря таким меристемам, как _____

2. Покровные ткани и комплексы

(Дополните предложение)

6.1. Первичное происхождение имеет покровная ткань _____

6.2. Целлюлозные, неравномерно утолщенные стенки характерны для покровной ткани _____

6.3. Устьица обеспечивают процессы _____

6.4. Феллоген может образовываться из _____

6.5. В состав перидермы входят _____

6.6. В клетках покровных тканей и комплексов хлоропласты обычно содержатся в _____

6.7. Газообмен и транспирация осуществляется через чечевички в таких покровных тканях и комплексах, как _____

6.8. В состав корки входят _____

6.9. Для однодольных характерна покровная ткань _____

6.10. Технически зрелый клубень картофеля снаружи покрыт _____

3. Механические ткани

(Дополните предложение)

7.1. К механическим тканям относятся _____

7.2. Склеренхима представлена _____

7.3. Одревеснение клеточных стенок характерно для _____

7.4. Колленхима имеет _____ происхождение.

7.5. Склеренхима имеет _____ происхождение.

7.6. В молодых частях стебля и черешках листьев двудольных растений встречается механическая ткань.

7.7. Для плодов и семян характерно наличие механической каменистой ткани

7.8. Неравномерное утолщение клеточных стенок характерно для _____

7.9. Прозенхимная форма клеток характерна для механической ткани _____

7.10. В качестве прядильного сырья у льна используются _____

4. Проводящие ткани и комплексы

(Дополните предложение)

8.1. В состав ксилемы покрытосеменных растений входят следующие гистологические элементы _____

8.2. В состав флоэмы покрытосеменных растений входят следующие гистологические элементы _____

8.3. Трахеиды имеются у _____ растений.

8.4. Сосуды имеются у _____ растений.

8.5. Первичная флоэма и ксилема образуются из _____

8.6. Вторичная флоэма и ксилема образуются из _____

8.7. Для молодых растущих органов характерны сосуды с _____ утолщением стенок.

8.8. Закупорка каллезой приводит к прекращению проводящей функции _____

8.9. У проводящих тканей одревеснение клеточных стенок обычно для таких гистологических элементов, как _____

8.10. Ситовидные трубки функционируют, как правило, _____ период(а) вегетации.

В. Задание на соответствие

1. Клетки и ткани

(После цифры поставить буквы ответа)

1.1. Органеллы цитоплазмы, в которых осуществляется синтез

- | | |
|----------------------|----------------------------|
| 1) белка | А) ядро |
| 2) сложных углеводов | Б) митохондрии |
| 3) АТФ | В) эндоплазматическая сеть |
| | Г) аппарат Гольджи |
| | Д) рибосомы |
| | Е) хлоропласты |
| | Ж) лейкопласты |
| | З) хромопласты |

1.2. В местах контактирования клеток встречаются поры

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1) паренхимы | А) простые |
| 2) паренхимы и сосудов | Б) окаймленные |
| 3) сосудов и трахеид | В) полуокаймленные |

1.3.Образование

РНК связано с

- | | |
|------------------|----------------------|
| 1)рибосоанальной | А) ядерной оболочкой |
| 2)информационной | Б) ядерным соком |
| 3)транспортной | В) ядрышком |
| | Г) хромосомами |
| | Д) рибосомами |
| | Е) гиалоплазмой |

1.4.Тип деления, при котором

- | | |
|--|----------|
| 1)число хромосом сохраняется таким же, как в родительской клетке | А) итоз |
| | Б) митоз |
| | В) мейоз |

2)из диплоидной клетки образуются гаплоидные

1.5.Указать меристемы, которые относятся к

- | | |
|---------------|----------------------------|
| 1)латеральным | А) прокамбий |
| 2)апикальным | Б) камбий |
| | В) конус нарастания корня |
| | Г) конус нарастания побега |
| | Д) феллоген |

1.6.Ткани, которые входят в состав

- | | |
|-------------|-------------------|
| 1)перидермы | А) эпидерма |
| 2)корки | Б) феллема |
| | В) феллоген |
| | Г) феллодерма |
| | Д) отмершие ткани |

1.7.Ткани и комплексы, которые относятся к

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) покровным | А) колленхима |
| 2)механическим | Б) перидерма |
| 3) проводящим | В) феллема |
| | Г) ксилема |
| | Д) склеренхима |
| | Е) флоэма |
| | Ж) корка |
| | З) склереиды |

1.8. Происхождение ткани

- | | |
|--------------|----------------|
| 1) первичное | А) эпидерма |
| 2) вторичное | Б) колленхима |
| | В) камбий |
| | Г) склеренхима |
| | Д) феллоген |
| | Е) прокамбий |
| | Ж) феллема |

Раздел 3. Микроскопическое строение вегетативных органов высших растений,

Тема 5. Микроскопическое строение корня

1. Общая характеристика корня.
2. Функции корня. Классификация корней
4. Микроскопическое строение корня.
5. Специализация и метаморфозы корней

Корень в типичных случаях – осевой полисимметричный подземный орган, который неопределенно долго нарастает в длину верхушкой, защищенной чехликом, и никогда не образует листьев, ветвление и заложение почек происходят эндогенно (из внутренних тканей). Корень выполняет разные функции: поглощает воду, минеральные и органические вещества из почвы и проводит их в стебель, закрепляет растение в субстрате, синтезирует некоторые органические вещества, осуществляет связь с микроорганизмами почвы – грибами, бактериями; накапливает запасные продукты, служит для вегетативного размножения

Основные функции корня сводятся к закреплению растения в почве, активному поглощению из нее воды и минеральных веществ, синтезу важных органических веществ, например гормонов и других физиологически активных веществ, запасанию веществ.

Функции закрепления растения в почве соответствует анатомическое строение корня. У древесных растений корень обладает, с одной стороны, максимальной прочностью, а другой – большой гибкостью. Выполнению функции закрепления способствует целесообразное расположение гистологических структур (например, древесина сконцентрирована в центре корня).

Корень – осевой орган, обычно цилиндрической формы. Растет до тех пор, пока сохраняется верхушечная меристема, покрытая корневым чехликом. На конце корня никогда не образуются листья. Корень ветвится образуя корневую систему.

Совокупность корней одного растения образует **корневую систему**. В состав корневых систем входят главный корень, боковые и придаточные корни. Главный корень берет начало от зародышевого корешка. От него отходят боковые корни, которые могут ветвиться. Корни, берущие начало от наземных частей растения – листа и стебля, называются придаточными. На способность отдельных частей стебля, побега, иногда листа образовывать придаточные корни основано размножение черенками.

Различают два типа корневых систем – **стержневую** и **мочковатую**. У стержневой корневой системы четко выделяется главный корень. Такая система свойственна большинству двудольных растений. Мочковатая корневая система состоит из придаточных корней и наблюдается у большинства однодольных.

Микроскопическое строение корня. На продольном разрезе молодого растущего корня можно выделить несколько зон: зону деления, зону роста, зону всасывания и зону проведения.

Зоны молодого корневого окончания – это разные по длине части молодого корня, выполняющие неодинаковые функции и характеризующиеся определенными морфологическими и анатомическими особенностями (рис. 18).

Кончик корня снаружи всегда прикрыт **корневым чехликом**, защищающим апикальную меристему. Чехлик состоит из живых клеток и постоянно обновляется: по мере того, как с его поверхности слущиваются старые клетки, на смену им, изнутри, апикальная меристема образует новые молодые клетки. Наружные клетки корневого чехлика отслаиваются еще, будучи живыми, они продуцируют обильную слизь, которая облегчает продвижение корня среди твердых частиц почвы. В клетках центральной части чехлика содержится много крахмальных зерен. По-видимому, эти зерна служат *статолитами*, т. е. способны перемещаться в клетке при изменении положения кончика корня в пространстве, благодаря чему корень растет всегда в сторону действия силы тяжести (*положительный геотропизм*).

Под чехликом находится **зона деления**, представленная апикальной меристемой, в результате деятельности которой формируются все прочие зоны и ткани корня. Зона деления имеет размеры около 1 мм. Клетки апикальной меристемы относительно мелкие, многогранные, с густой цитоплазмой и крупным ядром.

Вслед за зоной деления располагается **зона растяжения**, или **зона роста**. В этой зоне клетки почти не делятся, а сильно растягиваются (растут) в продольном направлении, вдоль оси корня. Объем клеток увеличивается за счет поглощения воды и образования крупных вакуолей, при этом высокое тургорное давление проталкивает растущий корень между частицами почвы. Протяженность зоны растяжения обычно невелика и не превышает нескольких миллиметров.

Далее идет **зона поглощения**, или **зона всасывания**. В этой зоне покровной тканью является *ризодерма (эпиблема)*, клетки которой несут многочисленные *корневые волоски*. Растяжение корня прекращается, корневые волоски плотно охватывают частицы почвы и как бы срастаются с ними, поглощая воду и растворенные в ней минеральные соли. Зона поглощения имеет протяжение до нескольких сантиметров. Эту зону называют также **зоной дифференциации**, поскольку именно здесь происходит образование постоянных первичных тканей.

Верхушку корня, где находится конус нарастания, покрывает корневой чехлик. Чехлик защищает ее от повреждения частицами почвы. Клетки корневого чехлика при прохождении корня через почву постоянно слущиваются и отмирают, а на смену им непрерывно формируются новые за счет деления клеток образовательной ткани кончика корня. Это **зона деления**. Клетки этой зоны интенсивно растут и вытягиваются вдоль оси корня, образуя **зону роста**. На расстоянии 1-3 мм от кончика корня находится

множество корневых волосков (зона всасывания), которые имеют большую поверхность **всасывания** и поглощают из почвы воду с минеральными веществами. Корневые волоски недолговечны. Каждый из них представляет собой вырост поверхностной клетки корня. Между всасывающим участком и основанием стебля находится **зона проведения**.

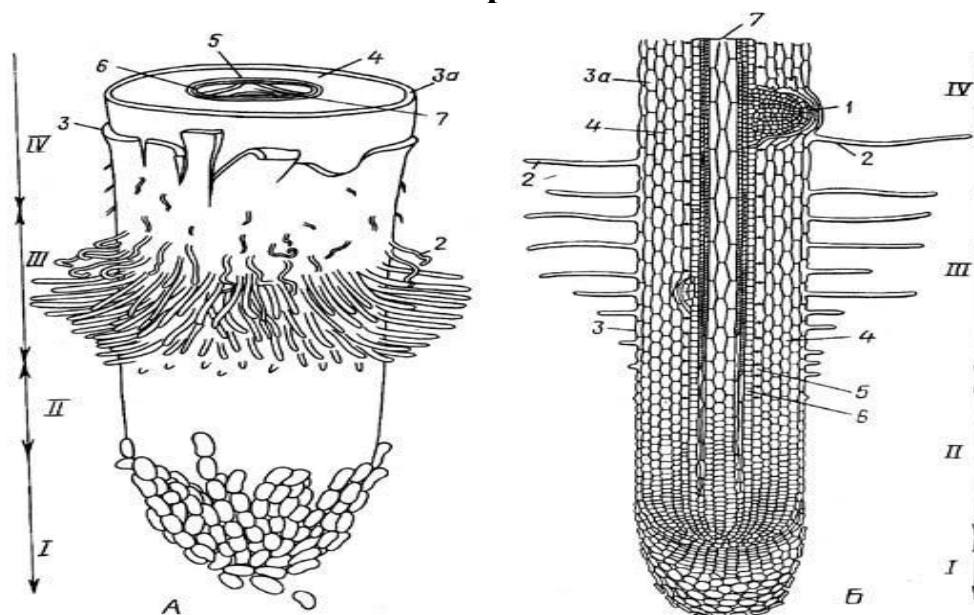


Рисунок 18-Общий вид (А) и продольный срез (Б) корневого окончания (схема):
 I – корневой чехлик; II – зоны деления и растяжения; III – зона всасывания; IV – начало зоны проведения: 1 – растущий боковой корень; 2 – корневые волоски; 3 – ризодерма; 3а – экзодерма; 4 – первичная кора; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – осевой цилиндр.

Центр корня занят проводящей тканью, а между ней и кожицей корня развита ткань, состоящая из крупных живых клеток, - паренхима. Вниз по ситовидным трубкам продвигаются растворы органических веществ, необходимые для роста корней, а снизу вверх по сосудам перемещается вода с растворенными в ней минеральными солями.

Вода и минеральные вещества поглощаются корнями растений в значительной мере независимо, и между двумя процессами нет прямой связи. Вода поглощается благодаря силе, которая представляет собой разность между осмотическим и тургорным давлением, т.е. пассивно. Минеральные вещества поглощаются растениями в результате активного всасывания.

Растения способны не только поглощать минеральные соединения из растворов, но и активно растворять нерастворимые в воде химические соединения. Помимо CO_2 растения выделяют ряд органических кислот – лимонную, яблочную, винную и др., которые способствуют растворению труднорастворимых соединений почвы.

Видоизменения корня. Способность корней к видоизменениям в широких пределах – важный фактор в борьбе за существование. В связи с приобретением дополнительной функций, корни видоизменяются. Корнеплоды культурных растений возникли в результате длительного отбора. В корнеплодах сильно развита запасаящая паренхима и исчезли механические ткани. У моркови, петрушки и других зонтичных паренхима

сильно развита во флоэме; у репы, редьки и других крестоцветных – в ксилеме. У свеклы запасные вещества откладываются в паренхиме, образованной деятельностью нескольких добавочных слоев камбия (рис. 8.).

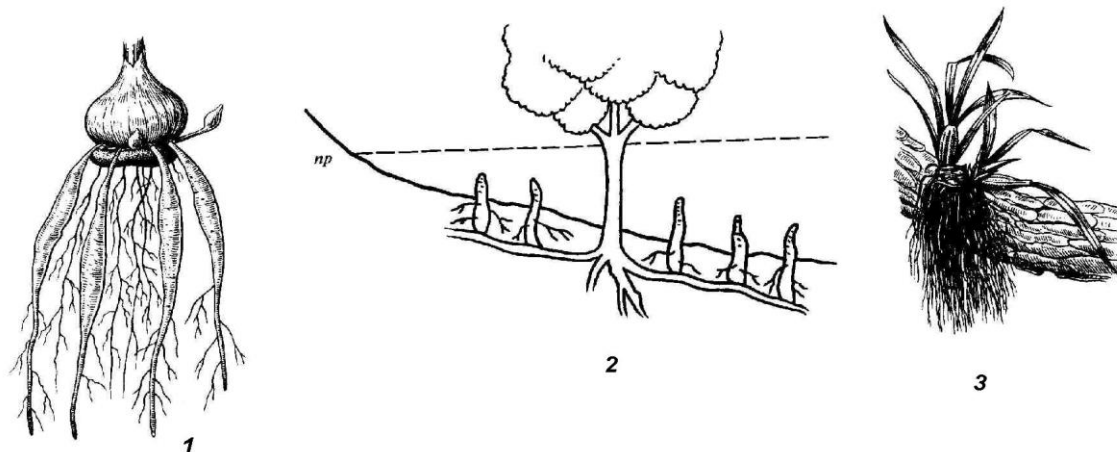


Рисунок 19– Метаморфозы корня: 1 – клубнелуковица гладиолуса с утолщенными у основания втягивающими корнями; 2 – дыхательные корни с пневматофорами у авиценнии (*np* – зона прилива); 3 – воздушные корни орхидеи.

У многих луковичных и корневищных растений образуются *втягивающие*, или *контрактильные* корни (рис. 19.). Они могут укорачиваться и втягивать побег в почву на оптимальную глубину на время летней засухи или зимних морозов. Втягивающие корни имеют утолщенные основания с поперечной морщинистостью.

В них могут накапливаться запасные питательные вещества – крахмал, различные сахара и другие вещества. Утолщенные главные корни моркови, свеклы, репы называются корнеплодами. Иногда утолщаются придаточные корни, как у георгина, они называются корневыми клубнями. На строение корней большое влияние оказывают экологические факторы. У ряда тропических древесных растений, обитающих на бедных кислородом почвах, образуются дыхательные корни. Они развиваются из подземных боковых корней и растут вертикально вверх, поднимаясь над водой или почвой. Их функция заключается в снабжении подземных частей воздухом, чему способствует тонкая кора, многочисленные чечевички и сильно развита система воздухоносных полостей – межклетников. Воздушные корни способны также поглощать влагу из воздуха. Придаточные корни, вырастающие из надземной части стебля, могут играть роль подпорок. Кони-подпорки часто встречаются у тропических деревьев, растущих по берегам морей в зоне прилива. Они обеспечивают устойчивость растений в зыбком грунте. У деревьев тропического дождевого леса нередко боковые корни приобретают досковидную форму. Досковидные корни развиваются обычно при отсутствии стержневого корня и распространяются в поверхностных слоях почвы.

В засушливых местообитаниях резко увеличивается длина корней. Так, у верблюжьей колючки корни проникают в почву на глубину до 15 м, в то время как надземная часть не превышает 50-60 см. это позволяет пустынным растениям использовать влагу глубоких почвенных горизонтов.

Корни водных растений, укореняющихся в грунте, слабо ветвистые, без корневых волосков. У некоторых растений-паразитов (повилика, омела) настоящие корни видоизменяются в сосущие органы. Вростание корня-присоски в тело растения-хозяина начинается с выделения паразитическим растением особых органических веществ, растворяющих поверхностные ткани хозяина, вслед, за чем проводящие системы растений объединяются.

Зона проведения. После отмирания корневых волосков на поверхности корня оказываются клетки наружного слоя коры. К этому времени оболочки этих клеток становятся слабо проницаемыми для воды и для воздуха. Живое содержимое их отмирает. Таким образом, теперь на поверхности корня вместо живых корневых волосков расположены мертвые клетки. Они защищают внутренние части корня от механических повреждений и болезнетворных бактерий. Следовательно, тот участок корня, на котором уже отмерли корневые волоски, не может всасывать почвенный раствор, а лишь проводит вверх в надземные органы растения воду и минеральные вещества, а вниз от листьев к верхушкам корней – органические. Поэтому участок корня, расположенный за зоной всасывания, называют зоной проведения. Если зоны роста и всасывания сохраняют постоянную длину, то зона проведения по мере роста корня все время удлиняется. Большая часть длины долгоживущих корней приходится на зону проведения.

Камбий и его работа. У двудольных растений корень в зоне проведения утолщается, его диаметр увеличивается. Рост в толщину связан с делением клеток особой образовательной ткани – камбия. Камбий – это один слой живых клеток, способных делиться и образовывать клетки других тканей. Расположен камбий между клетками луба и древесины. Отделившиеся от камбия клетки превращаются в клетки древесины и луба. Если клетки отделяются внутрь камбия, они входят в состав древесины, если наружу от камбия – то в состав луба. Внутри клетки отделяются чаще, поэтому древесины образуется больше чем луба.

Благодаря делению клеток камбия объем древесины и луба увеличивается и соответственно возрастает **проводящая** способность корня. Находящиеся в центре корня древесины и луб при своем росте в толщину разрывают кору корня, поскольку ее размеры остаются прежними. Кора растрескивается и слущивается. После сбрасывания коры на поверхности корня оказывается покровная ткань – пробка. Она состоит из многих слоев мертвых клеток. Оболочки этих клеток непроницаемы для воды и воздуха, а полости заполнены воздухом. Пробка – прекрасная защита от иссушения, перегрева, переохлаждения, механических повреждений, болезнетворных микроорганизмов. Пробка все время пополняется изнутри и слущивается в своей наружной части.

Ветвление корня. В зоне проведения корень ветвится, на его поверхности появляются боковые корни. Они закладываются еще раньше в зоне всасывания, внутри корня, под его корой, и вначале растут медленно. В

зоне проведения их рост усиливается, они пробивают кору и появляются на поверхности материнского корня. Пробиваясь через кору, молодые боковые корни способствуют ее слущиванию. На боковых корнях появляются корневые волоски, и они начинают поглощать почвенный раствор. Проводящие ткани материнского и боковых корней связаны, и растворы, добытые боковыми корнями, поступают в материнский, а отсюда оттекают вверх к побегам.

Корни **поглощают воду** и на этот процесс влияет температура почвы. В почве находится нечистая вода, а почвенный раствор, то есть вода с растворенными в ней минеральными солями. Возникает вопрос: поглощают ли корни из почвы кроме воды еще и растворенные в ней минеральные соли. Чтобы ответить на этот вопрос ученые проделали много опытов с выращиванием растения в водных растворах. Один из таких способов выращивания называют гидропонным. При гидропонном способе растения сажают не в почву, а в гравий и смачивают его искусственно готовым раствором минеральных солей. Все необходимые для жизни минеральные вещества растения получают из растворов, которые готовят из дистиллированной воды с добавлением чистых минеральных солей. При этом способе выращивания необходимо следить за тем, чтобы питательный раствор только омывал гравий и корням был свободный доступ воздуха, необходимого для дыхания.

В результате этих опытов было выяснено так же что все минеральные вещества получают только в жидком виде из раствора воды. Некоторые минеральные вещества требуются растениями в относительно больших количествах. Это соли азота, фосфора, калия, кальция, серы, магния. Другие вещества, в которые входят железо, медь, цинк, бор требуются в ничтожных количествах.

Корень – это орган обеспечивающий растение водой и минеральными веществами и укрепляющий его в почве. В корнях образуются многих важные для жизни растения вещества.

Контрольные вопросы:

1. Какие функции выполняет корень?
2. Что такое первичное анатомическое строение корня?
3. С какими изменениями связан переход от первичного ко вторичному строению корня?
4. Как формируется камбиальное кольцо при переходе корня от первичного строения к вторичному?
5. Что такое корнеплод корнеклубень?
6. Какие органы растений принимают участие в образовании корнеплодов?
7. Как формируется корнеплод свеклы?

Тестовое задания по теме: Микроскопическое строение корня

А. Закрытое задание

1. Микроскопическое строение корня

(Напишите номера всех правильных ответов)

1.1. В корне вторичного анатомического строения имеются

- 1) мезодерма
- 2) первичная флоэма
- 3) первичная ксилема
- 4) вторичная флоэма
- 5) вторичная ксилема

1.2. Первичное строение в течение всей жизни сохраняют корни

- 1) однодольных растений
- 2) двудольных растений
- 3) голосеменных растений

1.3. Из камбия перициклического происхождения формируются

- 1) ксилема
- 2) флоэма
- 3) паренхимные лучи
- 4) феллема

1.4. Первичное строение корня двудольного растения можно обнаружить на поперечном срезе зоны

- 1) деления
- 2) растяжения
- 3) дифференциации
- 4) проведения

1.5. Корень вторичного анатомического строения покрыт

- 1) эпиблемой
- 2) перидермой
- 3) перициклом

1.6. Боковые корни образуются в результате деятельности

- 1) камбия
- 2) прокамбия
- 3) перицикла
- 4) феллогена

1.7. Придаточные корни в стебле закладываются в зоне

- 1) ксилемы
- 2) флоэмы
- 3) сердцевинны
- 4) камбия в зоне сердцевинного луча

1.8. У растения картофеля, выращенного из клубня, корневая система

- 1) придаточная
- 2) система главного корня

- 3)мочковатая
- 4)стержневая

2.Строение корнеплодов

(Напишите номера всех правильных ответов)

2.1.На поперечном срезе корнеплода моркови можно обнаружить камбиальных колец

- 1)одно
- 2)два
- 3)три
- 4)много

2.2.На поперечном срезе корнеплода свеклы можно обнаружить камбиальных колец

- 1)одно
- 2)два
- 3)три
- 4)много

2.3.Для корнеплодов редьки, моркови и свеклы характерна первичная ксилема

- 1)диархная
- 2)триархная
- 3)тетрархная
- 4)пентархная
- 5)полиархная

2.4.Преимущественное развитие запасающей паренхимы ксилемы характерно для корнеплодов растений семейства

- 1)Крестоцветные (Капустные)
- 2)Зонтичные (Сельдерейные)

2.5.В корнеплодах репы и редьки наблюдается преимущественное развитие

- 1)древесинной паренхимы
- 2)лубяной паренхимы
- 3)сердцевинной паренхимы

2.6.Корнеплод моркови покрыт

- 1)эпидермой
- 2)эпиблемой
- 3)перидермой
- 4)коркой

2.7.Заживление травм, нанесенных корнеплодам при уборке, происходит благодаря

- 1)камбию
- 2)раневой меристеме
- 3)феллогену
- 4)прокамбию

Тема 6. Микроскопическое строение стебля

1. Побег – основной орган высшего растения.
2. Общая характеристика побега
3. Первичное анатомическое строение стебля
4. Основные функции побега.

Вегетативный не видоизмененный побег состоит из стебля с расположенными на нем листьями и почками. Главная черта, отличающая побег от корня, – его облиственность. Участок стебля, от которого отходит лист (листья) называется *узел*. Участки стебля между соседними узлами – *междоузлия*. Узлы и междоузлия повторяются вдоль оси побега. Таким образом, побег **имеет метамерное** строение, *метамером* (повторяющимся элементом) побега являются узел с листом и пазушной почкой и нижележащее междоузлие (рис.9).

Основная функция побега – воздушное питание. Видоизмененный побег в виде спороносного побега (в том числе и цветок) превращается в репродуктивные органы и выполняет функцию размножения.

Стебель и листья – основные органы побега. Стебель – осевая часть побега. Главное отличие побега от корня – наличие листьев. Место прикрепления листа к стеблю называется узлом, участок стебля между узлами – междоузлием. В зависимости от длины междоузлий побеги бывают удлинённые и укороченные.

Главным побегом, или побегом первого порядка, называют первый побег растения. Он образуется из зародышевого побега. Побеги второго порядка формируются из боковых почек первого побега, из почек побега второго порядка – побеги третьего порядка и т.д. при повторных ветвлениях.

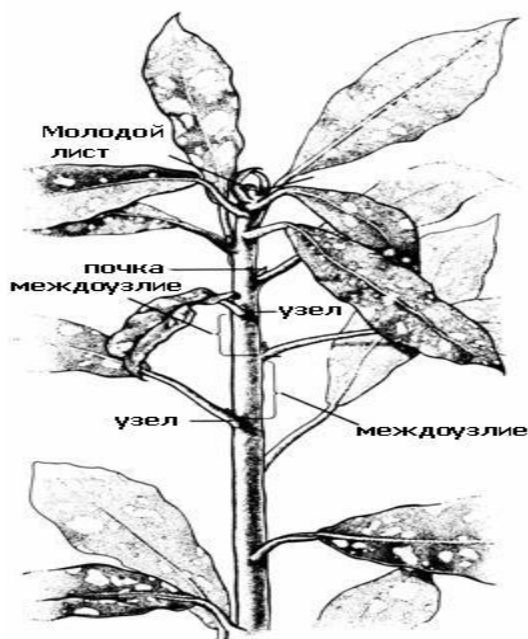


Рисунок 20– Строение побега.

Почка. Почка – зачаточный еще не развившийся укороченный побег. Кочан капусты – это тоже сильно разросшаяся почка. Рост стебля в высоту у большинства цветковых растений осуществляется за счет верхушечной почки, или конуса нарастания; у некоторых растений – за счет вставочного роста побегов. Боковые, или пазушные, почки дают боковые побеги следующего порядка. Конус нарастания представлен первичной образовательной тканью, клетки которой непрерывно делятся. Конус защищен зачаточными листочками, в пазухах которых заложены зачаточные боковые почки.

Рост побега в длину осуществляется за счет деятельности верхушечной и вставочной меристем. Такое нарастание называют моноподиальным. У многих растений верхушечная почка со временем прекращает свой рост и начинает разворачиваться боковая почка, в результате чего образуется многолетняя ось, сложенная побегами разных, следующих друг за другом порядков. Такое нарастание побегов называется симподиальным. Наиболее примитивное ветвление – дихотомическое, формирующееся в результате раздвоения верхушечной почки.

Помимо основной, ассимиляционной функции побег может нести опорную, запасную и другие функции.

Распространенные метаморфозы побегов – корневище, клубень, луковица и др.

Корневищем называют более или менее долговечный подземный (иногда надземный) побег.

Клубни – утолщенные вздутые мясистые части побега, состоящие из одного или нескольких междоузлий. Клубни бывают надземными и подземными.

Луковица – видоизмененный укороченный утолщенный, чаще подземный побег, служащий для перенесения неблагоприятных условий.

Стебель. Функции стебля и жизненные формы побегов. Стебель – основная структурная часть побега. Он состоит из узлов и междоузлий и несет ряд важных функций:

1) **проводящую** – в стебле передвигаются восходящие и нисходящие токи веществ между корнями и листьями;

2) **механическую**, или опорную, – стебель обеспечивает положение тела в пространстве и выносит листья к свету, выдерживая значительные механические нагрузки (тяжесть собственных ветвей, листьев, цветков, плодов, действие ветра, механические повреждения, и т.п.);

3) **запасную** – в некоторых запасных тканях стебля откладываются про запас органические вещества;

4) **ассимиляционную** – эта функция свойственна молодым зеленым стеблям растений, многолетним стеблям многих суккулентов (кактусы, молочай), а также стеблям некоторых видов растений аридных областей (виды иглицы и др.).

Стебель как часть побега нарастает в длину и толщину, на нем образуются новые листья.

Анатомическое строение стебля. Анатомическое строение стебля связано с выполняемыми функциями. Стебель соединяет вегетативные органы – корни и листья – единое целое; обеспечивает передвижение воды и минеральных веществ от корней к листьям и органических веществ от листьев к корням. Проводящие ткани стебля способствуют продвижению восходящих и нисходящих токов жидкостей в растении, механические ткани – укреплению стебля и соответствующему положению его в пространстве. Покровные ткани защищают растение от неблагоприятных условий окружающей среды. В паренхиме стебля могут откладываться питательные вещества. Образовательная, или меристематическая, ткань способствует росту побега в длину и толщину. Рост в длину осуществляется за счет верхушечной и вставочной меристем; рост в толщину – за счет боковых вторичных меристем: камбия и феллогена (у двудольных), меристемы первичного утолщения (у древесных однодольных).

Различное строение стебля имеют травянистые и древесные растения. До конца жизни однодольные растения имеют первичное строение стебля, у двудольных растений с возрастом первичное строение стебля сменяется вторичным.

Первичное строение стебля. Первичная структура стебля, как у однодольных растений, так и у двудольных формируется по мере дифференциации клеток верхушечной меристемы побега. Так, из наружных слоев образовательной ткани формируется первичная покровная ткань – эпидерма; из клеток верхушечной меристемы, расположенных к периферии и в центре, на уровне первых зачатков листьев, – первичная кора и сердцевина; между первичной корой и сердцевиной – прокамбий.

Анатомическое строение стеблей однодольных травянистых растений. В стеблях однодольных растений хорошо выражено пучковое строение. Сосудисто-волокнистые пучки закрытого типа (без камбия) распределяются по всей толщине стебля. С поверхности стебель покрыт однослойной эпидермой, которая впоследствии одревесневает, образуя слой кутикулы. Расположенная непосредственно под эпидермой первичная кора, состоит из тонкого слоя живых паренхимных клеток с хлорофилловыми зернами.

В глубь от паренхимных клеток находится центральный цилиндр, снаружи начинающийся механической тканью склеренхимы перициклического происхождения. Склеренхима придает стеблю прочность. Основная часть центрального цилиндра состоит из крупных клеток паренхимы с межклетниками и беспорядочно расположенных сосудисто-волокнистых пучков. Форма пучков на поперечном срезе стебля овальная; все участки древесины тяготеют ближе к центру, а лубяные участки – к поверхности стебля. Камбия в сосудисто-волокнистом пучке нет, и стебель не может утолщаться. Каждый пучок снаружи окружен механической тканью. Максимальное количество механической ткани сосредоточено вокруг пучков возле поверхности стебля.

Итак, для стеблей однодольных травянистых растений характерно следующее: 1) в течение всей жизни сохраняется первичное строение; 2)

покровная ткань – эпидерма; 3) первичная кора слабо выражена и обычно состоит из хлорофиллоносной паренхимы; 4) центральный цилиндр имеет пучковое строение; 5) сосудисто-волокнистые пучки коллатеральные, расположены беспорядочно; 6) сосудисто-волокнистые пучки закрытого типа.

У **однодольных** растений отсутствует камбий, и первичное строение сохраняется в течение всей жизни. Характерной особенностью стеблей однодольных является всегда пучковое строение, причем закрытые проводящие пучки располагаются без видимого порядка по всему поперечному сечению

Стебли водных растений, корневища и клубни. Водная среда обитания растений (ослабленное освещение, бедность среды диоксидом углерода и кислородом, отсутствие иссушающих факторов из-за постоянного обеспечения растений водой, механическая поддержка со стороны воды и др.) четко сказывается на их анатомическом строении. Особенности анатомического строения стеблей водных растений следующие: 1) кожица слабо дифференцирована; 2) часто клетки кожицы содержат хлорофилловые зерна и способны к фотосинтезу; 3) отсутствует устьичный аппарат или он есть, но слабо развит; 4) первичная кора занимает большую часть стебля; 5) первичная кора построена из рыхлой тонкостенной паренхимы, с широкими воздухоносными ходами, располагающимися в один или несколько кругов и отделяющимися один от другого тонкими однослойными перегородками клеток; 6) небольшой по размеру осевой цилиндр; 7) сердцевина слабо выражена или отсутствует; 8) сосуды вскоре после образования могут разрушиться и в центре стебля остается воздухоносный ход; 9) слабо одревесневают лишь стенки сосудов; 10) крупные межклетники заполнены воздухом. Такая ткань называется аэренхимой.

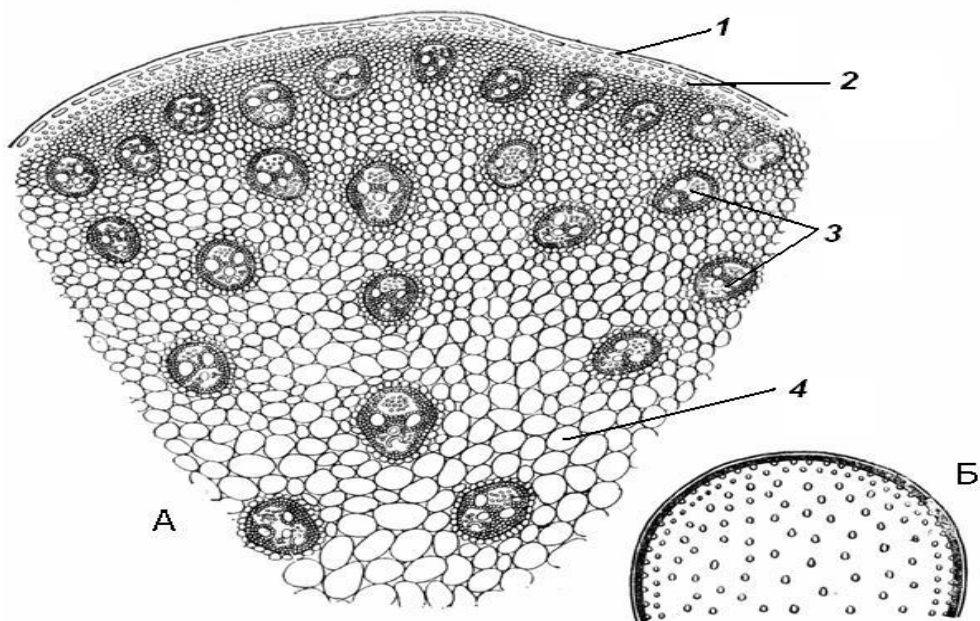


Рисунок 21– Строение стебля однодольного растения (кукуруза):
 А – поперечный срез; Б – общая схема; 1 – эпидерма; 2 – склеренхима;
 3 – закрытые коллатеральные пучки; 4 – основная паренхима.

Для анатомического строения подземных корневищ характерно следующее: кожица очень бедна устьицами или лишена их; защитную роль несут рано образовавшаяся перидерма у двудольных растений или наружные опробковевшие слои первичной коры у однодольных растений; сравнительно мощная первичная кора, в паренхиме которой много запасных питательных веществ; в корневищах с вторичным приростом сильно развита паренхима; неотчетливо видна граница между первичной корой и центральным цилиндром, однако хорошо выражена эндодерма. У однодольных в узлах корневищ четко просматриваются концентрические проводящие пучки.

В клубнях в еще большей степени, чем в корневищах, развита тонкостенная паренхима с большим запасом питательных веществ, слабо развиты арматурная система тканей и одревеснение клеточных стенок. Преобладающая ткань – запасающая паренхима (клубни картофеля). В клубне сравнительно рано формируется перидерма. При поранении клубня в нем образуется раневая пробка.

Типы строения стебля. От заложения прокамбия в меристематическом кольце зависит тип строения стебля. С.П. Костычев выделяет 4 типа строения стебля:

1. Закладывается замкнутое кольцо прокамбия, в котором от периферии к центру образуется флоэма, а от центра к наружной части кольца – ксилема; средняя часть кольца сохраняет меристематический характер и дифференцируется в камбий, который у двудольных и голосеменных растений начинает формировать вторичные элементы строения стебля. Часто внутрь от первичной ксилемы часть прокамбия дифференцируется в дополнительные участки внутренней флоэмы;

2. **Прокамбий** в стебле закладывается в форме отдельных тяжей, резко отграниченных от окружающей их крупноклеточной паренхимы. Прокамбиальные тяжи дифференцируются в коллатеральные проводящие пучки, между которыми из паренхимы формируются первичные сердцевинные лучи. Механические волокна перицикла располагаются или почти сплошным кольцом непосредственно под эндодермой, или более или менее массивными группами над проводящими пучками. После заложения камбия в результате интенсивного деления паренхимных клеток сердцевинного луча на уровне камбия формируется межпучковый камбий;

3. **Прокамбий** дает начало проводящим пучкам (листовым следам), спаянным в сплошное кольцо секторами из механической ткани – склеренхимы. Позднее в секторах механической ткани, снаружи от нее, образуется камбий, который смыкается с камбием проводящих пучков в сплошное камбиальное кольцо, производящее ксилему и флоэму. Этот тип особенно широко распространен среди травянистых двудольных, особенно у зонтичных и крестоцветных.

4. **Дифференцировка** тканей стебля начинается в осевом цилиндре путем заложения меристематического кольца, клетки которого отличаются от

паренхимы перицикла и сердцевины меньшими размерами. В этом кольце некоторые группы клеток после усиленного роста и некоторого заострения концов превращаются в прокамбиальные тяжи, дифференцирующие коллатеральные проводящие пучки - листовые следы.

Итак, прокамбий является предшественником первичных проводящих тканей: первичной ксилемы и первичной флоэмы. Первичная анатомическая структура стебля у однодольных сохраняется в течение всей жизни, а у двудольных и голосеменных происходят вторичные изменения, в итоге чего формируется вторичное строение стебля.

Вторичное строение стебля. Вторичное строение стебля характерно в основном для многолетних двудольных и голосеменных растений. Оно может быть двух, трех и четырех типов.

Анатомическое строение стеблей травянистых двудольных растений. Выделяют пучковое, переходное и не пучковое вторичное строение стебля.

Проводящие ткани расположены кольцом вокруг сердцевинки; центральный цилиндр имеет пучковое или непучковое строение; проводящие пучки коллатеральные или биколлатеральные, открытые; пучки разделены сердцевинными лучами, состоящими из паренхимы; механические ткани расположены по периферии; склеренхима входит в состав перицикла, колленхима – в состав первичной коры. У двудольных и голосеменных различают первичную и вторичную структуры. Первичная структура формируется в результате деятельности апикальной меристемы, а вторичная – с момента деятельности камбия. У двудольных растений первичное строение стебля очень недолговечно и с началом деятельности камбия образуется вторичная структура, которая может быть трех типов: пучковая, переходная и непучковая.

Пучковое строение характерно для растений, прокамбий которых закладывается пучками. Из прокамбия возникает пучковый камбий, в результате деятельности которого образуются вторичные флоэма и ксилема. Клетки основной паренхимы, расположенные между проводящими пучками, формируют межпучковый камбий, который дифференцируется в паренхиму сердцевинных лучей. Таким образом, пучковый и межпучковый камбий, соединяясь, образуя сплошное камбиальное кольцо, но пучковое строение сохраняется. Проводящие пучки располагаются по кругу в один ряд. Пучковое строение замирает. В стебле пучкового строения имеется эпидерма с небольшим числом устьиц, первичная кора, наружный слой которой – механическая ткань колленхима, а глубже – хлорофиллоносная паренхима. Внутренний слой первичной коры – эндодерма, состоящая из более крупных клеток с крахмальными зёрнами (крахмалоносное влагалище). Внутрь от первичной коры расположен центральный осевой цилиндр, наружный слой которого составлен, как правило, однослойным перициклом из механической ткани склеренхимы.

Переходное строение наблюдается в том случае, когда первичное строение стебля пучковое, а вторичные элементы формируются из пучкового и межпучкового камбия. В результате появляются новые проводящие пучки, занимающие промежуточное положение между первыми пучками. Постепенно

пучки сливаются в одно сплошное кольцо цилиндра из флоэмы, камбия и ксилемы. Такое строение имеют многие двудольные травянистые растения (валериана, клецвина, подсолнечник и др.). С поверхности стебель покрыт эпидермой, вглубь расположены первичная кора, а затем центральный осевой цилиндр. Первичная кора снаружи представлена пластинчатой колленхимой с хлоропластами, затем в глубине идет тонкостенная паренхима с несколько меньшим количеством хлоропластов. Внутренний слой первичной коры выстилает крахмалоносное влагалище, или эндодерма. Внутри от первичной коры находится слой перицикла, представленный паренхимными клетками, способными к меристематическому делению. Затем в основной паренхиме осевого цилиндра по кругу размещаются проводящие пучки коллатерального типа. Вторичное утолщение стебля подсолнечника происходит за счет деятельности первичной и вторичной меристемы. Первичная меристема представлена пучковым камбием между флоэмой и ксилемой. Вторичная меристема, или межпучковой камбий, формируется из паренхимных клеток сердцевинных лучей, которые в результате деятельности пучкового камбия превращаются в делящиеся. Межпучковой камбий, кроме того, образует новые пучки вторичного происхождения. Старые и новые пучки разрастаются, ксилема и флоэма пучков сливаются, и постепенно появляется непучковое строение.

Непучковое строение получается из сплошного прокамбиального цилиндра, закладывающегося под конусом нарастания. Прокамбиальный цилиндр откладывает элементы протоксилемы и метаксилемы внутрь стебля, а в дальнейшем работает как камбиальное кольцо, которое внутрь от себя откладывает ксилему, наружу – флоэму. Таково строение многих древесных и некоторых многолетних травянистых растений. Однако в стеблях травянистых растений камбий функционирует в течение одного вегетационного периода – с весны до осени. Осенью все камбиальные клетки преобразуются в клетки постоянных тканей, а у древесных растений камбий продолжает работать в течение всей жизни, благодаря чему стебли их утолщаются и приобретают характерные особенности в строении, отсутствующие у травянистых растений.

Анатомическое строение многолетних стеблей древесных растений. Рассмотрим его на примере стебля липы.

Годичные побеги липы покрыты эпидермой. К осени они одревесневают и эпидерма сменяется пробкой. В течение вегетационного периода под эпидермой закладывается пробковый камбий, который наружу формирует пробку, а внутрь – клетки феллодермы. Эти три покровные ткани образуют покровный комплекс перидермы. Клетки эпидермы постепенно в течение 2–3 лет шелушиваются и отмирают. Под перидермой расположена первичная кора. Наружные слои представлены клетками пластинчатой хлорофиллоносной колленхимы, затем идет хлорофиллоносная паренхима и слабо выраженная эндодерма. Перицикл представлен участками склеренхимы, снаружи защищающей флоэму.

Большую часть стебля составляют ткани, образованные деятельностью камбия. Граница коры и древесины проходит по камбию. Все ткани, лежащие

кнаружи от камбия, называют корой. Кора бывает первичная и вторичная. Вторичную кору составляет флоэма, или луб, и сердцевинные лучи. Флоэма трапецевидной формы, а сердцевинные лучи представлены в виде треугольников, вершины которых сходятся к центру стебля до сердцевины.

Сердцевинные лучи насквозь пронизывают древесину. Это первичные сердцевинные лучи, по ним в радиальном направлении продвигаются вода и органические вещества. Сердцевинные лучи представлены паренхимными клетками, внутри которых к осени откладываются запасные питательные вещества (крахмал), расходуемые весной на рост молодых побегов. Камбий образует и вторичные сердцевинные лучи, но они не доходят до сердцевины, теряясь в древесине.

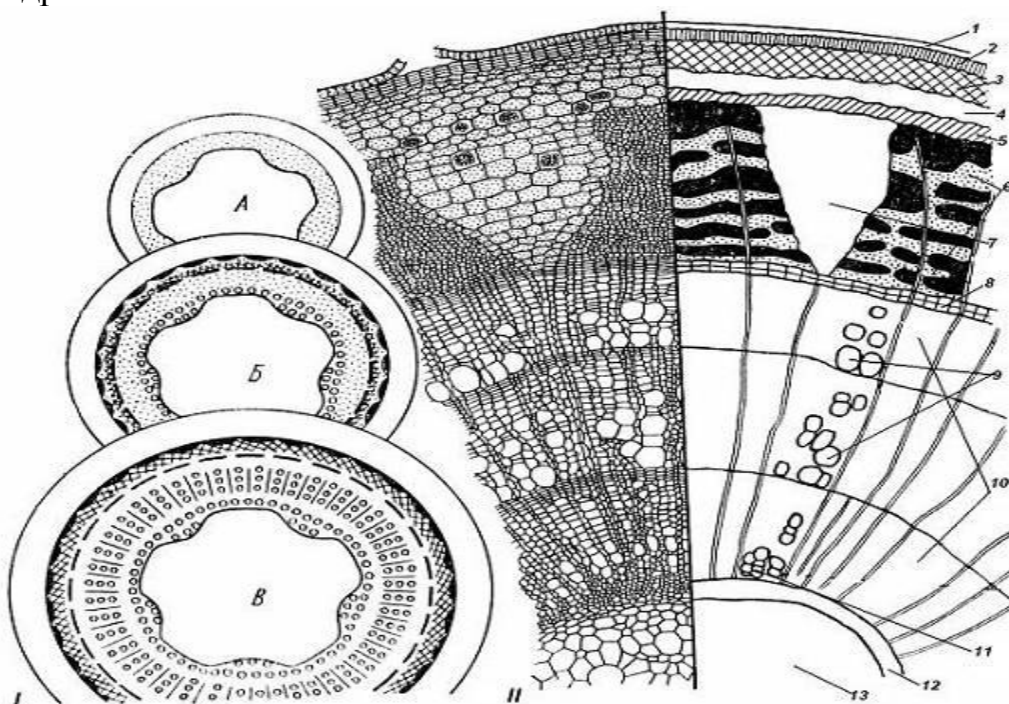


Рисунок 22– Стебель липы на поперечном срезе (II) и схема строения на разных уровнях (I): А – срез на уровне появления прокамбия; Б – срез на уровне появления камбия; В – срез на уровне сформированной структуры; 1 – остатки эпидермы; 2 – перидерма; 3 – колленхима; 4 – паренхима; 5 – эндодерма (3 – 5 – первичная кора); 6 – вторичная флоэма; 7 – первичный сердцевинный луч; 8 – камбий; 9 – годовые кольца; 10 – вторичная ксилема; 11 – первичная ксилема; 12 – перимедуллярная зона; 13 – сердцевина.

Во флоэме чередуются прослойки твердого луба (лубяные волокна) и мягкого (живые тонкостенные элементы). Лубяные (склеренхимные) волокна луба представлены мертвыми прозенхимными клетками с толстыми одревесневшими стенками. Мягкий луб состоит из ситовидных трубок с клетками-спутницами (проводящая ткань) и лубяной паренхимы, в которой накапливаются питательные вещества (углеводы, жирные масла и др.). Весной эти вещества расходуются на рост побегов. По ситовидным трубкам передвигаются органические вещества, образованные в результате фотосинтеза. Весной при порезе коры сок вытекает наружу. Ближе к камбию расположены более молодые участки луба. Более молодые и широкие клетки луба накладываются на более старые периферийные узкие клетки, тем самым создавая

трапециевидный вид луба. Камбий представлен одним плотным кольцом из тонкостенных прямоугольных клеток с крупным ядром и цитоплазмой. Осенью клетки камбия становятся толстостенными, и его деятельность прекращается.

К центру стебля внутрь от камбия образуется древесина, состоящая из сосудов (трахей), трахеид, древесинной паренхимы и древесинной склеренхимы (либриформ). Либриформ представляет собой совокупность узких толстостенных и одревесневших клеток механической ткани. Древесина откладывается в виде годичных колец (сочетание весенних и осенних элементов древесины) более широких весной и летом и более узких осенью, а также в засушливое лето. На поперечном спиле дерева по числу годичных колец можно определить относительный возраст дерева. Весной в период сокодвижения по сосудам древесины поднимается вода с растворенными минеральными солями.

В центральной части стебля расположена сердцевина, состоящая из паренхимных клеток и окруженная мелкими сосудами первичной древесины.

Анатомическое строение стеблей голосеменных растений. Анатомическое строение очень сходно с анатомическим строением двудольных древесных растений, однако есть и некоторые различия. В коровой части и древесине хвойных (ель, пихта, сосна и др.) образуются смоляные ходы. У кипарисовых смола накапливается в крупных клетках коровой паренхимы или в сердцевинных лучах. Флоэма сосны состоит из ситовидных трубок и лубяной паренхимы; ситовидные клетки флоэмы без клеток-спутниц и лубяных волокон. Древесина сосудов не имеет и состоит из одних трахеид, расположенных ровными рядами и имеющих многочисленные окаймленные поры. Древесинная паренхима и механические волокна, как правило, отсутствуют, границы между приростами весенней и летней древесины четко выражены и хорошо видны годичные кольца. Благодаря сообщению вертикальных и горизонтальных смоляных ходов у хвойных выработалась единая смоло-отделительная система. Смоляные ходы сосны изнутри выстланы тонкостенными паренхимными клетками, составляющими эпителий, выделяющий смолу в смоляной ход.

Контрольные вопросы:

1. Стебли, каких растений сохраняют первичное анатомическое строение в течение всей жизни?
2. Каковы характерные черты строения соломины злаков?
3. Какие типы вторичного строения стеблей двудольных растений известны?
4. Что такое ядровая древесина и с какими процессами она связана?
5. Метаморфозы побега

Тестовое задание по теме: Микроскопическое строение стебля
Анатомическое строение стебля однодольных растений
(Напишите номера всех правильных ответов)

3.1. Анатомическая структура стебля однодольного растения формируется за счет деятельности

- 1) камбия
- 2) прокамбия
- 3) феллогена
- 4) перицикла
- 5) конуса нарастания
- 6) интеркалярной меристемы

3.2. Стебель однодольного растения покрыт

- 1) эпидермой
- 2) перидермой
- 3) коркой
- 4) эпиблемой

3.3. В стебле большинства однодольного растения механическая ткань представлена

- 1) колленхимой
- 2) волокнами склеренхимы

3.4. В состав первичной коры стебля однодольных растений входят

- 1) колленхима
- 2) склеренхима
- 3) хлоренхима
- 4) крахмалоносное влагалище
- 5) ситовидные трубки

3.5. Открытые проводящие пучки имеет стебель

- 1) однодольных растений
- 2) двудольных растений

3.6. Разбросанное расположение проводящих пучков на поперечном срезе стебля характерно для

- 1) однодольных растений
- 2) двудольных растений

3.7. Проводящие пучки однодольных растений состоят из

- 1) первичной ксилемы и флоэмы
- 2) вторичной ксилемы и флоэмы
- 3) камбия
- 4) волокон склеренхимы

3.8. Увеличение прочности соломины при созревании хлебов связано с

- 1) одревеснением паренхимы 1-й коры
- 2) одревеснением эпидермы
- 3) образованием склеренхимы
- 4) образованием колленхимы

3.9. Первичное анатомическое строение в течение жизни растения сохраняет ствол

- 1) сосны
- 2) пальмы
- 3) липы

3.10. Стебель однодольных растений в течение жизни имеет анатомическое строение

- 1) первичное
- 2) вторичное

4. Анатомическое строение стебля травянистых двудольных растений

(Напишите номера всех правильных ответов)

4.1. В формировании структуры стебля двудольных растений участвуют

- 1) прокамбий
- 2) камбий
- 3) феллоген
- 4) интеркалярная меристема
- 5) конус нарастания

4.2. Сформировавшийся стебель двудольных травянистых растений имеет анатомическое строение

- 1) первичное
- 2) вторичное

4.3. У двудольных травянистых растений проводящие пучки располагаются

- 1) по кругу
- 2) разбросано

4.4. У двудольных травянистых растений в состав пучков входит

- 1) первичная ксилема
- 2) вторичная ксилема
- 3) первичная флоэма
- 4) вторичная флоэма

4.5. В состав первичной коры стебля травянистых двудольных растений входят

- 1) колленхима
- 2) хлоренхима
- 3) крахмалоносное влагалище
- 4) первичная флоэма
- 5) вторичная флоэма
- 6) феллодерма
- 7) феллоген
- 8) паренхима сердцевинных лучей

4.6. В состав вторичной коры стебля травянистых двудольных растений входят

- 1) колленхима
- 2) хлоренхима
- 3) крахмалоносное влагалище

- 4) первичная флоэма
- 5) вторичная флоэма
- 6) феллодерма
- 7) феллоген
- 8) паренхима сердцевинных лучей

4.7. При заложении прокамбия тяжами могут возникнуть следующие типы строения стебля

- 1) пучковый
- 2) сплошной
- 3) переходный

4.8. Межпучковый камбий при пучковом типе строения стебля откладывает

- 1) паренхиму
- 2) ксилему
- 3) флоэму

4.9. Межпучковый камбий при переходном типе строения стебля откладывает

- 1) паренхиму
- 2) первичную ксилему
- 3) вторичную ксилему
- 4) первичную флоэму
- 5) вторичную флоэму

4.10. Для подсолнечника характерен тип строения стебля

- 1) пучковый
- 2) сплошной
- 3) переходный

5. Анатомическое строение стебля древесных двудольных и голосеменных растений

(Напишите номера всех правильных ответов)

5.1. В трехлетнем стебле двудольного растения можно обнаружить камбиальных колец

- 1) одно
- 2) два
- 3) три
- 4) много

5.2. Самое молодое кольцо годичного прироста древесины находится

- 1) в центре ствола
- 2) на периферии ствола

5.3. На поперечном срезе последнего годичного прироста ствола! 0-летнего дерева можно обнаружить годичных колец

- 1) одно
- 2) два
- 3) десять

5.4. Для осенней древесины двудольных древесных растений характерно преобладание

- 1) древесинной паренхимы
- 2) трахеид
- 3) сосудов
- 4) ситовидных трубок
- 5) ситовидных клеток
- 6) либриформа

5.5. Для ксилемы голосеменных растений характерны такие элементы, как

- 1) древесинная паренхима
- 2) трахеиды
- 3) сосуды
- 4) ситовидные трубки
- 5) ситовидные клетки
- 6) либриформ

5.6. Ядровая древесина состоит из

- 1) функционирующей флоэмы
- 2) нефункционирующей флоэмы
- 3) функционирующей ксилемы
- 4) нефункционирующей ксилемы

5.7. Под заболонью понимают

- 1) функционирующую флоэму
- 2) нефункционирующую флоэму
- 3) функционирующую ксилему
- 4) нефункционирующую ксилему

5.8. Сосуды у некоторых древесных пород при образовании ядровой древесины закупориваются

- 1) тиллами
- 2) каллезой

5.9. Для стебля дуба характерен тип древесины

- 1) рассеянно-сосудистый
- 2) кольцесосудистый

5.10. Для стебля яблони характерен тип древесины

- 1) рассеянно-сосудистый
- 2) кольцесосудистый

Тема 7. Микроскопическое строение листа

1. Онтогенез листа.
2. Анатомическое строение листа
3. Метаморфозы листа

Лист выполняет важные **функции**: 1) фотосинтез – синтез органического вещества за счет энергии солнца - воздушное питание растения; 2) транспирацию – испарение воды; 3) газообмен. Иногда лист становится органом, где откладываются запасные питательные вещества.

Анатомическое строение листа. Особенности строения листа определяются его главной функцией – фотосинтезом. Поэтому важнейшей частью листа является *мезофилл*, в котором сосредоточены хлоропласты, и происходит фотосинтез. Остальные ткани обеспечивают нормальную работу мезофилла. *Эпидерма*, покрывающая лист, регулирует газообмен и транспирацию. Система разветвленных *проводящих пучков* снабжает лист водой, необходимой для нормального протекания фотосинтеза, и обеспечивает отток ассимилятов. Наконец, *механические ткани* обеспечивают прочность листа.

Из всех органов лист в наибольшей степени связан с окружающей средой. Поэтому его строение гораздо сильнее, чем строение стебля или корня, отражает влияние изменчивых условий среды. Внешнее морфологическое разнообразие листьев сопровождается таким же разнообразием их анатомического строения.

Мезофилл занимает все пространство между верхней и нижней эпидермой, исключая проводящие и механические ткани. Клетки мезофилла довольно однородны, по форме чаще всего округлые или слегка вытянутые. Клеточные стенки остаются тонкими и неодревесневшими. Протопласт состоит из постенного слоя цитоплазмы с ядром и многочисленными хлоропластами. В центре клетки находится крупная вакуоль. Иногда стенки клеток образуют складки, которые увеличивают поверхность постенного слоя цитоплазмы и позволяют разместить большее число хлоропластов.

У большинства растений мезофилл дифференцирован на *палисадную (столбчатую)* и *губчатую* ткани (рис. 23.).

Клетки палисадного мезофилла, расположенного, как правило, под верхней эпидермой, вытянуты перпендикулярно поверхности листа и образуют один или несколько слоев. Клетки губчатого мезофилла соединены более рыхло, межклетные пространства здесь могут быть очень большими по сравнению с объемом самих клеток. Увеличение межклетных пространств часто достигается тем, что клетки губчатого мезофилла образуют выросты.

Палисадная ткань содержит примерно три четверти всех хлоропластов листа и выполняет главную работу по ассимиляции углекислого газа. Поэтому палисадная ткань располагается в наилучших условиях освещения, непосредственно под верхней эпидермой. Благодаря тому, что клетки вытянуты перпендикулярно поверхности листа, лучи света легче проникают вглубь мезофилла.

Через губчатый мезофилл происходит газообмен. Углекислый газ из атмосферы через устьица, расположенные главным образом в нижней эпидерме, проникает в большие межклетники губчатого мезофилла и свободно расходится внутри листа. Кислород, выделяемый при фотосинтезе,

передвигается в обратном направлении и через устьица выходит в атмосферу. Расположение устьиц преимущественно на нижней стороне листа объясняется не только положением губчатого мезофилла. Потеря воды листом в процессе транспирации идет медленнее через устьица, расположенные в нижней эпидерме. Кроме того, главным источником углекислого газа в атмосфере является «почвенное дыхание», т. е. выделение CO_2 в результате дыхания многочисленных живых существ, населяющих почву.

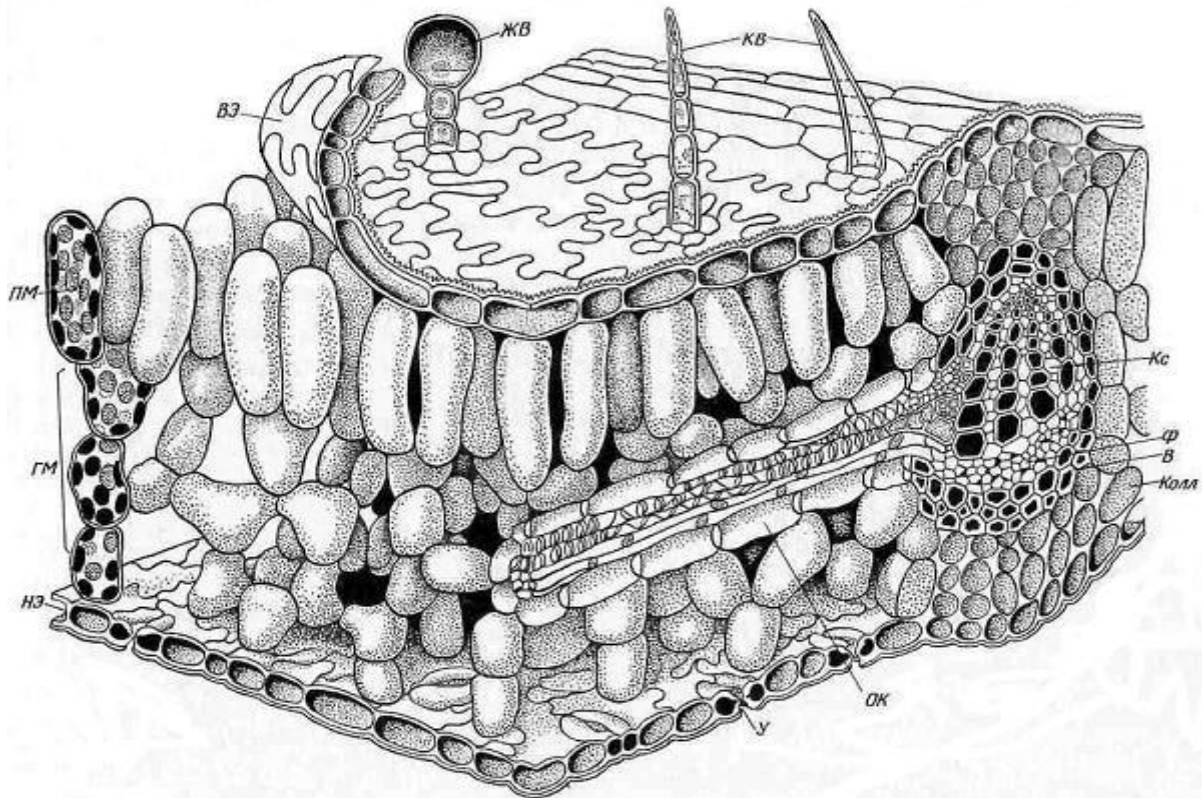


Рисунок 23– Объемное изображение части листовой пластинки: В – волокна; ВЭ – верхняя эпидерма; ГМ – губчатый мезофилл; ЖВ – железистый волосок; КВ – кроющий волосок; Колл – колленхима; Кс – ксилема; НЭ – нижняя эпидерма; ОК – обкладочные клетки пучка; ПМ – палисадный мезофилл; У – устьице; Ф – флоэма.

Толщина палисадной и губчатой ткани и число слоев клеток в них различны в зависимости от условий освещения. Даже в пределах одной особи листья, выросшие на свету, имеют более развитый столбчатый мезофилл, чем листья, выросшие в условиях затенения.

Многолетние растения, которые круглый год несут зеленые листья, называют *вечнозелеными*, в отличие от *листопадных*, пребывающих хотя бы недолго в безлистном состоянии. Вечнозеленые деревья, кустарники и кустарнички характерны для влажных тропических и субтропических лесов, для хвойных лесов умеренной зоны и для различных типов тундровой растительности.

У листопадных деревьев и кустарников опадение листьев на зиму имеет важное приспособительное значение. Наибольшую опасность зимой представляет высыхание надземных органов растений, так как потеря влаги в

это время года не может быть компенсирована. Сбрасывая листья, растения резко уменьшают испаряющую поверхность; остающиеся органы – ствол и ветви – надежно защищены вторичными **покровными тканями**. Опасность заключается и в возможности поломок облиственных ветвей от тяжести снега, тогда как на безлистных ветвях снег не накапливается. Для древесных растений, живущих в безморозном климате с резко выраженным засушливым периодом, листопад также представляет приспособление к перенесению засухи.

Контрольные вопросы:

1. Каков онтогенез листа?
2. Из каких частей состоит лист? Какова их роль?
3. Чем отличается анатомия дорсивентрального листа от изолатерального?
4. Какие изменения происходят в листьях осенью? Каков механизм листопада?
5. Опишите микроскопическое строение листа.
6. Морфология листа. Лист как боковой орган ограниченного роста.
7. Чем отличаются простые листья от сложных?
8. Какие типы листорасположения вы знаете?
9. Метоморфозы листа. Функции листа.

Тестовое задание по теме: Микроскопическое строение листа.

Анатомическое строение листа

(Напишите номера всех правильных ответов)

6.1 Мезофилл листа состоит из тканей по происхождению

- 1) первичных
- 2) вторичных

6.2. Ксилема жилки листа обращена к его стороне

- 1) верхней
- 2) нижней

6.3. Для листа хвойных характерен мезофилл

- 1) губчатый
- 2) складчатый
- 3) столбчатый

6.4. Жилки в мякоти листа оканчиваются

- 1) ситовидными трубками
- 2) сосудами
- 3) трахеидами

6.5. Больше рядов столбчатого мезофилла развивается в листьях

- 1) световых
- 2) теневых

6.6. Больше устьиц располагается на

1) верхней

2) нижней

стороне дорсивентрального листа сухопутных растений.

6.7. Больше устьиц располагается на

1) верхней

2) нижней стороне дорсивентрального листа водных растений.

7. Побег и его метаморфозы

(Напишите номера всех правильных ответов)

7.1. Запасные питательные вещества откладываются в стеблевой части

1) корневища

2) клубня

3) луковицы

4) клубнелуковицы

7.2. Зубок луковицы чеснока гомологичен

1) стеблю

2) листу

3) почке

7.3. Донце луковицы гомологично

1) стеблю

2) листу

3) почке

7.4. Клубни картофеля формируются на

1) столонах

2) придаточных корнях

3) боковых корнях

7.5. Столоны представляют собой метаморфозы

1) побега

2) корня

3) листа

4) почки

7.6. Клубни побегового происхождения образуются у

1) картофеля

2) батата

3) георгины

4) топинамбура

7.7. Колючки имеют листовое происхождение у

1) барбариса

2) боярышника

3) кактуса

4) шиповника

Контрольно-обобщающее занятие по разделу "Растительные ткани"

Письменная работа по вариантам:

Вариант I

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

Вариант II

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

Вариант III

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

Вариант IV

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

Тестовое задание по теме:

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

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

2. Первичными по происхождению являются:

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

3. Устьице – это:

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

4. Первичная покровная ткань – это:
- А) эктодерма
 - Б) перидерма
 - В) эндодерма
 - Г) эпидерма
5. У большинства растений устьица располагаются:
- А) на верхней стороне листа
 - Б) как на нижней, так и на верхней стороне листа
 - В) на нижней стороне листа
6. Выделительную функцию выполняют:
- А) кроющие волоски
 - Б) железистые волоски
 - В) эмергенцы
 - Г) эмергенцы и железистые волоски
7. Образование тканей перидермы идет за счет:
- А) феллогена
 - Б) феллодермы
 - В) феллемы
8. Клетки феллемы:
- А) живые
 - Б) мертвые
9. Третичная покровная ткань:
- А) есть у всех растений
 - Б) есть только у деревьев
 - В) есть на стебле, нет на корнях
10. Кутикула образуется на поверхности:
- А) перидермы
 - Б) эпидермы
 - В) ретидома
11. Основная функция устьиц:
- А) поступление воды
 - Б) фотосинтез
 - В) транспирация
 - Г) выделение
12. Какие клетки являются мертвыми:
- А) камбия

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

18. Проводящие пучки, лишенные камбия:

- А) открытые
- Б) закрытые

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

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

20. Корнеродная ткань:

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

21. Чередующиеся многолетние слои пробки, характеризующиеся глубокими трещинами -

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

23. При избытке воды устьица—:

24. Пробковый камбий—:

25. В: колленхиме утолщенные части оболочек расположены параллельными слоями.

Контрольно-обобщающее занятие по разделу "Анатомия вегетативных органов"

Письменная работа по вариантам:

Вариант I

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

Вариант II

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

Вариант III

1. Какие комплексы тканей можно выделить при первичном строении корня?

2. С чем связано вторичное утолщение стеблей?
3. Как по анатомическому строению листа определить его верхнюю и нижнюю стороны?

Вариант IV

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

Тестовое задание:

1. В коре корня:
 - А) сосуды древесины
 - Б) ситовидные трубки
 - В) нет проводящей ткани

2. Кора корня на уровне зоны всасывания образована тканью:
 - А) покровной
 - Б) основной
 - В) проводящей
 - Г) образовательной

3. Перицикл в корне:
 - А) участвует в формировании вторичных образовательных тканей - камбия и пробкового камбия
 - Б) дает начало боковым корням
 - В) дает начало почкам у корнеотпрысковых растений
 - Г) все верно

4. В корне в направлении от верхушки к основанию выделяют зоны:
 - А) деления – роста – всасывания – дифференциации – проведения и ветвления
 - Б) деления – дифференциации – роста – всасывания – проведения веществ и ветвления
 - В) деления – чехлика – роста – дифференциации – ветвления и проведения растворов питательных веществ
 - Г) все неверно

5. Какова роль корневых волосков в жизни растений?
 - А) удерживают растения в почве
 - Б) поглощают воду и минеральные соли из почвы
 - В) защищают корень от механических повреждений

6. Размножение клеток какой ткани способствует росту корней?
А) основной
Б) образовательной
В) проводящей
7. Функция газообмена у стебля возможна благодаря:
А) чечевичкам
Б) устьицам
В) чечевичкам или устьицам
8. Ежегодное увеличение толщины стебля липы обусловлено делением клеток:
А) камбия и верхушечной образовательной ткани
Б) верхушечной и вставочной образовательных тканей
В) камбия и пробкового камбия
Г) пробкового камбия.
9. Камбия нет в стеблях:
А) кокосовой пальмы
Б) ржи
В) ландыша
Г) все верно
10. На поверхности растущего в длину стебля липы имеется покровная ткань, это:
А) эпидерма
Б) пробка
В) эпидерма или пробка
11. В состав ксилемы стебля липы входят:
А) сосуды и трахеиды
Б) древесные волокна
В) древесная паренхима
Г) все верно
12. Среди основных тканей трехлетней ветки липы имеется паренхима:
А) сердцевины
Б) луба
В) древесины
Г) все верно
13. Годичное кольцо в стебле древесного растения – это прирост в толщину за год:
А) пробки

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

14. К центральному цилиндру в многолетнем древесном стебле относят:

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

15. Наибольшее содержание хлоропластов в ткани листа:

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

16. Испарение воды происходит главным образом:

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

17. Какова роль листа в жизни растения?

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

18. Какие клетки листа не имеют хлорофилла?

- А) столбчатой паренхимы
- Б) губчатой паренхимы
- В) верхней эпидермы
- Г) нижней эпидермы

19. Что такое "жилки"?

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

20. Куда попадает вода из корневых волосков?

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

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

22. Самый внутренний слой первичной коры корня - :

23. Мезофилл листа чаще всего дифференцирован на две ткани - :

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

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

ГЛОССАРИЙ

Анатомия – наука изучающая клетки, ткани растений

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

Ризоиды – нитевидные выросты укрепления

Таллом – тело, слоевище лишайников

Ксилема – проводящая система у растений

Онтогенез – индивидуальное развитие организмов

Протопласт – органоид клетки, состоящий из ядра и цитоплазмы

Пластиды – особые белковые тельца клетки, находящиеся в плазме

Вакуоли – полости в протоплазме, заполненные клеточным соком

Мацерация – разрушение межклеточного вещества, с распадом клеток

Хромосомы - структуры клеток, образующиеся из хроматина ядра, характеризующие наследственные особенности

Митоз или кариокинез – тип деления вегетативных клеток растений

Автолиз – самопереваривание клеток

Аэробные организмы – организмы, развивающиеся при наличии кислорода

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

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

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

Кутикула – покров наружных, утолщённых стенок эпидермальных клеток

Перидерма – вторичная покровная ткань, возникающая из вторичной меристемы

Феллоген – вторичная меристема пробкового камбия

Ассимиляционная ткань – ткань, выполняющая функцию ассимиляции CO₂ воздуха для построения органических веществ.

Стереомом – совокупность механических тканей

Лубяные волокна – длинные узкие прозенхимные клетки.

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

Склерейды – каменные клетки мякоти плодов

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

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

Пучки – элементы отдельных тканей в растении собранные в группы

Стели – система пучков в растении

Микориза – на корнях многих растений поселяются грибы, образуя грибокорень (микориза).

Симбиоз – мирное сосуществование двух организмов, (клубеньки на корнях бобовых растений)

Узлы – место прикрепления листа к стеблю

Междоузлие – расстояние между соседними узлами

Автотрофы – растения, самостоятельно создающие питательные вещества

Филлодии – уплощённые черешки, принявшие форму листа и функционирующие как листья

Фотосинтез – образование органических веществ из неорганических

Гуттация – выделение воды через устьица в капельно-жидком состоянии

Гаметофит – половое поколение растений

Двудомные растения – на одном растении развиваются два типа половых желёз

Литература

Основная:

1. Андреева И.И. Родман Л.С. Ботаника [Текст] учебное пособие - Москва «КолоС». – 2005

2. Ботаника, анатомия и морфология растений. М.: Просвещение, 1978. 480 с. Вехов В.Н., и др.

3. Демина М.И. Ботаника (органография и размножение растений) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Демина М.И., Соловьев А.В., Чечеткина Н.В.— Электрон.текстовые данные.— М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2011.— 139 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20655>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

6. Ботаника. Л.: Агропромиздат, 1990. 303с. Родионов А.С.

Дополнительная:

1. Барыкин Р.П. и др. Практикум по анатомии растений. М.: издательство МГУ, 1971. 192с. Васильев А.Е. и др.

2. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: Просвещение, 1980. 196 с. Воронин Н.С.

3. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М.: Просвещение. 160 с. Матвеева Г.В., Тарабнин А.Д.

4. Ботаника. М.: Агропромиздат, 1989. 236 с. Родионов А.С., Барчукова М.В.

5. Анатомия растений. М.: Советская наука, 1949. 524 с. Рейвн Т., Эверт Р, Алкхорн С.

6. Хардикова С.В. Ботаника с основами экологии растений. Часть I [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Хардикова, Ю.П. Верхошенцева. — Электрон.текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 133 с. — 978-5-7410-1814-

7. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78768.html>

8. Лесоводство с основами ботаники и дендрологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.К. Климович [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 232 с. — 978-985-503-565-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67644.html>

9. Павлова М.Е. Ботаника [Электронный ресурс] : конспект лекций. Учебное пособие / М.Е. Павлова. — Электрон.текстовые данные. — М.: Российский университет дружбы народов, 2013. — 256 с. — 978-5-209-04356-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22163.html>

ХУБИЕВА Ольга Петровна

АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

Учебное пособие
для бакалавров, обучающихся 2 курса, по направлению
подготовки 35.03.01 – «Лесное дело»

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

Сдано в набор 10.08.2024 г.
Формат 60x84/16
Бумага офсетная
Печать офсетная
Усл. Печать 5,58
Заказ № 4949
Тираж 100 экз.

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