

С.А. Сашенкова, Н.В. Корягина, Ю.В. Корягин

БОТАНИКА

Лабораторный практикум



Пенза 2015

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА

**Кафедра биологии, экологии
и химии им. А.Ф. Блинохватова**

**С.А. Сашенкова
Н.В. Корягина
Ю.В. Корягин**

БОТАНИКА

**Лабораторный практикум
для бакалавров агрономических направлений подготовки**

**Допущено Учебно-методическим объединением вузов
Российской Федерации по агрономическому образованию
в качестве учебного пособия для бакалавров по направлениям
35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение»,
35.03.04 «Агрономия»**

Пенза 2015

УДК 581(075)
ББК 28.5(я7)
С 22

Рецензенты – доктор биологических наук, профессор кафедры биологии животных и ветеринарии Пензенской ГСХА Г.В. Ильина, доктор биологических наук, профессор кафедры общей биологии и биохимии ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет» Л.А. Новикова

Сашенкова, С.А.

С 22 Ботаника: лабораторный практикум / С.А. Сашенкова, Н.В. Корягина, Ю.В. Корягин. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 275 с.

Практикум составлен в соответствии с программой курса «Ботаника» для сельскохозяйственных вузов. В нем представлены теоретические вопросы и практические задания по цитологии, гистологии, вегетативным и генеративным органам, систематике растений.

Лабораторный практикум предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение», 35.03.04 – «Агрономия».

© ФГБОУ ВО
Пензенская ГСХА, 2015
© С.А. Сашенкова,
Н.В. Корягина,
Ю.В. Корягин, 2015

ВВЕДЕНИЕ

Ботаника – наука о растениях, изучающая различные аспекты их строения, биологии и экологии. Растения составляют основу всех экосистем планеты. Они имели и имеют большое значение для человека – пищевое, кормовое, лекарственное, эстетически-декоративное и т. п. Не менее важна роль растений в обеспечении человека древесиной и сырьем для легкой промышленности.

В этой связи неслучайно, что курс ботаники входит в программу подготовки бакалавров, обучающихся по направлениям: 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение» и 35.03.04 – «Агрономия». Целью дисциплины является формирование теоретических знаний об особенностях строения и систематики растений, а также практических навыков изучения растительных объектов, необходимых для освоения дисциплин профессионального цикла подготовки бакалавров.

Практикум по ботанике предназначен для организации лабораторных и самостоятельных занятий, предусмотренных рабочими программами дисциплины «Ботаника» по различным направлениям подготовки. Исходя из анализа рабочих программ, в которых основные разделы и темы, включенные в пособие, представлены в различном объеме, авторы постарались максимально полно представить изучаемый материал. При этом, учитывая направление и профиль подготовки, некоторые темы могут быть объединены по усмотрению преподавателя, а некоторые изучены студентами самостоятельно.

Для лабораторной работы студенты должны иметь альбом для рисования анатомических препаратов и морфологического строения растительных объектов. Представленные в практикуме рисунки, служат необходимым методическим обеспечением для организации этой работы. Некоторые теоретические вопросы, имеющие непосредственное отношение к объектам исследования, кратко освещены в практикуме, что способствует пониманию сущности изучаемого вопроса, но не заменяет учебники, учебные пособия и лекционный курс.

ЦИТОЛОГИЯ

Тема 1 Световые микроскопы, временные препараты

Материал. Микроскопы МБР-1, предметные и покровные стекла, лезвие, препаровальные иглы.

Общие замечания

Биологический микроскоп – это оптический прибор, при помощи которого можно получить увеличенное обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения (рисунок 1).

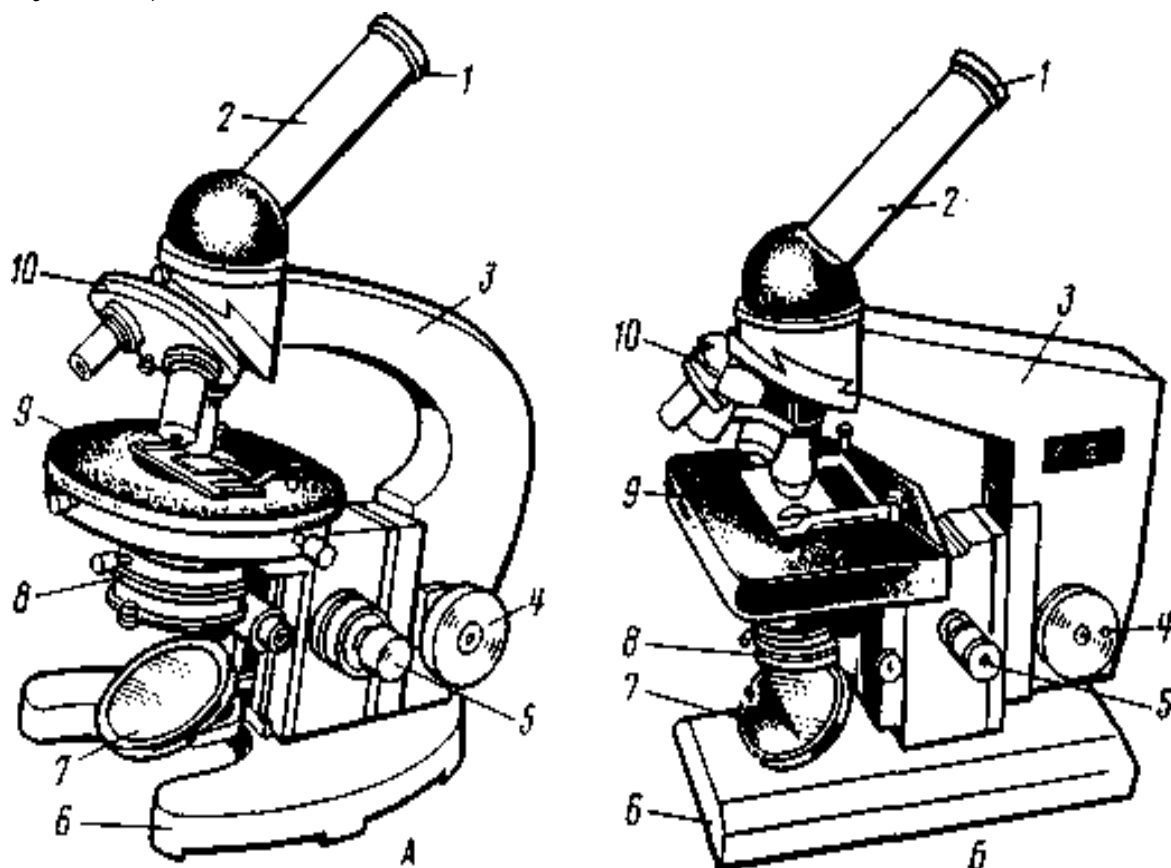


Рисунок 1 – Световые микроскопы:

А – МБР-1; Б – «Биолам»: 1 – окуляр;
2 – тубус; 3 – тубусодержатель; 4 – винт
грубой наводки; 5 – микрометрический винт;
6 – подставка; 7 – зеркало; 8 – конденсор и
ирисовая диафрагма; 9 – предметный столик;
10 – револьвер с объективами

В микроскопе выделяют две системы: *оптическую* и *механическую*. К *оптической* системе относят объективы, окуляры и ос-

ветительное устройство.

Объектив. С его помощью получают увеличенное действительное, но обратное изображение объекта. Объектив состоит из металлического цилиндра и вмонтированных в него линз. Микроскоп МБР-1 снабжен тремя объективами: $\times 8$, $\times 40$, $\times 90$.

Окуляр подобно лупе дает прямое, мнимое, увеличенное изображение наблюдаемого объекта, построенное объективом. Окуляр состоит из двух-трех линз, вмонтированных в металлический цилиндр. Между линзами расположена постоянная диафрагма, определяющая границы поля зрения. Нижняя линза фокусирует изображение объекта, построенное объективом, в плоскости диафрагмы, а верхняя служит непосредственно для наблюдения. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами: $\times 7$, $\times 10$, $\times 15$.

Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра (например, 90×10).

Осветительное устройство состоит из зеркала и конденсора с ирисовой диафрагмой, расположенных под предметным столиком. Оно предназначено для освещения объекта пучком света.

Зеркало служит для направления света через конденсор и отверстие предметного столика на объект. Оно имеет две поверхности: плоскую и вогнутую. Зеркало закреплено на штативе так, что оно может вращаться в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

Конденсор состоит из двух-трех линз, вставленных в металлический цилиндр. При подъеме или опускании его при помощи специального винта соответственно конденсируется или рассеивается свет, падающий от зеркала на объект.

Ирисовая диафрагма расположена между зеркалом и конденсором. Она служит для изменения диаметра светового потока, направляемого зеркалом через конденсор на объект в соответствии с диаметром фронтальной линзы объектива, и состоит из тонких металлических пластинок. При помощи рычажка их можно то соединять, полностью закрывая нижнюю линзу конденсора, то разводить, увеличивая поток света.

Кольцо с матовым стеклом, или светофильтром, уменьшает освещенность объекта. Оно расположено под диафрагмой и перемещается в горизонтальной плоскости.

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

Подставка – подковообразное основание микроскопа.

Микрометрический винт служит для незначительного перемещения тубусодержателя, а следовательно, и объектива на расстояния, измеряемые микрометрами. Полный оборот микрометрического винта передвигает тубусодержатель на 100 мкм, а поворот на одно деление опускает или поднимает тубусодержатель на 2 мкм.

Тубус, или *труба*, – цилиндр, в который сверху вставляют окуляры. Он подвижно соединен с головкой тубусодержателя и фиксируется стопорным винтом в определенном положении. Ослабив стопорный винт, тубус можно снять.

Револьвер предназначен для быстрой смены объективов, ввинченных в его гнезда. Центрированное положение объектива обеспечивает защелка, расположенная внутри револьвера.

Тубусодержатель несет тубус и револьвер.

Винт грубой наводки используют для значительного перемещения тубусодержателя, а следовательно, и объектива с целью фокусировки объекта при малом увеличении.

Предметный столик предназначен для расположения на нем препарата. В середине столика есть круглое отверстие, в которое входит фронтальная линза конденсора. У МБР-1 предметный столик круглый. На нем лежит подвижной диск. Его можно вращать вокруг оси и передвигать в двух взаимно перпендикулярных направлениях при помощи двух винтов, расположенных справа и слева от столика. На столике есть две пружинящие клеммы-зажимы, закрепляющие препарат.

Биологический микроскоп «Биолам С» (студенческий) и «Биолам Р» (рабочий). Микроскопы этой модели отличаются от МБР-1 прямоугольной подставкой, тубусодержателем коленчатой формы, предметным столиком прямоугольной формы, конденсором, имеющим дополнительную откидную линзу для работы с объективом малого увеличения (рисунки 1, Б).

Задания

1. Ознакомиться с устройством биологического микроскопа

(МБР-1 или «Биолам») и назначением его частей. Усвоить важнейшие правила работы с микроскопом.

2. Освоить методику изготовления временных препаратов.

Порядок работы

Правила обращения с биологическими микроскопами

Выполняют последовательно все операции по правилам, которые необходимо соблюдать при работе с микроскопом.

1. Работают с микроскопом всегда сидя.

2. Ставят микроскоп у края стола так, чтобы окуляр находился против левого глаза, и в течение работы его не передвигают. Тетрадь и все предметы, необходимые для работы, располагают справа от микроскопа.

3. Открывают полностью диафрагму, поднимают конденсор в крайнее верхнее положение, чтобы его фронтальная линза находилась на одном уровне с предметным столиком. Если столик неотцентрирован, его передвигают при помощи винтов так, чтобы линза конденсора попала в центр отверстия столика.

4. Ставят объектив $\times 8$ в рабочее положение – на расстояние 1 см от предметного столика. Работу с микроскопом всегда начинают с малого увеличения.

5. Глядя левым глазом в окуляр и пользуясь вогнутым зеркалом, направляют свет от окна (но не прямой солнечный) или электрической лампы в объектив, и максимально и равномерно освещают поле зрения. Правый глаз оставляют открытым.

6. Кладут препарат на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом, и, глядя сбоку, опускают объектив при помощи винта грубой наводки до тех пор, пока расстояние между фронтальной линзой объектива и препаратом не станет 4–5 мм.

7. Глядя левым глазом в окуляр и вращая винт грубой наводки на себя, плавно поднимают объектив до положения, при котором хорошо видно изображение объекта. Передвигая препарат рукой, находят нужное место, располагают его в центре поля зрения и закрепляют препарат клеммами.

Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив, вращая винт грубой наводки от себя, так как при этом фронтальная линза может раздавить покровное стекло и на ней появятся царапины.

8. Для изучения какого-либо участка объекта при большом увеличении ставят этот участок в центр поля зрения, передвигая препарат рукой. После этого поворачивают револьвер так, чтобы объектив $\times 40$ занял рабочее положение (объектив не поднимать). Смотрят в окуляр – изображение объекта будет нечетким. При помощи микрометрического винта добиваются хорошего изображения объекта.

9. Передвигают препарат при большом увеличении, только перемещая столик.

10. По окончании работы с большим увеличением поворачивают револьвер, устанавливают малое увеличение и снимают препарат. Нельзя вынимать препарат из-под объектива $\times 40$, так как рабочее расстояние его равно 0,6 мм и во время перемещения стекла легко можно испортить фронтальную линзу.

Уход за микроскопом

Только при правильном уходе микроскоп будет хорошо работать много лет. Особенно тщательно следят за чистотой оптической части: объективов, окуляров, конденсора, зеркала. Пыль с них смахивают кисточкой, приложенной к микроскопу, а затем протирают чистой хлопчатобумажной тряпочкой, которую хранят в закрытом месте. При слабом загрязнении перед протиранием можно подышать на линзы. Если такой прием не помогает и загрязнение остается, надо смочить тряпочку водой. Если же и при этом налет на линзе не удаляется, тряпочку увлажняют чистым бензином или смесью спирта с эфиром.

Совершенно недопустимо протирать линзы пальцами, случайными клочками бумаги или тряпками.

Во время работы предохраняют линзы от механических повреждений и соприкосновения с жидкостями, особенно кислотами, реактивами и красителями, применяемыми в качестве сред для срезов.

Если механические части микроскопа двигаются с трудом, не следует применять силу. Необходимо выяснить причину неполадки и устранить ее.

По окончании работы протирают чистой тряпкой все части микроскопа, накрывают его полиэтиленовым мешком и ставят в шкаф. Переносят микроскоп двумя руками: одной держат за тубусодержатель, другой – за подставку.

Изготовление временных препаратов

При изготовлении *временных* препаратов изучаемый объект помещают на предметное стекло в каплю воды или глицерина, раствора реактива или красителя и накрывают покровным стеклом. Такой препарат хранят не более месяца.

Препараты, которые можно хранить более длительный срок, называют *постоянными*.

Отдельные органы растений, например, листья некоторых видов, можно рассматривать под биологическим микроскопом целиком, без предварительного изготовления срезов. Однако число объектов, которые можно изучать на тотальных препаратах, невелико. Чаще приходится делать срезы органов, подлежащих изучению. Срезы готовят из свежих или фиксированных частей растений. Обычно для фиксации употребляют растворы спирта или формалина.

Объект зажимают между большим и указательным пальцами левой руки (большой палец должен быть ниже уровня среза), скальпелем выравнивают его поверхность, а затем делают тонкий срез бритвой, ведя ее к себе наискось одним плавным быстрым движением (не пилить!). При этом объект надо держать строго вертикально, а бритву – строго горизонтально. Обе руки должны быть совершенно свободны, не следует ими опираться на стол или прижимать к груди. Срезы снимают с бритвы мягкой кисточкой, смоченной водой, и помещают в воду, чтобы они не подсохли.

Во время работы с бритвой соблюдают следующие правила:
бритву применяют только для изготовления срезов;
не оставляют на столе открытой;
срезы с нее снимают, не касаясь твердым предметом лезвия;
после работы бритву тщательно протирают.

Временные препараты готовят, соблюдая следующую последовательность операций:

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

2. Наносят на предметное стекло каплю жидкости (вода, глицерин, раствор реактива или красителя);

3. Делают срез изучаемого

органа при помощи бритвы;

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

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

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

Тема 2 Форма клеток, хлоропласты

Материал. Микроскопы МБР-1, предметные и покровные стекла, лезвие, препаровальные иглы; листья мха мний.

Задания

1. Изготовить препарат листа мха рода мний или мниум.
2. Рассмотреть общее строение листа при малом увеличении. Зарисовать его контуры и среднюю жилку.
3. Рассмотреть край листа при большом увеличении. Найти паренхимные и прозенхимные клетки.
4. Исследовать содержимое клеток, найти хлоропласты.
5. Зарисовать пять-шесть прозенхимных и паренхимных клеток с хлоропластами, сделать обозначения.

Порядок работы

Чтобы изготовить препарат, пинцетом отрывают лист мха мний, ополаскивают его, затем помещают в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом.

При малом увеличении весь лист в поле зрения микроскопа обычно не виден, поэтому, передвигая препарат рукой, рассматривают его по частям.

Пластинка листа в основном состоит из одного слоя *паренхимных* клеток. Несколько рядов клеток по краям листа и клетки средней жилки имеют удлинённую форму. Это *прозенхимные* клетки.

По краям листа заметны одноклеточные зубчики (рисунок 2,

А, Б). Все клетки заполнены хлоропластами. Зарисовывают при малом увеличении общие контуры листа и обозначают среднюю жилку.

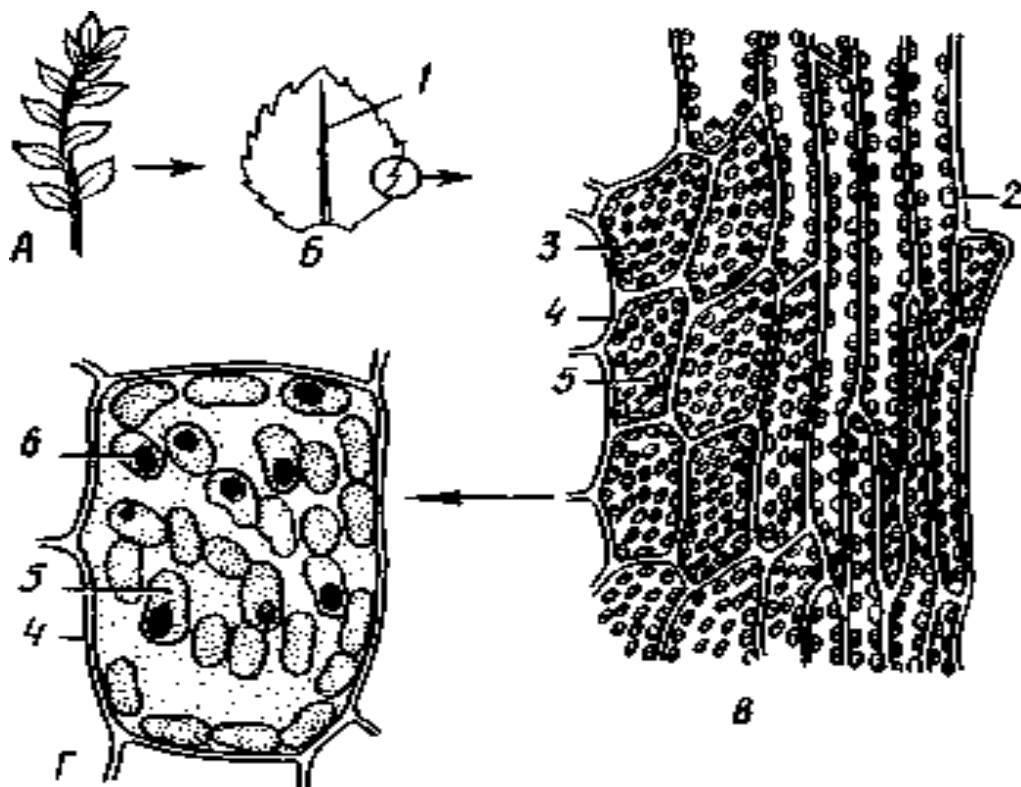


Рисунок 2 – Лист мха мний:

А, Б – лист при малом увеличении;
 В – край листа при большом увеличении;
 Г – клетка листа в растворе йода в
 йодиде калия: 1 – жилка; 2 – прозенхимная
 клетка; 3 – паренхимная клетка;
 4 – стенка клетки; 5 – хлоропласт;
 6 – первичный крахмал

При большом увеличении рассматривают более детально группу прозенхимных и паренхимных клеток на краю листа возле одного из зубчиков (рисунок 2, В). Обращают внимание на овальную форму хлоропластов. Зарисовывают при большом увеличении пять-шесть клеток края листа и делают обозначения: паренхимная клетка, прозенхимная клетка, стенка клетки, хлоропласты.

Тема 3 Строение клетки эпидермы сочной чешуи луковицы лука

Материал. Раствор йода в йодиде калия; луковица лука, микроскопы, препаровальные иглы.

Задания

1. Изготовить препарат эпидермы сочной чешуи луковицы лука.
2. Найти и рассмотреть при малом увеличении участок эпидермы, состоящий из одного слоя клеток с хорошо заметными ядрами.
3. Изучить строение клетки при большом увеличении сначала в капле воды, а затем в растворе йода в йодиде калия.
4. Зарисовать одну-две клетки и обозначить их основные части.

Порядок работы

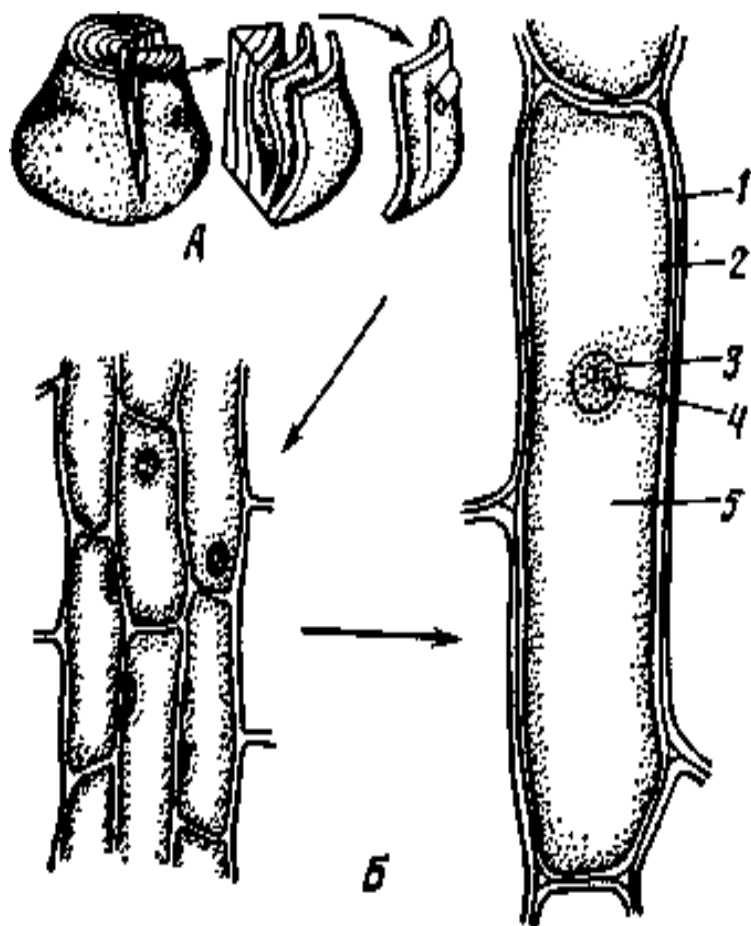


Рисунок 3 – Эпидерма сочной чешуи луковицы лука:
А – снятие эпидермы;
Б – клетки эпидерма сочной чешуи (справа – при большом увеличении, слева – при малом):
1 – стенка клетки;
2 – цитоплазма; 3 – ядро;
4 – ядрышко; 5 – вакуоль

Чтобы изготовить препарат, пинцетом или препаровальной иглой снимают эпидерму с выпуклой поверхности чешуи, помещают ее в каплю воды на предметное стекло наружной стороной кверху и накрывают покровным стеклом. Эпидерма с вогнутой стороны чешуи состоит из очень крупных клеток, которые обычно не помещаются в поле зрения при большом увеличении.

Передвигая препарат, при малом увеличении находят участок из одного слоя клеток с ясно заметными ядрами и цитоплазмой (рисунок 3, А).

Избранный участок объекта помещают в центр поля зрения и изучают при большом увеличении. На препара-

те, приготовленном в капле воды, хорошо видны светлые стенки клеток, в которых иногда заметны неутолщенные места – поры. Внутри каждой клетки в бесцветной зернистой цитоплазме можно наблюдать ядро с одним-двумя ядрышками. В более молодых клетках ядро находится в центральной части и окружено цитоплазмой, расходящейся тяжами к стенкам. Между тяжами цитоплазмы расположены вакуоли, заполненные клеточным соком. В более старых клетках ядро лежит в постенном слое цитоплазмы, а всю центральную часть занимает большая вакуоль (рисунок 3, Б).

Граница между цитоплазмой и вакуолями будет видна значительно лучше, если на клетки подействовали раствором йода в йодиде калия, который является также реактивом на белок. Реакцию можно провести, не снимая препарат со столика микроскопа. Для этого сухой стеклянной палочкой берут небольшую каплю реактива и наносят ее на предметное стекло около правого края покровного стекла, а с левой стороны кладут фильтровальную бумагу. Бумага впитывает воду из-под покровного стекла, а на ее место проникает реактив. В результате реакции белки цитоплазмы окрашиваются в желтый цвет, а белки ядра – в темно-желтый. Вакуоли представляют собой более светлые пятна. Стенки клеток остаются бесцветными.

Изучив строение клеток, зарисовывают одну-две из них и делают обозначения: стенка клетки, цитоплазма, вакуоли, ядро, ядрышко.

Тема 4 Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов

Материал. Зрелые плоды шиповника, рябины, корнеплод моркови, микроскопы, препаровальные иглы, предметные и покровные стекла.

Задания

1. Изготовить препараты клеток мякоти плодов двух-трех растений.
2. Исследовать содержимое клеток при большом увеличении и рассмотреть форму хромопластов.
3. Зарисовать одну-две клетки мякоти плодов каждого вида растения и сделать обозначения.

Порядок работы

Острием иглы надрывают кожицу зрелого плода и достают

немного мякоти. Это легко удастся, поскольку в зрелых плодах произошла естественная *мацерация* (разъединение) клеток. Мякоть переносят на предметное стекло в каплю воды, осторожно разрыхляют и накрывают покровным стеклом.

При малом увеличении находят участок со свободно лежащими клетками и при большом увеличении исследуют их. Клетки имеют округлую форму. Стенки их очень тонкие. Внутри клеток хорошо видны скопления хромопластов. В плодах рябины и боярышника хромопласты вытянутые, слегка изогнутые, с заостренными концами, в клетках плодов шиповника – овальные, в клетках плода ландыша – более или менее шаровидные (рисунок 4).

Зарисовывают при большом увеличении клетки с хромопла-

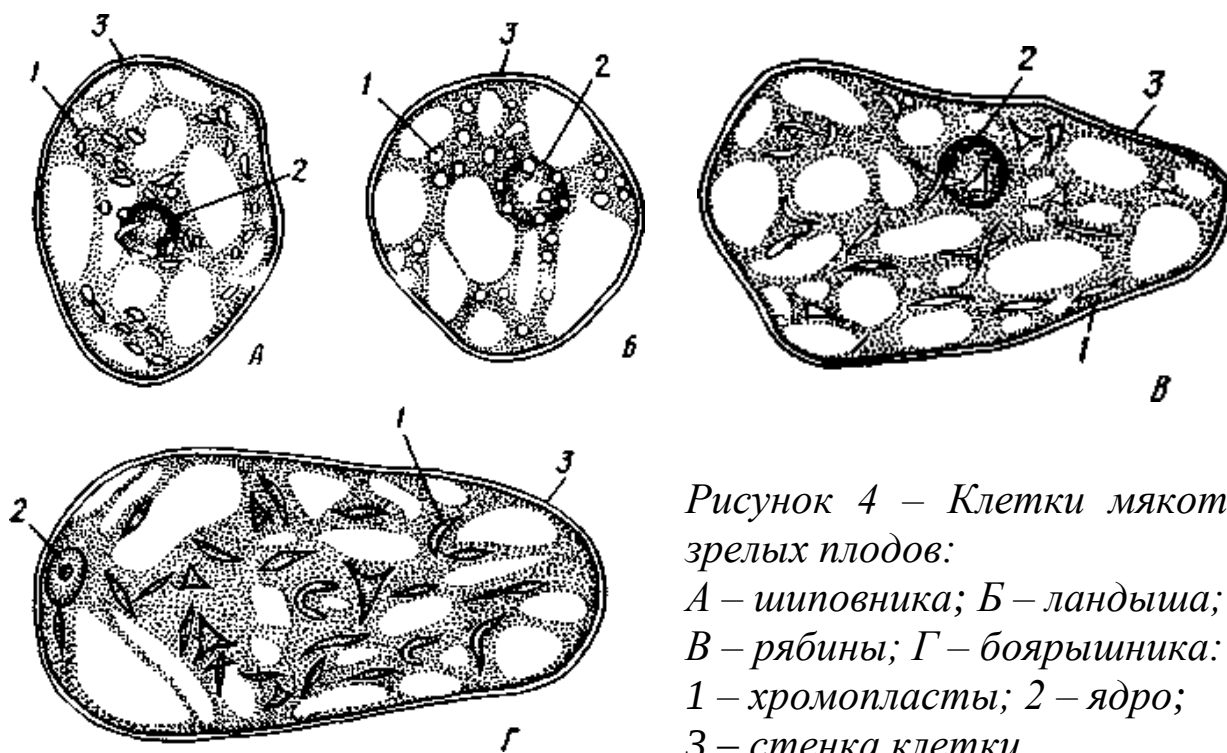


Рисунок 4 – Клетки мякоти зрелых плодов:

А – шиповника; Б – ландыша;
В – рябины; Г – боярышника:
1 – хромопласты; 2 – ядро;
3 – стенка клетки

стами из плодов двух-трех видов растений и делают обозначения: стенка клетки, хромопласты.

Контрольные вопросы

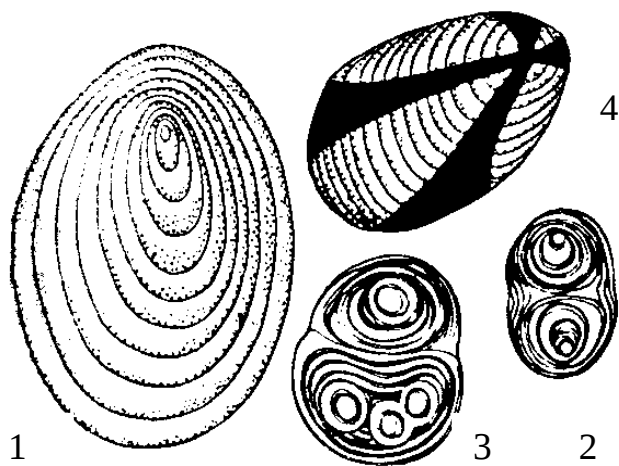
1. Что такое разрешающая способность микроскопа?
2. Как правильно смотреть в окуляр?
3. Как перейти от малого увеличения микроскопа к большому?
4. При каких условиях, для каких целей и как используют микрометрический винт?
5. Когда пользуются винтами передвижения столика?
6. Для чего нужно покровное стекло?

7. Чем отличается временный препарат от постоянного?
8. К каким двум типам можно свести все разнообразие клеток по форме?
9. Какие органеллы покрыты одной мембраной, какие – двумя?
10. Как осуществляется связь между клетками?
11. В чем отличие вращательного движения цитоплазмы от струйчатого?
12. В клетках каких органов растений чаще всего можно встретить хромопласты?
13. Какие пигменты имеются в хромопластах?
14. В результате какого процесса образуется первичный крахмал и в каких органеллах?
15. Какова форма хлоропластов высших растений?
16. Одной или двумя мембранами окружен хлоропласт?
17. Какие пластиды имеются в клетках зеленых растений?
18. В чем отличие клеток растений от клеток животных?

Тема 5 Запасные питательные вещества.

Запасной крахмал

Материал. Клубень картофеля, предварительно намоченные зерновки пшеницы, овса, семена фасоли; раствор йода в йодиде калия.



Общие замечания

Первичный (фотосинтетический) крахмал образуется из продуктов фотосинтеза в хлоропластах и имеет вид мелких крупинок. Однако здесь он не накапливается. При помощи ферментов первичный крахмал осаживается до глюкозы, которая транспортируется из листа на построение

Рисунок 5 – Крахмальные зерна картофеля: 1 – простое; 2 – полусложное; 3 – сложное; 4 – крахмальное зерно в поляризованном свете

ся до глюкозы, которая транспортируется из листа на построение

новых органов или откладывается в запас. Вторичное превращение сахара в крахмал происходит уже в лейкопластах (амилопластах), где образуются простые, полусложные или сложные зерна вторичного крахмала. Если в лейкопласте имеется одна точка (образовательный центр), вокруг которой откладываются слои крахмала, то возникает *простое* зерно, если две и более, то *сложное*, состоящее как бы из нескольких простых. *Полусложное* зерно образуется в том случае, если крахмал сначала откладывается вокруг нескольких образовательных центров, а затем после соприкосновения простых зерен вокруг них возникают общие слои (рисунок 5).

Видимая слоистость крахмальных зерен обусловлена неодинаковым гидратированием (обводнением) слоев крахмала. Она проявляется в различной степени. Расположение слоев может

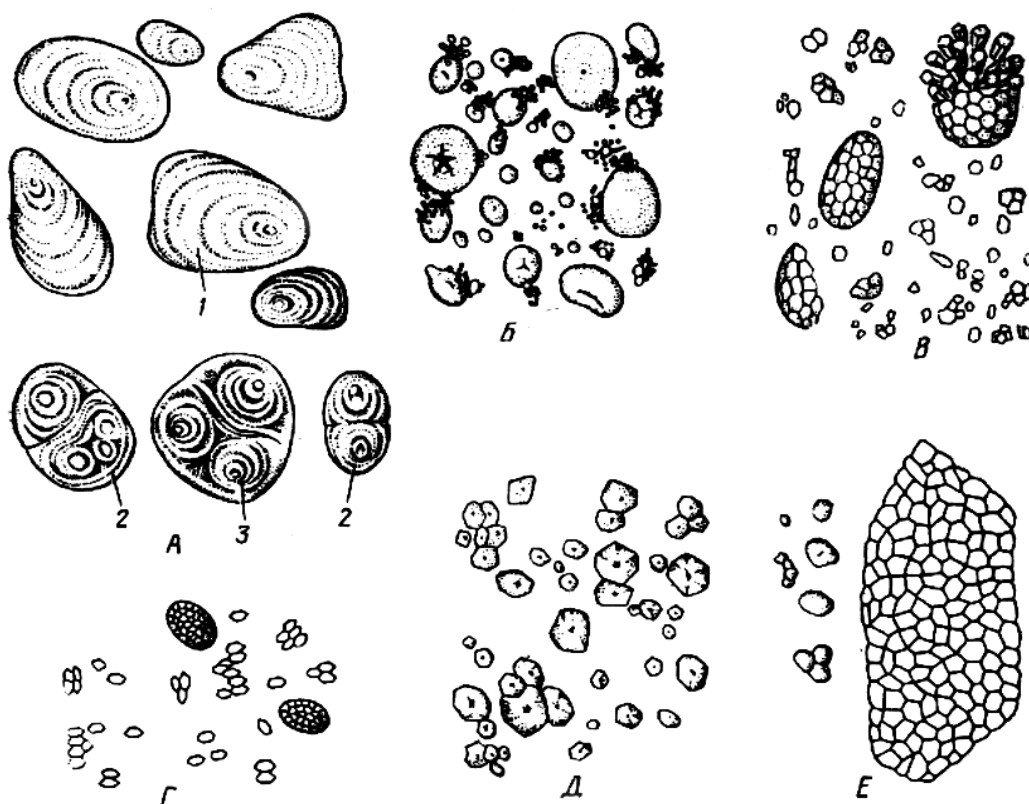


Рисунок 6 – Крахмальные зерна различных видов растений:
 А – картофель; Б – пшеница; В – овес; Г – рис;
 Д – кукуруза; Е – гречиха; 1 – простое крахмальное зерно; 2 – сложное; 3 – сложное

быть концентрическим или эксцентрическим. В последнем случае образовательный центр находится не в центре зерна, а сдвинут вбок. Вторичный крахмал – это запасной продукт. Он накапливается в специализированных органах: корневищах, клубнях, семенах, плодах и т. д. Каждому виду растений свойственна определенная форма крахмальных зерен (рисунок 6). Это обстоятельство используют при анализе состава муки.

Задания

1. Изготовить препараты крахмальных зерен картофеля, пшеницы, овса, риса, гречихи. Провести реакцию на крахмал раствором йода в йодиде калия.
2. Зарисовать при большом увеличении крахмальные зерна указанных выше растений, сохраняя пропорции между ними. Сделать обозначения.
3. Изготовить препарат из эндосперма зерновки пшеницы в капле реактива (йод + йодид калия).

Порядок работы

При изучении крахмальных зерен картофеля отрезают маленький кусочек клубня и делают им мазок по предметному стеклу в капле воды. При этом из разрушенных клеток в воду попадают крахмальные зерна, в результате чего она мутнеет. Каплю накрывают покровным стеклом и рассматривают при малом увеличении, а затем при большом. Во втором случае хорошо видны овальные и яйцевидные бесцветные крахмальные зерна с эксцентрической слоистостью. Среди множества простых крахмальных зерен картофеля можно найти сложные и полусложные. Зарисовывают несколько крахмальных зерен и делают обозначения.

Реактивом на крахмал служит слабый раствор йода в йодиде калия. Глядя в микроскоп, наблюдают, как крахмальные зерна постепенно приобретают цвета от слабо-синего до темно-синего и черного.

Крахмальные зерна пшеницы можно рассмотреть в пшеничной муке, но лучше взять их из эндосперма набухшей зерновки. Разрезав зерновку, извлекают кончиком иглы немного эндосперма и переносят его в каплю воды на предметное стекло. Затем накрывают покровным стеклом и рассматривают при большом увеличении. В поле зрения микро-

скопа видны округлые и овальные крахмальные зерна двух размеров (см. рисунок 6, Б). Более крупные характеризуются едва видимой концентрической слоистостью, а мелкие заметной слоистости не имеют. В поле зрения микроскопа могут оказаться и остатки разрушенных стенок клеток. Зарисовывают несколько крахмальных зерен пшеницы, сопоставляя по размеру с более крупными крахмальными зернами картофеля.

Крахмальные зерна овса также берут из эндосперма набухшей зерновки. При большом увеличении видны крупные овальные сложные крахмальные зерна, состоящие из большого числа многогранных простых зерен (рисунок 6, В). Видны также обломки разрушенных сложных крахмальных зерен. Слоистость зерен отсутствует. Зарисовывают одно-два сложных крахмальных зерна и несколько составляющих их простых.

Тема 6 Алейроновые зерна в клетках эндосперма зерновки пшеницы и семядолей фасоли

Материал. Предварительно намоченные зерновки пшеницы, семена фасоли; раствор йода в йодиде калия, микроскопы, препаровальные иглы, покровные и предметные стекла.

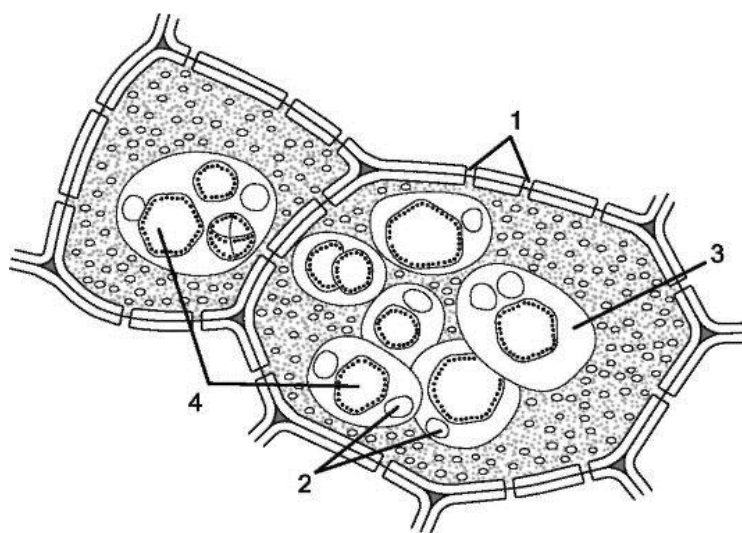


Рисунок 7 – Сложные алейроновые зерна:
1 – поры в оболочке; 2 – глобоиды;
3 – аморфная белковая масса;
4 – кристаллоиды, погруженные в аморфную белковую массу

Общие замечания

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

Они аморфны. Если алейроновые зерна не имеют заметной внутренней структуры, их называют *простыми*. Иногда же в них среди аморфного белка можно заметить один или несколько *белковых кристаллов*. В отличие от настоящих кристаллов кристаллы белка набухают в воде, слабых кислотах и щелочах, окрашиваются красителями. Кроме того, в алейроновых зернах встречаются блестящие бесцветные тельца округлой формы, содержащие запасной фосфор, – *глобоиды*. Алейроновые зерна с кристаллами и глобоидами называют *сложными* (рисунок 7). При обогащении клетки водой алейроновые зерна растворяются. Подобно крахмальным зернам каждому виду растений свойственны алейроновые зерна определенной структуры. Запасные белки – *простые* в отличие от *сложных конституционных* белков, составляющих основу протопласта (живой части клетки).

Задания

1. Найти при малом, а затем при большом увеличении алейроновый слой и рассмотреть алейроновые зерна зерновки пшеницы на постоянном препарате.
2. Зарисовать несколько клеток алейронового слоя, а также три-четыре клетки эндосперма с крахмалом, спермодерму (семенную кожуру) и сухой околоплодник (покров зерновки). Сделать рисунок и обозначения.
3. Изготовить препарат поперечного среза семядоли фасоли, подействовав на него каплей раствора йода в йодиде калия.
4. Рассмотреть при большом увеличении содержимое клеток – алейроновые и крахмальные зерна. Зарисовать одну-две клетки и сделать обозначения.

Порядок работы

Для рассмотрения алейронового слоя эндосперма зерновки *пшеницы* пользуются готовым постоянным препаратом.

При малом увеличении находят тонкий участок среза, на котором видна золотистая полоска клеток алейронового слоя, расположенного сразу же под спермодермой и околоплодником. В результате реакции с йодом белок приобретает желтую окраску. При большом увеличении видно, что клетки алейронового слоя плотно сомкнуты, имеют кубическую форму и заполнены мелкими алейроновыми зернами. При увеличении 90×15 можно увидеть, что

внутри алейроновых зерен, несмотря на их малый размер, есть включения. Следовательно, алейроновые зерна пшеницы сложные. Иногда в центре клетки заметно ядро (рисунок 8). Наибольшее количество запасного белка содержат зерновки твердой пшеницы. Этим объясняют их высокие технологические качества. А глубже лежащие клетки эндосперма зерновки содержат крахмальные зерна.

Зарисовывают несколько клеток алейронового слоя, спермодерму, слипшуюся с сухим околоплодником, и клетки эндосперма с крахмальными зернами и делают обозначения.

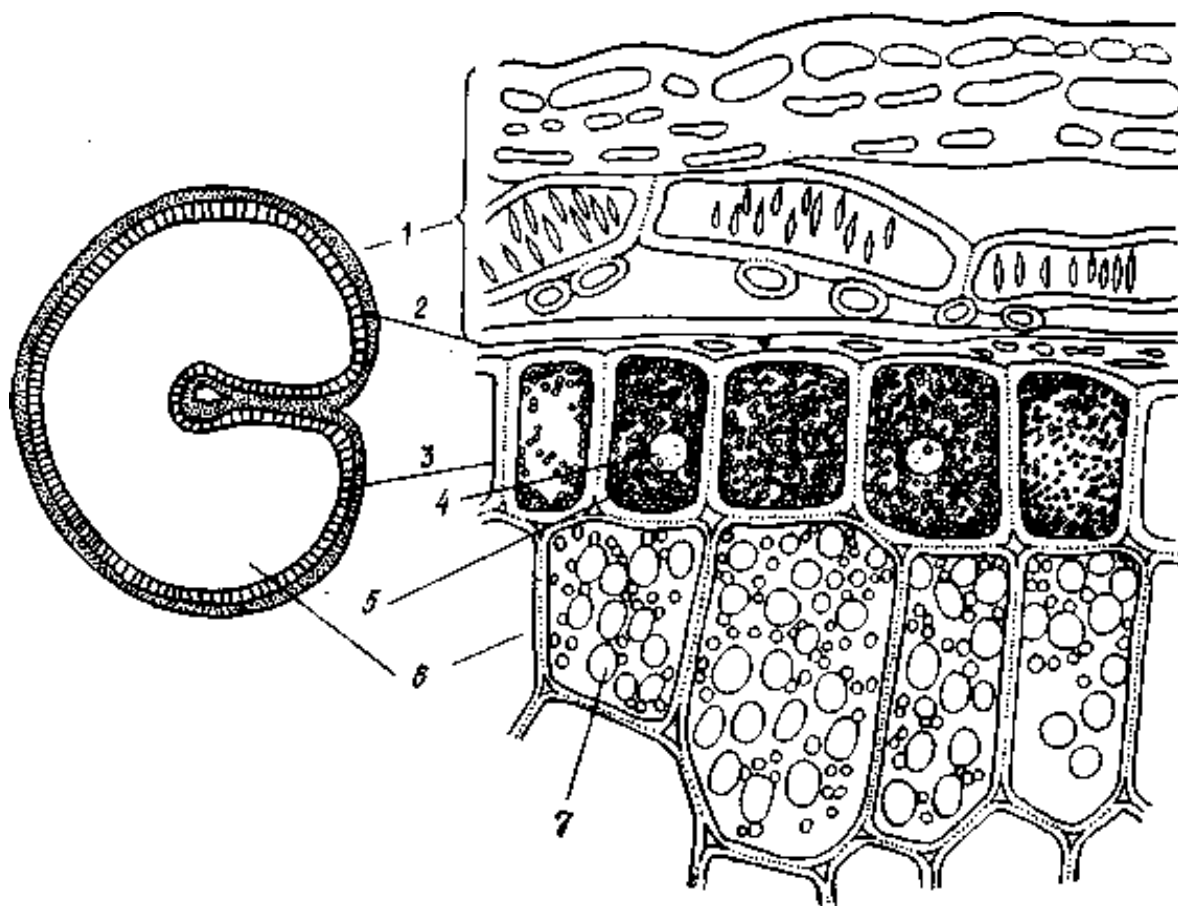


Рисунок 8 – Зерновка пшеницы на поперечном разрезе:

1 – околоплодник; 2 – спермодерма; 3 – алейроновый слой; 4 – ядро; 5 – алейроновые зерна; 6 – клетки эндосперма с крахмальными зернами; 7 – крахмальные зерна

Для обнаружения алейроновых и крахмальных зерен в семядолях *фасоли* готовят препарат из тонкого среза, поместив его на предметное стекло в каплю реактива с добавлением капли глицерина. Находят при малом увеличении тонкий участок среза. При большом увеличении видно, что семядоля *фасоли* состоит из

крупных паренхимных клеток с небольшими межклетниками. Внутри клеток хорошо заметны большие овальные крахмальные зерна с разветвленной трещиной в середине и между ними – золотисто-желтые простые алейроновые зерна.

Зарисовывают одну-две клетки и делают обозначения: алейроновые зерна, крахмальные зерна.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение первичному и вторичному крахмалу?
2. Каковы отличия между простым, полусложным и сложным крахмальными зернами?
3. Как образуются простые и сложные крахмальные зерна?
4. Чем обусловлена слоистость крахмальных зерен?
5. Зависит ли форма крахмальных зерен от вида растений?
6. Чем отличаются запасные и конституционные белки?
7. Как образуются алейроновые зерна?
8. В чем отличие простых алейроновых зерен от сложных?
9. В каких частях клетки локализуется запасной белок?
10. В каких органах накапливается запасной белок?

Самостоятельная работа

Используя материалы лекций, учебник и другие учебные пособия, заполните таблицы 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Растительная клетка и её органоиды

Структурная единица клетки	Особенности строения	Выполняемые функции
Клеточная стенка		
Плазматическая мембрана		
Ядро		
Цитоплазма		
Органоиды:		

Таблица 2 – Видоизменения клеточной стенки

Характер видоизменения	Вещества, вызывающие видоизменения	Характерные свойства измененной оболочки
Утолщение		

Продолжение таблицы 2

Одревеснение		
Опробковение		
Кутинизация		
Минерализация		
Ослизнение		

Таблица 3 – Пигменты растительной клетки

Пигмент	Место- нахождение в клетке	Окраска	Биологи- ческая роль	Орган растения
Хлорофилл				
Каротино- иды				
Флавонои- ды				
Порфири- ны				
Хиноны				

*ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
ПО ТЕМЕ: «ЦИТОЛОГИЯ»*

1. В состав элементарных мембран входят...

- 1) липиды;
- 2) белки;
- 3) углеводы.

2. Связь между клетками организма осуществляется благодаря...

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

3. Синтез белка осуществляется...

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

4. Синтез АТФ осуществляется...

- 1) рибосомами;
- 2) хлоропластами;
- 3) митохондриями.

5. Каротиноиды содержатся...

- 1) в хромопластах;
- 2) лейкопластах;
- 3) хлоропластах.

6. Регулирует осмотические процессы в клетке...

- 1) клеточная стенка;
- 2) вакуоль;
- 3) цитоплазма;
- 4) ядро.

7. В клеточном соке накапливаются в качестве запасных веществ...

- 1) крахмал;
- 2) сахароза;
- 3) белок;
- 4) инулин.

8. В виде алейроновых зерен откладываются...

- 1) жиры;
- 2) белки;
- 3) крахмал;
- 4) гликоген.

9. В состав клеточной стенки входят...

- 1) белки;
- 2) пектины;
- 3) жиры;
- 4) целлюлоза;
- 5) гемицеллюлоза.

10. Одревеснение клеточной стенки связано с отложением в ней...

- 1) суберина;
- 2) лигнина;
- 3) кутина;
- 4) целлюлозы.

11. В клеточном соке встречаются следующие пигменты:

- 1) хлорофилл;
- 2) антоциан;
- 3) каротиноиды;
- 4) флавоны.

12. Хранение, передачу и реализацию генетической информации обеспечивают...

- 1) ядерная оболочка;
- 2) ядерный сок;
- 3) хромосомы;
- 4) ядрышко.

ТКАНИ

Тема 7 Образовательные ткани. Первичная меристема

Материал. Постоянный микропрепарат верхушечной почки побега элодеи, микроскопы, предметные и покровные стекла, таблицы.

Общие замечания

Меристема обуславливает рост органов растения в длину и толщину в связи с делением клеток и их дифференциацией. Различают первичную и вторичную меристемы. *Первичная* меристема возникает в самом начале развития нового организма из оплодотворенной яйцеклетки, которая путем деления образует зародыш. В проростке она присутствует в виде конуса нарастания стебля и корня.

В основании конуса нарастания в первичной меристеме закладывается *прокамбий*. При этом клетки меристемы делятся преимущественно продольными перегородками, удлиняются путем скользящего роста, концы их заостряются. Так возникает прокамбиальный тяж, состоящий из прозенхимных меристематических клеток, из которых впоследствии дифференцируются проводящие и механические ткани или вторичная меристема – *камбий*. *Вторичной* называют меристему, возникшую из какой-либо уже дифференцированной ткани.

Ткани, которые образуются из первичной меристемы, называют *первичными*, а из вторичной меристемы – *вторичными*.

Задание

1. Ознакомиться с общими чертами микроскопического строения верхушки стебля и отличительными признаками меристемы конуса нарастания, рассмотрев постоянный микропрепарат продольного среза верхушечной почки элодеи. Зарисовать и сделать обозначения.

Порядок работы

Рассматривают первичную меристему верхушки стебля водяного растения элодеи на постоянном препарате.

При малом увеличении в центральной части продольного

разреза почки находят удлинённый *конус нарастания* с верхушкой округлой формы (рисунок 9, А). Над конусом нарастания виден как бы свод, образованный листьями, идущими от основания почки. Передвигая постепенно препарат, прослеживают возникновение и рост этих листьев. Так, на некотором расстоянии от конуса нарастания на поверхности стебля появляются бугорки – это самые молодые *зачатки листьев*. Чем ниже по стеблю, тем бугорки больше, постепенно они вытягиваются, приобретают форму листьев (*примордии*). Над основанием (в пазухе) более крупных листьев имеется еще по одному бугорку, из которых в дальнейшем образуются *пазушные почки*, они дадут начало боковым ветвям.

Делают контурный рисунок почки, обозначив на нем конус нарастания, листовые бугорки и бугорки пазушных почек. Затем рассматривают конус нарастания при большом увеличении. Отмечают, что он образован паренхимными клетками. В центре клетки находится крупное темноокрашенное ядро. Границы клеток разли-

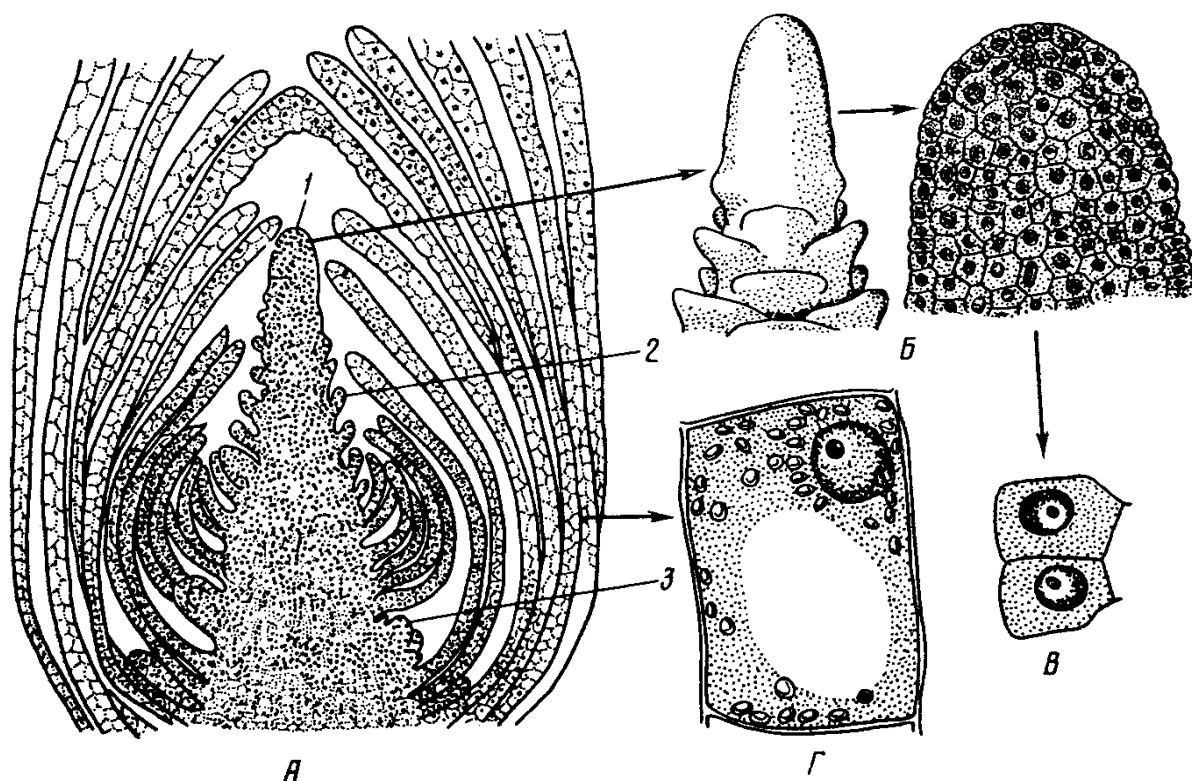


Рисунок 9 – Верхушечная почка побега элодеи: А – продольный разрез; Б – конус нарастания (внешний вид и разрез); В – клетки первичной меристемы; Г – клетка из сформировавшегося листа: 1 – конус нарастания; 2 – зачаток листа; 3 – бугорок пазушной почки

чаются с трудом, так как стенки их тонкие и прозрачные, а густая цитоплазма окрашена довольно интенсивно. Если переместить препарат и рассмотреть клетки, расположенные ниже, можно заметить, что по мере удаления от конуса нарастания содержимое клеток становится светлее, в цитоплазме появляются вакуоли, а размеры самих клеток увеличиваются. Стенки клеток видны четко. Величина ядер почти не изменяется, поэтому ядро занимает относительно меньшую часть разросшейся клетки. Такое превращение меристемы в специализированную ткань особенно хорошо выражено в крупных листьях, прикрывающих конус нарастания.

Зарисовывают две-три клетки конуса нарастания, а рядом с ними для сравнения одну-две клетки специализированной ткани из листа, прикрывающего конус нарастания. Обозначают части клетки.

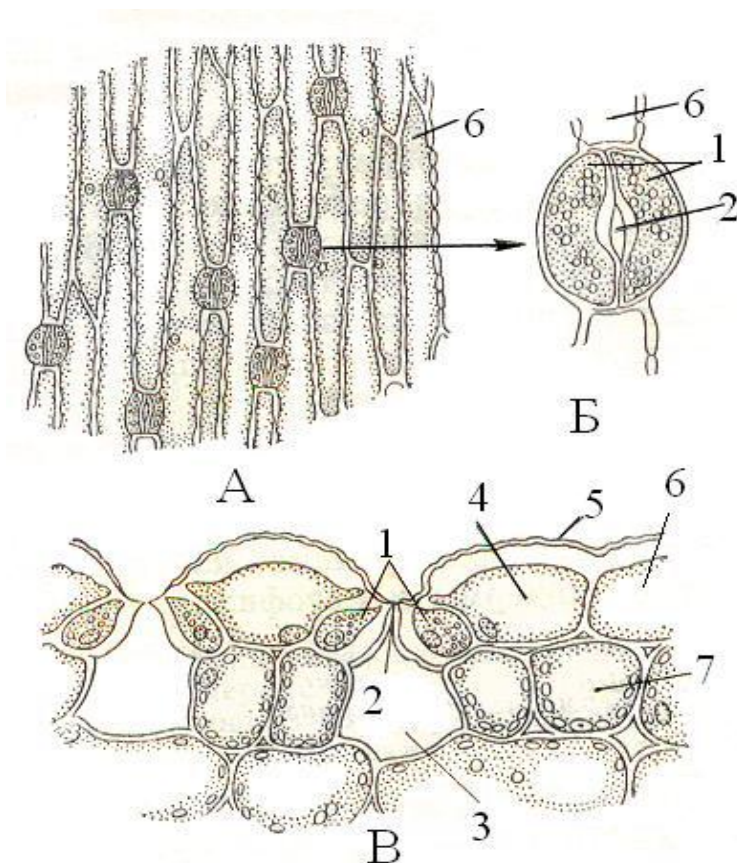
Контрольные вопросы

1. Каковы характерные признаки меристематической ткани?
2. В чем отличие первичной меристемы от вторичной?
3. Как классифицируют меристемы по расположению?
4. Деятельность какой меристемы обуславливает нарастание органа в длину и какой – в толщину?
5. Функционирование какой меристемы обуславливает приподнимание полегших стеблей мятликовых?
6. За счет чего идет зарастание ран на органах растения?

ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

Все органы растения снаружи покрыты покровными тканями. Через них осуществляется связь растения с внешней средой (почвой и атмосферой). Покровные ткани защищают растение от неблагоприятных воздействий внешней среды (излишнее испарение, резкая смена температуры окружающего воздуха, солнечный перегрев, сильный иссушающий ветер и т. д.) и разрушительного действия грибов и бактерий. Основной функцией покровных тканей является регулирование газообмена и транспирации, а также механическая защита от внешних воздействий. К покровным тканям относятся эпидерма, пробка и корка.

Эпидерма. Эпидерма (кожица) покрывает все части однолетних растений и молодые побеги многолетних древесных растений с весны до осени текущего года. Эпидермой покрыты все надземные



*Рисунок 10 – Эпидерма листа кукурузы:
 А – вид с поверхности; Б – устьичный
 аппарат; В – поперечный разрез:
 1 – замыкающие клетки; 2 – побочная
 клетка; 3 – воздушная полость;
 4 – основные клетки эпидермы;
 5 – кутикула; 6 – клетки мезофилла*

травянистые части растений (листья, стебли, цветки). У древесных растений и кустарников эпидерма сменяется пробкой, а затем коркой.

Эпидерма у большинства растений состоит из одного слоя паренхимных клеток; они обычно прозрачные, плотно прилегают друг к другу и не имеют межклеточных пространств. Соединение клеток эпидермы с прилегающими к ней тканями довольно слабое, поэтому она легко снимается в виде тонкой прозрачной пленки (например, лук, традесканция). Эпидерма является живой тканью, и все клетки ее имеют живое содержимое. Цитоплазма в них

расположена в виде тонкого постенного слоя, и около стенки клетки можно видеть ее движение. Вакуоль занимает центральное положение, отодвигая цитоплазму и ядро с окружающими его лейкопластами к стенке клетки. Через клетки кожицы просвечиваются глубже лежащие слои, в которых содержатся хлоропласты. Клетки кожицы обычно не содержат хлоропластов; исключение составляют некоторые водные растения, папоротники, растения, произрастающие в тени. Кожица этих растений окрашена в зеленый цвет. Иногда клетки кожицы имеют синюю или фиолетовую окраску, которую им придает окрашенный клеточный сок (например, краснокочанная капуста). При рассматривании клеток эпидермы с поверхности можно заметить, что они имеют различное строение у разных растений. У од-

нодольных растений клетки эпидермы вытянуты в длину (рисунок 10).

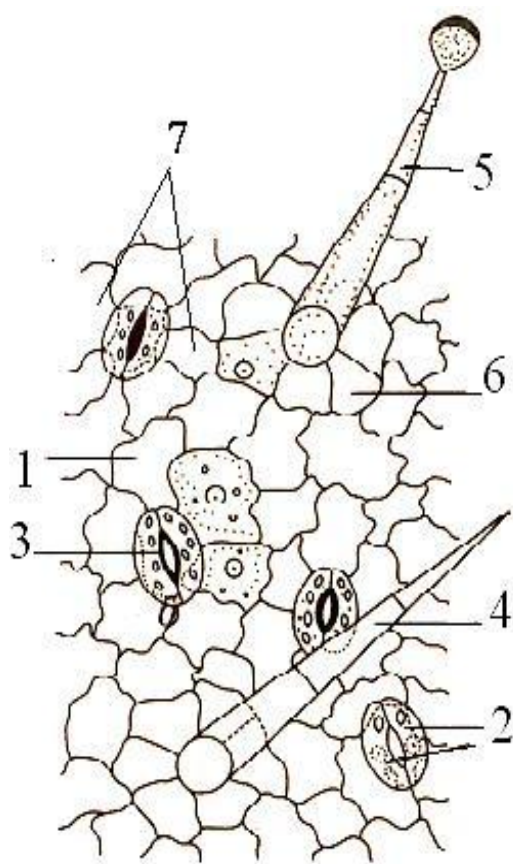


Рисунок 11 – Эпидерма нижней стороны листа пеларгонии:

- 1 – основные клетки эпидермы;*
- 2 – замыкающие клетки устьица;*
- 3 – устьичная щель;*
- 4 – кроющий волосок;*
- 5 – железистый волосок*

Вытянутые в длину клетки можно наблюдать в таких частях растения, которые сами удлинены, например, в черешках листьев, жилках листа.

У большинства двудольных растений эпидермальные клетки имеют извилистые боковые стенки, при помощи которых происходит прочное соединение клеток между собой (рисунок 11).

Эпидерма верхней стороны листа может отличаться от эпидермы нижней стороны формой клеток и их размерами, различной толщиной стенок и т. д. Для предохранения растений от неблагоприятного воздействия внешней среды на эпидерме многих растений имеются защитные приспособления, такие как кутикула: восковой налет, волоски. Стенки клеток эпидермы имеют неравномерное утолщение, наиболее

сильно утолщены наружные стенки. Наружная поверхность клеток эпидермы многих растений пропитывается жироподобным веществом – *кутином*, который образует пленку – *кутикулу*.

Кутикула. В виде сплошной бесцветной пленки кутикула покрывает листья и молодые стебли, встречается на частях цветка и плодах.

Толщина кутикулы у разных растений различная и часто зависит от условий окружающей среды. Поверхность кутикулы в основном гладкая, но иногда на ней бывают различные складки. Кутикула предохраняет растение от излишнего испарения, она хорошо развита у растений, произрастающих в засушливых районах.

Восковой налет. Образуется на поверхности надземных частей растения: плодах слив, винограда, стеблях ивы, клещевины и т. д. Восковые отложения по своей форме бывают в виде зернышек, палочек или составляют однородные слои. Толщина воскового слоя на листьях некоторых пальм может достигать 5 мм. Листья, имеющие на поверхности кутикулу и восковой налет, не смачиваются водой.

Волоски. Представляют собой выросты клеток эпидермы, могут покрывать растение целиком или какие-либо отдельные его части. Волоски могут быть как живыми, так и мертвыми. Волоски могут оставаться живыми в течение всей жизни того органа, на котором они находятся. В мертвых волосках все содержимое отмирает, и они находятся на растении в сухом состоянии. Основной функцией волосков является уменьшение испарения влаги, а также предохранение растения от резких колебаний температуры и перегрева. По своему строению волоски бывают одноклеточными и многоклеточными. Из одноклеточных волосков наиболее простыми являются выросты в виде сосочков, которые встречаются на лепестках некоторых цветков и придают им бархатистость (анютины глазки, львиный зев). Одноклеточные волоски бывают простыми, например на листьях яблони, и ветвистыми. На эпидерме листа пастушьей сумки встречаются одноклеточные волоски трех типов: конические (с широким основанием и узким заостренным концом), вильчатые (2-конечные) и разветвленные. Разветвления часто бывают 3-6-конечные. Поверхность волоска может быть гладкой или покрыта бородавочками, которые хорошо заметны под микроскопом.

Многоклеточные волоски бывают различной формы и могут состоять из одного ряда клеток или из нескольких рядов. Многоклеточные волоски могут сильно ветвиться и напоминать небольшое дерево. Такие волоски находятся на обеих сторонах листьев коровяка (рисунок 12).

Волоски бывают *звездчатые* (разветвления расположены в одной плоскости) и *чешуйчатые* (состоящие из дисковидной многоклеточной пластинки). Встречаются *железистые* (головчатые) волоски, в которых могут накапливаться эфирные масла. Такой волосок состоит из одноклеточной или многоклеточной ножки, а на конце его находится одноклеточная или многоклеточная головка. Железистые волоски встречаются на листьях красавки, дурма-

на, белены, наперстянки, шалфея, мяты и др. На листьях и стеблях крапивы находятся жгучие волоски. Они очень ломкие, так как пропитаны кремнеземом. Острые края волоска при его поломке ранят кожу. Внутри волоска содержится муравьиная кислота, которая сильно раздражает кожу. Жгучий волосок имеет форму полый иглы, которая заканчивается наверху маленькой круглой головкой. Основание волоска погружено в многоклеточную подставку. Ломается волосок обычно в самом тонком месте, которое находится под головкой.

Когда фотосинтез прекращается, что бывает в ночные часы, наблюдаются обратные явления. Концентрация клеточного сока в замыкающих клетках устьиц и в прилегающих эпидермальных клетках уравнивается. Это ведет к падению тургора и оттоку воды из замыкающих клеток в соседние клетки эпидермы, при этом устьица закрываются. Устьица бывают закрыты, если происходит увядание листа, так как замыкающие клетки неспособны поддерживать тургорное состояние. Такое состояние в клетках листа может наступить при сухой и жаркой погоде. При закрытых устьицах происходит сохранение влаги внутри растения.

У однодольных растений полулунные клетки устьиц и щели между ними расположены в одном направлении, т. е. по длине всех клеток эпидермы. У двудольных растений устьица и их щели расположены в самых различных направлениях. Такая ориентация устьиц может служить морфологическим признаком для отличия листьев однодольных растений от двудольных.

Устьица обычно находятся на обеих сторонах листа. На нижней стороне листа их бывает больше, чем на верхней. Устьица могут быть лишь на какой-либо одной стороне листа, чаще на нижней. У водных растений с листьями, плавающими на поверхности воды, устьица расположены только на верхней стороне, которая сообщается с атмосферой. У растений с погруженными в воду листьями устьица могут отсутствовать. Количество устьиц на листьях очень велико и колеблется от 100 до 700 на 1 мм^2 .

Гидатоды. Кроме воздушных устьиц, имеются устьица, которые выделяют воду и называются гидатодами. Через гидатоды на поверхность листа выделяется вода в виде капель. Этот процесс выделения воды через гидатоды называется *гуттацией*. Обычно гидатоды расположены по краю листа. Они всегда открыты, так как не имеют механизма открывания и закрывания.

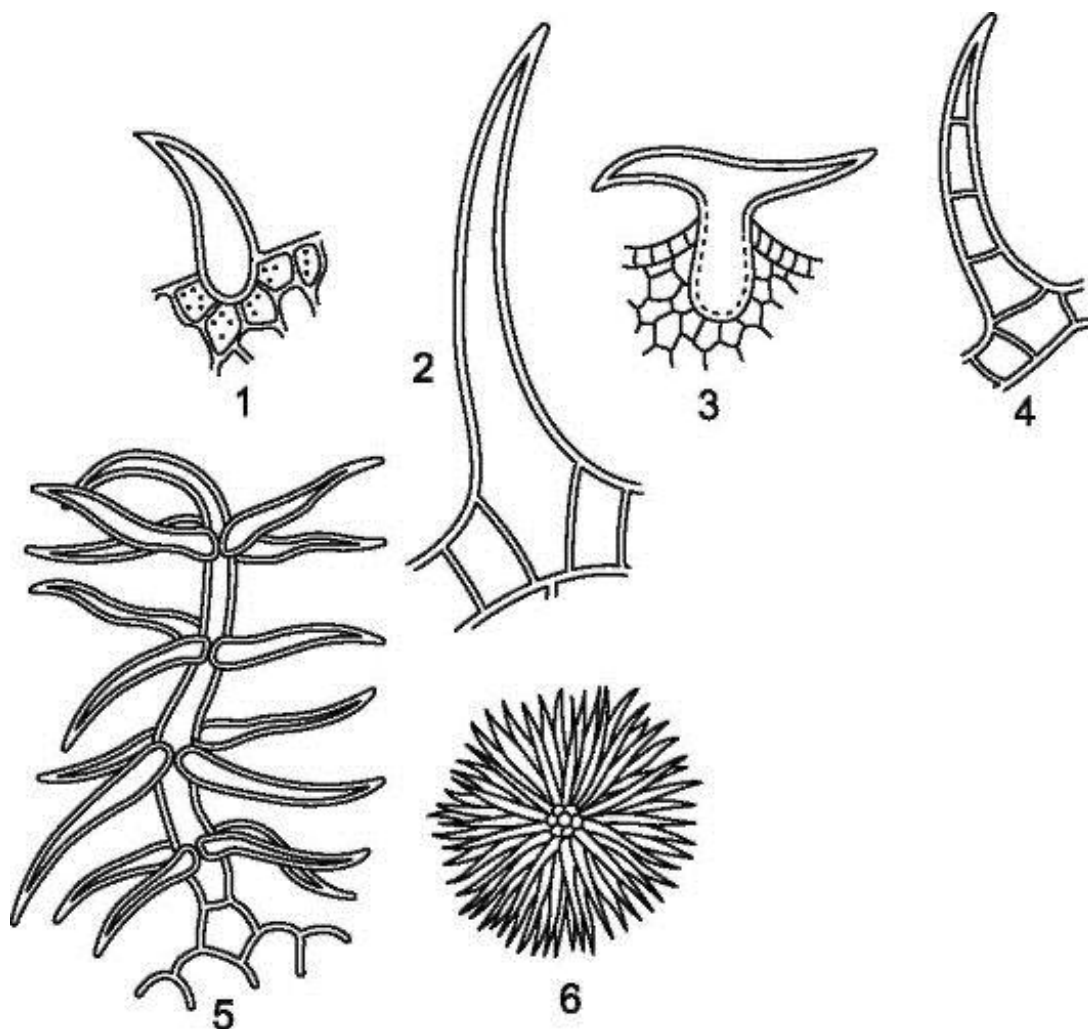


Рисунок 12 – Волоски: 1, 2 – подмаренника; 3 – хмеля;
4 – наперстянки; 5 – коровяка; 6 – лоха

Пробка и перидерма. Многолетние растения бывают покрыты эпидермой в течение одного вегетационного периода. Обычно к осени эпидерма отмирает, и ей на смену возникает новая, вторичная покровная ткань – *пробка* (перидерма). Перидерма является комплексом тканей, которые покрывают тело растения после отмирания эпидермы. Она возникает на поверхности стеблей и корней у древесных двудольных растений и у голосеменных. Эти растения имеют способность непрерывно утолщаться. Уже осенью первого года жизни у древесных растений все их части, которым предстоит зимовать, бывают покрыты перидермой. Окраска этих частей растения вместо зеленой становится бурой и серой. Это свидетельствует о том, что уже произошла смена эпидермы на пробку.

Перидерма является сложной многослойной тканью, по происхождению вторичной. Она состоит из трех тканей: пробки (феллемы), пробкового камбия (феллогена) и пробковой паренхимы (феллодермы).

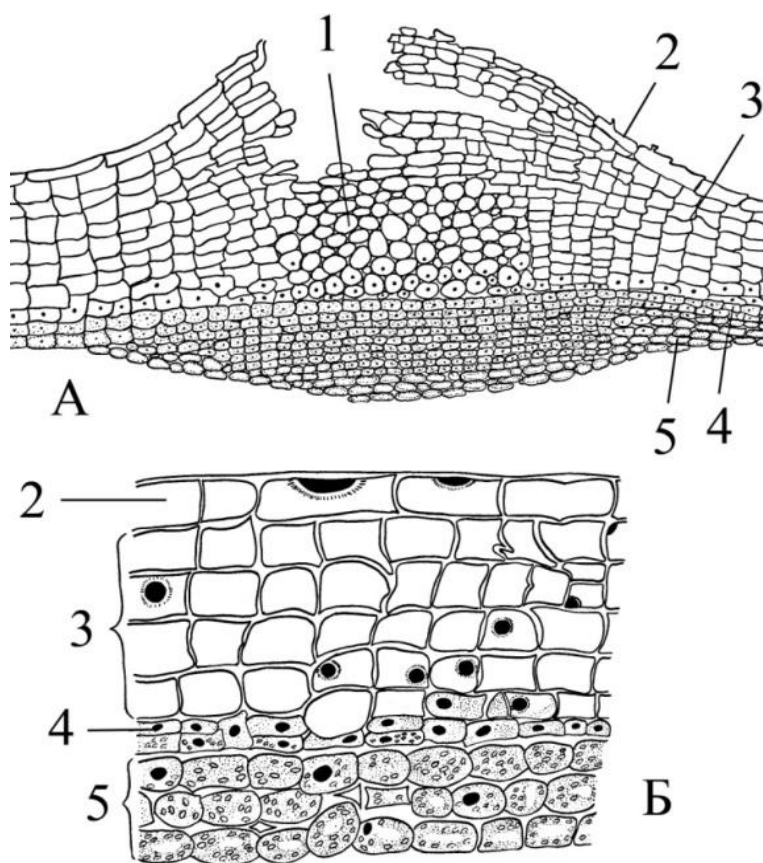


Рисунок 13 – Перидерма стебля бузины: А – чечевичка; Б – участок перидермы: 1 – выполняющая ткань; 2 – остатки эпидермы; 3 – пробка (феллема); 4 – пробковый камбий (феллоген); 5 – феллодерма

гаются радиальными рядами.

Пробка – ткань многослойная, оболочки ее клеток утолщаются и пропитываются суберином; в оболочках нет пор, они становятся не проницаемыми ни для воды, ни для газов. Все живое содержимое клеток отмирает, полости внутри клеток заполняются воздухом. Клетки пробки часто имеют коричневый или желтый цвет, который зависит от наличия смолистых или дубильных веществ. Белый цвет пробки березы зависит от присутствия внутри клеток белого зернистого вещества бетулина. Пробковая ткань является хорошим изоляционным материалом, не проводящим теп-

Пробковый камбий (феллоген) является однослойной вторичной образовательной тканью. Он образует клетки в двух направлениях: наружу – клетки пробки (феллемы), а внутрь – клетки феллодермы. Клеток пробки образуется значительно больше, чем клеток феллодермы.

Пробка (перидерма) является вторичной покровной тканью; клетки пробки вытянуты в длину и плотно прилегают друг к другу, не имеют межклеточных пространств, распола-

ло, электричество и звук.

Внутри стебля пробковый камбий откладывает живую ткань – *феллодерму*. Паренхимные клетки феллодермы содержат хлоропласты, и в них может образовываться крахмал (рисунок 13).

Образование перидермы происходит при возникновении вторичной образовательной ткани – пробкового камбия (*феллогена*), который может иногда возникать из клеток эпидермы или, чаще, из других тканей (колленхимы, паренхимы), расположенных глубже в коре, под эпидермой. Эти ткани при определенных условиях способны образовывать меристематическую (образовательную) ткань – пробковый камбий. Пробковый камбий может закладываться по всей окружности органа, например стебля или корня. В этом случае перидерма также образуется по всей поверхности органа. Перидерма может образовываться и на отдельных участках. Растения, покрытые перидермой, надежно защищены от резких колебаний температуры, излишнего испарения, поражения различными грибами и бактериями. У различных видов растений толщина пробкового слоя различна. На стволах деревьев она может достигать нескольких сантиметров. Особенно хорошо развита пробка у пробкового дуба, амурского бархатного дерева, пробкового вяза.

Чечевички. Пробка совершенно изолирует от внешней среды те части растения, которые она покрывает. Для обеспечения газообмена и испарения в пробке имеются специальные образования – чечевички. Это название они получили за внешнее сходство с семенами чечевицы. Чечевички возникают обычно в тех местах, где находились устьица в эпидерме, но их бывает значительно меньше, чем устьиц. На поверхности стеблей чечевички выглядят в виде небольших округлых или овальных бугорков. На стволах березы они имеют вид коричневых полос, расположенных поперек ствола. В тех местах, где образуется чечевичка, пробковый камбий откладывает наружу большое количество округлых рыхлых клеток. Пространства между ними заполнены воздухом. Этот слой рыхлых опробковевших клеток, который составляет чечевичку, называется *выполняющей тканью* (рисунок 13). Когда происходит образование чечевички, то рыхлые клетки выполняющей ткани прорывают эпидерму и поверхностные слои пробки. Таким образом, устанавливается связь между внутренними слоями стебля и окружающей средой; воздух при этом может свободно проникать внутрь.

Корка. Корка возникает у древесных растений и кустарников в различное время: у сосны на 8-10-м году жизни, у дуба позднее – на 25-30-м году. Образование корки происходит вследствие того, что стебель к этому времени достаточно сильно утолщается и разрывает покрывающую его снаружи перидерму. Под разорванным слоем перидермы глубже, в коре, закладывается новый слой пробкового камбия и возникает новый слой перидермы. Все ткани, которые окажутся расположенными наружу от этого внутреннего слоя перидермы, отмирают. Через некоторое время этот процесс повторяется, т. е. внутренний слой перидермы от давления разрастающегося стебля также разрывается и снова глубже, в коре, образуется новый слой перидермы. Этот процесс многократно повторяется, поэтому корка утолщается, а трещины в ней становятся более глубокими. Корка является мертвой покровной тканью. В состав корки входят прослойки перидермы (пробковой ткани) и изолированные этими прослойками участки других тканей (паренхима, колленхима, участки луба и др.). Корка снаружи слущивается, благодаря чему растение освобождается от спор грибов, лишайников. Таким образом, она надежно защищает растение от неблагоприятных условий внешней среды. Корку всегда можно увидеть у древесных растений на нижних участках ствола.

Тема 8 Первичная покровная ткань – эпидерма

Материал. Свежие или фиксированные листья ириса, постоянный микропрепарат поперечного среза листа ириса, микроскопы, таблицы.

Общие замечания

Покровные ткани предохраняют органы растения от высыхания, а также от воздействия высоких и низких температур, механических повреждений и других неблагоприятных факторов внешней среды. Классифицируют их по происхождению.

Первичная покровная ткань – *эпидерма* – образуется из верхнего слоя клеток апикальной первичной меристемы стебля – протодермы. У большинства растений она состоит из одного слоя плотно сомкнутых клеток. Стенка клетки, граничащая с внешней средой, более толстая, чем остальные. Клетки эпидермы выделяют

на ее поверхность слои кутина и воска (кутикула). Хлоропластов в этих клетках мало, и они фотосинтетически неактивны. В эпидерме есть особые образования – устьичные аппараты, выполняющие функции газообмена и транспирации.

Задания

1. Изучить детали строения замыкающих клеток устьичного аппарата, рассмотрев постоянный препарат поперечного среза листа ириса или используя таблицы.

2. Зарисовать несколько клеток эпидермы и устьичный аппарат листа ириса, сделать обозначения.

Порядок работы

На постоянном препарате поперечного среза листа ириса находят устьичный аппарат на эпидерме нижней части листа и рассматривают его при большом увеличении. Среди относительно крупных клеток эпидермы расположены углубления с двумя маленькими яйцевидными *замыкающими клетками*, направленными острыми концами друг к другу. Между ними есть щель, а под ними всегда находится крупная *воздушная полость*. На срезе хорошо видно, что наружная и внутренняя стенки замыкающих клеток, образующие в направлении щели острый угол, сильно утолщены. Это утолщение постепенно уменьшается в направлении от щели. При увеличении тургора тонкая часть стенки растягивается, утолщенные же части растянуться не могут, вследствие этого угол между ними становится тупым, при этом замыкающие клетки в поперечном сечении делаются более округлыми и между ними возникает щель – *устье* (рисунки 10, 11). Обращают внимание на то, что наружная стенка клеток эпидермы гораздо толще боковых и внутренней.

Зарисовывают устьичный аппарат с прилегающими клетками эпидермы и мезофилла листа, обозначают: замыкающие клетки, устье, воздушную полость, клетки эпидермы и мезофилла.

Тема 9 Вторичный и третичный покровные комплексы – перидерма и корка

Материал. Постоянный микропрепарат поперечного среза ветки бузины, одно- или двухлетняя ветвь бузины, клубень карто-

феля; судан III, микроскопы, предметные и покровные стекла.

Общие замечания

Молодая часть стебля многолетнего растения покрыта *эпидермой*. Однако вследствие утолщения стебля клетки ее разрываются и отмирают. На смену эпидерме приходит вторичная покровная ткань – *пробка* (феллема). Ее образование связано с деятельностью вторичной меристемы – *пробкового камбия* (*феллогена*), который возникает из субэпидермальных или глубже лежащих клеток, иногда из клеток самой эпидермы. Клетки пробкового камбия делятся и дифференцируются в центробежном направлении в пробку, а в центростремительном – в слой живых хлорофиллоносных клеток (*феллодерму*).

Комплекс, состоящий из трех тканей: феллогена, феллемы и феллодермы, называют *перидермой* (рисунок 13). Защитную функцию выполняет только пробка. Она состоит из правильных радиальных рядов плотно сомкнутых клеток, на стенках которых откладывается суберин.

Утолщение стебля многолетних растений происходит из года в год. Под напором разрастающегося в толщину стебля перидерма через два-три года разрывается, а в более глубоких слоях коры закладываются новые участки пробкового камбия.

Они дают начало новым слоям пробки. Вследствие образования внутренних перидерм, наружные ткани изолируются от центральной части стебля, отмирают и деформируются. Таким образом, на поверхности стебля образуется комплекс мертвых тканей, состоящий из нескольких слоев пробки и отмерших участков коры. Это и будет *корка* (рисунок 14).

Задания

1. Рассмотреть невооруженным глазом пробку ветвей бузины, клубня картофеля.
2. Рассмотреть при малом и большом увеличении постоянный препарат перидермы ветки бузины, зарисовать ее и сделать соответствующие обозначения.
3. Приготовить препарат поперечного среза клубня картофеля и изучить перидерму при малом и большом увеличении.

Порядок работы

На постоянном препарате при малом увеличении на поверхности

стебля видны полуразрушенные плоские клетки эпидермы, за ними следуют правильные радиальные ряды клеток *пробки*.

Протопласты их отмерли. Под пробкой лежит слой плоских тонкостенных клеток с густым содержимым. Это вторичная меристема – *пробковый камбий*.

С внутренней стороны от него находится слой *феллодермы*. Три рассмотренных слоя (пробка, пробковый камбий и феллодерма), составляющих *перидерму*.

Зарисовывают участок перидермы и обозначают: феллоген, фелле-

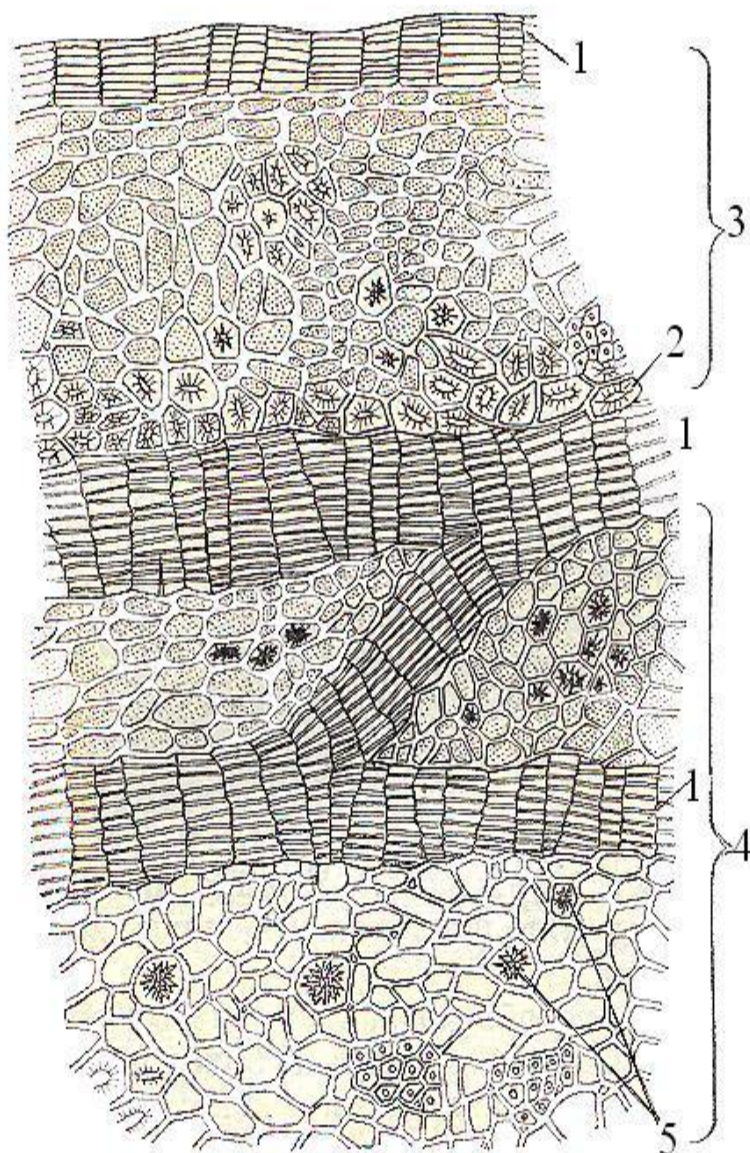


Рисунок 14 – Кора на поперечном срезе дуба: 1 – перидерма; 2 – волокна; 3 – остатки первичной коры; 4 – вторичная кора; 5 – друзы оксалата кальция

му, феллодерму, остатки эпидермы.

Перидерма покрывает также зрелые клубни картофеля. На тонком поперечном срезе клубня картофеля легко рассмотреть правильно расположенные радиальные ряды очень плоских, как

бы сплюснутых мертвых клеток. Это пробка. Удалив воду, окрашивают срез красителем – суданом III. Стенки клеток пробки становятся оранжево-розовыми.

Контрольные вопросы

1. Почему эпидерму называют первичной покровной тканью?
2. Почему между клетками эпидермы нет межклетников?
3. Из скольких слоев клеток состоит эпидерма?
4. Какие органы растения покрыты эпидермой?
5. Из каких компонентов состоит устьичный аппарат?
6. В чем особенность структуры замыкающих клеток?
7. Как функционирует устьичный аппарат?
8. Почему у деревьев и кустарников эпидерма стебля с возрастом заменяется пробкой?
9. В чем отличие в строении клеток пробки и эпидермы?
10. Почему пробку называют вторичной покровной тканью?
11. Частью какого комплекса является пробка?
12. Как через пробку происходят газообмен и транспирация?
13. Из каких элементов состоит корка?
14. Какие органы растений или их части покрыты перидермой, а какие – коркой?

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Растениям приходится выдерживать большие нагрузки в виде тяжести собственных стеблей, листьев, плодов, а также снега, постоянно оказывать сопротивление сильным порывам ветра и другим внешним воздействиям. Прочность растению придают многие ткани, а также тургорное состояние в клетках, однако этого недостаточно для его нормальной жизнедеятельности. Функцию опоры в растениях выполняют механические ткани. Особенностью механических тканей является сильное утолщение клеточных стенок, которые и придают этим тканям прочность. Многие механические ткани бывают мертвыми, они играют роль опоры, или «скелета», поэтому их называют еще скелетными тканями. Особенно хорошо развиты механические ткани у древесных растений. Эти растения достигают больших размеров; механические ткани у них расположены по всему стеблю. По строению клеток, характеру утолщений клеточных стенок, местоположению в органах растения, механические ткани бывают нескольких типов.

Колленхима. Колленхима является живой механической тканью. В ее клетках имеется живое содержимое, т. е. ядро, цитоплазма, пластиды, представленные хлоропластами.

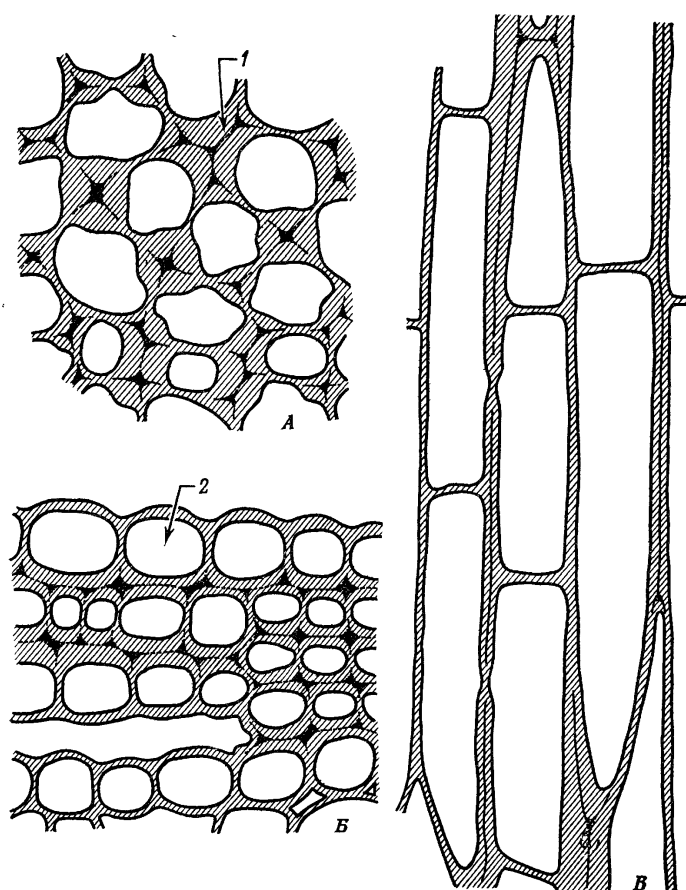


Рисунок 15 – Оболочки колленхимных клеток: А, В – угловая колленхима на поперечном (А) и продольном (В) срезах; Б – пластинчатая колленхима; 1 – срединная пластинка; 2 – эпидерма

Стенки клеток колленхимы имеют неравномерные утолщения в отдельных местах.

По характеру утолщений клеточных стенок различают два типа колленхимы – *угловую и пластинчатую*. Если утолщены стенки только по углам клеток, то такую колленхиму называют *угловой* (рисунок 15). В угловой колленхиме утолщенные стенки соседних клеток образуют трех-, пятиугольники. И в пластинчатой колленхиме стенки утолщены параллельно поверхности стебля. Стенки кле-

ток колленхимы состоят в основном из целлюлозы и пектиновых веществ и содержат большое количество воды.

В стеблях растений колленхима чаще всего расположена под эпидермой. Она встречается в молодых растущих частях растения и не препятствует их росту. Колленхима находится в черешках листьев, около жилок, и придает этим частям растения прочность.

Склеренхима – это одна из наиболее распространенных механических тканей. Она придает растению наибольшую прочность. Клетки склеренхимы вытянуты в длину и имеют прозенхимную

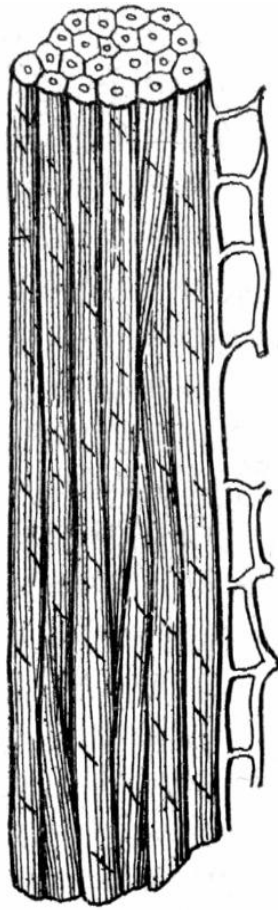


Рисунок 16 –
Склеренхимные
волокна

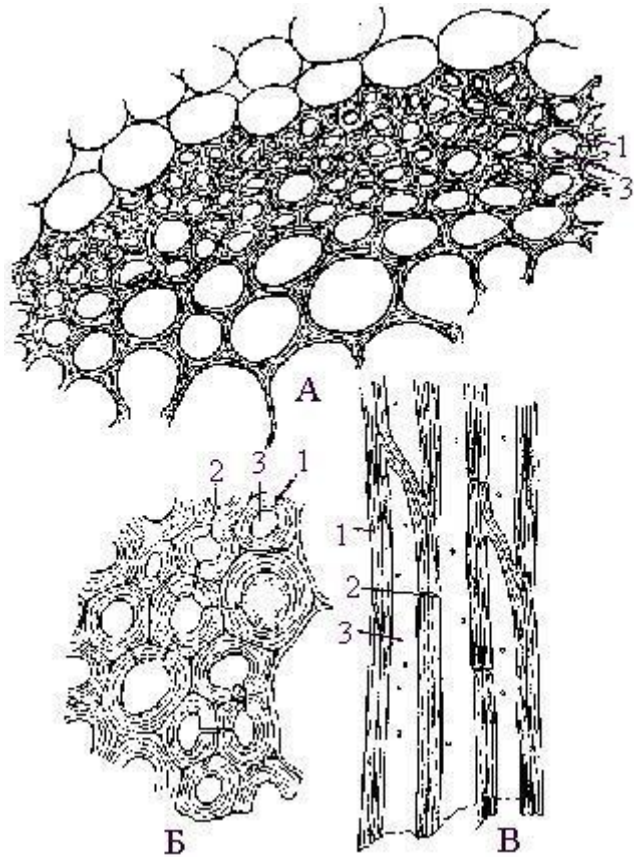


Рисунок 17 – Древесинные во-
локна стебля герани: А – Б – в
поперечном разрезе; В – в про-
дольном разрезе; 1 – оболочка
клетки; 2 – простая пора;
3 – полость клетки

форму. Такие клетки называют *волокнами*. Стенки клеток склеренхимы имеют равномерные утолщения по всей длине. Соединение между соседними клетками очень плотное. Скошенными концами клетки склеренхимы вклиниваются между другими такими же клетками и составляют очень прочную механическую ткань. Стенки клеток склеренхимы обычно одревесневшие. Это ткань мертвая, содержимое клеток отмирает и образовавшиеся внутри полости заполняются воздухом. Склеренхима может располагаться в стеблях растения в виде отдельных длинных тяжей (пучков) или сплошного цилиндра. На поперечном срезе этот цилиндр из склеренхимы имеет вид кольца (рисунок 16).

Древесинные волокна (либриформ) придают механическую прочность клеткам древесины, в которой они расположены. Древесинные волокна имеют одревесневшие толстые стенки (рисунок 17). Клетки их вытянуты в длину, но обычно не больше, чем на

2 мм. Древесинные волокна короче лубяных.

Лубяные волокна расположены в лубе (флоэме). Они очень длинные, их длина значительно превышает ширину. У льна длина лубяных волокон достигает 60 мм. Длина лубяных волокон может превышать ширину даже в 1000 раз. Внутри волокна находится узкая полость в виде канала (рисунок 18).

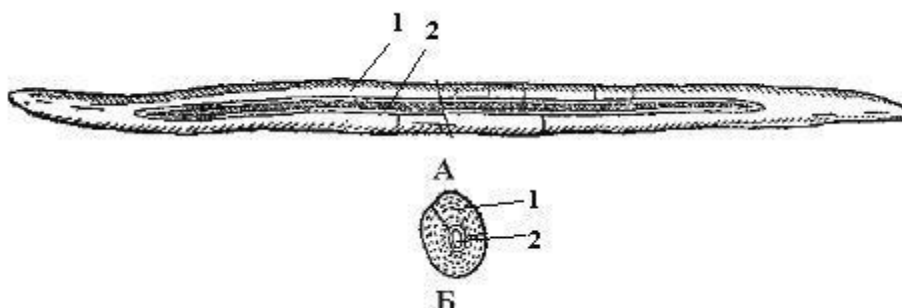


Рисунок 18 – Лубяные волокна стебля льна: А – продольный срез; Б – поперечный срез; 1 – оболочка; 2 – полость клетки

Лубяные волокна льна и конопли очень прочные, гибкие и упругие, они используются в качестве прядильного материала. Лубяные волокна в стеблях липы одревесневают, из них можно приготовить рогожу и мочало.

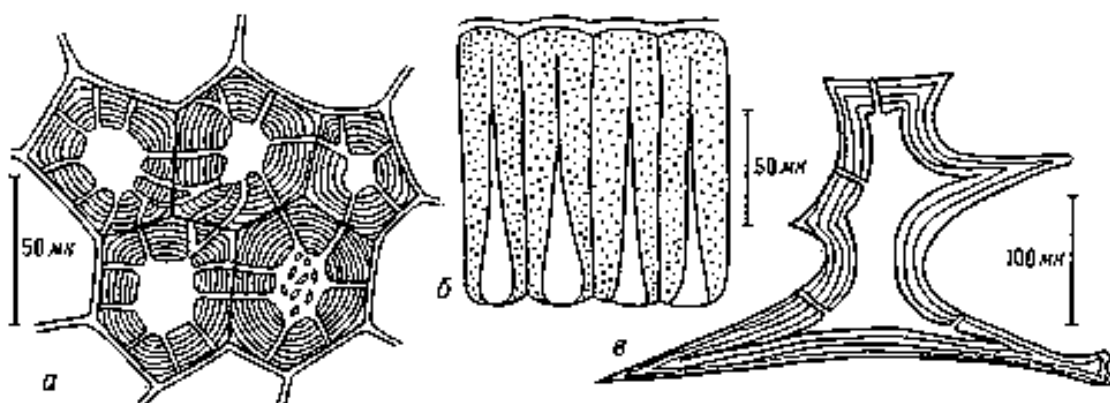


Рисунок 19 – Склериды: а – в околоплоднике груши; б – в семенной оболочке фасоли; в – в листе чая

Склериды. В теле растения склериды встречаются довольно часто. Они могут располагаться одиночно между живыми клетками листа и придавать тканям опору. В мякоти плодов груши склериды располагаются группами. В плодах вишни, сливы, миндаля они образуют очень твердую и прочную ткань, из которой

состоит косточка этих плодов (эндокарпий). Склереиды являются мертвыми клетками, стенки их сильно утолщены и одревесневшие. Форма и размеры склереид довольно разнообразны (рисунок 19).

Часто встречаются в центральной части плода груши, плода шиповника, коре дуба, крушины, листьях чая и др.

Тема 10 Механические ткани

Материал. Свежие или фиксированные отрезки черешка свеклы, свежие отрезки стебля герани, микроскоп, предметные и покровные стекла.

Задания

1. Приготовить препарат поперечного среза черешка листа свеклы (или воспользоваться постоянным) и ознакомиться со строением уголковой колленхимы.

2. Изготовить препараты поперечного и продольного срезов стебля герани и рассмотреть клетки склеренхимы на поперечном и продольном разрезах.

3. Зарисовать по несколько клеток каждой ткани и сделать обозначения.

Порядок работы

Уголковая колленхима черешка листа свеклы

Готовим препарат поперечного среза черешка листа свеклы в капле воды. При малом увеличении на нем можно различить выступающие ребра черешка, заполненные мелкоклеточной тканью, похожей на сетку из чередующихся белых и темных пятен (рисунок 15). При большом увеличении хорошо заметны белые блестящие утолщения стенок, связанные между собой тонкими, часто еле заметными участками. Утолщения не только заполняют углы клетки, но вдаются в ее полость округлыми выступами, так что полость клетки в сечении по форме напоминает ромб или пяти-, - шестиугольник с вогнутыми сторонами. На препарате полость темная. Если для среза взят свежий материал, то в клетках колленхимы видно живое содержимое с хлоропластами. Если удалить во-

ду и подействовать на срез хлор-цинк-йодом, то стенки клеток колленхимы примут фиолетовую окраску, так как они состоят из целлюлозы.

Зарисовывать несколько клеток колленхимы, обозначить: утолщенную стенку клетки, полость.

Древесинные волокна стебля герани

На поперечном срезе стебля герани при малом увеличении на некотором расстоянии от поверхности стебля видно желтоватое кольцо плотной ткани, к которому с внутренней стороны примыкают овальные проводящие пучки (рисунок 17). При большом увеличении видны клетки, плотно прилегающие друг к другу и лишенные живого содержимого. Стенки их утолщены равномерно.

Разрезать кусочек стебля герани по диаметральной плоскости и сделать тонкий продольный срез ближе к эпидерме. При малом увеличении найти слой древесинных волокон и рассмотреть его, выбрав самое тонкое место. На продольном разрезе древесинные волокна очень длинные и часто не умещаются в поле зрения микроскопа. Концы клеток большей частью заострены благодаря наклонному положению поперечных стенок. Это прозенхимные клетки.

Зарисовать несколько древесинных волокон на продольном разрезе и обозначить: срединную пластинку, утолщенную стенку, поровые каналы.

Лубяные волокна имеют такую же структуру, как и древесинные, однако стенки их состоят в основном из целлюлозы.

Контрольные вопросы

1. Каковы характерные признаки клеток механической ткани?
2. В чем отличие по структуре клеток колленхимы от клеток склеренхимы?
3. В чем отличие лубяных волокон от древесинных волокон?
4. Каковы особенности структуры склереид?

ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Для жизнедеятельности растения требуются различные питательные вещества и большое количество воды. Растворенные в воде

питательные вещества разносятся по всем органам растения при помощи проводящих тканей. Проводящие ткани осуществляют перемещение питательных веществ между подземными частями растения и надземными. В растениях питательные вещества перемещаются в двух противоположных направлениях. Это два тока жидкости – *восходящий* и *нисходящий*. *Восходящий ток* проходит по сосудам и трахеидам от корней вверх по стеблю к листьям. Вода с растворенными в ней минеральными веществами всасывается корнями из почвы и поднимается вверх по нисходящему току во все органы растения (стебли, листья и т. д.).

Сосуды, или *трахеи*, представляют собой вытянутые в длину трубки, состоящие из соединенных между собой длинных члеников. Поперечные перегородки в члениках имеют сквозные отверстия (перфорации), через которые свободно проходит вода. Перегородки между члениками сосуда могут полностью исчезать, и тогда на стенках сосуда сохраняется лишь ободок в виде кольца. Сосуды являются мертвыми клетками, они не содержат протопласта. Оболочки их одревесневшие. Сосуды в растениях, прилегая друг к другу, расположены обычно группами. Длина их может достигать

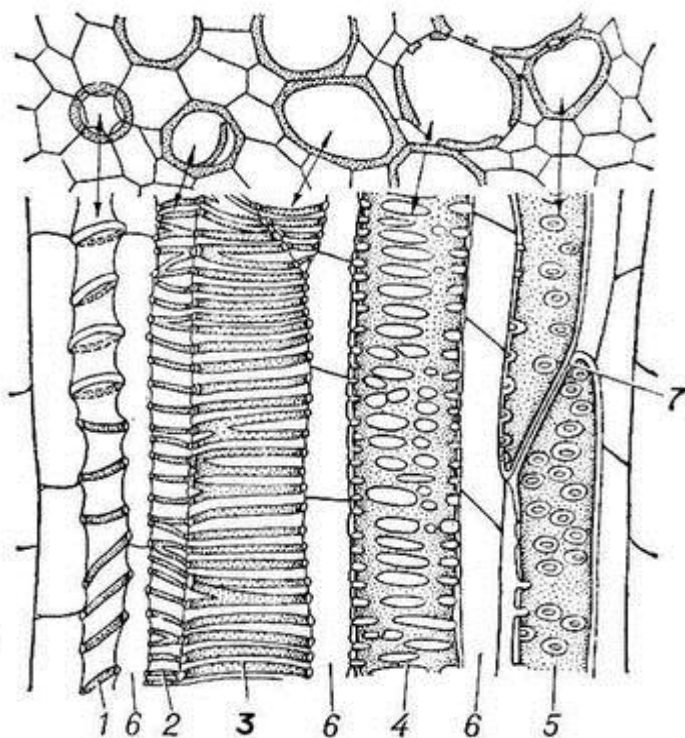


Рисунок 20 – Сосуды: 1 – кольчатый; 2, 3 – спиральные; 4 – лестничный; 5 – пористый сосуд; 6 – паренхима

нескольких метров. На внутренней стенке сосудов имеются различные утолщения в виде колец, спиралей и т. д.

В зависимости от характера утолщений сосуда бывают следующих типов: кольчатые, спиральные, лестничные, сетчатые и точечные (пористые) (рисунок 20).

В кольчатом сосуде внутренние утолщения стенок

имеют вид колец, которые находятся на некотором расстоянии друг от друга. Кольца расположены поперек сосуда и слегка наклонно.

В спиральном сосуде вторичная оболочка наслаивается изнутри клетки в виде спирали.

В сетчатом сосуде утолщенные места оболочки имеют вид щелевых пор, напоминающих ячейки сетки.

Структура лестничного сосуда противоположна структуре сетчатого. В нем утолщенные места чередуются с утолщенными, образуя подобие лестницы. В утолщенных стенках пористого сосуда имеются утолщенные места в виде точек, или пор.

Трахеиды представляют собой вытянутые в длину клетки с заостренными концами, замкнутые с обеих сторон (рисунок 21). Трахеиды являются мертвыми прозенхимными клетками с одревесневшими оболочками. Они, так же как и сосуды, имеют утолщения на внутренней стороне оболочки.

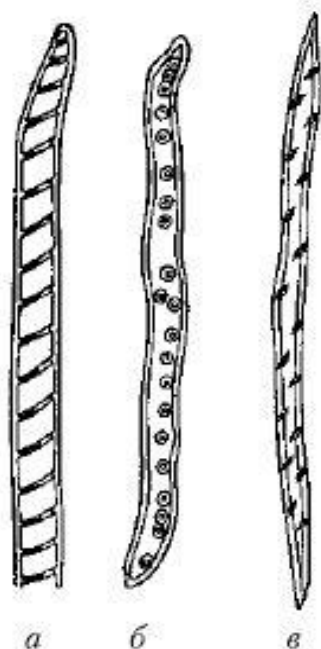


Рисунок 21 – Трахеиды:
а – со спиральным утолщением стенок;
б – с округлыми окаймленными порами; в – волокнистая трахеида со щелевидными окаймленными порами

Утолщения бывают в виде колец, спиралей и других типов; утолщенные места в оболочке чередуются с утолщенными. Благодаря утолщенным стенкам трахеиды очень прочны. Они не только проводят воду, но и выполняют механическую роль. Трахеиды располагаются в виде больших участков и придают опору всему растению. Встречаются трахеиды, главным образом, у хвойных растений. Вода по трахеидам проходит значительно медленнее, чем по сосудам.

Путь, по которому осуществляется передвижение органических веществ от листьев по стеблю к подземным органам, называют *нисходящим током*.

Для передвижения нисходящего тока веществ в растении имеются специальные клетки – *ситовидные трубки*, которые осуществляют пе-

редвижение органических веществ сверху вниз по всем органам растения (рисунок 22). Но ситовидным трубкам проходят глюкоза и другие органические вещества, которые образуются в листьях в процессе фотосинтеза. Ситовидные трубки состоят из ряда удлиненных клеток, между которыми имеются продырявленные перегородки, напоминающие сито. Перегородки, или *ситовидные пластинки*, являются поперечными перегородками клеток члеников; через них цитоплазма одной клетки соединяется с цитоплазмой другой клетки. Через эти перегородки сверху вниз проходят растворы органических веществ. Оболочки клеток ситовидных трубок не одревесневают и имеют живое содержимое. Рядом с ситовидными трубками находят-

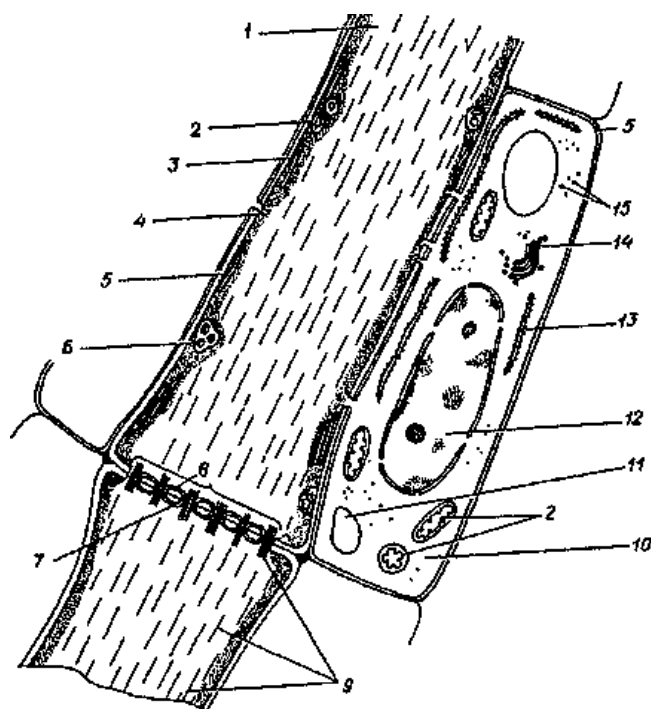


Рисунок 22 – Схема строения ситовидной трубки и клетки-спутницы: 1 – членик ситовидной трубки; 2 – митохондрия; 3 – гладкий ЭР; 4 – периферический слой цитоплазмы; 5 – клеточная стенка; 6 – лейкопласт с крахмальными зёрнами; 7 – каллеза; 8 – ситовидная пластинка; 9 – флоэмный белок; 10 – клетка-спутница; 11 – вакуоль; 12 – ядро; 13 – гранулярный ЭР; 14 – диктиосома; 15 – свободные рибосомы

ся сопровождающие их клетки – *клетки-спутницы*. Это живые, тонкие, вытянутые по направлению ситовидной трубки клетки. Цитоплазма членика ситовидной трубки находится в денатурированном состоянии, т. е. она теряет свойства полупроницаемости, ядро разрушается, пластиды исчезают, и уменьшается количество митохондрий.

Клетка-спутница является своеобразной кладовой ферментов, которые через поры выделяются в членик ситовидной трубки и стимулируют передвижение органических веществ по ним. Таким образом, передвижение веществ по ситовидным трубкам, в отличие от передвижения веществ по сосудам, является процессом биохимическим.

Осенью перегородки в

ситовидных трубках закупориваются особым мозолистым веществом – каллезой, которое весной растворяется, и по ситовидным трубкам вновь начинают передвигаться растворы органических веществ. Эти процессы повторяются ежегодно.

Сосудисто-волокнистые пучки. В растениях проводящие ткани обычно расположены группами и составляют вместе проводящие пучки. Если же к проводящим пучкам примыкают механические ткани, то этот комплекс тканей носит название сосудисто-волокнистых пучков. Сосудисто-волокнистые пучки тянутся вдоль всего растения и представляют собой длинные тяжи, которые начинаются в корнях и проходят вдоль всего растения по стеблю к листьям и другим органам. В листьях они расположены среди мякоти листа и называются жилками. Главной функцией сосудисто-волокнистых пучков является проведение по растению двух токов веществ – восходящего и нисходящего.

Восходящий ток проходит по одной части пучка, которая называется древесиной, или *ксилемой*. По этой части пучка поднимается кверху вода с растворенными в ней минеральными солями. В состав древесины входят сосуды (трахеи) и трахеиды, которые яв-

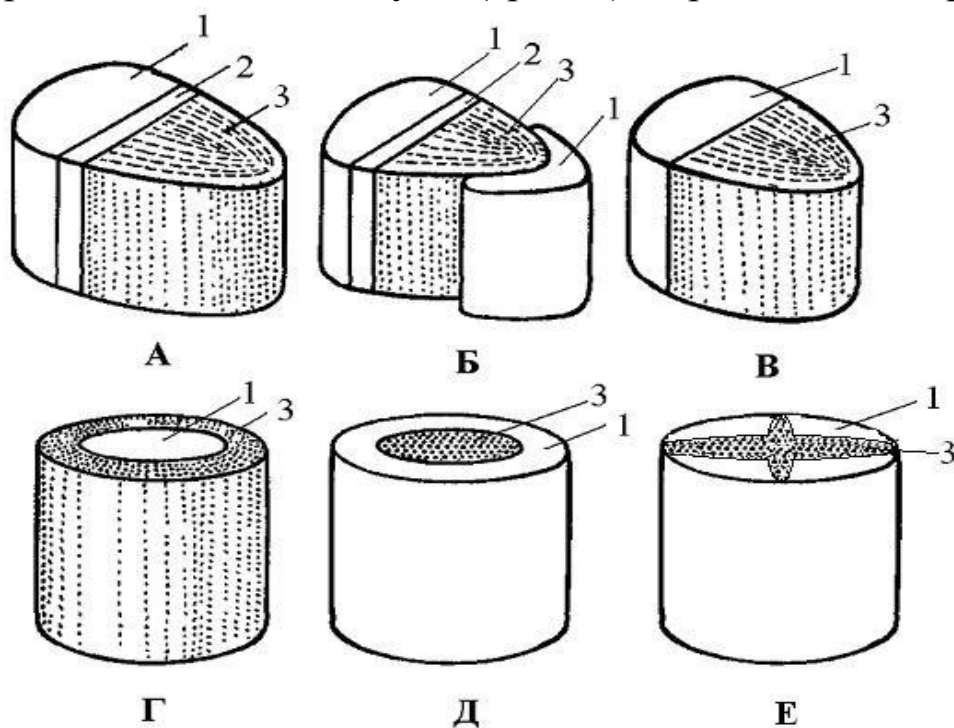


Рисунок 23 – Типы проводящих пучков (схема): А – открытый коллатеральный; Б – открытый биколлатеральный; В – закрытый коллатеральный; Г, Д – концентрические (Г – амфибазальный, Д – амфикрибральный); Е – радиальный; 1 – флоэма; 2 – камбий; 3 – ксилема

ляются основными элементами древесины. Кроме них, в древесину входят механическая ткань в виде волокон, увеличивающая прочность этой части пучка, и клетки древесинной паренхимы, в которой могут откладываться питательные вещества.

По другой части пучка проходит нисходящий ток. Эта часть пучка называется лубом, или *флоэмой*. Луб осуществляет передвижение органических веществ вниз. Главными элементами луба являются ситовидные трубки и клетки-спутницы. В лубяную часть пучка входят также лубяные волокна и лубяная паренхима. Таким образом, в каждом сосудисто-волокнистом пучке имеется две части: древесина и луб. Древесинная часть пучка состоит в основном из мертвых тканей, лубяная – преимущественно из живых тканей.

Типы проводящих пучков. Древесина и луб в пучках могут иметь различное расположение. В зависимости от расположения древесины и луба пучки бывают коллатеральные, биколлатеральные, концентрические и радиальные (рисунок 23). В коллатеральном пучке древесина прилегает к лубу с одной стороны (древесина в нем обращена к центру, а луб наружу, т. е. к поверхности органа) (рисунки 24, 25).

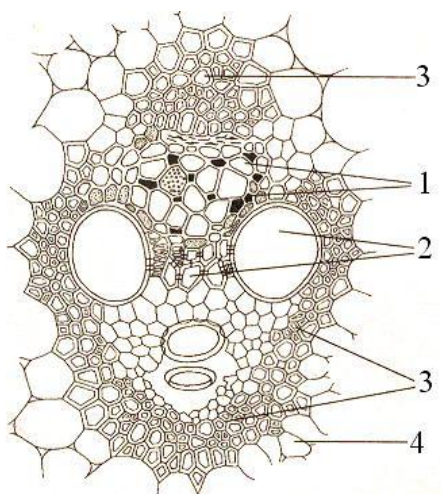


Рисунок 24 – Закрытый коллатеральный проводящий пучок на поперечном срезе стебля кукурузы: 1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – механическая обкладка пучка; 4 – основная паренхима стебля, окружающая пучок

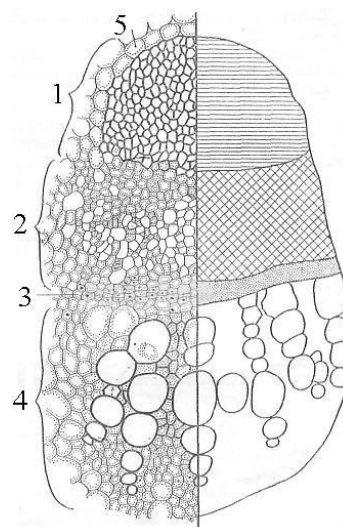


Рисунок 25 – Открытый коллатеральный проводящий пучок на поперечном срезе стебля подсолнечника: 1 – склеренхима; 2 – флоэма; 3 – камбий; 4 – ксилема; 5 – основная паренхима стебля

В биколлатеральном пучке луб прилегает с обеих сторон к древесине. В этом пучке участок наружного луба бывает крупнее участка внутреннего луба. Участки наружного луба расположены ближе к поверхности стебля, а участки внутреннего луба – ближе к центральной части. Такие пучки встречаются у двудольного растения тыквы (рисунок 26), а также в растениях семейств пасленовых и норичниковых. В концентрических пучках проводящая ткань одного типа полностью окружает проводящую ткань другого типа. Если в центре концентрического пучка находится древесина, а луб ее окружает со всех сторон, то такой пучок называется амфикрибральным (рисунок 28, Б). Наоборот, если в центре расположен луб, а древесина его окружает, то такой пучок называется амфивазальным (рисунок 28, А).

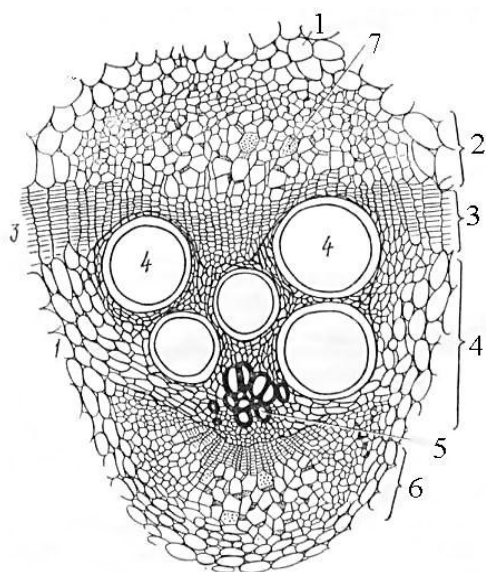


Рисунок 26 – Открытый биколлатеральный проводящий пучок на поперечном срезе стебля тыквы:

1 – основная паренхима стебля; 2 – наружная флоэма; 3 – камбий; 4 – вторичная ксилема; 5 – первичная ксилема; 6 – внутренняя флоэма; 7 – ситовидная пластинка

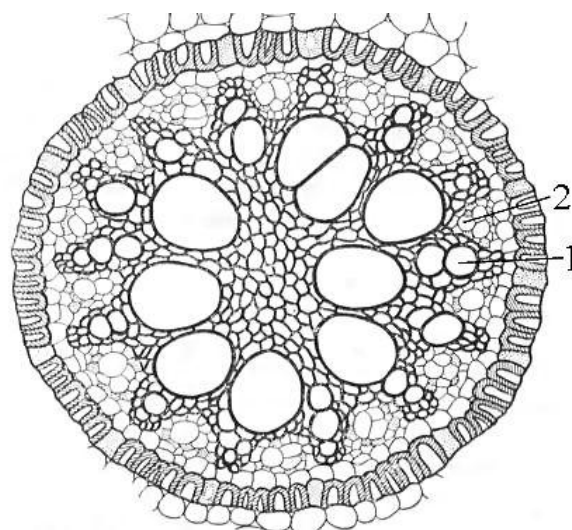


Рисунок 27 – Радиальный проводящий пучок корня ириса: 1 – луч ксилемы;

2 – участок флоэмы

сложного строения, называемый радиальным. В радиальном пучке центральную часть составляет древесина, она расположена в виде лучей по радиусам. Каждый луч древесины состоит из централь-

ных более крупных сосудов, от которых наружу по радиусам обходят более мелкие сосуды. У разных растений количество радиальных лучей неодинаково. Лубяные участки расположены между древесинными. Лубяные и древесинные участки чередуются (рисунок 27).

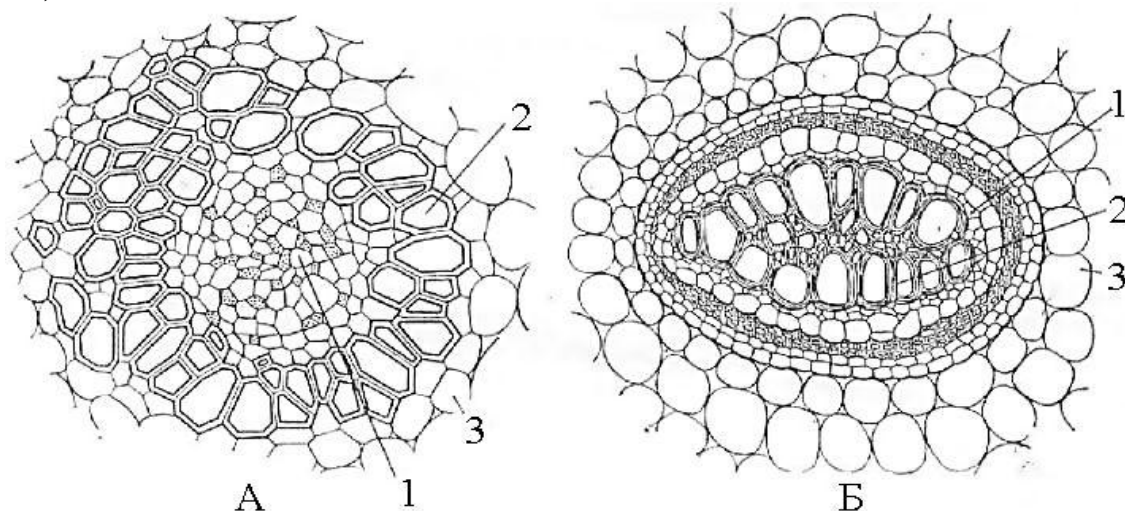


Рисунок 28 – Концентрические проводящие пучки:

А – амфибазальный пучок корневища ландыша;

Б – амфикрибральный пучок корневища

папоротника-орляка; 1 – флоэма; 2 – ксилема;

3 – основная паренхима стебля

В зависимости от наличия камбия в пучках их подразделяют на открытые и закрытые. Если в проводящем пучке между лубом и древесиной нет камбия, то такой пучок расти в толщину не может, и такие пучки называются *закрытыми*.

Открытые способны разрастаться в толщину за счет деятельности вторичной образовательной ткани – камбия. Древесинные участки пучков крупнее лубяных участков.

Сосудисто-волокнуистые пучки составляют проводящую систему всего растения, они пронизывают все его органы.

Проводящие пучки обеспечивают передвижение и поступление необходимых питательных веществ во все части растения, а также придают ему прочность.

Тема 11 Проводящие ткани

Материал. Постоянные микропрепараты стебля тыквы, корневища папоротника-орляка, древесины сосны, микроскопы.

Общие замечания

Проводящие ткани служат для транспорта веществ в растении. Они могут быть как первичного, так и вторичного происхождения. Проводящие ткани дифференцируются из прокамбия или камбия.

Различают три группы проводящих тканей: ситовидные трубки, сосуды и трахеиды.

Ситовидные трубки – это вертикальный ряд живых клеток (члеников), у которых поперечные стенки пронизаны перфорациями (ситовидные пластинки). Стенка членика ситовидной трубки целлюлозная, ядра в нем нет. Рядом с трубкой обычно расположены одна или несколько сопровождающих клеток (клеток-спутниц), имеющих ядро. Ситовидные трубки служат для транспорта раствора органических веществ.

Сосуды, (трахеи) – это трубки, дифференцирующиеся из вертикального ряда клеток прокамбия или камбия, у которых утолщаются и одревесневают боковые стенки, отмирает содержимое, а в поперечных стенках образуются одна или несколько перфораций. По форме утолщения стенки различают сосуды: кольчатые, спиральные, лестничные, сетчато-пористые и др.

Трахеиды, как и сосуды, – мертвые образования, но, в отличие от последних, это не трубки, а прозенхимные клетки. В стенках их есть окаймленные поры.

Сосуды и трахеиды служат для транспорта воды и растворенных в ней минеральных веществ.

Задания

1. На постоянном препарате продольного среза проводящего пучка стебля тыквы ознакомиться с проводящими тканями – ситовидными трубками и сосудами.

2. На постоянном препарате продольного среза корневища папоротника-орляка рассмотреть лестничные сосуды.

3. На постоянном препарате продольного среза древесины сосны рассмотреть трахеиды с окаймленными порами.

4. Зарисовать все виды проводящей ткани и сделать обозначения.

Порядок работы

Ситовидные трубки и сосуды стебля тыквы. Если использовать фиксированный материал, то в ситовидных трубках будут видны плазмолизированные тяжи цитоплазмы, расширяющиеся у ситовидных пластинок. Между ситовидными трубками лежат уз-

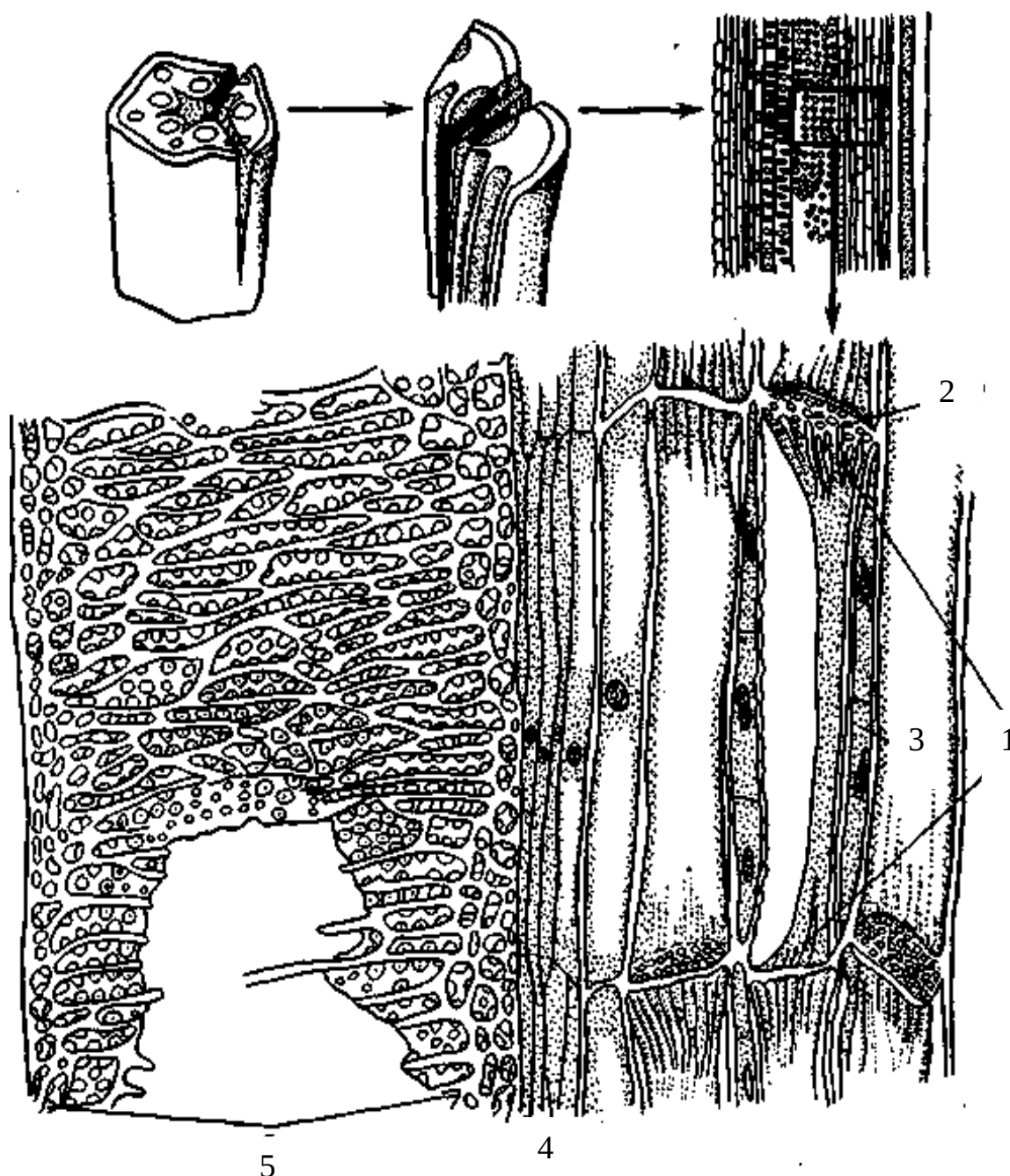


Рисунок 29 – Часть проводящего пучка стебля тыквы на продольном разрезе: 1 – членок ситовидной трубки; 2 – ситовидная пластинка; 3 – сопровождающая клетка; 4 – камбий; 5 – сетчато-пористый сосуд

кие клетки-спутницы. Каждому членику ситовидной трубки соответствуют несколько клеток-спутниц, расположенных в один вертикальный ряд (рисунок 29).

Зарисовывать один-два членика ситовидной трубки с клетками-спутницами и обозначить: членик ситовидной трубки, ситовидную пластинку, сопровождающую клетку (клетку-спутницу).

На том же препарате рядом с ситовидными трубками, ближе к центру стебля, можно увидеть сосуды очень большого диаметра. Под микроскопом при большом увеличении можно наблюдать длинную пустую полость сосуда, ограниченную с двух сторон узкими полосками стенки. Рассмотреть ее при большом увеличении, установить, что она имеет сеть утолщений. Такие сосуды называют сетчато-пористыми. За сетчато-пористыми расположены сосуды меньшего диаметра – пористый, несколько спиральных и один-два малозаметных кольчатых. После кольчатого сосуда и участка мелкоклеточной паренхимы опять лежат ситовидные трубки с клетками-спутницами.

Между сетчато-пористым сосудом и ситовидными трубками находится узкий слой удлинённых клеток. Стенки этих клеток тонкие и с трудом различимы. Это клетки камбия – вторичной меристемы, возникшей из прокамбия. Из клеток, отделившихся от камбия к периферии стебля, формируются новые ситовидные трубки, а из отделившихся по направлению к центру стебля – новые сосуды. Кроме того, камбий дифференцируется в паренхимные клетки.

Зарисовать по одному сосуду каждого типа при большом увеличении, а также несколько клеток камбия, сделать обозначения.

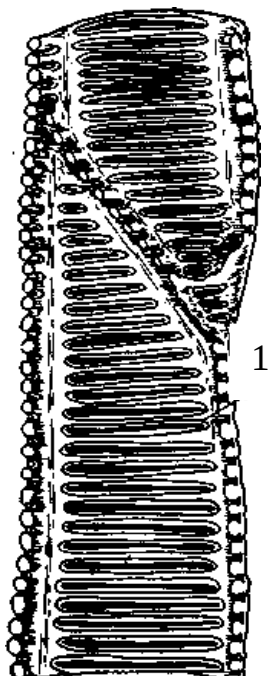
Лестничные сосуды папоротника-орляка. На продольном срезе корневища папоротника-орляка при малом увеличении находят сосуды с хорошо различимыми вторичными утолщениями и стенки, имеющими вид лестницы с частыми перекладинами. Горизонтальные промежутки между перекладинами – это ситовидные поры (рисунок 30). Членики сосудов разделены наклонными перегородками со щелевидными перфорациями. Зарисовать лестничный сосуд и обозначить щелевидную пору.

Трахеиды сосны. При малом увеличении на постоянном препарате видно, что вся древесина состоит из длинных прозенхимных клеток – трахеид (рисунок 31).

Более широкие и тонкостенные трахеиды весенней древесины постепенно переходят в толстостенные трахеиды осенней дре-

весины с узкой полостью.

Рассматривая весенние трахеиды при большом увеличении, обращают внимание на то, что между ними нет перфораций, следовательно, вода проникает из клетчатки в клетку только через поры, расположенные на их радиальных стенках. Это окаймленные поры, в плане они имеют вид двух concentрических окружностей.



*Рисунок 30 – Лестничный сосуд корневища папоротника-орляка:
1 – щелевидная пора*

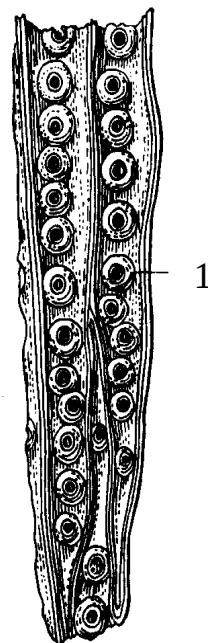


Рисунок 31 – Трахеиды древесины сосны: 1 – окаймленная пора

Зарисовать две-три трахеиды в месте их соединения и обозначить: трахеиду, окаймленную пору.

Тема 12 Проводящие пучки

Материал. Постоянные микропрепараты поперечных срезов стебля кукурузы, подсолнечника и тыквы, корневища ландыша, микроскопы, таблицы.

Общие замечания

Проводящий пучок представляет собой комплекс тканей. В этом комплексе различают две зо-

ны: ксилему (древесину), служащую для транспорта раствора минеральных веществ, и флоэму (луб), служащую для транспорта раствора органических веществ. Основная часть ксилемы – *сосуды и трахеиды*, им сопутствуют *древесинная паренхима* и (не всегда) *древесинные волокна*. Основная часть флоэмы – *ситовидные трубки с клетками-спутницами*, им сопутствуют *лубяная паренхима* и (также не всегда) *лубяные волокна*.

Если между флоэмой и ксилемой есть камбий, то пучки называют *открытыми*, если его нет – *закрытыми*. Проводящие пучки классифицируют также по взаимному расположению флоэмы и ксилемы: на *коллатеральные*, *биколлатеральные*, *радиальные* и *концентрические*.

Концентрические пучки, у которых флоэма окружена ксилемой, называют *амфивазальными*. У других растений встречаются *амфикрибральные* концентрические пучки, в них ксилема окружена флоэмой.

Задания

1. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля кукурузы и ознакомиться со строением закрытого коллатерального пучка.

2. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля подсолнечника и ознакомиться с открытым коллатеральным пучком.

3. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля тыквы и ознакомиться с открытым биколлатеральным пучком.

4. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корневища ландыша, найти и рассмотреть концентрический проводящий пучок.

5. Зарисовать по одному проводящему пучку каждого типа и обозначить все ткани, входящие в их состав.

Контрольные вопросы

1. По каким проводящим тканям осуществляется транспорт органических веществ и по каким – минеральных?

2. Что такое сопровождающая клетка (клетка-спутница), как она образуется?

3. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
4. Чем отличаются сосуды от трахеид?
5. Из каких тканей состоит флоэма, а из каких – ксилема?
6. В чем разница между первичной и вторичной флоэмами и между первичной и вторичной ксилемами?
7. В чем принципиальное отличие открытого проводящего пучка от закрытого?
8. Как классифицируют пучки по расположению флоэмы и ксилемы?
9. Какие пучки характерны для стебля однодольного растения, какие – для стебля двудольного и какие – для корня?

ОСНОВНАЯ ТКАНЬ

Основная ткань, или *паренхима*, большей частью состоит из живых паренхимных клеток. Паренхима является основной тканью в стеблях, корнях и других органах. В нее бывают «погружены» другие ткани, т. е. основная ткань заполняет все пространства между механическими, проводящими и другими тканями. Паренхимная ткань может занимать большие участки в различных органах растения, располагаясь внутри этих органов. Из паренхимы состоят кора стеблей и корней, сердцевина стеблей, корневища, мякоть сочных плодов. Она выполняет функцию ассимиляции и газообмена в листьях, в ней откладываются питательные вещества в семенах, подземных органах. В зависимости от выполняемой функции различают *поглощающую*, *ассимиляционную*, *запасную* и *воздухоносную* (аэренхиму) паренхиму.

У водных растений хорошо развита ткань с очень крупными межклетниками, которые заполнены воздухом. Эта ткань называется *аэренхимой*. Благодаря аэренхиме стебли и листья водных растений свободно плавают на воде.

В листьях клетки основной ткани содержат хлоропласты, в которых происходит фотосинтез. В листьях клетки паренхимы могут плотно прилегать друг к другу и располагаться рыхло. Эти ткани листа, содержащие хлоропласты, получили название *хлоренхимы*, или *ассимиляционной* ткани. Клетки основной ткани часто бывают заполнены различными питательными веществами (белками, жирами, крахмалом).

Ткани, в которых откладываются в запас питательные вещества,

получили название *запасающих* тканей. В них откладываются в запас белки, жиры, крахмал. Запасающие ткани встречаются в семенах, корнях, клубнях. Семена злаковых растений имеют особенно много запасющей ткани. В семенах многих растений откладываются белки вместе с жирными маслами (подсолнечник). Таким образом, основная (паренхимная) ткань, находясь в различных органах растения, способна выполнять различные функции.

Тема 13 Основные ткани

Материал. Свежий клубень картофеля, микроскопы, раствор йода в йодиде калия.

Задания

1. Приготовить препарат среза клубня картофеля и ознакомиться с общими чертами строения запасющей паренхимы.
2. Зарисовать участки основной ткани и сделать обозначения.

Порядок работы

Сделав тонкий срез с кусочка клубня картофеля, промыть его водой. Затем поместить материал в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным стеклом.

При малом увеличении видны крупные тонкостенные клетки округлой формы и межклетники (рисунок 32). Клетки заполнены крахмальными зернами различного размера. При большом увеличении отметить, что крахмальные зерна имеют эксцентрическую слоистость и окружены бесцветной цитоплазмой. Если под покровное стекло ввести каплю раствора йода в йодиде калия, то крахмальные зерна окрасятся и будут лучше видны.

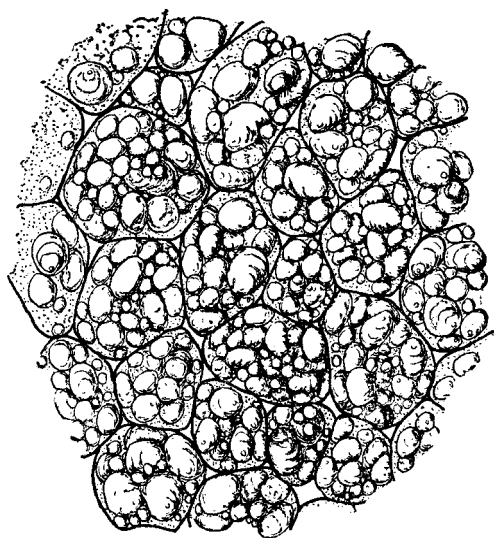


Рисунок 32 – Запасаящая паренхима клубня картофеля

Зарисовывают несколько клеток и обозначают: крахмальные зерна и межклетники.

Контрольные вопросы

1. Почему основные ткани получили такое название?
2. Каковы функции основных тканей? Из каких клеток они состоят?
3. На каком принципе построена классификация основных тканей?
4. В каких органах растения встречаются различные типы этих тканей?

ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

В процессе жизнедеятельности растения образуются различные вещества, которые не используются в дальнейшей жизни. Они отделены от живого протопласта и могут накапливаться внутри растения в особых клетках, различных тканях,местилищах. Ткани, в которых скапливаются эти вещества, называют выделительными.

К выделительной системе можно отнести железистые волоски и железки, местилища выделений, смоляные и эфирно-масляные ходы.

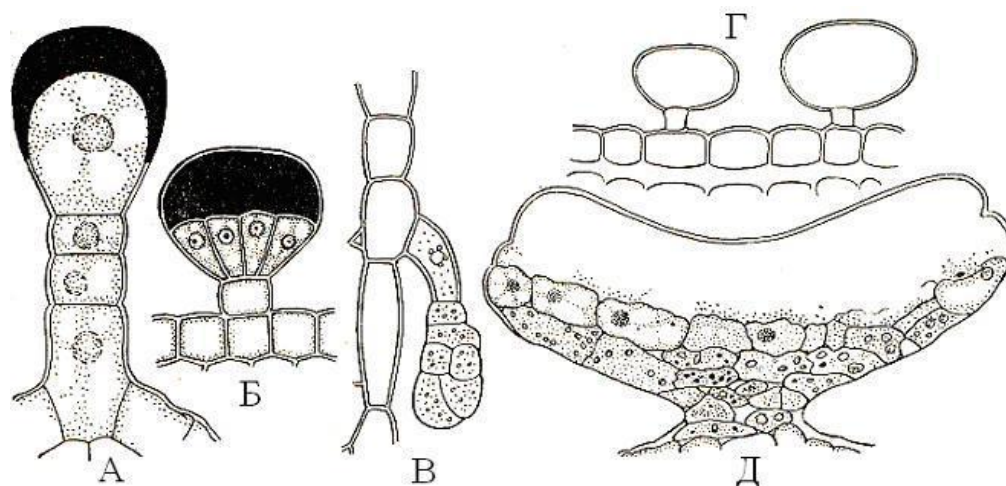


Рисунок 33 – Железистые волоски и железка:

*А – волосок пеларгонии; Б – волосок розмарина;
В – волосок картофеля; Г – пузырьчатые волоски
лебеды с водой и солями; Д – железка с листа
черной смородины*

Железистые волоски бывают обычно головчатыми, с округлой или овальной головкой на короткой или длинной ножке. В железистых волосках эфирное масло вырабатывается в головке и скапливается под слоем кутикулы. Железистые волоски встречаются на листьях мяты, шалфея, пеларгонии и др. (рисунок 33).

На поверхности эпидермы многих лекарственных растений находятся железки, выделяющие эфирное масло. Строение железок типично для определенных групп растений. У растений из семейства губоцветных (например, у мяты) имеются округлые железки, имеющие короткую ножку и содержащие восемь радиально расположенных клеток, выделяющих эфирное масло. Железки, встречающиеся у растений из семейства астровых (например, у тысячелистника, полыни, ромашки), состоят из двух рядов клеток, расположенных в три-четыре яруса.

Эфирные масла и другие вещества могут накапливаться в растениях в специальныхместилищах выделений. Местелища образуются в основной паренхиме. Они встречаются в разных органах растений и расположены недалеко от их поверхности. Так, в кожуре плодов лимона, мандарина, апельсина хорошо заметны невооруженным глазом местелища выделений в виде светлых пятнышек. При надавливании на кожуру мандарина или апельсина заметны брызги эфирного масла и ощущается своеобразный запах. Местелища выделений встречаются в листьях эвкалипта, корневищах и корнях девясила и других растениях. По происхождению местелища бывают двух типов: *схизогенные* и *лизигенные*. Реже они образуются при сочетании обоих способов, т. е. бывают *схизолизигенные*.

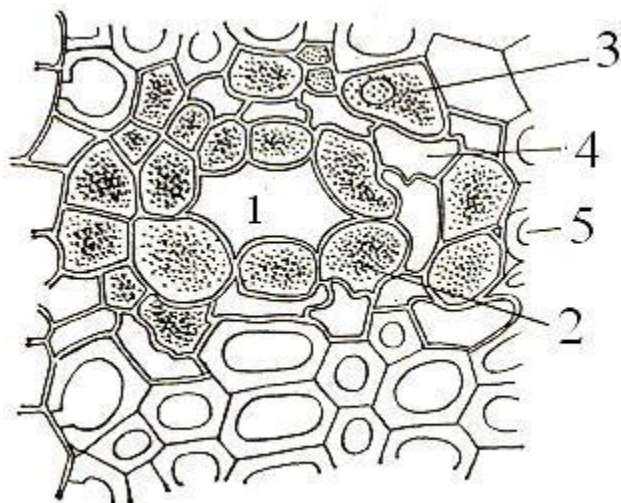


Рисунок 34 – Схизогенный смоляной ход древесины сосны:

1 – межклетная полость; 2 – эпителий; 3 – живые паренхимные клетки; 4 – тонкостенные мертвые раздавленные клетки; 5 – трахеиды

схизогенные и лизигенные. Реже они образуются при сочетании обоих способов, т. е. бывают схизолизигенные.

Схизогенное местелище образуется на месте межклеточного пространства. Оно возникает за счет постепенного расхождения клеток; внутри местелище выстлано секреторными клетками, которые образуют эпителий. Такие

вместилища встречаются у хвойных растений. Они тянутся на большие расстояния и называются смоляными ходами (рисунок 34). При ранении дерева из смоляных ходов вытекает смола, из которой получают скипидар и канифоль.

Лизигенные вместилища выстланы изнутри разрушенными клетками. Вместилища возникают в результате растворения (лизиса) большой группы клеток. При образовании лизигенного вместилища разрушение клеток происходит постепенно: вначале разрушается несколько клеток, позднее процесс разрушения захватывает и соседние клетки. Содержимое в них отмирает, оболочки клеток растворяются.

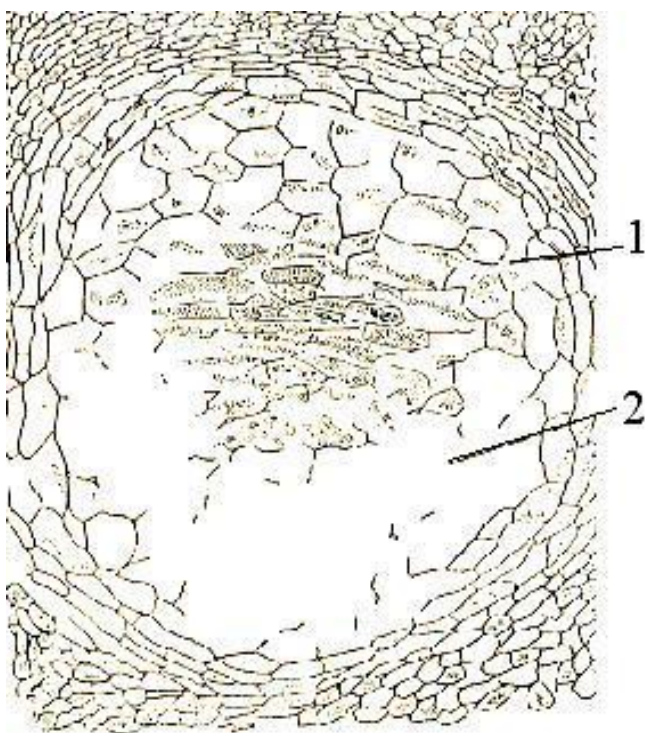


Рисунок 35 – Лизигенное эфирное вместилище околоплодника мандарина: 1 – разрушающиеся клетки; 2 – полость

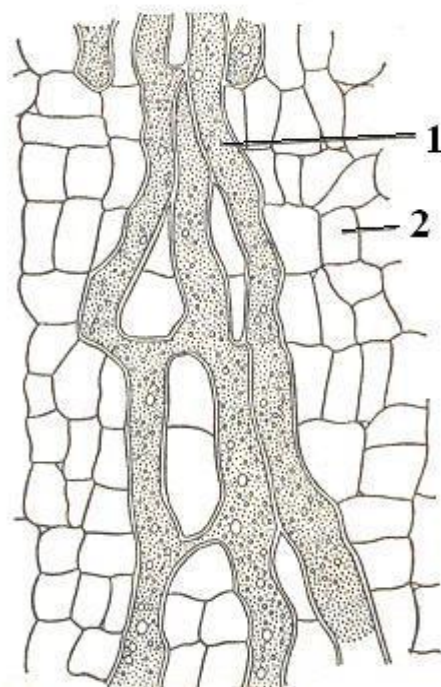


Рисунок 36 – Членистые млечники корня одуванчика в продольном разрезе: 1 – латекс; 2 – паренхима коры

Перед разрушением в клетках накапливаются экскреторные вещества, которые затем выделяются во вместилище в виде капель (рисунок 35). *Схизолизигенные* вместилища образуются сразу двумя способами, т. е. за счет расхождения и разрушения клеток.

Млечники. Такие растения, как мак, одуванчик, чистотел, осот – содержат млечный сок, который находится в особых трубчатках, так называемых млечниках. По происхождению млечники

подразделяются: на членистые и нечленистые. Членистые млечники возникают из клеток, внутри которых произошло растворение поперечных перегородок и образовались ряды сквозных трубок. Нечленистые млечные трубки образуются из клеток, находящихся в зародыше семени. Эти клетки разрастаются вместе с ростом самого растения. Они удлиняются, ветвятся и представляют собой гигантские клетки, которые пронизывают все тело растения. Млечные трубки, расположенные во флоэме, выполняют функцию проводящей ткани так же, как и ситовидные трубки. Млечный сок (латекс) представляет собой часто непрозрачную жидкость белого, желтого, оранжевого, красноватого цвета. Сходство с молоком и мутность латекса зависит не от его состава, а от различных показателей преломления среды и частиц, которые в ней находятся. Млечный сок (подобно клеточному соку) состоит из жидкой основы, в которую включены различные, главным образом, органические вещества. Одни вещества находятся в растворенном виде, другие во взвешенном состоянии (рисунок 36).

В состав млечного сока входят вода (50–80 %), различные питательные вещества (сахара, крахмал, жиры, белки), органические кислоты, соли, танины, слизи, алкалоиды. В медицине используется засохший млечный сок опийного мака – опиум, из которого получают очень ценные алкалоиды: морфин, кодеин, папаверин и др. В нем могут находиться кристаллы – соли яблочной и щавелевой кислот.

Выделительные ткани встречаются не у всех растений. Их делят на две группы: *внутренней* секреции и *внешней*. К первым относят выделительные ходы, вместилища выделений, идиобласты (специализированные клетки); ко вторым – разнообразные железистые волоски и железки, гидатоды, нектарии. К *продуктам внутренней секреции* относят дубильные вещества, смолы, эфирные масла; к *продуктам внешней секреции* – эфирные масла, нектар, воду.

Самостоятельная работа

Используя материалы лекций, учебник и другие учебные пособия заполните таблицу 4.

Таблица 4 – Растительные ткани

Ткань	Происхождение	Особенности строения	Функции	Местонахождение
Образовательная: 1. Верхушечная 2. Боковая				
Покровная: 1. Эпидерма 2. Перидерма 3. Кorka				
Проводящая: 1. Сосуды 2. Ситовидные трубки 3. Проводящие пучки				
Механическая: 1. Колленхима 2. Склеренхима 3. Склереиды				
Основная: 1. Ассимиляционная 2. Запасающая				
Выделительная: 1. Внутренней секреции 2. Внешней секреции				

ВОПРОСЫ К МОДУЛЮ ПО ТЕМЕ: «КЛЕТКА, ТКАНИ»

1. Предмет «Ботаника», его разделы.
2. Строение растительных клеток (общая характеристика).
3. Протопласт, его химический состав.
4. Цитоплазма. Строение биологической мембраны.
5. Органеллы, их строение и функции.
6. Ядро, строение, функции.
7. Митоз.
8. Мейоз.
9. Клеточная стенка, строение и химический состав.

10. Видоизменения клеточной стенки.
11. Вакуоли и клеточный сок.
12. Функции вакуолей.
13. Запасные питательные вещества.
14. Продукты вторичного обмена веществ.
15. Физиологически активные вещества клетки.
16. Понятие о тканях. Образовательные ткани (меристемы).
17. Покровные ткани.
18. Основные ткани.
19. Механические ткани.
20. Проводящие ткани. Проводящие пучки.
21. Выделительные ткани.

*ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
ПО ТЕМЕ: «ТКАНИ РАСТЕНИЙ»*

- 1. К апикальным меристемам относятся...*
 - 1) прокамбий;
 - 2) конус нарастания корня;
 - 3) конус нарастания побега;
 - 4) камбий;
 - 5) феллоген.
- 2. Клетки образовательной ткани делятся...*
 - 1) митозом;
 - 2) мейозом;
 - 3) amitozом.
- 3. Органы нарастают в длину за счет деятельности...*
 - 1) прокамбия;
 - 2) конуса нарастания побега;
 - 3) конуса нарастания корня;
 - 4) интеркалярных меристем;
 - 5) камбия;
 - 6) феллогена.
- 4. Целлюлозные, неравномерно утолщенные стенки характерны для клеток...*
 - 1) эпидермы;

- 2) феллемы;
- 3) феллогена.

5. Феллоген может образовываться ...

- 1) из прокамбия;
- 2) камбия;
- 3) основной паренхимы коры;
- 4) перицикла.

6. Хлоропласты обычно содержатся в клетках...

- 1) феллемы;
- 2) эпидермы;
- 3) замыкающихся клетках устьиц;
- 4) феллодермы.

7. В состав корки входят...

- 1) одна перидерма;
- 2) несколько перидерм;
- 3) отмершие ткани коры;
- 4) эпидерма.

8. Хлоропласты могут находиться в клетках...

- 1) хлоренхимы;
- 2) колленхимы;
- 3) склеренхимы;
- 4) феллодермы;
- 5) феллемы;
- 6) феллогена.

9. Для плодов и семян характерно наличие...

- 1) колленхимы;
- 2) волокон склеренхимы;
- 3) склереид.

10. В качестве прядильного сырья у льна используются...

- 1) эпидермальные выросты;
- 2) колленхима;
- 3) волокна склеренхимы;
- 4) склереиды.

11. Трахеиды имеются ...

- 1) у голосеменных растений;
- 2) однодольных растений;
- 3) двудольных растений.

12. Одревеснение клеточных стенок характерно ...

- 1) для феллемы;
- 2) трахеид;
- 3) колленхимы;
- 4) ситовидных трубок.

13. Передвижение воды через поры осуществляется ...

- 1) в трахеидах;
- 2) сосудах;
- 3) либриформе.

14. Сосуды имеются ...

- 1) у голосеменных растений;
- 2) однодольных растений;
- 3) двудольных растений.

15. Для сформировавшихся сосудов и трахеид характерно ...

- 1) наличие протопласта;
- 2) отсутствие протопласта.

*16. Технически зрелый клубень картофеля снаружи по-
крыт ...*

- 1) эпидермой;
- 2) перидермой;
- 3) коркой.

ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ

Вегетативными органами растения являются корень, стебель и лист, составляющие тело растения. Эти органы для растения очень важны, каждый выполняет определенную, свойственную лишь ему функцию. Все органы взаимосвязаны и обеспечивают жизнь растительного организма.

КОРЕНЬ

Функция корня. Корень выполняет различные функции:

- 1) поглощение из почвы воды и растворенных в ней минеральных солей. Эту функцию осуществляют молодые участки корня, которые имеют корневые волоски;
- 2) укрепление растения в почве. Эта функция хорошо выражена. Корни имеют большую прочность, и растения редко вырываются из почвы даже при сильном ветре;
- 3) синтез органических веществ;
- 4) место хранения запаса питательных веществ;
- 5) осуществление связи растений с населяющими почву организмами: бактериями и грибами;
- 6) орган вегетативного размножения растений.

Типы корней. В зародыше семени находятся части растения в зачаточном состоянии. Из корешка зародыша образуется *главный корень*. Он расположен в центре всей корневой системы. Корни, возникающие на других органах растений (стебле, листе, цветке), называются *придаточными*. Образование придаточных корней оказывает положительное влияние на питание растения.

Боковые корни образуются на главном и придаточном корнях. В результате их ветвления появляются боковые корни более высоких порядков.

Типы корневых систем. По форме различают три типа корневой системы: стержневую, мочковатую и смешанную (рисунок 37). В стержневой корневой системе хорошее развитие получает главный корень. Боковые корни, которые отходят от главного корня, по размеру значительно меньше его. Стержневая корневая система характерна для двудольных растений (одуванчик, укроп, мак, щавель, люпин и др.). Очень сильно развита стержневая корневая система у древесных растений.

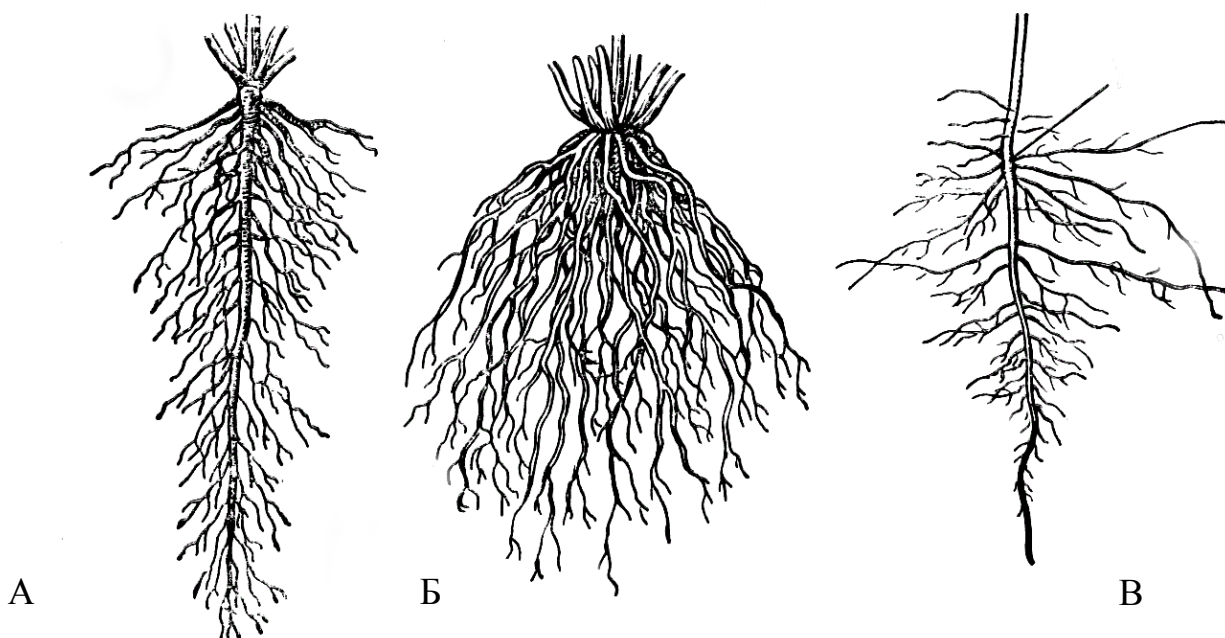


Рисунок 37 – Типы корневых систем: А – система главного корня; Б – система придаточных корней; В – смешанная корневая система

вые системы характерны для однодольных растений, у двудольных они встречаются редко. Мочковатая корневая система встречается у кукурузы, пшеницы и других злаков, а также у луковичных растений (лук, тюльпан, лилии и др.).

Смешанная корневая система широко распространена как среди двудольных, так и среди однодольных. У растения, выросшего из семени, сначала развивается система главного корня, но рост ее продолжается недолго.

После этого последовательно развивается система придаточных корней на гипокотиле и эпикотиле. Таким образом, в течение жизни тип корневой системы изменяется: система главного корня – смешанная корневая система – система придаточных корней.

Зоны корня. При рассматривании корня по всей длине можно заметить, что строение его в различных частях, или зонах, неодинаково. Самой молодой растущей частью корня является его кончик. Кончик корня снаружи покрыт *корневым чехликом*, который выполняет защитную функцию (рисунок 38).

Корневой чехлик предохраняет нежные делящиеся клетки корневой меристемы от разрушения. Он также способствует росту корня и проникновению его вглубь почвы. Клетки корневого чехлика живые, в них имеются крахмальные зерна, которые использу-

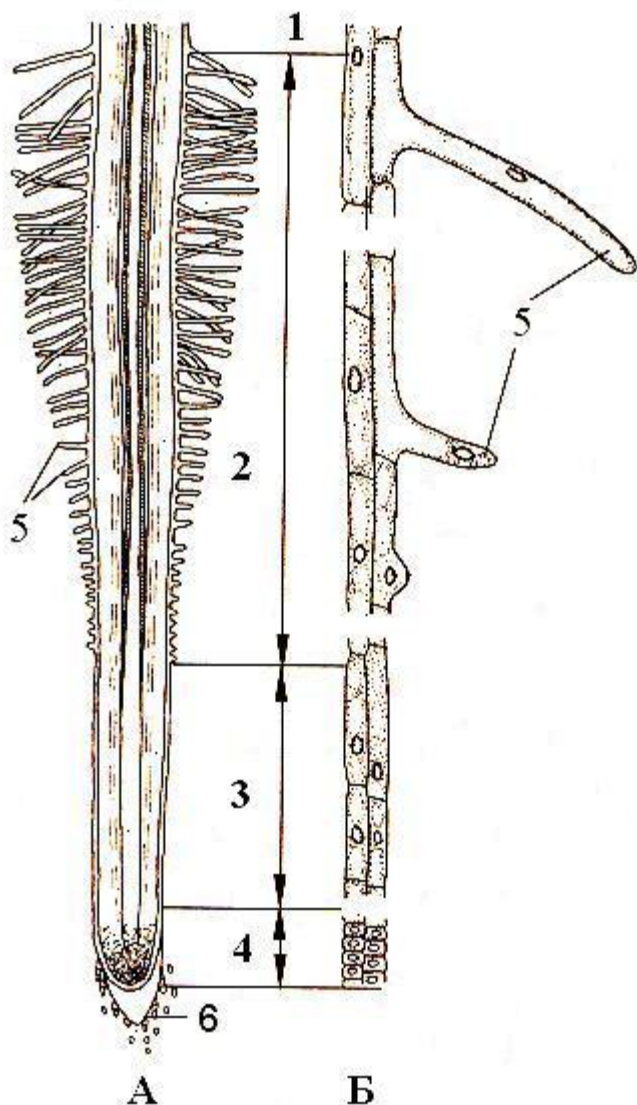


Рисунок 38 – Зоны корня:

А – схема строения корня;

Б – дифференциация клеток ризодермы и экзодермы; 1 – зона проведения; 2 – зона всасывания; 3 – зона растяжения; 4 – зона деления; 5 – корневой волосок; 6 – корневой чехлик

ются растением в качестве питания очень редко. Клетки чехлика с крахмальными зёрнами чувствительны к силе тяжести и обеспечивают рост корня вниз. Наружные живые клетки чехлика наиболее старые. Они все время стираются при росте корня, отделяются и гибнут, образуя большое количество слизи, которая облегчает продвижение корня в почве. Изнутри чехлика все время нарастают новые клетки, поэтому величина его не изменяется.

Непосредственно под корневым чехликом находится конус нарастания корня. Он состоит из клеток первичной образовательной ткани (меристемы). Эта часть корня называется зоной деления клеток, которая по длине занимает всего несколько миллиметров. Зона делящихся клеток образует вниз корневой чехлик, а

вверх – зону растяжения, которая занимает также несколько миллиметров. Иногда эти две зоны объединяют в одну – зону роста. Клетки в зоне роста вытягиваются в длину, увеличиваются в размерах. Эти клетки впоследствии дают начало постоянным тканям корня.

В зоне растяжения клеток можно выделить более светлый слой снаружи и более темную внутреннюю часть. Поверхностные клетки, именуемые дерматогеном, превратятся в эпиблему – поверхностный слой следующей зоны корня. Остальная часть светлого слоя – периблема в результате быстрого разрастания и дифференциации дает начало первичной коре. Из внутренней темной части – плеромы – образуется центральный цилиндр. Дифференциация происходит в начале следующей зоны – всасывания.

Поверхность корня в этой зоне густо покрыта корневыми волосками, которые являются выростами клеток эпиблемы. Они служат для всасывания из почвы воды и минеральных солей. Благодаря корневым волоскам всасывающая поверхность корня увеличивается во много раз. Длина корневых волосков у разных растений различная, они достигают длины от нескольких миллиметров до одного сантиметра и часто бывают заметны невооруженным глазом. На 1 мм² поверхности корня может быть расположено около 400 корневых волосков. Корневые волоски живут недолго, через 15–20 дней они обычно отмирают и заменяются новыми. Зона всасывания при росте корня в глубь почвы все время перемещается на новые участки почвы, ранее не использованные корнем.

Выше зоны всасывания расположена зона проведения, или зона боковых корней, которые появляются в этой зоне. В этом участке поглощенная корневыми волосками из почвы вода с минеральными солями передвигается от корня вверх по стеблю к листьям. Таким образом, каждая определенная зона корня выполняет свойственную ей функцию и имеет характерное анатомическое строение.

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ.

ПЕРВИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

При рассматривании под микроскопом корня в зоне всасывания можно отметить его характерное строение, которое получило название первичного строения. Все ткани в этой зоне произошли из первичной меристемы. Первичное строение корня наблюдается в молодых корнях всех растений. У однодольных растений оно сохраняется до конца жизни. У двудольных же растений первичное строение корня сменяется на вторичное, которое возникает в ре-

зультате деятельности вторичной образовательной ткани – камбия.

На поперечном срезе корня в зоне всасывания можно хорошо различить три основные части: 1) эпиблему с корневыми волосками; 2) первичную кору; 3) центральный цилиндр (рисунок 39).

Корень снаружи покрыт *эпibleмой*. Эта ткань выполняет функцию всасывания. Многие ее клетки вытянуты и представляют собой длинные корневые волоски. В корневом волоске имеется живое содержимое, ядро расположено примерно в середине или вблизи его верхушки. Непосредственно за эпibleмой располагается *первичная кора*. Наружным слоем первичной коры является экзодерма, которая прилегает к эпibleме.

Экзодерма состоит из крупных, плотно прилегающих друг к другу клеток. Клетки экзодермы могут опробковеть и одревесневать. Одревесневают не все клетки экзодермы, некоторые из них остаются с тонкими оболочками и способны пропускать воду с различными веществами в кору корня. Экзодерма не у всех растений и выражена одинаково. Она может быть слабо развита или совсем не развита. Основную массу первичной коры составляет паренхима, клетки ее обычно округлой формы, крупные, рыхло расположенные, с большими межклетниками. В паренхиме коры откладывается крахмал в виде зерен, встречаются кристаллы оксалата кальция различной формы.

Самым внутренним слоем коры является эндодерма, клетки которой расположены обычно в один слой. Оболочки клеток эндодермы утолщены неравномерно. Утолщения оболочки могут распространяться только на радиальные стенки клетки (пояски Каспари), как это наблюдается у двудольных растений.

У однодольных растений утолщения распространяются на три внутренние стенки клетки, формируя подковообразную эндодерму. У однодольных растений (в большинстве случаев) пояски Каспари видны только на ранних этапах формирования эндодермы. Большая часть эндодермы состоит из мертвых клеток, имеющих сильно утолщенные оболочки, пропитанные лигнином и суберином. Утолщение в клетках имеется на внутренних и боковых стенках, а наружные стенки остаются тонкими. Оставшаяся часть клеток эндодермы имеет тонкие целлюлозные оболочки, через ко-

торые свободно проходит вода, осуществляя связь между корой и

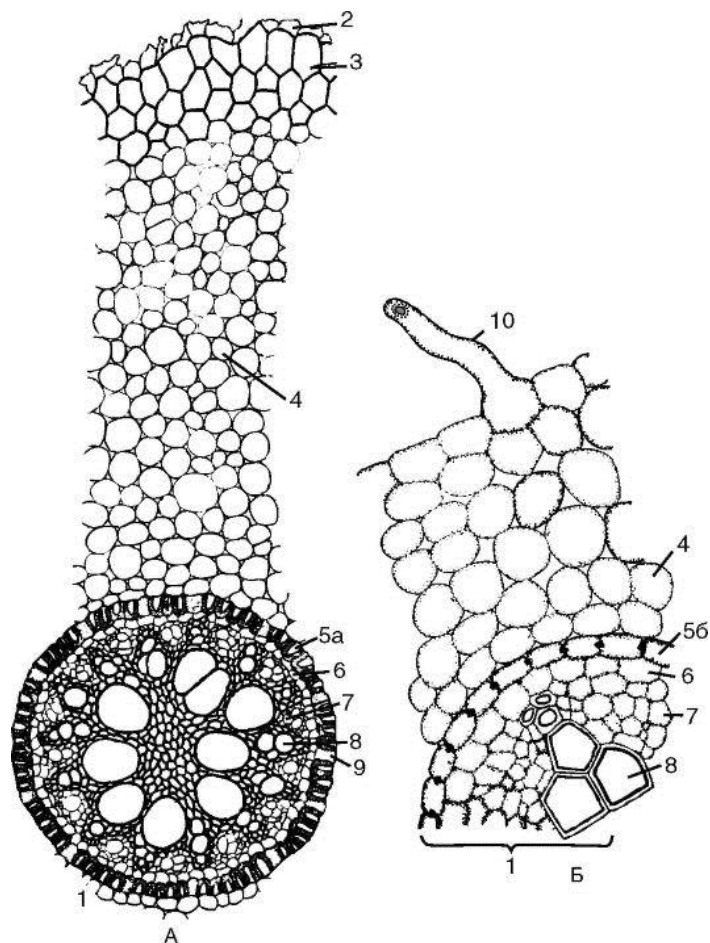


Рисунок 39 – Поперечный срез корня первичного строения: А – первичное строение корня однодольного;

Б – первичное строение корня двудольного: 1 – центральный (осевой) цилиндр; 2 – остатки эпиблемы; 3 – экзодерма; 4 – мезодерма; 5а – эндодерма с подковообразными утолщениями; 5б – эндодерма с поясками Каспари; 6 – перицикл; 7 – первичная флоэма; 8 – сосуды первичной ксилемы; 9 – пропускные клетки эндодермы; 10 – корневой волосок

центральным цилиндром. Клетки эти называются пропускными. Расположены они против участков древесины. Эндодерма плотным кольцом окружает находящийся внутри корня центральный осевой цилиндр.

В центральный осевой цилиндр входит однослойная меристематическая ткань, которая называется перициклом. Клетки перицикла имеют паренхимную форму, они живые и способны делиться. Из перицикла образуются боковые корни, которые наружу выходят через слой первичной коры. В центральной части осевого цилиндра расположен один радиальный закрытый сосудисто-волокнистый пучок. Древесина в пучке чередуется с участками луба. Древесина от центра расходится в

виде многолучевой звезды. От крупных сосудов в радиальном направлении отходят более мелкие сосуды, составляющие все вместе один луч древесины. В промежутках между каждыми двумя лучами древесины расположен участок луба. Количество радиально расположенных лучей древесины в пучках бывает различным.

Обычно количество лучей древесины бывает небольшим, но у некоторых однодольных растений может достигать 20 и более. Находящаяся в центре корня древесина осуществляет проведение воды с растворенными в ней минеральными солями. Кроме того, она выполняет механическую функцию, так как является наиболее прочной частью корня.

ВТОРИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ

У однодольных растений строение корня сохраняется в течение всей жизни. У двудольных и голосеменных растений первичное строение корня с возрастом сменяется на вторичное. Переход от первичного строения корня к вторичному осуществляется в результате деятельности камбия – вторичной образовательной ткани, закладывающейся между участками древесины и луба в виде сплошного извилистого слоя, расположенного впоследствии кольцом. При помощи камбия происходит отложение вторичной древесины и вторичного луба. Вторичная древесина располагается между лучами первичной древесины, находящейся в самом центре корня. Элементы вторичной древесины значительно крупнее элементов первичной древесины.

Они расположены также радиальными участками, чередуясь с сердцевинными лучами, которые, в свою очередь, расположены против лучей первичной древесины и возникают при делении клеток перидикла. Наружу от камбия расположена участками вторичная флоэма (луб), образованная камбием. Она обычно хорошо выражена. Первичная же флоэма постепенно, с развитием растения, оттесняется наружу, разрушается и становится совсем незаметной. В состав вторичной коры входят вторичный луб, или флоэма, и паренхима, в которой откладываются крахмал и другие вещества. Снаружи корень покрыт, в зависимости от возраста, пробкой или коркой, которая возникает позднее.

ВИДОИЗМЕНЕНИЯ КОРНЕЙ

В корнях некоторых видов растений откладываются в запас питательные вещества в значительном количестве, отчего корни сильно утолщаются. Такие корни, кроме основных своих функций (всасывание воды с минеральными солями и укрепление растения в почве), выполняют функцию хранения запасных питательных веществ. В результате выполнения дополнительных функций из-

меняется как внешний вид корня, так и его анатомическое строение, т. е. происходит видоизменение корня (метаморфоз). Корни, в которых откладываются в запас питательные вещества, по форме делятся на корнеплоды и корнеклубни.

В корнеплодах утолщение происходит в главном корне, который становится сочным, мясистым. Примером растений с видоизмененными корнями по типу корнеплодов являются многие овощные двулетники (свекла, морковь, редька, брюква и др.). В первый год жизни у этих растений из надземных частей хорошо развиты только листья. Образующиеся в листьях органические питательные вещества постепенно переходят в корни, отчего корни сильно утолщаются и изменяют свою форму. Отложение питательных веществ может происходить во вторичной ксилеме у ряда культурных растений, например из семейства капустных (редька, редис, брюква, репа) (рисунок 40, А). У других растений питательные вещества могут откладываться во вторичной коре (морковь, петрушка, сельдерей) (рисунок 40, Б).

Сравнивая между собой вторичную структуру корнеплодов моркови и редьки, можно сделать вывод, что оба они *монокамбиальные*. Однако у моркови большую часть корнеплода занимает вторичная кора, где и накапливаются запасные продукты. У редьки же вторичная кора маленькая, а большую часть корнеплода занимает ксилема, которая состоит в основном из недревесневшей паренхимы, где откладываются запасные продукты.

Рассматривая поперечный срез молодого корня свеклы, можно сделать вывод, что вторичное строение у него такое же, как и у других корнеплодов. Но вслед за вторичным наступает так называемое *третичное изменение*. Вокруг вторичной флоэмы на периферии корня благодаря делению клеток перицикла образуется слой паренхимных клеток. В этом слое один ряд клеток начинает делиться и становится новым слоем камбия, откладывая внутрь ксилему, а снаружи флоэму в виде коллатеральных пучков. Таким образом, жесткие слои, замеченные на поперечном разрезе корнеплода, являются ксилемой проводящих пучков, а сочные широкие слои состоят из камбия, флоэмы и запасающей паренхимы.

Корнеплод свеклы является *поликамбиальным* (рисунок 40, В). Многие растения, имеющие корнеплоды, выращиваются с целью использования их в пищу (морковь, репа, редис, петрушка). Другие растения используются как кормовые (кормовая свекла, турнепс).

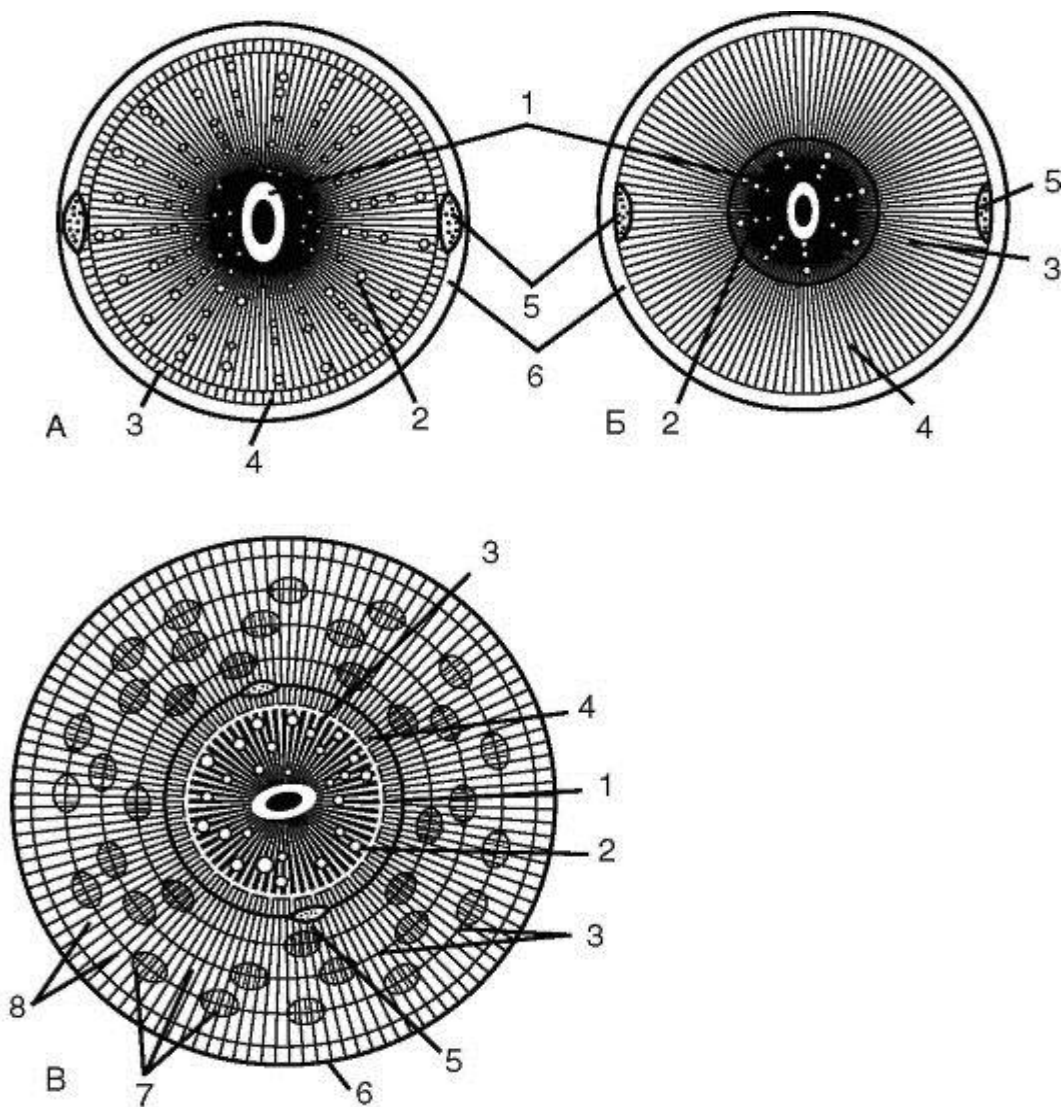


Рисунок 40 – Схема строения корнеплодов: А – тип редьки; Б – тип моркови; В – тип свеклы; 1 – первичная ксилема; 2 – вторичная ксилема; 3 – камбий; 4 – вторичная флоэма; 5 – первичная флоэма; 6 – перидерма; 7 – проводящие пучки; 8 – запасаящая паренхима

Техническими культурами являются сахарная свекла и др.

Корнеклубни, или корневые шишки, образуются на придаточных и на боковых корнях. Одновременно у растения может развиваться несколько клубней. В придаточных корнях также происходит отложение питательных веществ, корни утолщаются и видоизменяются. Корневые клубни встречаются у георгины, чистяка, любки двулистной, ятрышника, аконита, батата и др. (рисунок 41).

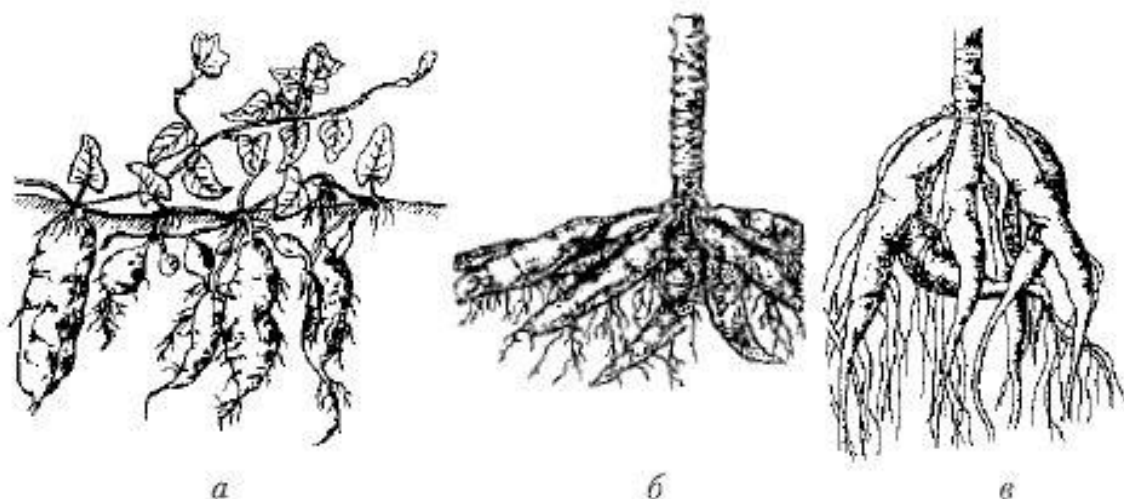


Рисунок 41 – Корневые клубни: а – батата; б – маниока;
в – георгины

Среди других видоизменений корней встречаются воздушные корни. Они характерны для некоторых тропических растений. Эти корни образуются на стеблях и являются придаточными. За счет этих придаточных корней улучшается минеральное питание растения. На нижних частях стеблей кукурузы образуются придаточные корни, которые придают растению устойчивость.

Клубеньки. У растений из семейства бобовых (фасоль, горох, клевер и др.) на корнях развиваются клубеньки, которые способны усваивать азот из воздуха. В этих клубеньках развивается особый вид азотусваивающих бактерий, которые вступают в симбиоз с корнями бобовых растений.

Бактерии, находящиеся в почве, проникают в корни через корневые волоски, поселяются в первичной коре и способствуют сильному разрастанию ее тканей. На корнях возникают наросты, или клубеньки, в которых содержатся в больших количествах бактерии. На корнях одного растения может быть несколько тысяч клубеньков. Определенный вид бактерий поселяется на корнях определенного растения, отчего и форма клубеньков у растений бывает различная. Например, клубеньковые бактерии гороха не способны жить на корнях фасоли. Размеры клубеньков также разные – от булавочной головки до крупной горошины (рисунок 42).

Способность бобовых растений усваивать при помощи клубеньков азот непосредственно из воздуха дает возможность этим растениям нормально развиваться на почвах, бедных азотом. Бобовые растения, благодаря своему особому способу усвоения азота, яв-

ляются очень ценными культурами в сельском хозяйстве. Они не только не истощают запаса азотистых соединений почвы, а наоборот, обогащают почву азотом. Многие растения из семейства бобовых высеваются с целью улучшения структуры почвы, восстановления ее плодородия и повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

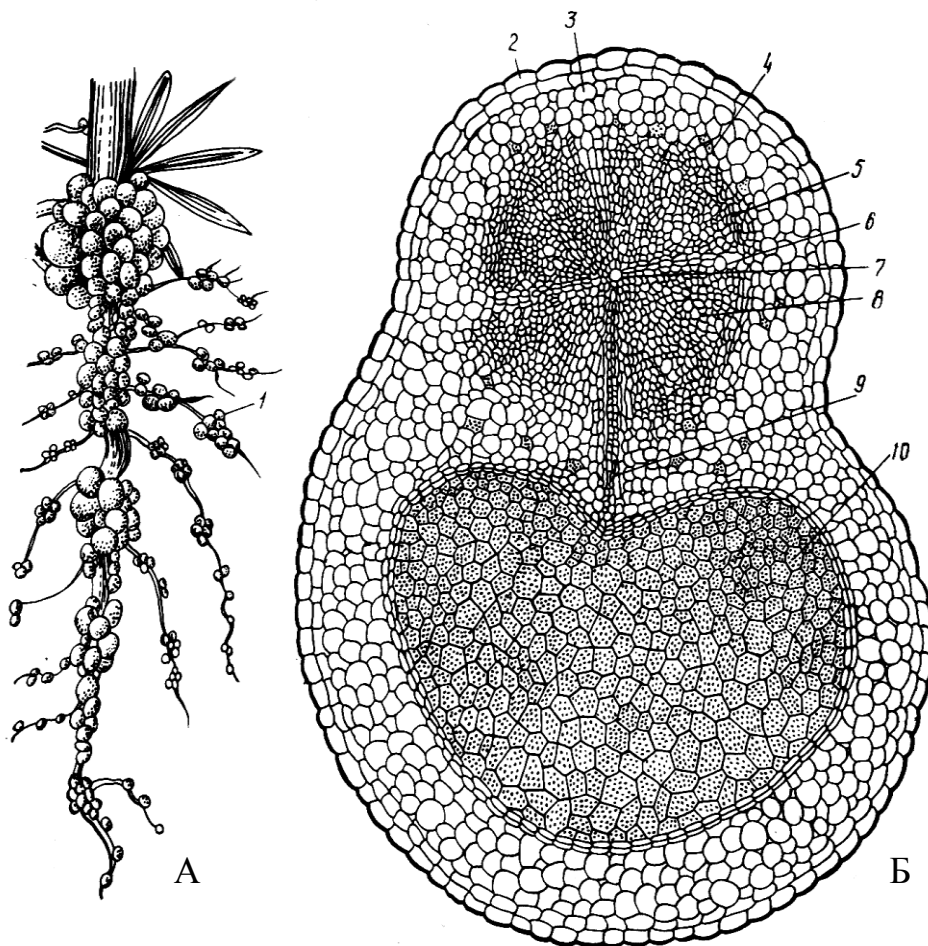


Рисунок 42 – Клубеньки на корнях люпина: А – общий вид; Б – поперечный разрез корня с клубеньком:
 1 – клубеньки; 2 – покровная ткань; 3 – паренхима вторичной коры; 4 – флоэма; 5 – камбий;
 6 – радиальный луч; 7 – первичная ксилема; 8 – вторичная ксилема; 9 – бактероидная ткань;
 10 – проводящие ткани

Микориза. Корни многих травянистых и древесных растений образуют с грибами симбиоз, который полезен для обоих компонентов. Этот симбиоз называется микоризой, или грибокорнем. Микориза бывает *наружная* и *внутренняя*.

При *наружной (эктотрофной)* микоризе грибные нити оплета-

ют кончики корней снаружи и образуют вокруг них плотные чехлы и не проникают внутрь корня, а располагаются на его поверхности или проникают лишь в самые поверхностные слои коры. Часто при

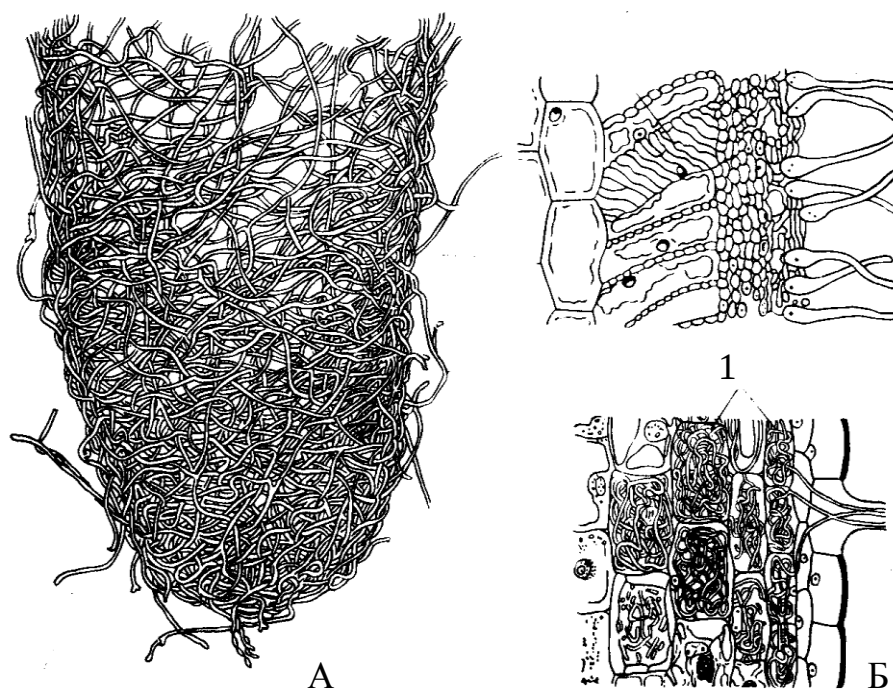


Рисунок 43 – Микориза:

А – эктотрофная; Б – эндотрофная;

1 – гифы гриба

таком типе микоризы грибные нити заменяют в корне корневые волоски. Этот тип микоризы широко распространен на корнях древесных растений (береза, липа, дуб, осина, сосна).

При *внутренней (эндотрофной)* микоризе грибные нити поселяются в глубоких слоях корня, проникая в его ткани. Внутренняя микориза встречается чаще у травянистых растений. Грибные нити улучшают снабжение растения водой, минеральными солями и азотом; гриб в свою очередь получает от растения безазотистые органические вещества. У некоторых растений, например у березы, корневые волоски не развиваются, их заменяют гифы гриба, поэтому для развития березы необходим симбиоз с грибами. Определенный вид грибов развивается с определенными породами деревьев. Многие шляпочные грибы получили свои названия от тех деревьев, с которыми они взаимосвязаны. Подосиновик образует свои плодовые тела на поверхности почвы вблизи осин. Подберезовик связан микоризой с березой, масленок – с сосной, рыжик – с елью (рисунок 43).

Тема 14 Проросток

Материал. Проростки пшеницы, ячменя, овса, фасоли, гороха, подсолнечника, выращенные в сосудах при разных сроках посева.

Общие замечания

Основные вегетативные органы семенных растений – *корень, стебель, лист* – чаще всего закладываются уже в зародыше семени. С наступлением благоприятных температуры и влажности семена всасывают воду и при достаточном доступе воздуха прорастают, формируя *проросток*. Первым начинает расти корень, благодаря чему молодой проросток укрепляется в почве и поглощает воду с растворенными в ней солями. Из зародышевого корешка образуется *главный* корень. У большинства растений стебель проростка вначале петлеобразно изогнут и через почву пробивается верхушкой своего изгиба, поэтому почка не повреждается. Позднее стебель распрямляется.

При этом у проростков некоторых растений (подсолнечник, фасоль) семядоли выносятся на поверхность почвы, зеленеют и временно выполняют функцию листьев (рисунок 44). Границу между корнем и стеблем называют *корневой шейкой*. Часть стебля между семядолями и корневой шейкой называют *гипокотилем* (подсемядольное колено). Однако не у всех двудольных растений гипокотиль хорошо выражен. У некоторых из них длина гипокотилия настолько мала, что он весь остается в почве и семядоли не выносятся на поверхность (горох, дуб) (см. рисунок 44, Б).

Участок стебля между семядолями и первым настоящим листом называют *эпикотилем* (надсемядольное колено). Первые настоящие листья проростка не всегда имеют форму, свойственную взрослому растению. Их называют *ювенильными*.

При прорастании семян мятликовых единственная семядоля остается в семени. Она поглощает питательные вещества эндосперма. Через почву пробивается почка, защищенная зародышевым листом – *колеоптилем*. Первый настоящий лист выходит наружу через прорыв колеоптиля (рисунок 45).

Задания

1. Изучить структуру разновозрастных проростков пшеницы, ячменя, овса, фасоли, подсолнечника, гороха.

2. Зарисовать проростки в разных фазах роста и сделать обозначения.

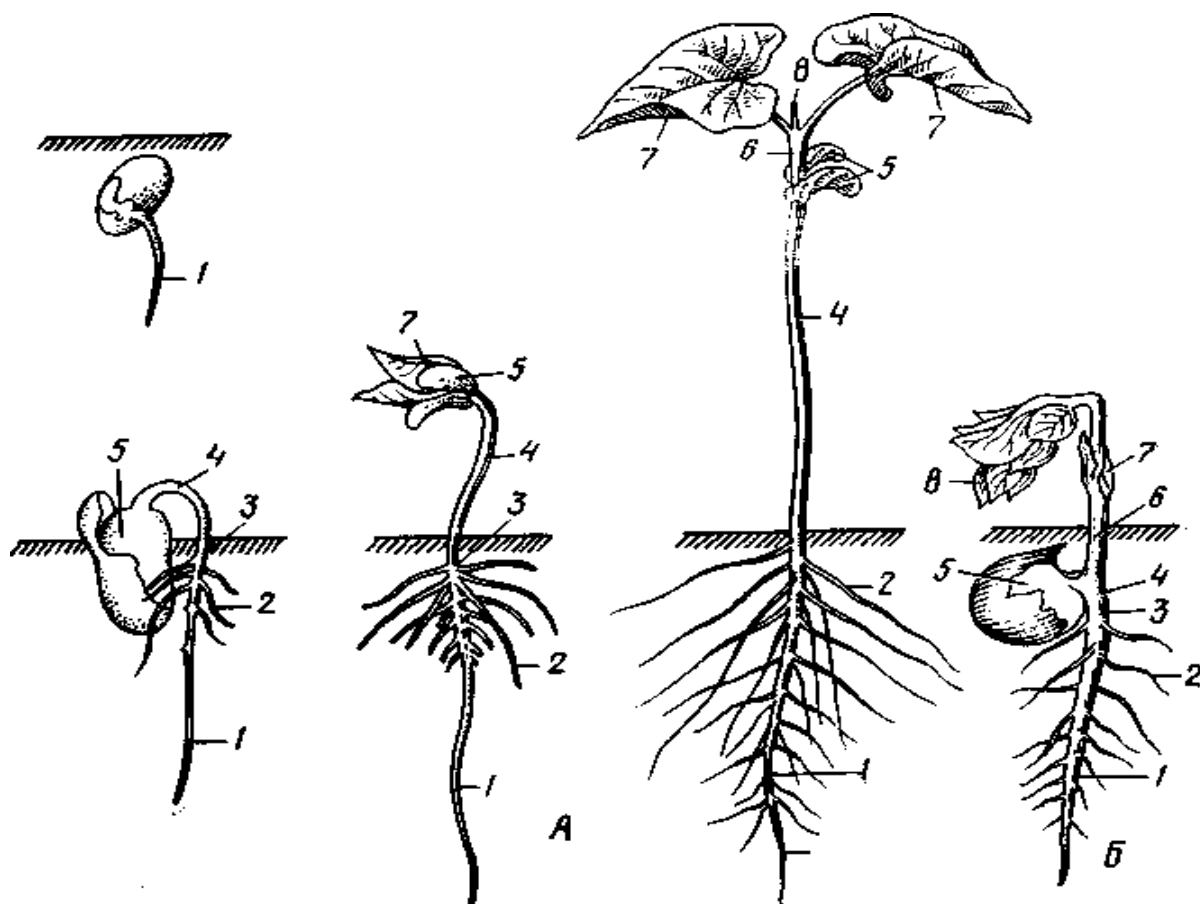


Рисунок 44 – Проростки двудольных растений: А – фасоль; Б – горох; 1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – корневая шейка; 4 – гипокотиль; 5 – семядоля; 6 – эпикотиль; 7 – лист; 8 – почка

Порядок работы

Для примера рассматривают структуру проростков фасоли и пшеницы, находящихся в разных фазах роста: начало прорастания (весь проросток находится еще в почве), появление всходов, появление первых листьев (см. рисунок 44, А; 45, А).

Отмечают, что у *фасоли* корешок зародыша первым прорывает кожуру семени и внедряется в почву. Фасоль прорастает одним корнем. Вслед за корнем начинает интенсивно расти, изгибаясь петлеобразно, стебель. Распрямляясь, он выносит на поверхность почвы семядоли и почку. Семядоли зеленеют, и некоторое время в них осуществляется фотосинтез. Почка же продолжает расти вверх, образуя стебель и первые настоящие листья.

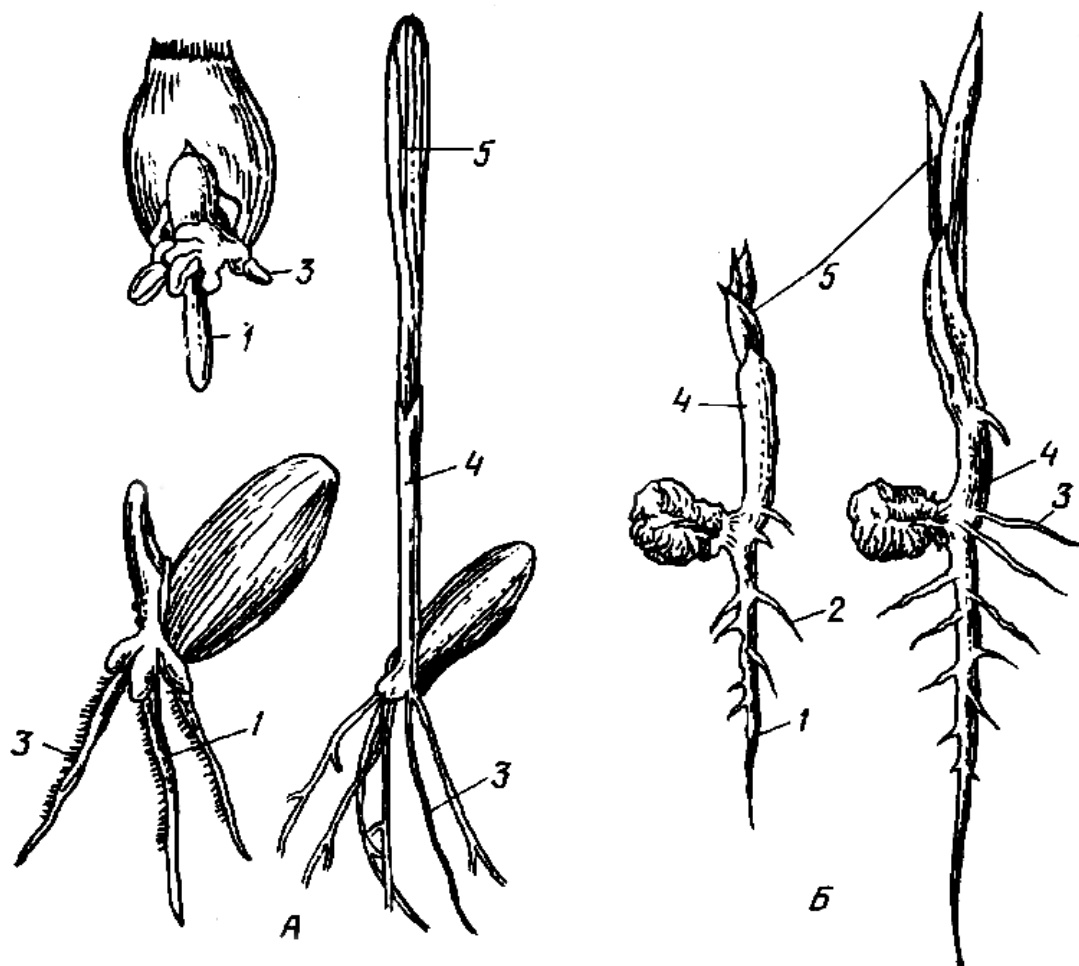


Рисунок 45 – Проростки мятликовых: А – пшеница;
 Б – кукуруза: 1 – главный корень; 2 – боковые
 корни; 3 – придаточный корень; 4 – coleoptиль;
 5 – лист

Зарисовывают проросток и обозначают его части: главный корень, боковые корни, корневую шейку, гипокотиль, эпикотиль, междоузлие, почку, листья, семядоли.

Пшеница прорастает двумя-тремя корнями. Один из них – главный, а другие образуются на гипокотиле. У пшеницы, как и у других мятликовых, почка защищена coleоптилем, под прикрытием которого она проходит слой почвы.

Зарисовывают проросток и обозначают его части: главный корень, придаточный корень, coleоптиль, лист.

Контрольные вопросы

1. Какой из вегетативных органов зародыша трогается в рост

первым при прорастании семени? Какое это имеет биологическое значение?

2. Что такое корневая шейка?
3. Какие части стебля называют гипокотилем и эпикотилем?
4. Всегда ли при прорастании семени семядоли выносятся на поверхность почвы, от чего это зависит?
5. Какие листья называют ювенильными?

Тема 15 Типы и формы корневых систем

Материал. Гербарные образцы корневых систем тыквы, фасоли, пшеницы, ячменя или ржи.

Общие замечания

Корень в типичных случаях является осевым полисимметричным подземным органом, который неопределенно долго нарастает в длину верхушкой, защищенной чехликом, и никогда не образует листьев. Корень служит для закрепления растения в почве, поглощения из нее воды с растворенными в ней солями, отложения запасных продуктов, отчасти синтеза органических веществ, вегетативного размножения, связи с микроорганизмами почвы. *Корневая система* – это совокупность всех корней растения, образующихся в результате их нарастания и ветвления.

По происхождению различают несколько типов корневых систем. *Система главного корня* образуется из корешка зародыша. *Система придаточных корней* состоит из корней, образованных стеблем или листом, а *смешанная* имеет и главный корень, и придаточные.

Система главного корня обычно имеет *стержневую* или *разветвленную форму*, а система придаточных корней – *мочковатую*.

Задания

1. Ознакомиться с различными типами корневых систем проростков тыквы, пшеницы и фасоли.
2. Определить форму корневых систем этих проростков.
3. Зарисовать три типа корневых систем и обозначить их.

Порядок работы

Сравнивают между собой корневые системы проростков тыквы, пшеницы и фасоли. У *тыквы* ясно различим главный корень, который образовался из корешка зародыша. От него отходят разветвления – боковые корни различных порядков. По происхождению это *система главного корня*.

У *пшеницы* главный корень не выделяется среди других и основная масса корней не является боковыми разветвлениями главного корня, а отходит от нижней части стебля, т. е. состоит из придаточных корней (рисунок 45, А). Такую корневую систему называют *системой придаточных корней*.

Корневая система *фасоли* поначалу кажется системой главного корня. Однако при внимательном рассмотрении ее видно, что часть корней отходит не от главного корня, а от нижней части стебля (гипокотиля), следовательно, это придаточные корни (рисунок 44, А). Таким образом, у фасоли *корневая система смешанного типа*.

У тыквы и фасоли резко выделяется толщиной и размером корень первого порядка (главный), корни второго порядка (боковые) тоньше и меньше главного, корни третьего порядка тоньше и меньше второго и т. д. Такую форму корневой системы называют *стержневой*. У пшеницы корневая система состоит из многих корней примерно одинаковой толщины, собранных как бы в пучок. Такую форму называют *мочковатой*.

Зарисовывают корневые системы тыквы, пшеницы и фасоли, обозначают их тип и форму.

Контрольные вопросы

1. Каково происхождение главного корня, придаточного и бокового?
2. Какие бывают типы корневых систем по происхождению?
3. Какие бывают формы корневых систем и отдельных корней?

Тема 16 Зоны корня.

Микроскопическое строение корня однодольных растений (первичное строение)

Материал. Проростки пшеницы или другого растения семейства мятликовых, постоянные микропрепараты корня ириса или купены.

Задания

1. Рассмотреть постоянный препарат кончика корня проростка. Найти корневой чехлик, зоны деления и растяжения клеток, всасывания.
2. Зарисовать кончик корня и обозначить его зоны.
3. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корня ириса или купены и ознакомиться с первичным строением корня.
4. Зарисовать часть корня в виде сектора и обозначить ткани и комплексы тканей.

Общие замечания

Дифференциация тканей корня происходит в зоне всасывания. По происхождению возникающие при этом ткани первичные, так как образуются из первичной меристемы конуса нарастания. Поэтому микроскопическое строение корня в зоне всасывания называют *первичным*. У однодольных растений первичное строение сохраняется и в зоне проведения. Здесь лишь отсутствует самый поверхностный слой с корневыми волосками – *эпидерма*. Защитную функцию выполняет нижележащая ткань.

Порядок работы

Используется постоянный препарат. При малом увеличении ясно различимы небольшая внутренняя часть – *центральный цилиндр* и наружная – *первичная кора*, покрытая одним слоем клеток с корневыми волосками – *эпидермой* (рисунок 39).

Наружный слой первичной коры – *экзодерма*, состоит из плотно сомкнутых многоугольных клеток, стенки которых впоследствии пропитываются суберином и выполняют защитную

функцию. Затем расположена основная паренхима (*мезодерма*), составляющая главную массу первичной коры. Эпиблема и паренхима выполняют поглощающую функцию. Внутренний слой первичной коры – *эндодерма*, состоит из одного ряда клеток, радиальные и внутренняя стенки которых утолщены. Стенки клеток эндодермы более или менее опробковывают, а у некоторых растений, в том числе и у ириса, одревесневают. Но не все клетки эндодермы имеют непроницаемую стенку, среди толстостенных клеток есть тонкостенные живые клетки, называемые пропускными, так как именно через них вода и минеральные вещества поступают в центральный цилиндр. Цитоплазма пропускных клеток обладает избирательной проницаемостью. На препарате видно, что пропускные клетки расположены почти напротив участков ксилемы.

Наружный слой центрального цилиндра – *перицикл*, состоит из одного ряда живых паренхимных клеток, обладающих меристематической активностью. Из перицикла образуются боковые корни, поэтому его называют иногда *корнеродным слоем*. Центральная часть центрального цилиндра занята радиальным проводящим пучком. Ксилема расположена в его центре и образует ряд острых лучеобразных выступов, заканчивающихся снаружи более мелкими сосудами. На поперечном разрезе ксилема имеет вид звезды, окрасившейся под действием реактива в красный цвет. Между выступами ксилемы лежат участки флоэмы. Радиальные пучки с многолучевой ксилемой называют *полиархными*.

Контрольные вопросы

1. В какой зоне корня можно наблюдать первичное строение и почему его так называют?
2. Какие комплексы тканей можно выделить, рассматривая первичное строение корня?
3. Какой тип проводящего пучка свойствен корню при первичном строении? Где он расположен?
4. Как называют радиальные пучки корней в зависимости от числа лучей ксилемы?
5. Какова роль перицикла?
6. Что такое пропускная клетка?
7. Какова роль паренхимы и эпіблемы?

Тема 17 Микроскопическое строение корня двудольных растений (вторичное строение)

Материал. Постоянный микропрепарат поперечного среза молодого корня тыквы в месте появления камбия, микроскопы.

Общие замечания

У двудольных растений уже в раннем возрасте в центральном цилиндре корня между ксилемой и флоэмой появляется камбий, деятельность которого приводит ко вторичным изменениям и значительному утолщению корня.

Задания

1. Изучить постоянный препарат поперечного среза молодого корня тыквы и ознакомиться с началом деятельности камбиального слоя.
2. Сделать рисунок препарата и обозначить ткани и комплексы тканей.

Порядок работы

Переход от первичного строения ко вторичному в молодых корнях тыквы

На постоянном препарате поперечного среза молодого корня тыквы находят при малом увеличении центральный цилиндр с четырьмя лучами первичной ксилемы (тетрархный пучок). Эндодерма заметна плохо, так как у ее клеток утолщены лишь радиальные стенки. При большом увеличении видно, что клетки прокамбия, лежащие между ксилемой и флоэмой, разделены тангенциальными перегородками, а в некоторых местах внутри от этого слоя заметны только что образовавшиеся и еще не одревесневшие сосуды. Делящийся слой и есть вторичная меристема – *камбий*, который к центру откладывает клетки, дифференцирующиеся в элементы *вторичной ксилемы*, а наружу – клетки, дифференцирующиеся в элементы *вторичной флоэмы*. В тех местах, где сосуды первичной ксилемы соприкасаются с перикцикл, клетки последнего также превращаются в камбий, который теперь образует сплошной слой, окружающий первичную ксилему. Первоначально слой камбия на поперечном разрезе имеет извилистую фор-

му, а затем округляется и отодвигается от центра благодаря разрастанию отложенной им внутрь вторичной ксилемы. По мере увеличения вторичной ксилемы и вторичной флоэмы первичная флоэма отодвигается на периферию. Клетки перицикла делятся по всей окружности, образуя пробковый камбий, который дифференцируется наружу в слой пробки. Благодаря этому первичная кора изолируется от центрального цилиндра, отмирает и отпадает. Остается только центральный цилиндр, одетый пробкой (рисунок 46).

Зарисовывают часть центрального цилиндра с двумя лучами первичной ксилемы, обозначают: первичную ксилему, камбий, сосуды вторичной ксилемы, вторичную и первичную флоэму, перицикл.

Вторичное строение корня тыквы

При малом увеличении находят в середине корня четырехлу-

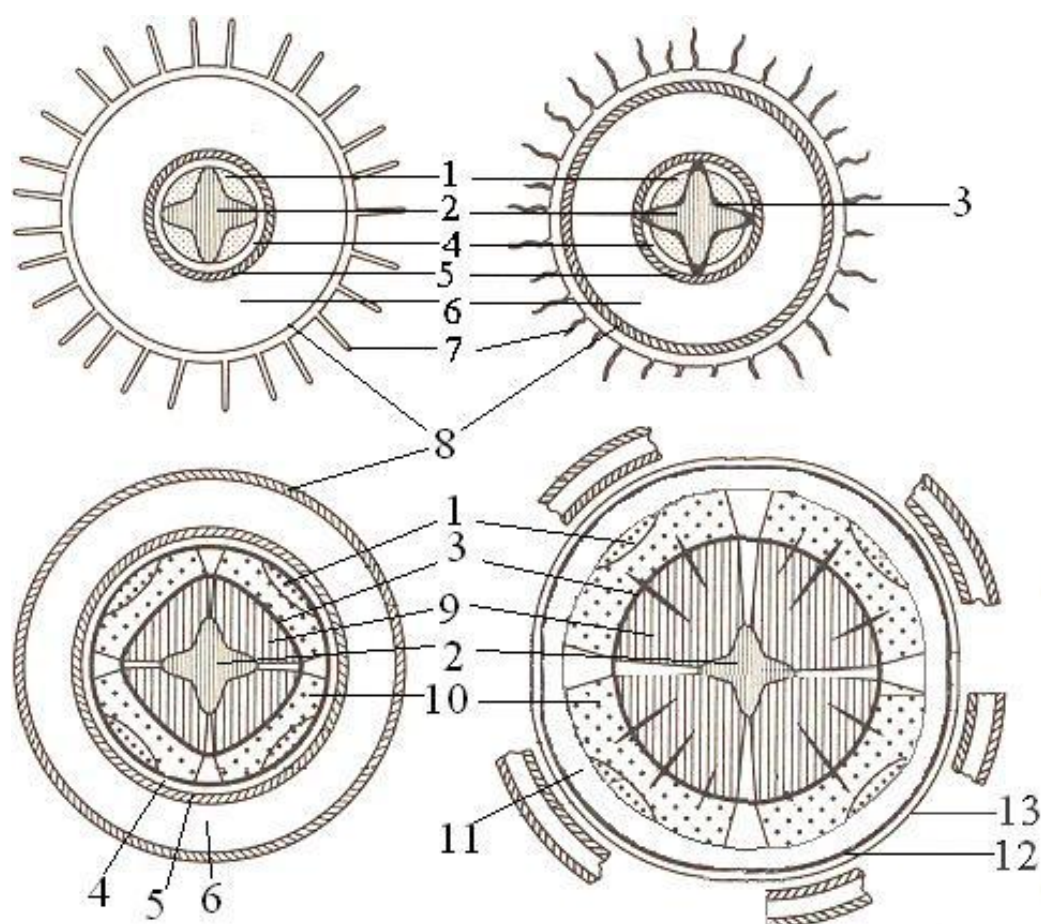


Рисунок 46 – Переход от первичного строения корня к вторичному: 1 – первичная флоэма; 2 – первичная ксилема; 3 – камбий; 4 – перицикл; 5 – эндодерма; 6 – мезодерма; 7 – ризодерма; 8 – экзодерма; 9 – вторичная ксилема; 10 – вторичная флоэма; 11 – вторичная кора; 12 – феллоген; 13 – феллема

чевую *первичную ксилему*. От лучей первичной ксилемы начинаются радиальные лучи – участки тонкостенной паренхимы. Они образованы камбием, возникшим из перицикла.

С радиальными лучами чередуются широкие участки *вторичной ксилемы* с крупными сосудами и мелкоклеточной древесинной паренхимой (рисунок 47).

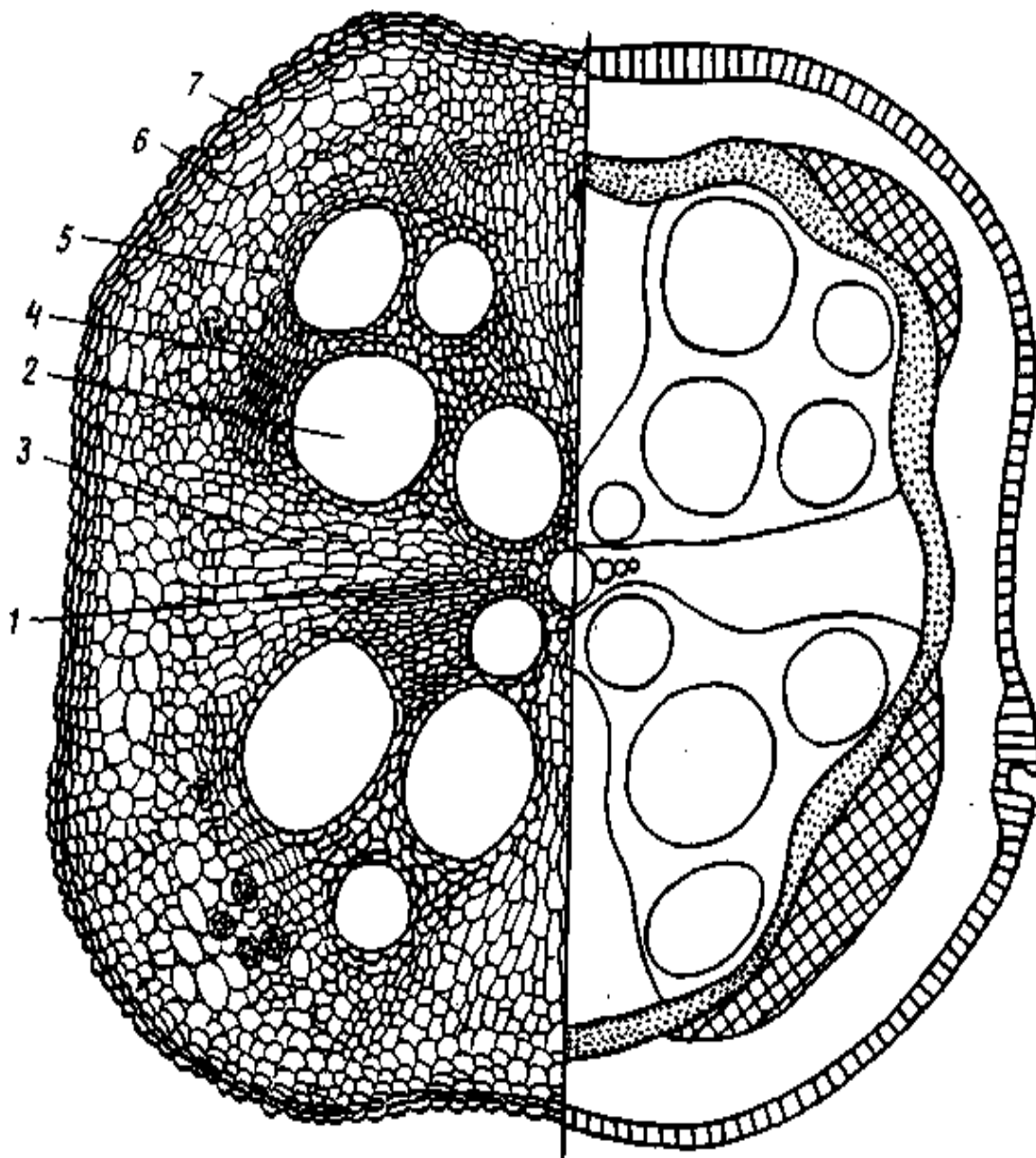


Рисунок 47 – Вторичное строение корня тыквы (слева – детальный рисунок, справа – схематичный):
 1 – первичная ксилема; 2 – вторичная ксилема;
 3 – радиальный луч; 4 – камбиальная зона;
 5 – первичная и вторичная флоэмы;
 6 – основная паренхима вторичной коры;
 7 – пробка

На границе вторичной ксилемы хорошо заметна камбиальная зона – слой мелких тонкостенных клеток, расположенных правильными рядами в радиальном направлении. К периферии от нее против каждого участка *вторичной ксилемы* находят *вторичную флоэму*, которую легко узнать по крупным ситовидным трубкам и иногда встречающимся ситовидным пластинкам.

Камбий, производящий паренхиму радиальных лучей, у тыквы малозаметен. Наружу он откладывает также основную паренхиму. На поверхности корня виден сравнительно тонкий слой *пробки*. Ткани, расположенные кнаружи от камбия (флоэма, основная паренхима, феллодерма и пробковый камбий), называют *вторичной корой*. Делают схематичный рисунок и обозначают: ксилему (первичная и вторичная, радиальный луч), камбиальную зону, вторичную кору (вторичная и первичная флоэмы, паренхима), пробку.

Контрольные вопросы

1. Корни каких растений имеют только первичное строение, а каких – переходят во вторичное?
2. В какой зоне корня у двудольных растений можно наблюдать первичное строение, а в какой – вторичное?
3. С чем связан переход корня от первичного строения ко вторичному?
4. Где закладывается слой камбия при переходе корня ко вторичному строению и каково его происхождение?
5. Что происходит с первичной корой при переходе корня ко вторичному строению?
6. Из каких комплексов тканей состоит корень при вторичном строении?

Тема 18 Запасающие корни – корнеплоды

Материал. Нарезанные кружками корнеплоды моркови, редьки, свеклы; постоянные микропрепараты корня моркови или петрушки, редьки, свеклы; корнеплод любого из перечисленных растений.

Общие замечания

Корнеплоды формируются из главного корня, в котором разрастается запасающая паренхима, благодаря чему он достигает

значительной толщины. При этом утолщение захватывает не только корень, но и часть стебля, главным образом *гипокотиль*. Корнеплоды бывают *монокамбиальные* и *поликамбиальные*.

Если запасные продукты откладываются не в главном корне, а в боковых или придаточных, образуются *корневые клубни*.

Задания

1. Рассмотреть внешнее строение корнеплода свеклы или другого растения.

2. Сравнить между собой поперечные разрезы корнеплодов моркови, редьки, свеклы.

3. Изучить по табличному материалу поперечные срезы корней моркови, редьки и свеклы.

4. Зарисовать схематично все изученные объекты и сделать обозначения.

Порядок работы

Макроскопическое строение корнеплодов

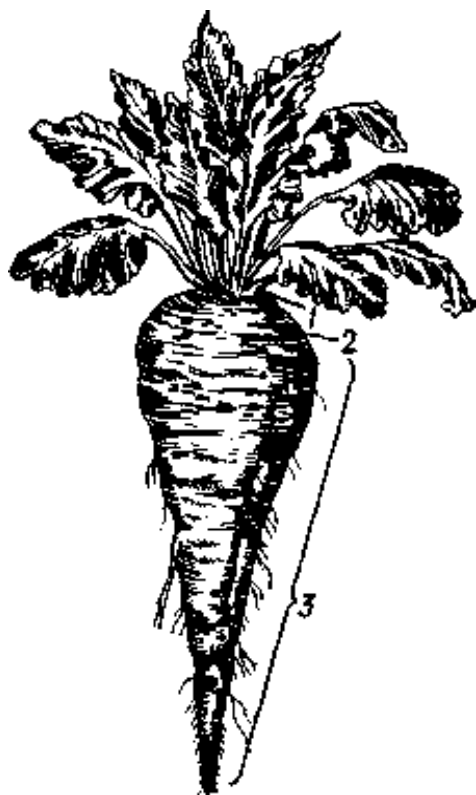


Рисунок 48 – Корнеплод свеклы: 1 – головка; 2 – шейка; 3 – собственно корень

Рассматривают корнеплод свеклы, и находят: *головку* – укороченную стеблевую часть с листьями, *шейку* – наиболее толстую часть корнеплода, образующуюся за счет утолщения гипокотыля, и *собственно корень* с двумя продольными бороздками, от которых отходят боковые корни (рисунок 48). Длина шейки у корнеплодов разных видов растений может быть неодинаковой. Зарисовывают корнеплод и отмечают *головку*, *шейку*, *собственно корень*. На поперечном разрезе корнеплода *моркови* можно различить светлое кольцо, отделяющее более широкую наружную часть от меньшей внутренней. Это *камбиальная зона*. С внешней стороны от нее находится *вторичная кора*, а с внутренней – *ксилема*. Следовательно, запасные

продукты в корнеплоде моркови откладываются главным образом во *вторичной коре*.

При рассмотрении поперечного разреза корнеплода *редьки* видно, что камбиальная зона расположена на периферии, очень близко от поверхности корня. Вторичная кора тонкая, а вторичная ксилема, напротив, заполняет почти весь корнеплод, в паренхиме ее накапливаются запасные продукты.

Строение корнеплода *свеклы* отличается от строения корнеплодов моркови и редьки. На поперечном разрезе видны чередующиеся концентрические слои: узкие жесткие и широкие сочные.

Чтобы более детально разобраться в строении корнеплодов, изучают постоянные препараты их поперечных срезов.

Микроскопическое строение корнеплодов

На постоянном препарате поперечного среза молодого корня *моркови* при малом увеличении в самом центре обычно хорошо видна двулучевая первичная ксилема (диархный пучок). От лучей первичной ксилемы отходят два радиальных луча паренхимы, а между ними размещаются два веерообразных участка вторичной ксилемы. Вокруг вторичной ксилемы расположен слой мелких клеток. Это *камбиальная зона*. С внешней стороны от нее – широкий слой вторичной коры, состоящий, главным образом, из паренхимы и небольшого числа ситовидных трубок с сопровождающими клетками. Паренхима вторичной коры и служит основнымместилищем запасных продуктов в корне моркови (рисунок 49).

У молодого корня *редьки* находят в центре двулучевую *первичную ксилему*. От ее концов отходят два радиальных луча паренхимы, затем два участка *вторичной ксилемы*, *камбиальная зона* и *вторичная кора*. Наибольшую площадь на поперечном срезе занимает недревесневшая паренхима. Она лежит с внутренней стороны от камбиальной зоны, т. е. это паренхима ксилемы и радиальных лучей. В ней и находятся запасные продукты (рисунок 49, Б). При рассмотрении постоянного препарата поперечного среза, зарисовывают схематично поперечный срез корня и делают те же обозначения, что и на рисунке среза корня моркови.

Сравнивая между собой вторичную структуру корнеплодов моркови и редьки, делают вывод, что оба они *монокамбиальные*. Однако у моркови большую часть корнеплода занимает *вторичная кора*, в которой накапливаются запасные продукты. У редьки же вторичная кора маленькая, а основная масса корнеплода пред-

ставлена *ксилемой*, состоящей в основном из неодревесневшей паренхимы, в которой откладываются запасные продукты.

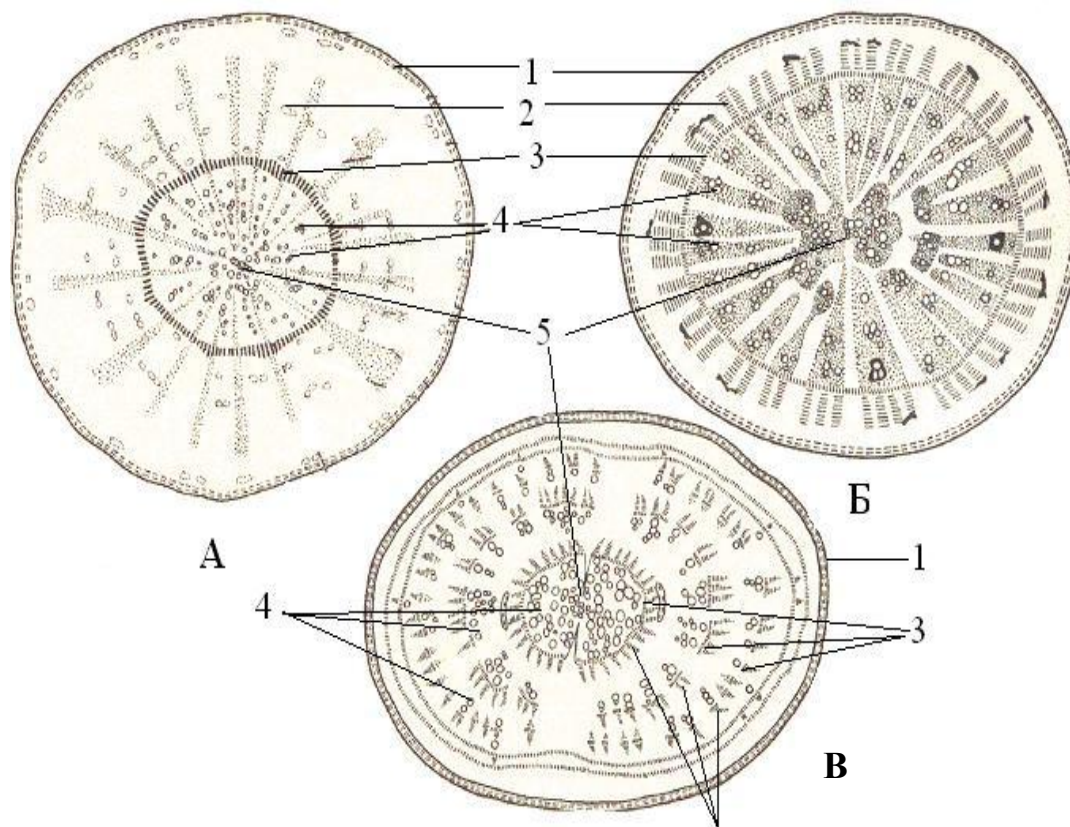


Рисунок 49 – Поперечные срезы корнеплодов с различным типом заложения камбия и отложением запасных веществ: А – монокамбиальный флоэмный (морковь); Б – монокамбиальный ксилемный (редька); В – поликамбиальный (свекла); 1 – перидерма; 2 – вторичная флоэма; 3 – камбий; 4 – вторичная ксилема; 5 – первичная ксилема

На постоянном препарате поперечного среза молодого корня *свеклы* в самом центре корня видна двулучевая первичная ксилема, к которой прилегают два участка вторичной ксилемы, разделенных радиальными участками паренхимы. Таким образом, вторичное строение корня свеклы такое же, как и у других корнеплодов. Но вслед за вторичным наступает так называемое *третичное* изменение. Вокруг вторичной флоэмы по периферии корня образуется благодаря делению клеток перицикла слой паренхимных клеток.

В нем один ряд клеток начинает делиться тангенциальными перегородками и становится новым слоем камбия, откладывающим внутрь клетки ксилемы, а флоэмы в виде коллатеральных пучков, отделенных друг от друга прослойкой тонкостенной паренхимы. Одновременно в периферическом слое паренхимы образуется новое кольцо камбиальных клеток и т. д. (рисунок 49, В).

Таким образом, *жесткие слои*, замеченные на поперечном разрезе корнеплода, являются *ксилемой* концентрических рядов проводящих пучков, а *сочные широкие слои* состоят из *камбиальной зоны, флоэмы и запасающей паренхимы*. Корнеплод свеклы является *поликамбиальным*.

Схематично зарисовывают поперечный разрез корня свеклы и обозначают: первичную ксилему, вторичную ксилему, радиальный луч, первый слой камбия, вторичную флоэму, второй, третий и последующие слои камбия, третичные ксилему и флоэму в проводящих пучках, покровную ткань.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие корнеплода от корневого клубня?
2. Из каких частей растения образуется корнеплод?
3. В чем сходство и отличие в строении корнеплодов моркови и редьки?
4. В чем отличие в строении между корнеплодами моркови и свеклы?
5. В каких частях корнеплода откладываются запасные продукты у моркови, редьки, свеклы?

ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ

ПО ТЕМЕ: «КОРЕНЬ»

1. *Корень, развивающийся из корешка зародыша, называют...*
 - 1) главным;
 - 2) боковым;
 - 3) придаточным.
2. *Первичное строение корня двудольного растения можно обнаружить на поперечном срезе зоны...*
 - 1) деления;
 - 2) растяжения;
 - 3) дифференциации;
 - 4) проведения.

3. Придаточные корни в стебле закладываются в зоне...

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

4. Основная часть корнеплодов моркови является видоизменением корня...

- 1) главного;
- 2) бокового;
- 3) придаточного.

5. На поперечном срезе корнеплода моркови можно обнаружить камбиальных колец...

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

6. Корнеплод моркови покрыт...

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

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

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

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

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

СТЕБЕЛЬ И ПОБЕГ

Функции стебля. Стебель является одним из вегетативных органов растения. На стебле образуются листья, за счет которых поверхность растения. Через стебель осуществляется связь между корнями и листьями. По стеблю передвигаются питательные вещества, поглощенные корнем из почвы, – это растворы минеральных солей, поступающие по восходящему току от корней к листьям. Образованные в листьях в процессе фотосинтеза органические

вещества передвигаются из листьев по всему растению.

В молодых зеленых стеблях происходит процесс фотосинтеза.

Таким образом, не только лист, но и стебель (зеленый) может быть органом, где происходит процесс ассимиляции. Стебель несет на себе цветки и плоды. В нем могут откладываться в запас питательные вещества.

Побег. Побегом называется стебель с расположенными на нем листьями и почками. Место прикрепления листа к стеблю называется узлом. Узлы часто имеют небольшие утолщения, это можно легко заметить на стеблях злаков (пшеница). Участки стебля, расположенные между двумя узлами, называются междоузлиями.

Длина междоузлий у различных растений неодинакова, она может варьировать на стебле какого-либо одного растения. Если междоузлия на побеге развиты слабо и очень короткие, то узлы бывают сильно сближены. Такие побеги с неразвитыми укороченными междоузлиями называются укороченными.

Укороченные побеги встречаются у некоторых древесных растений. У яблони на них развиваются плоды, отчего эти побеги у плодовых деревьев получили название плодушек (рисунок 50). Укороченные побеги хорошо выражены у тополя и осины. Многие травянистые растения имеют очень короткий стебель, на котором узлы сильно сближены, отчего листья оказываются близко расположенными друг к другу в виде прикорневой розетки. Укороченные побеги встречаются у одуванчика, подорожника. На первом году жизни укороченные побеги развиваются у моркови, свеклы, репы и др.

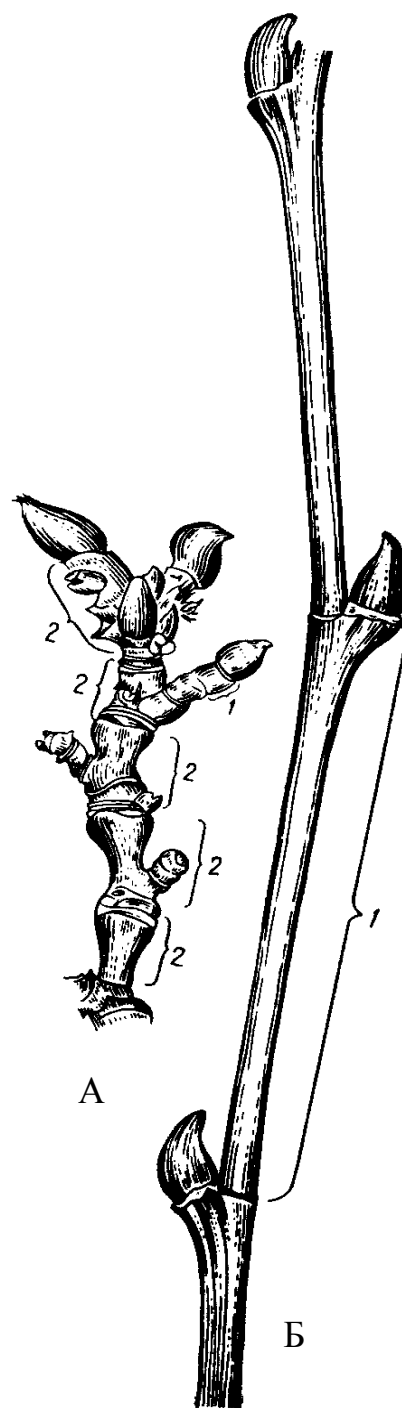


Рисунок 50 – Побеги платана: А – укороченный, Б – удлиненный:
1 – междоузлие;
2 – годичный прирост

Удлиненный побег может состоять лишь из одного сильно вытянутого в длину междоузлия, которое заканчивается цветком или соцветием. Такой безлистный стебель называют цветочной стрелкой. Цветочная стрелка встречается у лука, тюльпана, примулы. Пазухой листа называется угол, образованный листом и идущим вверх от него участком стебля. После опадания листьев на стебле в тех местах, где были прикреплены листья, остаются листовые рубцы, которые хорошо заметны.

Почки. Рост стебля в высоту происходит за счет его верхушки. Она имеет коническую форму и поэтому называется конусом нарастания. В конусе нарастания находится первичная образовательная ткань, клетки которой непрерывно делятся. Точка роста защищена от внешних неблагоприятных условий зачаточными листочками; в пазухах зачаточных листочков расположены зачаточные боковые почки. Зачаточные листочки возникают в виде бугорков на конусе нарастания, по мере их удаления от верхушки конуса нарастания они становятся крупнее. Конус нарастания стебля вместе с зачаточными листочками составляет почку.

Таким образом, на верхушке стебля расположена почка, из которой развивается побег, т. е. стебель с листьями и почками. Почка является еще неразвившимся побегом.

У большинства древесных растений почки покрыты сверху бурыми плотными чешуйками, которые защищают почку от неблагоприятных внешних воздействий. Чешуйки являются видоизмененными листьями, они покрыты смолистыми выделениями; блестящие, клейкие и душистые наружные чешуйки предохраняют почки от вымерзания. На побегах различают почки *вегетативные*, *репродуктивные* и *вегетативно-репродуктивные*. Боковые, или пазушные, почки расположены в пазухах между стеблем и листом, особенно часто в нижней части стебля. Они могут находиться в состоянии покоя в течение многих лет и не развиваться, хотя сохраняют способность к развитию. Эти почки, находящиеся в стадии покоя, называются *спящими* почками. Развитие спящих почек можно вызвать и искусственным путем, для чего удаляют верхнюю часть стебля с верхушечной почкой. После удаления верхней части стебля, спящие почки начинают усиленно развиваться и образуют большое количество боковых побегов. Из *спящих* почек, расположенных у основания ствола дерева, развивается поросль. Из *вегетативных* почек образуются побеги с листьями.

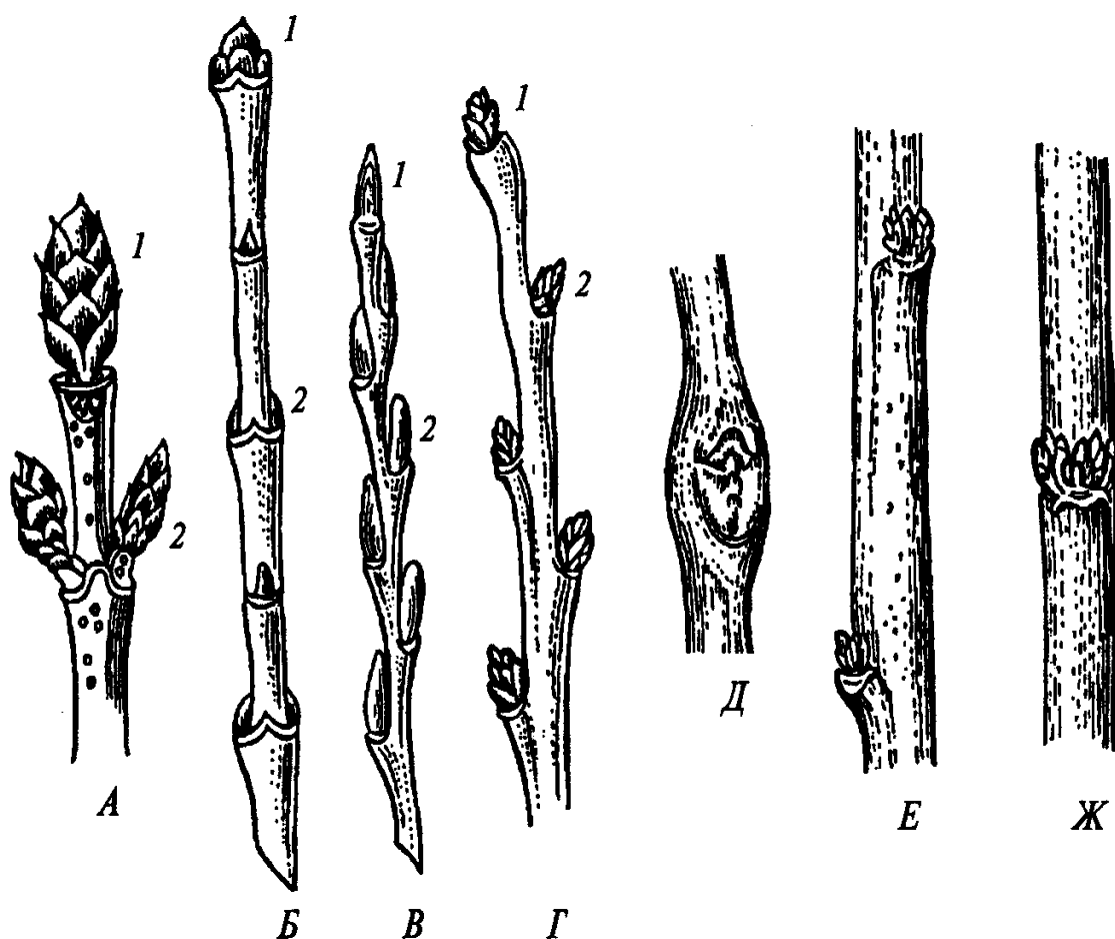


Рисунок 51 – Типы расположения одиночных (А–Г) и групповых (Д–Ж) почек: А–Б – верхушечное и пазушное супротивное; В–Г – верхушечное и пазушное очередное; Д – сериальное; Е – коллатеральное; Ж – мутовчатое; 1 – верхушечная почка; 2 – пазушная почка

Репродуктивные почки обычно бывают крупнее вегетативных и имеют определенную форму, характерную для каждого вида растения. Из них образуются цветки. По расположению почек на стебле различают *верхушечные* и *боковые* почки (рисунок 51).

Верхушечная почка расположена на верхушках стебля или верхушках боковых ветвей, т. е. на концах стеблей.

Положение стебля в пространстве. В зависимости от характера роста стебли имеют различное положение в пространстве. Они бывают прямостоячие, ползучие, вьющиеся, цепляющиеся, приподнимающиеся (рисунок 52). У большинства древесных и травянистых растений стебель расположен вертикально по отношению к почве (береза, яблоня, дуб, наперстянка).

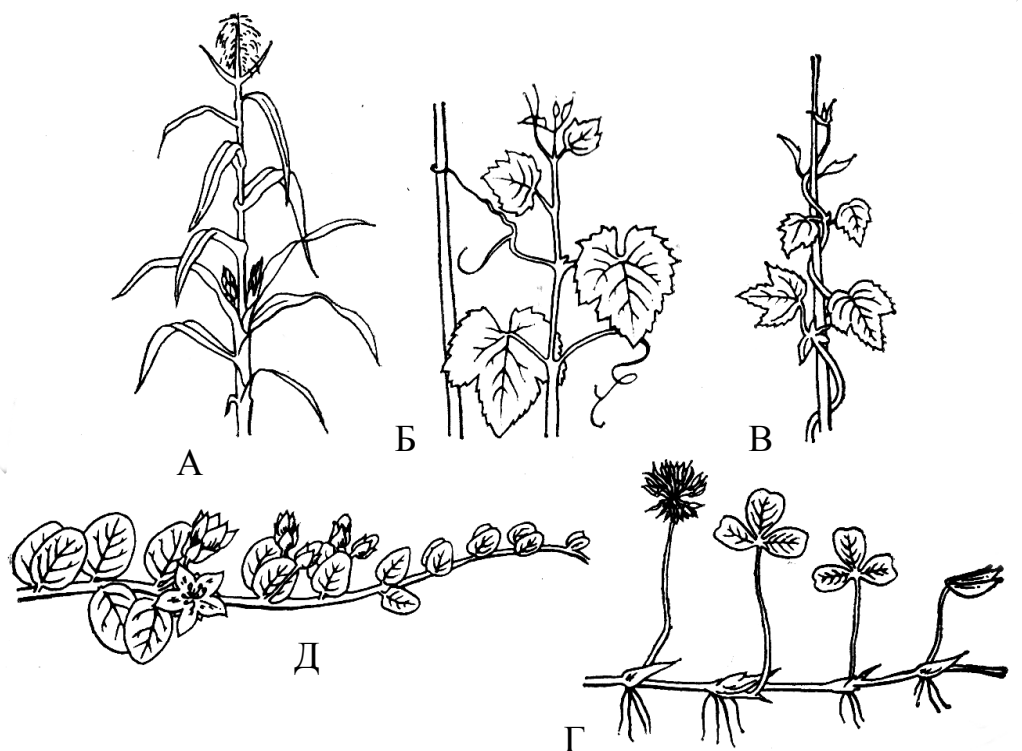


Рисунок 52 – Положение стеблей в пространстве:

А – прямостоячий (кукуруза);
 Б – цепляющийся (виноград); В – вьющийся
 (хмель); Г – ползучий

Ползучие стебли стелются по земле, с помощью придаточных корней они укореняются в почве и прикрепляются к ней. Ползучие стебли земляники называют усами. Вьющиеся стебли обвиваются вокруг опоры; растения, имеющие вьющиеся стебли, называются лианами. В стеблях лиан механические ткани развиты слабо, поэтому они обвивают другие рядом растущие растения, которые служат им опорой. Растения с цепляющимся стеблем прикрепляются к какой-либо опоре при помощи усиков. Такие стебли встречаются у растений из семейства бобовых (горох). У растений с приподнимающимся стеблем нижняя часть стелется по земле, а верхняя часть растет прямо (вертикально), например тимьян, плаун булавовидный.

Форма стеблей. Форма стебля на поперечном сечении бывает различная. У большинства растений стебли *округлой* формы (береза, тополь, липа).

Трехгранный стебель встречается у осок, *четырёхгранный* – у растений из семейства губоцветных (мята, пустырник). Стебель злаков, имеющий полые внутри междоузлия (пшеница и др.), называется *соломиной*.

Типы ветвления стебля. Выделяют следующие способы ветвления стебля: дихотомический (вильчатый), моноподиальный, симподиальный и ложнодихотомический (рисунок 53).

Особого внимания заслуживает способ ветвления стеблей злаков. Ветвление здесь происходит только в одной зоне у поверхности почвы, в так называемом узле кущения. В зависимости от формы узла кущения и длины горизонтально расположенной части побега, различают плотнокустовые, рыхлокустовые и корневищные злаки.

У рыхлокустовых злаков новые побеги, образующиеся у основания стеблей, отходят под острым углом, у плотнокустовых злаков они отходят под прямым углом. У корневищных злаков разветвления идут горизонтально (рисунок 54).

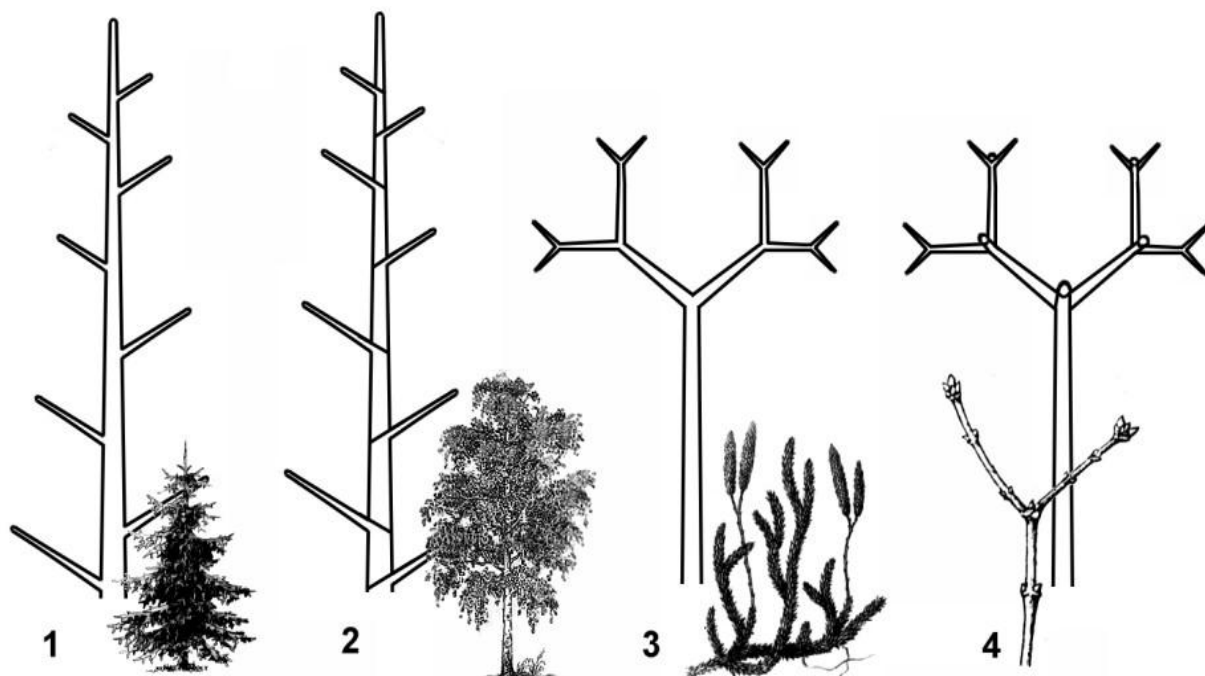


Рисунок 53 – Ветвление побегов: 1 – верхушечное моноподиальное; 2 – боковое моноподиальное; 3 – боковое симподиальное; 4 – боковое симподиальное (ложнодихотомическое)

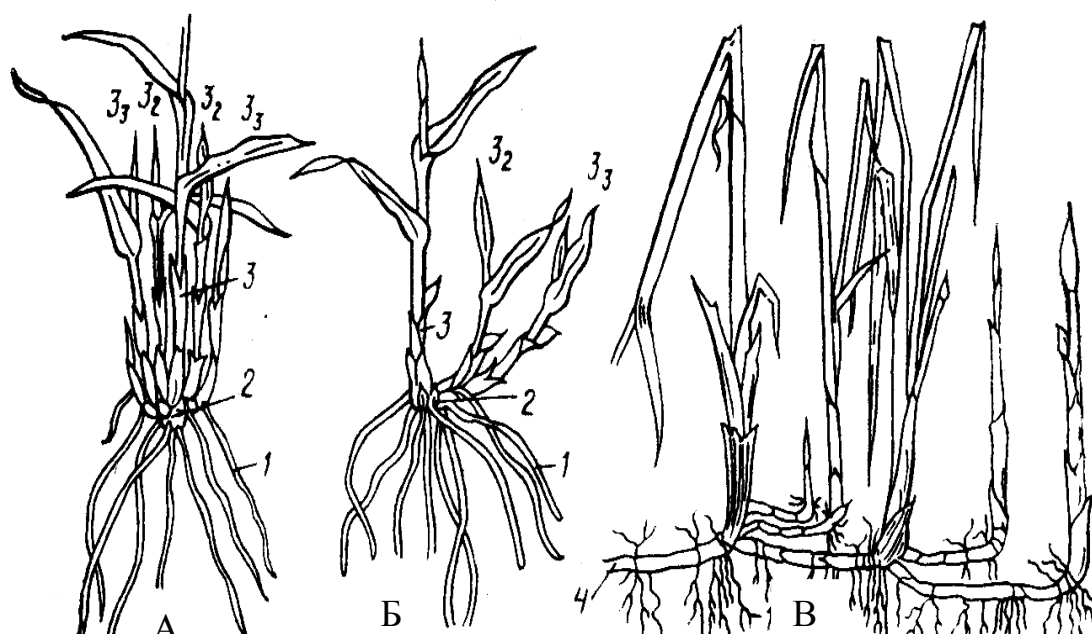


Рисунок 54 – Кущение злаков: А – плотнокустовой злак (белоус); Б – рыхлокустовой (мятлик), В – корневищный (пырей): 1 – придаточные корни; 2 – узел кущения; 3 – ось первого порядка; 3₂, 3₃ – побеги второго и третьего порядков; 4 – корневище

АТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ

Анатомическое строение стебля связано с теми основными функциями, которые он выполняет. Стебель соединяет между собой такие корни и листья. Он обеспечивает передвижение воды и минеральных веществ от корней к листьям и органических веществ от листьев к корням. Передвижению этих двух взаимно противоположных токов жидкости способствуют хорошо развитые в стебле проводящие ткани. Укрепление стебля осуществляется различными механическими тканями и их особым расположением. Покровные ткани защищают растение от неблагоприятного воздействия внешней среды. В стеблях хорошо развита паренхимная ткань, в которой могут откладываться питательные вещества.

Кроме постоянных тканей, в стеблях имеются образовательные ткани, которые обеспечивают рост стебля в длину и толщину. Строение стеблей однодольных растений отличается от такового двудольных. Различное строение стебля имеют травянистые растения и древесные. У однодольных растений в течение всей жизни строение стебля остается без изменений; оно называется первич-

ным строением. У двудольных растений с изменением возраста изменяется строение стебля.

СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ОДНОДОЛЬНОГО ТРАВЯНИСТОГО РАСТЕНИЯ

В стебле первичного строения различают следующие части:

1) *покровную ткань*; 2) *первичную кору*; 3) *центральный осевой цилиндр*.

В стеблях однодольных травянистых растений имеется хорошо выраженное пучковое строение. Сосудисто-волокнистые пучки закрытого типа (без камбия) расположены по всей толщине стебля. Первичная кора часто слабо выражена. Из-за отсутствия образовательной ткани камбия стебли однодольных растений не имеют вторичных утолщений.

Рассмотрим анатомическое строение стебля однодольного травянистого растения на примере стебля кукурузы (рисунок 55). С поверхности стебель покрыт однослойной эпидермой, которая часто одревесневает. Непосредственно за эпидермой расположена первичная кора, состоящая из тонкого слоя хлорофиллоносных паренхимных клеток, которая выражена слабо. Четко обозначенного деления на первичную кору и центральный осевой цилиндр стебель кукурузы не имеет. За паренхимными клетками первичной коры расположен центральный осевой цилиндр, который начинается с механической ткани склеренхимы, имеющей периферическое происхождение. Склеренхима придает всему стеблю прочность, во многих местах она прилегает непосредственно к эпидерме из-за слабого развития первичной коры. Основную часть центрального осевого цилиндра составляет паренхима, в которой расположены сосудисто-волокнистые пучки. Расположение пучков беспорядочное, т. е. они разбросаны по всему стеблю.

Беспорядочное расположение пучков в стебле можно объяснить следующим образом. В листе, который охватывает стебель, имеется большое количество общих с ним проводящих пучков. Эти пучки, поступая из листа в стебель, располагаются по окружности, затем отклоняются внутрь стебля, после чего при возвращении к периферии сливаются с пучками ниже расположенных листьев.

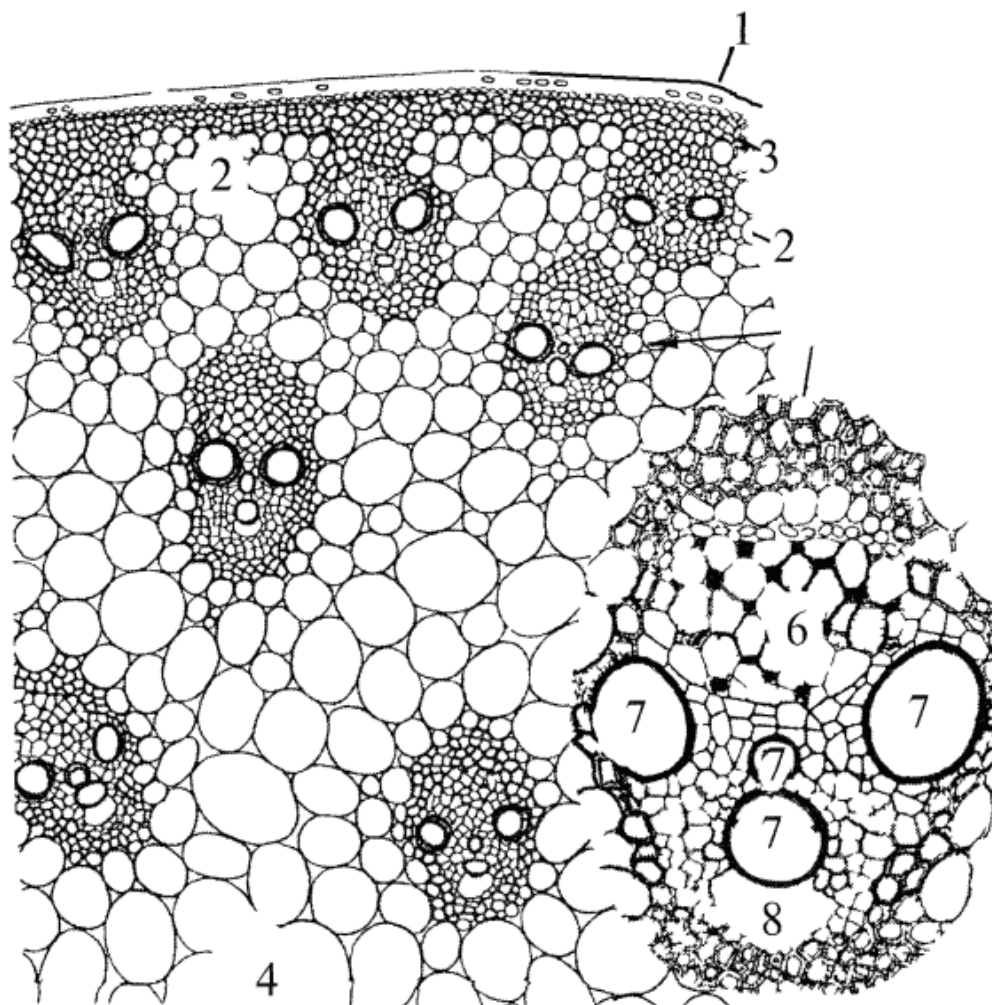


Рисунок 55 – Анатомическое строение стебля однодольного растения (кукуруза): 1 – эпидерма; 2 – хлоренхима; 3 – склеренхима; 4 – основная паренхима; 5 – проводящие пучки; 6 – флоэма; 7 – ксилема; 8 – воздухоносные ходы

Более крупные пучки отклоняются ближе к центру стебля. Мелкие пучки располагаются ближе к поверхности стебля и имеют мощные склеренхимные обкладки.

Форма пучков на поперечном срезе стебля овальная. Каждый сосудисто-волокнистый пучок состоит из древесины (ксилемы) и луба (флоэмы) и не содержит камбия, т. е. по типу он коллатеральный, закрытый. Растить в толщину такой пучок не может. Все участки древесины в пучках расположены ближе к центру, а лубяные участки направлены к его поверхности.

Каждый пучок снаружи окружен частично или полностью механической тканью, причем наибольшее количество ее имеется около тех пучков, которые расположены ближе к поверхности

стебля. Стебель кукурузы в течение всей жизни сохраняет первичное строение, так как из-за отсутствия камбия он не способен разрастаться в толщину. Такое строение стебля характерно для большинства однодольных растений.

Таким образом, характерными чертами анатомического строения стеблей однодольных травянистых растений являются следующие: 1) в течение всей жизни сохраняется первичное строение; 2) покровной тканью служит эпидерма; 3) первичная кора слабо выражена и часто состоит лишь из хлорофиллоносной паренхимы; 4) центральный цилиндр имеет пучковое строение; 5) сосудисто-волокнистые пучки коллатерального типа имеют беспорядочное расположение; 6) сосудисто-волокнистые пучки закрытые (камбий отсутствует).

СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ ДВУДОЛЬНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Для стеблей двудольных травянистых растений в период начальных стадий развития характерно первичное строение. Части стебля, типичные для первичного строения (эпидерма, первичная кора и центральный осевой цилиндр), формируются еще в конусе нарастания за счет деятельности первичных меристем.

Эпидерма стебля имеет сравнительно небольшое число устьиц. Первичная кора расположена непосредственно под эпидермой. Наружным слоем первичной коры часто служит механическая ткань колленхима (обычно уголковая), клетки ее содержат хлоропласты. Если растение имеет ребристые стебли, то все его выступы обычно заполнены уголковой колленхимой (например, тыква). Под колленхимой расположена хлорофиллоносная паренхима первичной коры. Самым внутренним слоем первичной коры является эндодерма, которая в стеблях выражена слабо, клетки ее заполнены крахмальными зернами, в связи с чем этот слой получил название крахмалоносного влагища. Клетки эндодермы отличаются размерами и формой от соседних клеток первичной коры. Они крупнее и немного вытянуты в длину.

Центральный осевой цилиндр расположен внутри от крахмалоносного влагища. Наружным слоем центрального цилиндра является перицикл, который часто выражен одним или несколькими слоями склеренхимы перициклического происхождения.

Склеренхима не всегда образует сплошное механическое кольцо (цилиндр). Часто она расположена в виде отдельных участков над сосудисто-волокнистыми пучками. Остальная часть центрального осевого цилиндра заполнена основной паренхимой, в которой по кругу (обычно в один, реже в два) располагаются сосудисто-волокнистые пучки. У двудольных травянистых растений пучки открытые. Благодаря наличию вторичной образовательной ткани (камбия) стебли способны разрастаться в толщину. Паренхимная ткань, расположенная в центральной части стебля, называется сердцевинной. Клетки сердцевинны у некоторых растений отмирают и стебель внутри становится полый (стебель тыквы). Участки паренхимы, расположенные между пучками, называются сердцевинными лучами.

У двудольных растений, благодаря деятельности камбия, происходят возникновение и нарастание вторичных элементов, т. е. осуществляется переход от первичного строения стебля к вторичному.

Таким образом, все двудольные растения (травы и деревья) имеют вторичное строение стебля. Имеется три основных типа вторичного строения стебля – *пучковое*, *непучковое* (сплошное, или кольцевое) и *переходное*. Различия этих типов строения стебля обуславливаются способами заложения прокамбия и последующей работой вторичной образовательной ткани камбия.

Пучковое строение. У двудольных растений сравнительно редко наблюдается пучковое строение стебля. Оно характерно для стеблей клевера, тыквы, лютика, гороха, укропа и др. В конусе нарастания стебля закладываются тяжи прокамбия. Они располагаются в наружной части центрального осевого цилиндра в один круг, поэтому возникающие из прокамбиальных тяжей сосудисто-волокнистые пучки также расположены по кругу. Из каждого прокамбиального тяжа возникает один открытый коллатеральный пучок. Он состоит из первичной флоэмы, прослойки камбия и первичной ксилемы (рисунок 56).

При делении клеток камбия возникают более крупные вторичные элементы – вторичная ксилема, которая откладывается внутрь стебля, и вторичная флоэма, которая откладывается наружу, оттесняя первичную флоэму дальше к периферии центрального осевого цилиндра. Пучковое строение хотя и сохраняется у некоторых растений в течение всей жизни, но большого прироста стеблю не дает, так как камбий быстро замирает.

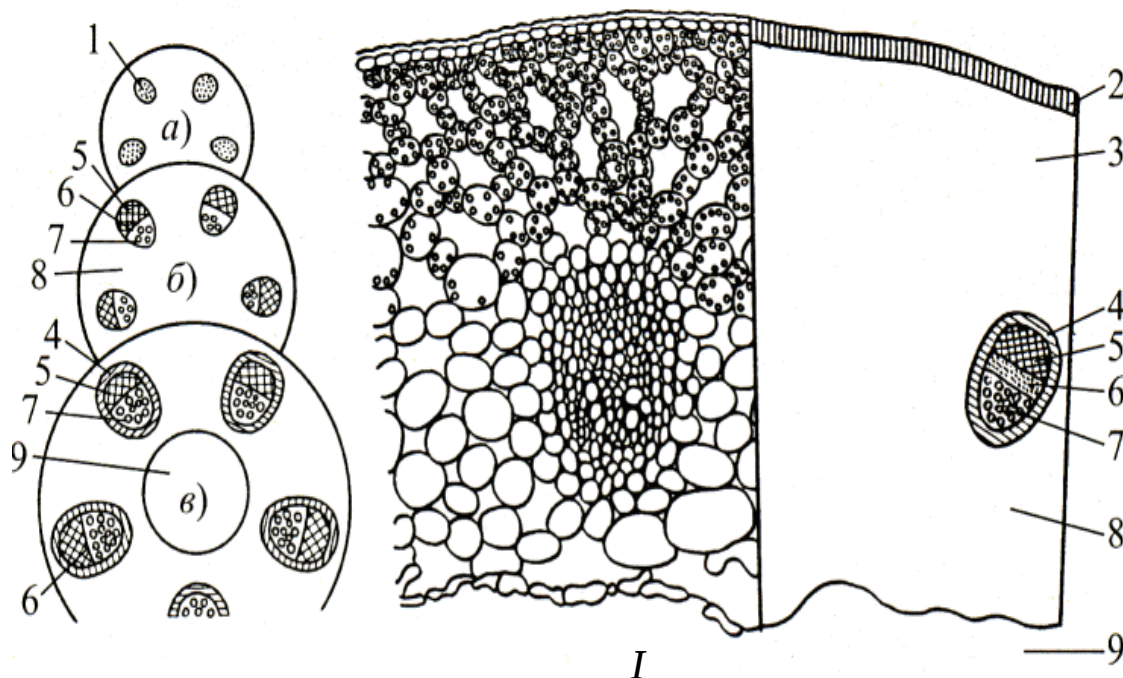


Рисунок 56 – Пучковый тип строения стебля лютика ползучего в поперечном срезе (I) и схема строения стебля на разных уровнях (II): а – срез на уровне появления прокамбия; б – на уровне появления камбия; в – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – паренхима коры (хлоренхима и аэренхима); 4 – склеренхима; 5 – флоэма; 6 – пучковый камбий; 7 – ксилема (5- 7 – коллатеральный пучок); 8 – паренхима сердцевины; 9 – полость

У большинства двудольных травянистых растений сосудисто-волокнистые пучки увеличиваются в размерах значительно благодаря активной деятельности камбия. При этом активная работа пучкового камбия действует возбуждающим образом на прилегающую к пучкам паренхиму, которая также начинает делиться. Таким образом, из тех клеток паренхимы, которые расположены между пучками, возникает межпучковый камбий (*переходное строение*).

Межпучковый камбий образует элементы нового проводящего пучка: ксилему внутрь от камбия и флоэму наружу от него. Постепенно старые и новые пучки разрастаются и сливаются. В итоге в нижней части стебля образуется сплошной слой ксилемы, снаружи к ксилеме примыкает непрерывный слой камбия, а за ним слой флоэмы (рисунок 57).

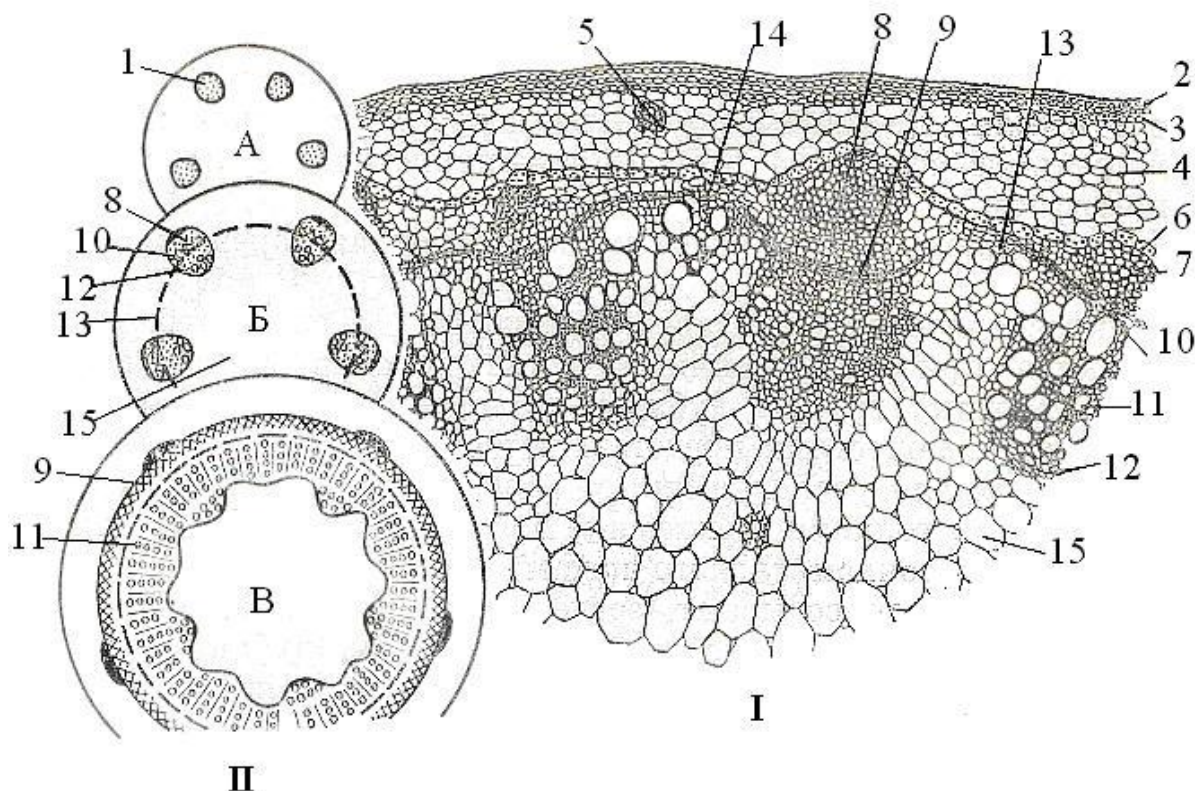


Рисунок 57 – Переходный тип строения стебля подсолнечника в поперечном разрезе (I) и схема строения стебля на разных уровнях (II): А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма (3-6 – первичная кора); 7 – склеренхима; 8 – первичная флоэма; 9 – вторичная флоэма; 10 – пучковый камбий; 11 – вторичная ксилема; 12 – первичная ксилема; 13 – межпучковый камбий; 14 – пучок из межпучкового камбия; 15 – паренхима сердцевины (7-15 – центральный цилиндр)

Непучковое строение свойственно стеблям многих трав (лен) и деревьев (липа, яблоня и др.). В конусе нарастания этих растений

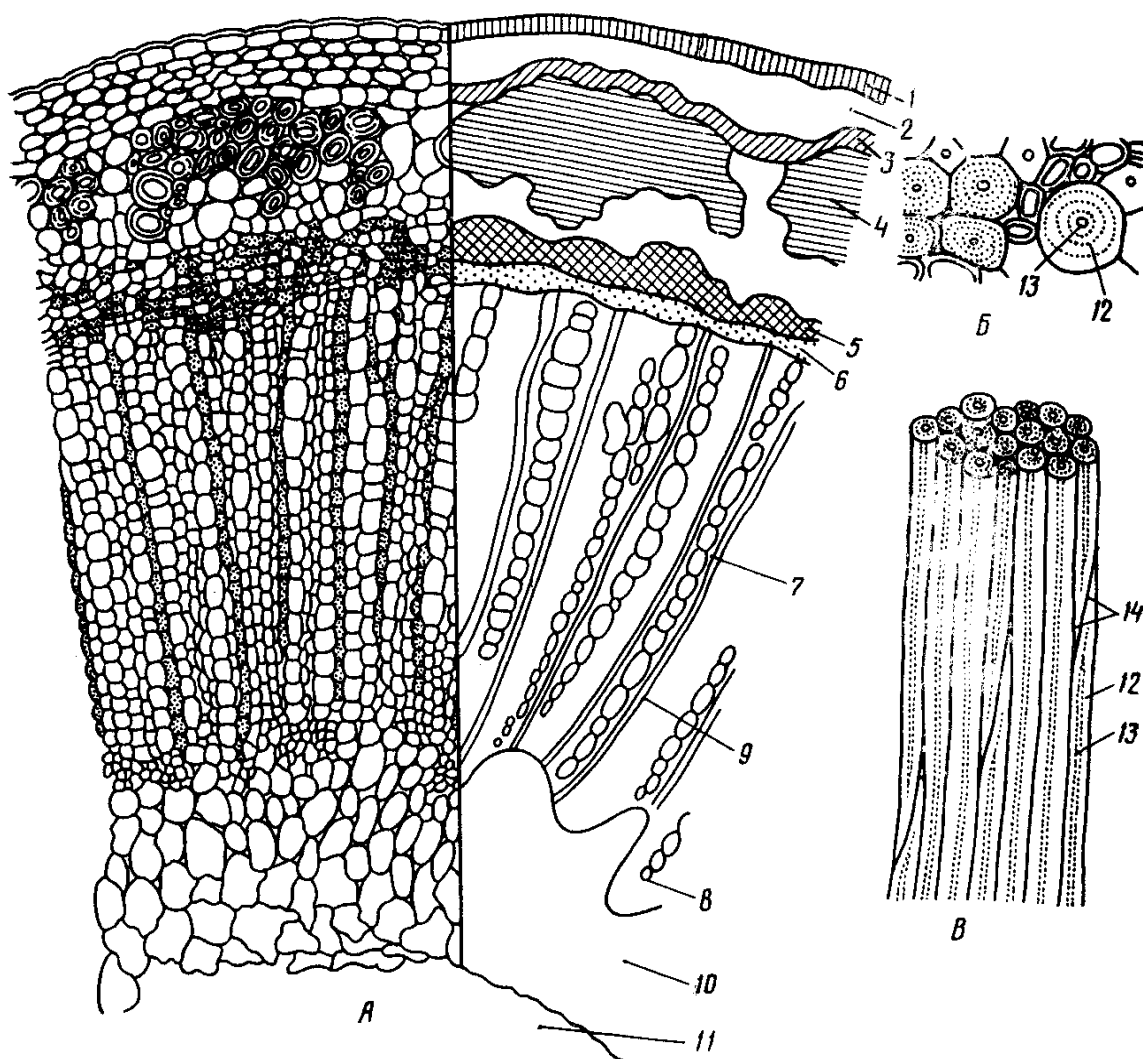


Рисунок 58 – Стебель льна на поперечном разрезе (А) и лубяные волокна на поперечном (Б) и продольном (В) разрезах: 1 – эпидерма; 2 – паренхима первичной коры; 3 – эндодерма; 4 – лубяные волокна; 5 – флоэма; 6 – камбиальная зона; 7 – вторичная ксилема; 8 – первичная ксилема; 9 – сердцевинный луч; 10 – паренхима сердцевины; 11 – полость; 12 – стенка клетки; 13 – полость клетки; 14 – заостренные концы прокамбиальные тяжи сближены и образуют сплошной цилиндр.

Прокамбиальный цилиндр (кольцо), дифференцируясь, дает к центру цилиндр первичной ксилемы, к периферии – цилиндр первичной флоэмы, а между ними образуется камбиальный цилиндр (рисунок 58).

Для стеблей двудольных растений характерны следующие отличительные признаки: 1) вторичное строение, которое рано возникает вслед за первичным; 2) кроме эпидермы, имеются вторичные покровные комплексы – перидерма и корка; 3) первичная кора хорошо развита; 4) пучковое и непучковое строение; 5) правильное расположение коллатеральных и биколлатеральных пучков; 6) пучки открытого типа (наличие камбия).

СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ МНОГОЛЕТНЕГО ДРЕВЕСНОГО РАСТЕНИЯ

Для стеблей двудольных древесных растений характерно непучковое строение. В стеблях травянистых растений камбий работает в течение одного вегетационного периода, т. е. с весны до осени. К осени все камбиальные клетки преобразуются в клетки постоянных тканей. У древесных растений камбий продолжает работать на протяжении всей жизни. Благодаря многолетней деятельности камбия стебли древесных растений сильно утолщаются и приобретают те особенности в строении, которых не имеют стебли травянистых растений.

Рассмотрим строение стебля многолетнего древесного растения на примере стебля *липы* (рисунок 59). Молодые побеги липы с весны до осени покрыты эпидермой. К осени эпидерма утрачивает свои функции, и на смену ей возникает другая покровная ткань – пробка, которая закладывается под эпидермой.

Сначала закладывается пробковый камбий (феллоген), откладывающий наружу клетки пробки, а внутрь – клетки феллодермы. Все эти три ткани (пробка, пробковый камбий и феллодерма) образуют общий покровный комплекс перидермы. Расположенные снаружи от пробки клетки эпидермы впоследствии отмирают и постепенно слущиваются с поверхности стебля. Остатки клеток эпидермы можно видеть под микроскопом на 2–3-летних ветвях липы. Под перидермой расположена первичная кора, наружные слои которой представлены клетками пластинчатой хлорофиллоносной колленхимы. За колленхимой находится хлорофиллоносная паренхима. Внутренним слоем первичной коры является эндодерма, или крахмалоносное влагалище.

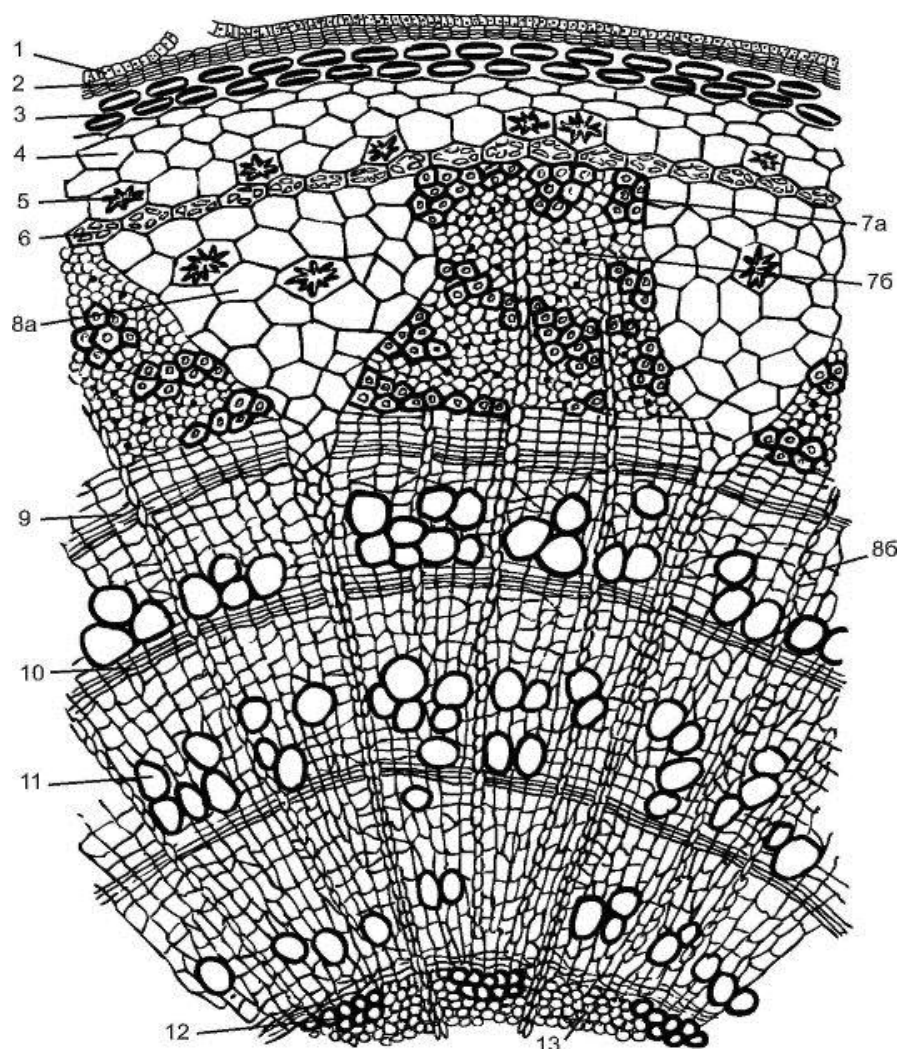


Рисунок 59 – Поперечный разрез трехлетней ветви липы: 1 – остатки эпидермы; 2 – пробка; 3 – пластинчатая колленхима; 4 – хлоренхима; 5 – друзы; 6 – эндодерма; 7 – флоэма; 7а – твердый луб, (лубяные волокна); 7б – мягкий луб – (ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяная паренхима); 8а – первичный сердцевинный луч; 8б – вторичный сердцевинный луч; 9 – камбий; 10 – осенняя древесина; 11 – весенняя древесина; 12 – первичная ксилема; 13 – паренхима сердцевины

Этот слой в стебле липы выражен довольно слабо, его можно обнаружить действием разбавленного раствора йода на срез стебля: крахмальные зерна приобретают синюю окраску, и слой эндодермы становится заметным. Под первичной корой расположена склеренхима перициклического происхождения, представленная отдельными участками, которые снаружи защищают флоэму. Большую часть стебля составляют ткани, образованные в резуль-

тате деятельности камбия. Все ткани, лежащие снару́жи от камбия, называют корой. Она состоит из двух элементов – первичной и вторичной. Вторичная кора представлена флоэмой (лубом) трапециевидной формы и сердцевинными лучами. При рассмотрении под микроскопом поперечного среза стебля липы можно заметить, что сердцевинные лучи выглядят в виде светлых треугольников, вершины которых направлены к центру органа. Во вторичной коре треугольники сердцевинных лучей чередуются с трапециевидными участками флоэмы; затем в виде узких полос сердцевинные лучи пронизывают древесину и доходят до сердцевины. Это первичные сердцевинные лучи, по которым в радиальном направлении передвигаются питательные вещества. В паренхимных клетках сердцевинных лучей к осени откладываются углеводы в виде крахмала, весной они используются для роста молодых побегов. Кроме первичных сердцевинных лучей, имеются вторичные, образованные камбием. Длина лучей зависит от их возраста. Они не доходят до сердцевины и теряются в древесине.

Состав флоэмы неоднороден. В ней чередуются прослойки твердого (лубяные волокна) и мягкого (живые тонкостенные элементы) луба. Мягкий луб состоит из ситовидных трубок с клетками-спутницами и лубяной паренхимы. По ситовидным трубкам передвигаются выработанные в листьях в процессе фотосинтеза органические вещества. В лубяной паренхиме к осени накапливаются питательные вещества (углеводы, жирные масла), которые весной расходуются. В состав твердого луба входят прозенхимные мертвые клетки с толстыми одревесневшими стенками; это склеренхимные (лубяные) волокна флоэмы.

В ежегодных приростах луба нет четко выраженных границ (в отличие от древесины). Более молодые участки луба расположены ближе к камбию и имеют вид широких трапеций. Узкие участки, расположенные ближе к периферии стебля, более старые. Камбиальное кольцо ежегодно растет и расширяется. На узкие участки луба накладываются более широкие. Так возникает трапециевидная форма луба (флоэмы). Камбий расположен в виде одного кольца (цилиндра). Сплошное камбиальное кольцо состоит из мелких тонкостенных прямоугольных клеток, плотно прилегающих друг к другу.

Клетки камбия имеют крупные ядра и цитоплазму. При делении клеток камбия возникают правильные радиальные ряды. Внутри от камбия к центру органа образуется древесина (ксиле-

ма), в состав которой входят сосуды (трахеи), трахеиды, древесинная паренхима и древесинная склеренхима (либриформ). Древесина откладывается в виде годичных колец, их образование зависит от сезонной периодичности работы камбия. Весной камбий образует крупные широкополосные и тонкостенные сосуды. Между сосудами находится древесинная паренхима. В период сокодвижения по сосудам активно поднимается вода с растворенными в ней минеральными солями. К осени деятельность камбия ослабевает и образуются толстостенные узкие сосуды, трахеиды и древесинные волокна. Сочетание весенних и осенних элементов древесины составляет годичное кольцо. На поперечном срезе стебля липы хорошо заметна граница между весенней и осенней древесиной.

По числу годичных колец можно определить возраст дерева (на спиле). В благоприятные годы жизни дерева годичные кольца бывают более широкими, в неблагоприятные – узкими. В центре стебля расположена сердцевина, состоящая из паренхимы. Сердцевина окружена очень мелкими спиральными и кольчатыми сосудами первичной древесины.

Тема 19 Разнообразие побегов

Материал. Живые или гербарные образцы побегов плауна, сосны, вишни, сливы, сирени, дуба, смородины, березы, пшеницы, ржи; таблицы.

Задания

1. Определить тип ветвления побегов различных растений: плауна, сосны или ели, вишни или липы, сирени или конского каштана. Зарисовать схемы ветвления этих растений, используя таблицы.

2. Познакомиться с особенностями зоны кущения мятликовых на примере пшеницы или ржи. Зарисовать зону кущения и сделать обозначения.

3. Рассмотреть почки на побегах различных растений: тополя, дуба, сливы и др. Описать их особенности и классифицировать.

Порядок работы

Зона кущения мятликовых

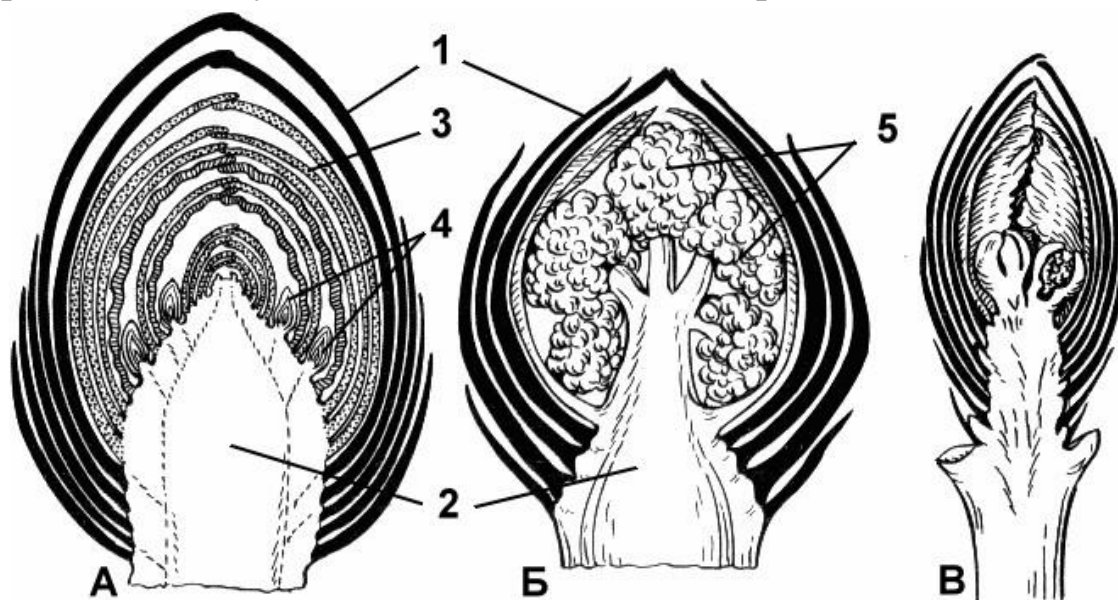
Рассматривают растение ржи или пшеницы. Обращают внимание на то, что в нижней части стебля междоузлия укорочены и боковые побеги вырастают только

из пазух листьев, находящихся на сближенных узлах нижней части стебля. Это и есть зона кущения (рисунок 54). Боковые побеги имеют нормальные удлиненные междоузлия и придаточные корни. Они расположены под углом к побегу первого порядка, следовательно, это рыхлокустовой вид.

Зарисовывают нижнюю часть растения и обозначают зону кущения, побеги первого и последующих порядков, придаточные корни.

Строение почки

Рассматривают почки побега сирени обыкновенной или другого растения и устанавливают, что они покрыты плотными чешуями бурого цвета, расположенными черепитчато. Скальпелем или бритвой делают продольный разрез более крупной боковой почки, выросшей под отмершей верхушкой побега. Изучают ее при помощи лупы. Находят довольно короткий зачаточный сте-



*Рисунок 60 – Почки: А – вегетативная почка; Б – генеративная почка; В – вегетативно-репродуктивная почка;
1 – зачаточный стебель; 2 – почечные чешуи;
3 – зачаточные цветки; 4 – зачаточные листья*

бель с конусом нарастания, превратившимся в зачаточное соцветие, и листья. Следовательно, это вегетативно-репродуктивная почка (рисунок 60).

Затем изучают боковую почку со средней части побега. Она не имеет зачаточного соцветия. Это вегетативная почка.

Зарисовывают общий вид и продольные разрезы обеих почек

и делают обозначения: кроющая чешуя, конус нарастания стебля, зачаточное соцветие, зачаточные листья.

Контрольные вопросы

1. В чем отличие деревянистого стебля от травянистого?
2. Как формируются годовичные кольца в стебле древесного растения?
3. Чем отличается ползучий побег от стелющегося, вьющийся от цепляющегося, прямостоячий – от всех указанных выше?
4. В чем отличие укороченного побега от удлиненного?
5. Какая разница между пазушными и придаточными почками?
6. Какова характерная особенность вегетативно-репродуктивных почек?
7. Какие почки называют спящими?
8. Каковы особенности пучкового и непучкового строения стебля травянистого растения?
9. Каковы особенности переходного типа строения стебля?

Тема 20 Микроскопическое строение стебля голосеменных и древесных покрытосеменных (двудольных) растений – непучковое строение

Материал. Распилы многолетних стволов сосны (ели, дуба, липы, березы и др.). Постоянные микропрепараты трех- или четырехлетних стеблей сосны (липы, яблони); микроскопы.

Общие замечания

Стебель обеспечивает связь между надземными ассимилирующими органами (воздушное питание) и подземными органами (почвенное питание), обуславливает образование большого числа листьев с мощной ассимиляционной поверхностью и наилучшее размещение их по отношению к свету, является вместилищем запасных продуктов.

У стебля, как и у корня, ниже конуса нарастания в зоне зачаточных (примордиальных) листьев происходят дифференциация клеток первичной меристемы и формирование первичного строения. У голосеменных и большинст-

ва двудольных покрытосеменных растений впоследствии появляется латеральная меристема – сплошной камбиальный цилиндр, образующий вторичные ткани и обуславливающий таким образом рост стебля в толщину.

У древесных растений прокамбий закладывается сплошным цилиндром и вскоре преобразуется в камбий. Прокамбий и камбий на всем протяжении дифференцируются в элементы флоэмы и ксилемы. Следовательно, и при первичном, и при вторичном строении флоэма и ксилема представляют собой сплошной цилиндр. Так возникает непучковое строение.

Задания

1. Рассмотреть распилы многолетних стволов двух-трех видов растений, схематично зарисовать один из них и сделать обозначения.

2. Воспользоваться готовым препаратом поперечного среза стебля сосны. Ознакомиться с его общей структурой, а затем зарисовать схематично сектор и обозначить ткани и их комплексы. Детально зарисовать участки каждой ткани.

Порядок работы

Структура ствола дерева на распиле

Рассматривают два-три распила многолетних стволов, желательно не моложе 30–35 лет. Обращают внимание на то, что на распилах *березы* вся древесина (первичная и вторичная ксилемы) более или менее однородна, тогда как на остальных хорошо выражена слоистость. Причем последовательно чередуются более широкие светлые кольца и более узкие темные. Светлое кольцо формируется при интенсивном росте. Оно состоит из элементов ксилемы, которые имеют относительно тонкие стенки и большие полости. Темное кольцо формируется осенью при замедленном росте. Оно состоит из сходных элементов ксилемы, но более толстостенных, с небольшими полостями. Светлые и темные кольца составляют *годовое кольцо* древесины. Таким образом, слоистость древесины определяется периодичностью функционирования камбия. По числу колец можно установить приблизительный возраст ствола, ветви.

В центре распила находится *сердцевина*, иногда слабо выраженная, иногда более или менее разрушенная. При рассмотрении распилов невооруженным глазом видно, что на некоторых из них

по радиусам, т. е. в направлении от сердцевины к коре, идут светлые линии. Это сердцевинные лучи. Они состоят из тонкостенных паренхимных клеток.

Даже при беглом взгляде на распилы видов некоторых родов (дуб) хорошо заметна окрашенная центральная часть ствола. Это *ядровая древесина*, светлый же массив древесины, расположенный между ядровой древесиной и корой, называют *заболонью* (рисунок 61). Ткани ядровой древесины выполняют не проводящую функцию, а только скелетную (механическая опора). В ее клеточных стенках и полостях откладываются дубильные вещества, смолы, камеди, соли и другие продукты метаболизма.

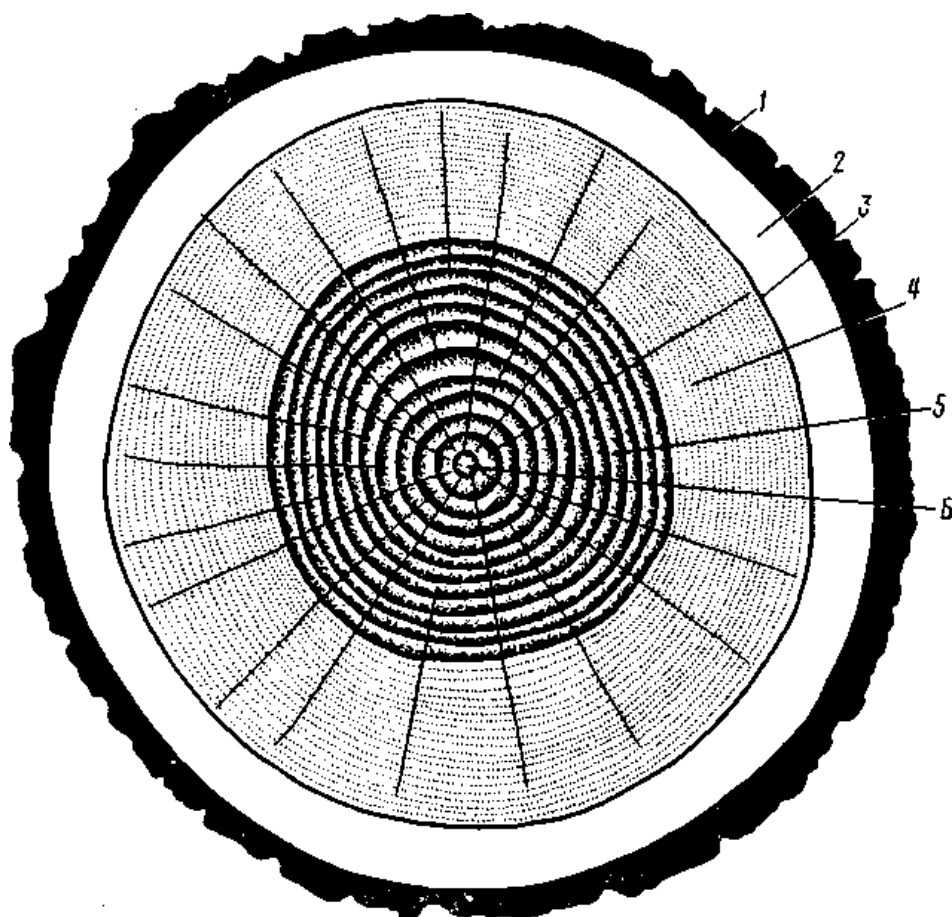


Рисунок 61 – Распил ствола дуба: 1 – корка; 2 – кора;
3 – камбий; 4 – заболонь; 5 – ядро (4-5 – древесина);
6 – сердцевина

По периферии распила хорошо обособлена *кора* (ткани, расположенные между камбием и коркой). Между корой и древесиной функционировал тонкий *камбиальный слой*. Его отмечают на рисунке условно. Самый наружный слой распила – *корка*.

После ознакомления со структурой распила его схематично зарисовывают и делают обозначения: сердцевина, ядровая древесина, заболонь, камбий, кора, корка.

Стебель сосны

Используя постоянный препарат, в центре стебля находят небольшой участок тонкостенных паренхимных клеток. Это *сердцевина* стебля (рисунок 62).

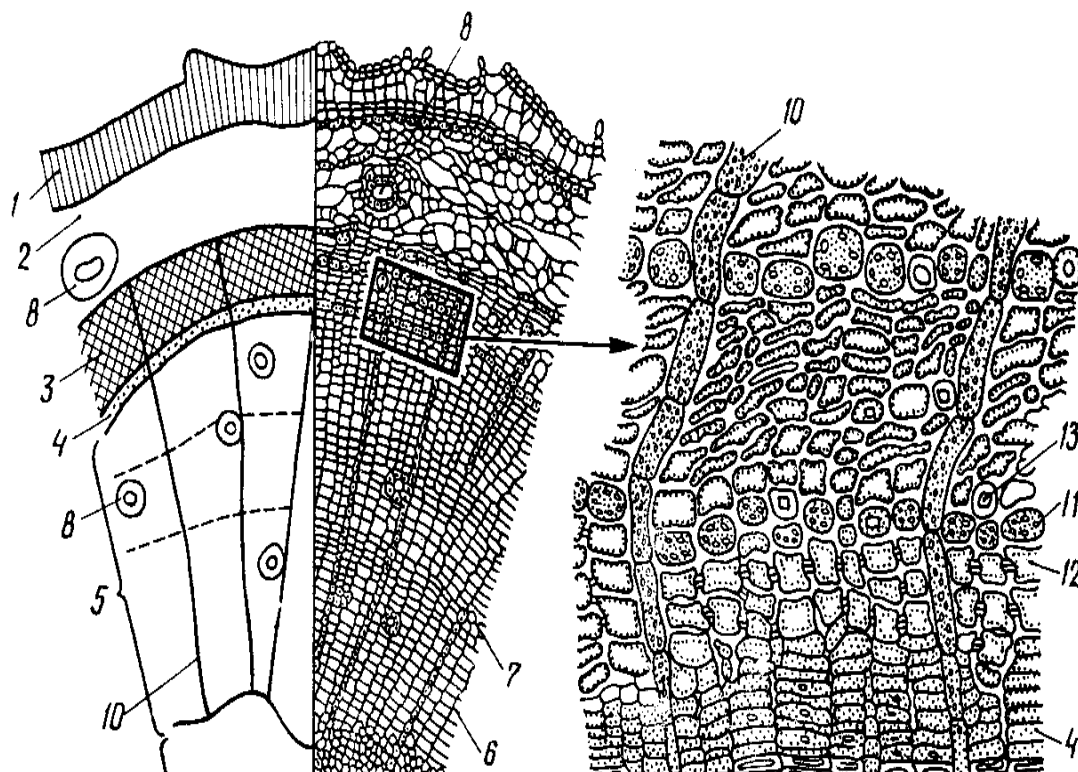


Рисунок 62 – Стебель сосны на поперечном разрезе:

- 1 – покровная ткань; 2 – паренхима первичной коры; 3 – флоэма; 4 – камбиальная зона;*
- 5 – ксилема; 6 – весенние трахеиды;*
- 7 – осенние трахеиды; 8 – смоляной канал;*
- 9 – сердцевина; 10 – сердцевинный луч;*
- 11 – лубяная паренхима; 12 – ситовидная трубка; 13 – клетка с кристаллом*

К периферии от нее концентрическими слоями лежат годовые кольца древесины (ксилемы). Они составляют основной массив стебля. В древесине повсюду, но преимущественно в более темных (осенних) участках годовых колец, находятся смоляные каналы. Это схизогенныеместилища выделений. При большом увеличении отчетливо видно, что древесина состоит из однородных элементов – трахеид. В светлой части кольца расположены *трахеиды*

тонкостенные, с большой полостью (работа камбия весной); в более темной части кольца – *толстостенные*, с малой полостью, сжатые в радиальном направлении (работа камбия летом и осенью). Первые из них выполняют проводящую функцию, вторые – главным образом механическую. На радиальных стенках крупных трахеид имеются окаймленные поры. Они свойственны только проводящим элементам.

В общей массе трахеид легко обнаружить радиальные полоски – *сердцевинные лучи*. Их образуют живые удлинённые паренхимные клетки, расположенные в один ряд. Одни сердцевинные лучи идут от сердцевины до коры (первичные лучи), другие начинаются от какого-либо годичного кольца древесины и иногда не достигают коры (вторичные лучи). По сердцевинным лучам осуществляется передвижение веществ в горизонтальном направлении.

Таким образом, древесина сосны, как и других хвойных, имеет весьма однородную и поэтому примитивную организацию: ни сосудов, ни специализированных механических элементов (либриформа) у хвойных нет, а древесинная паренхима представлена только клетками сердцевинных лучей эпителиальными клетками смоляных каналов. Границей между древесиной и вторичной корой является *камбиальная зона*.

Вторичная кора состоит из *вторичной* и *первичной флоэмы* и *перициклической* зоны. Ситовидные трубки во флоэме сосны не имеют сопровождающих клеток. Между слоями мелких ситовидных трубок видны более крупные округлые клетки лубяной паренхимы. Они содержат крахмал и другие запасные продукты.

С внешней стороны от флоэмы располагаются крупные клетки паренхимы первичной коры, среди которых заметны большие смоляные каналы. Покровная ткань образована слоями клеток с тонкими опробковевшими стенками, чередующимися со слоями клеток с толстыми одревесневшими стенками.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности структуры флоэмы и ксилемы у хвойных растений?
2. По каким элементам можно отличить стебель голосеменного растения от стебля древесного покрытосеменного?
3. Что такое вторичная кора?

4. Каковы различия в происхождении первичной и вторичной коры? Из каких тканей они состоят?
5. Сколько колец камбия имеют стебли древесных растений?
6. Какими элементами представлена перициклическая зона у липы?
7. Что такое заболонь?
8. Что такое ядровая древесина? Как она образуется?

Тема 21 Микроскопическое строение стебля травянистых двудольных растений

Материал. Постоянные микропрепараты поперечных срезов стеблей льна, подсолнечника, лютика ползучего, микроскопы, таблицы.

Общие замечания

Происхождение камбия у *травянистых* двудольных растений может быть различным. У одних видов он возникает очень рано из *сплошного кольца прокамбия* вслед за появлением первичных элементов ксилемы и флоэмы. В этом случае *первичное и вторичное* строение стебля будет *непучковым*. У других растений прокамбий закладывается *тяжами*, и камбий возникает не только из прокамбия, но и из паренхимы между уже сформировавшимися проводящими пучками. В этом случае первичное строение стебля будет *пучковым*, а *вторичное* – либо *пучковым*, либо *переходным*. *Пучковое* строение будет в том случае, если *межпучковый камбий* дифференцируется *только в паренхиму*; *переходное* – если *межпучковый камбий*, как и *пучковый*, образует элементы *флоэмы* и *ксилемы*. Лишь у немногих травянистых двудольных не образуется сплошной камбиальный цилиндр, а камбий остается только внутри пучков, между которыми расположена паренхима. У таких растений стебель не может сильно утолщаться.

При пучковом строении стебля у двудольных растений пучки расположены *в один ряд по окружности* параллельно поверхности стебля.

Задания

1. Пользуясь постоянным препаратом поперечного среза стебля льна, ознакомиться с непучковым строением, а также со

строением лубяных волокон этого растения.

2. Ознакомиться с переходным строением стебля подсолнечника.

3. На примере стебля лютика ползучего познакомиться с пучковым строением стебля без межпучкового камбия.

4. Сделать схематичные рисунки всех изученных типов строения стеблей и обозначить ткани и их комплексы.

Порядок работы

Стебель льна (непучковое строение)

Рассматривая при малом увеличении постоянный препарат стебля льна, обращают внимание на сплошной мощный слой *ксилемы*, элементы которой у льна расположены правильными радиальными рядами (рисунок 58). К центру от ксилемы находят *сердцевину*, как правило, с большой полостью. *Флоэма*, как и ксилема, располагается одним непрерывным слоем.

У поверхности стебля видны сравнительно крупные клетки *эпидермы*. За эпидермой лежит небольшой слой мелких клеток *хлорофиллоносной паренхимы коры*. Первичная кора заканчивается волнистым рядом более крупных клеток *эндодермы*, называемой иногда *крахмалоносным влагалищем*, так как в клетках ее накапливается вторичный крахмал.

Под *эндодермой* расположены плотные группы толстостенных сравнительно крупных клеток, округлых или многогранных. Это *лубяные волокна перициклического происхождения*, ради которых главным образом и возделывают лен. Внутри от лубяных волокон расположен тонкий слой *флоэмы*, а за ней – *камбий*.

Рассматривая *ксилему* замечают, что между довольно крупными элементами без протопластов располагаются радиальные ряды мелких клеток, заполненных цитоплазмой и от этого имеющих более темный цвет. Это *сердцевинные лучи*, состоящие из живых паренхимных клеток с одревесневшими стенками. Расположенные ближе к центру мелкие первичные элементы ксилемы не одревесневают. Ниже ксилемы расположена крупноклеточная *паренхима сердцевинны*.

Микроскопический анализ поперечных срезов стеблей льна осуществляют при определении качества волокна в селекционной работе. Плотные группы лубяных волокон с толстыми стенками и маленькими полостями представляют собой хорошее техническое

волокно, а рыхло расположенные, разрозненные лубяные волокна с относительно тонкими стенками и большими полостями дают техническое волокно плохого качества.

Стебель подсолнечника (переходное строение)

Рассматривая при малом увеличении постоянный препарат стебля подсолнечника, замечают, что проводящие пучки на нем расположены близко к поверхности стебля в один ряд. Все пучки как бы связаны волнистой полоской очень мелких клеток с более темным содержимым. Это и есть образовавшийся из паренхимы *межпучковый камбий*. Из него дифференцируются *новые проводящие пучки*, которые расположены между более крупными пучками (рисунок 57).

Затем рассматривают ткани стебля при большом увеличении. Снаружи стебель покрыт *эпидермой*, на которой образуются крупные многоклеточные волоски. Под эпидермой расположена механическая ткань – *колленхима*. Ближе к периферии находятся слои *пластинчатой колленхимы*, а глубже – *уголковой*.

Под колленхимой лежит небольшой слой паренхимы первичной коры, заканчивающийся извилистым слоем из цепочки клеток, прилегающих к участкам склеренхимы. Это *эндодерма*. В основной паренхиме изредка встречаются схизогенные смоляные каналы. Таким образом, первичная кора состоит из колленхимы, основной паренхимы, эндодермы.

Сразу же за первичной корой расположен *центральный цилиндр*. Он начинается хорошо обособленными группами толстостенных клеток склеренхимы с одревесневшими стенками перициклического происхождения. Здесь также изредка встречаются *смоляные каналы*. Тяжи склеренхимы разбросаны не произвольно, а в комплексе с *коллатеральными пучками* всегда прилегают к флоэмной части пучка. Пучки открытые, размещены равномерно по окружности стебля.

Несколько изогнутая *зона пучкового камбия*, выходя за пределы пучка, формирует выпуклую дугу *межпучкового камбия*. Широкая камбиальная зона – свидетельство активной деятельности камбия. За два месяца стебель подсолнечника утолщается в 8–10 раз. Межпучковый камбий возникает из основной паренхимы, после того как из прокамбия сформируются проводящие пучки и начнется деятельность пучкового камбия. Межпучковый камбий образует элементы нового проводящего пучка: ксилему внутрь от

камбия и флоэму наружу от него. Постепенно новые и старые пучки разрастаются и сливаются. В итоге деятельности межпучкового камбия в нижней части стебля образуется *сплошной слой ксилемы* с острыми выступами, вдающимися в сердцевину. Снаружи к ксилеме примыкает непрерывный слой камбия, а за ним слой флоэмы.

С внутренней стороны от пучков видна крупноклеточная паренхима *сердцевины*, составляющая основную массу стебля. Молодые клетки паренхимы прозрачны, имеют целлюлозные стенки и сохраняют живое содержимое.

Стебель лютика ползучего (пучковое строение)

При малом увеличении заметно, что основная масса стебля представлена рыхлой *паренхимой*. По окружности расположены *открытые коллатеральные проводящие пучки*. Они небольшие, поскольку работа камбия очень быстро прекращается. Сплошного слоя камбия не образуется, поэтому стебли с возрастом почти не утолщаются (рисунок 56).

При большом увеличении рассматривают хлорофиллоносную паренхиму первичной коры. Обращают внимание на то, что между клетками имеются большие межклетники, типичные для аэренхимы. Следовательно, хлоренхима является одновременно и аэренхимой. Граница между первичной корой и центральным цилиндром выражена слабо, а местами даже условна.

При изучении структуры проводящих пучков видно, что каждый пучок окружен склеренхимой. Однако механических тканей настолько мало, что они не поддерживают стебель в вертикальном положении. Посредине пучка, снаружи от окрасившейся под действием реактива в красный цвет ксилемы, заметен слой камбия, следовательно, пучки здесь открытые, но разрастаются они очень слабо. Межпучковый камбий совсем не образуется. Поэтому стебли имеют в основном первичное строение и хорошо выраженных структур вторичного строения в них нет. Пучки разделены основной паренхимой, которая даже в наиболее старых участках стебля не одревесневает. В центре стебля паренхима разрушается, образуя полость.

Контрольные вопросы

1. В какой части стебля двудольного растения можно увидеть первичное строение, а в какой – вторичное?

2. Чем обусловлено образование непучкового, переходного и пучкового типов вторичного строения стебля?
3. Как закладывается прокамбий при непучковом, переходном и пучковом типах строения стебля?
4. Как расположены проводящие пучки в стебле двудольных при пучковом и переходном типах строения?
5. Какова особенность структуры стебля лютика?
6. В чем разница между структурой травянистого стебля и древесного?

Тема 22 Микроскопическое строение стебля однодольных растений

Материал. Постоянные микропрепараты поперечного среза ржи или пшеницы или кукурузы, микроскопы.

Общие замечания

Стебли однодольных растений имеют пучковое строение. Пучки распределены по всему поперечному сечению стебля беспорядочно. Наиболее распространены два типа пучкового строения стебля: первый – с *хорошо выраженной первичной корой*, второй – с *отсутствием отчетливых границ между первичной корой и центральным цилиндром*. В стеблях большинства однодольных, как и в корнях, *не образуется камбий*, поэтому они не имеют вторичного утолщения. Механическую прочность обеспечивают проводящие пучки и одревесневающие эпидерма и паренхима.

Задания

1. На примере ржи или пшеницы изучить строение стебля мятликовых – соломины – с плохо выраженной первичной корой и большой полостью в центре.
2. Зарисовать схематично сектор среза стебля и сделать обозначения.

Порядок работы

Стебель ржи (соломина)

На постоянном препарате при малом увеличении обращают

внимание на мощный слой *механической ткани*. Выступы ее доходят до *эпидермы*. Между этими выступами лежат участки *хлоренхимы*, над ними можно заметить устьичные аппараты (рисунок 63). В более старых стеблях хлорофиллоносную паренхиму заметить почти невозможно, так как стенки ее клеток постепенно одревесневают, как и стенки клеток эпидермы. Первичная кора не выражена.

Рассматривая срез при большом увеличении, можно заметить, что к механической ткани примыкают небольшие *закрытые коллатеральные проводящие пучки*. Ближе к центру расположены более крупные пучки. Они окружены *склеренхимой*. Между пучками находится крупноклеточная паренхима.

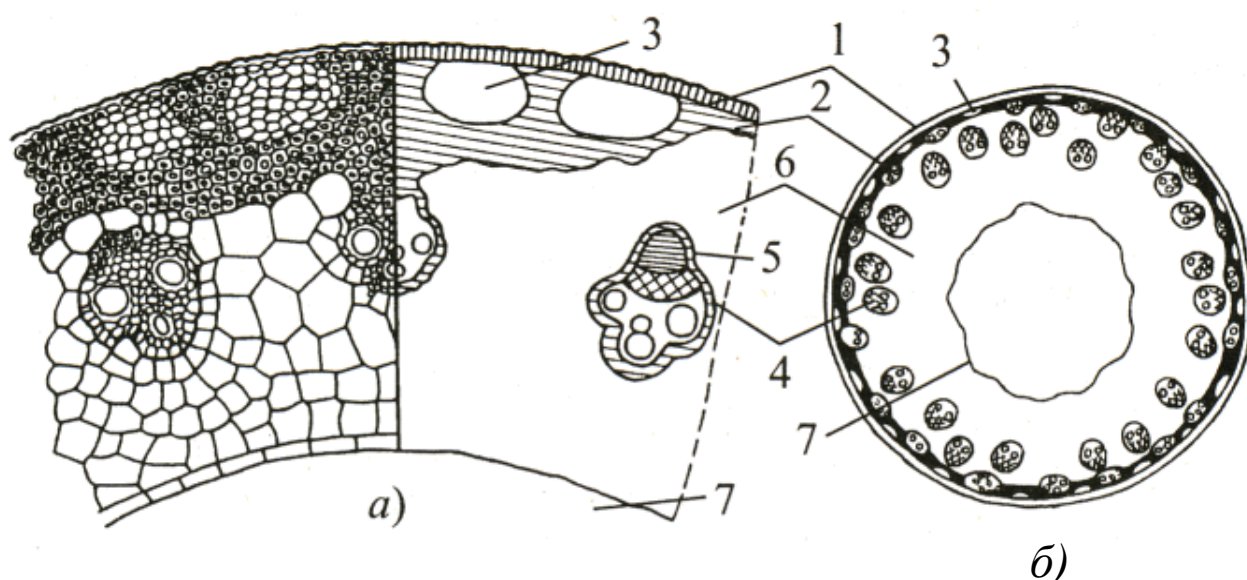


Рисунок 63 – Поперечный срез стебля ржи (а) и его схема (б):

- 1 – эпидерма; 2 – склеренхима; 3 – хлоренхима;
- 4 – закрытый коллатеральный пучок;
- 5 – склеренхима проводящего пучка 6 – основная паренхима; 7 – полость

В центре стебля сердцевина не сохранилась. При росте его в длину клетки ее разрываются, и образуется полость, свойственная стеблям большинства мятликовых.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности структуры стебля однодольных растений?

2. Почему стебель большинства однодольных не утолщается?
3. С чем связано вторичное утолщение стебля некоторых древесных однодольных?
4. Какие два типа пучкового строения стебля наиболее распространены у однодольных?
5. Что такое соломина?
6. Каково отличие по строению стебля однодольных от стебля травянистых двудольных?

*ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
ПО ТЕМЕ: «СТЕБЕЛЬ, ПОБЕГ»*

- 1. Стебель однодольного растения покрыт...*
 - 1) эпидермой;
 - 2) перидермой;
 - 3) коркой;
 - 4) эпиблемой.
- 2. Проводящие пучки однодольных растений состоят из...*
 - 1) первичной ксилемы и флоэмы;
 - 2) вторичной ксилемы и флоэмы;
 - 3) камбия;
 - 4) волокон склеренхимы.
- 3. Первичное анатомическое строение в течение всей жизни растения сохраняет ствол...*
 - 1) сосны;
 - 2) пальмы;
 - 3) липы.
- 4. У двудольных травянистых растений проводящие пучки располагаются...*
 - 1) по кругу;
 - 2) разбросанно.
- 5. Сформировавшийся стебель двудольных травянистых растений имеет анатомическое строение...*
 - 1) первичное;
 - 2) вторичное.

6. В трехлетнем стебле двудольного растения можно обнаружить камбиальных колец...

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

7. Под заболонью понимают...

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

8. Самое молодое кольцо годичного прироста древесины находится...

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

9. Ядровая древесина состоит из...

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

ЛИСТ

Морфология листа. Лист является очень важным вегетативным органом растения. Окраска его обычно зеленая. Главными функциями листа являются фотосинтез, испарение воды (транспирация) и газообмен. Лист может видоизменяться в связи с выполнением дополнительных функций. В мясистых чешуйчатых листьях лукович сохраняется запас питательных веществ. С помощью листьев можно размножать некоторые растения (например, бегонию); в этом случае лист является органом вегетативного размножения. Видоизменяясь в колючки, лист может служить органом защиты.

Части листа и их функции. Лист можно подразделить на следующие части: листовая пластинка, черешок, основание листа и прилистники (рисунок 64). У большинства растений лист имеет

лишь листовую пластинку и черешок. Листовая пластинка представляет собой плоскую расширенную часть листа, которая при помощи узкого стеблеобразного черешка прикрепляется к стеблю. Такие листья называют *черешковыми*. Если черешок отсутствует и листовая пластинка прикрепляется непосредственно к стеблю, то его называют *сидячим*. Прилистники встречаются реже и бывают не у всех растений.

Все части листа выполняют различные функции. Основную работу по фотосинтезу, транспирации (испарению воды) и газообмену осуществляет листовая пластинка. Черешки служат для ориентации листовых пластинок по отношению к свету и создания листовой мозаики. Под листовой мозаикой понимается такое взаимное расположение крупных и более мелких листовых пластинок, при котором они не затеняют друг друга.

Нижняя часть листа, примыкающая к стеблю и называемая *основанием листа*, защищает верхушечные и пазушные почки во время их развития. Основание листа может иметь различную форму. Оно может сильно разрастаться в длину и ширину, охватывать часть стебля и образовывать трубку, называемую *листовым влагалищем*. У таких листьев есть пленчатый придаток – *язычок*, а иногда еще два выроста по бокам – *ушки* (рисунок 64, Д). Листовые влагалища встречаются у злаков, а также у растений семейства сельдерейных (зонтичных) и др. У растений семейства гречишных (например, щавель) в основании листа находится *раструб*. Он может быть образован сросшимися прилистниками либо формируется из листового влагалища.

Прилистники располагаются обычно парами в основании черешка, имеют вид маленьких листочков или пленочек и могут сохраняться на растении или опадать. У белой акации прилистники видоизменяются в колючки, у гороха они хорошо развиты, и их листочки очень крупные.

Простые листья. Листья делятся на простые и сложные. Простые листья состоят из одной листовой пластинки. Листовая пластинка у простых листьев часто бывает цельная. Простые листья с цельной пластинкой имеют многие древесные растения (липа, осина, береза, тополь и др.).

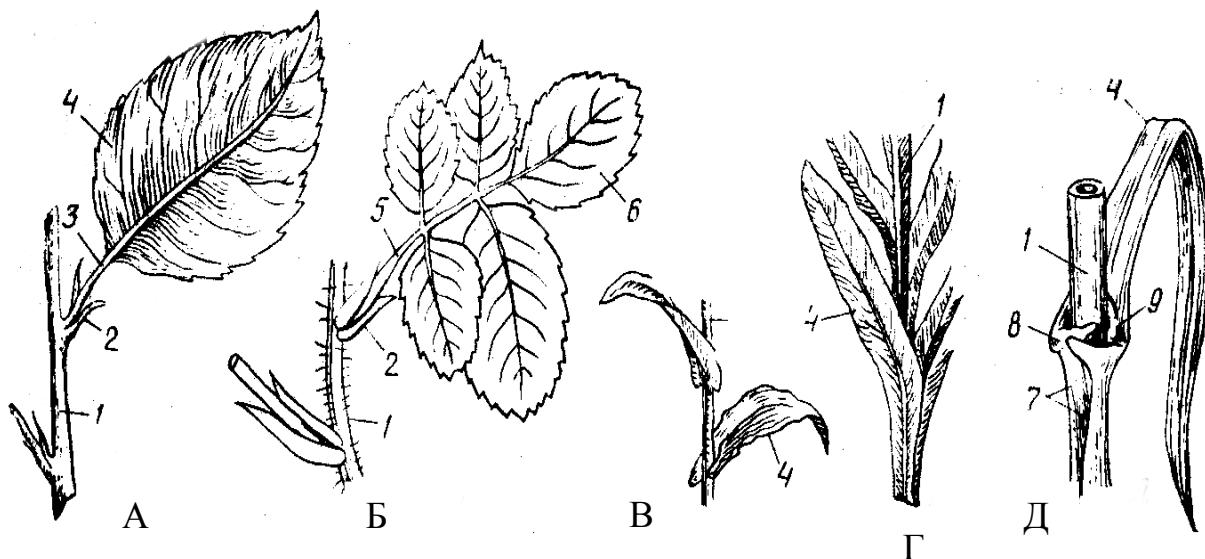


Рисунок 64 – Типы листьев: А-Б – черешковые с прилистниками (А – простой, яблоня, Б – сложный, шиповник); В – сидячий (ярутка); Г – нисбегающий (василек); Д – влагалищный (ячмень): 1 – стебель; 2 – прилистники; 3 – черешок; 4 – листовая пластинка; 5 – рахис; 6 – листочек; 7 – влагалище; 8 – ушки; 9 – язычок

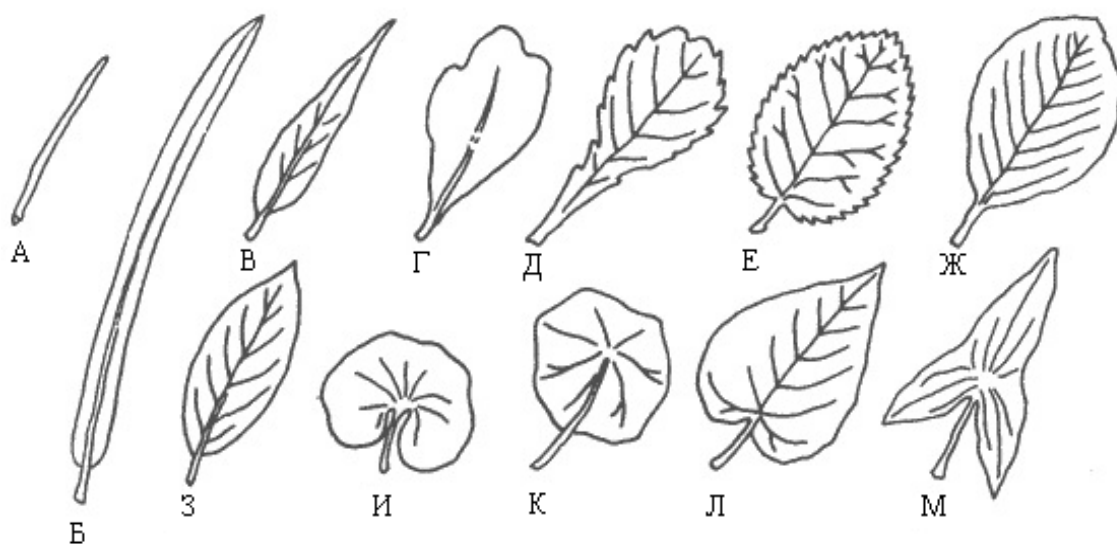


Рисунок 65 – Простые листья с цельной пластинкой: А – игольчатый; Б – линейный; В – ланцетный; Г – с клиновидным основанием; Д – лопатчатый; Е – яйцевидный; Ж – обратнойцевидный; З – эллиптический; И – почковидный; К – щитовидный; Л – сердцевидный; М – стреловидный

Чтобы отличить один простой лист от другого, необходимо сравнить формы листовых пластинок этих листьев (рисунок 65).

По форме края листья бывают цельнокрайние, т.е. край листовой пластинки не изрезан и совершенно гладкий. Если край листа изрезан, то по форме зубцов и их направлению различают зубчатый, пильчатый, городчатый и выемчатый край.

Зубчатый край имеет зубцы с равными сторонами. У листьев с пильчатым краем зубцы косые, наклоненные в одну, причем две стороны одного зубца имеют разную длину, т. е. одна сторона зубца короче, а другая длиннее. У листьев с городчатым краем зубцы закругленные. Выемчатый край имеет закругленные углубления между острыми зубцами (рисунок 66). Изрезанность края листа не изменяет внешней формы листовой пластинки, так как эта степень изрезанности очень мала.

По способу жилкования листья бывают: с *простым* жилкованием (плаун, пихта), *параллельным* (кукуруза), *дуговым* (ландыш), *сетчатым*: *перистым* (яблоня) и *пальчатым* (клен), *дихотомическим* (гинкго) (рисунок 67).

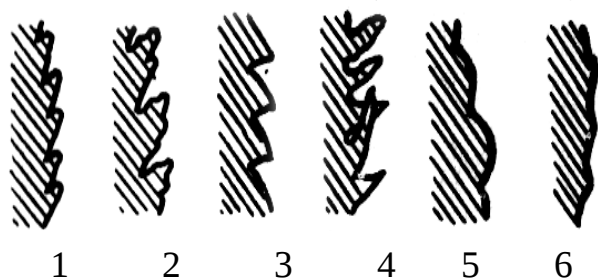


Рисунок 66 – Форма края листовой пластинки: 1 – пильчатая; 2 – двоякопильчатая; 3 – зубчатая; 4 – колючезубчатая; 5 – городчатая; 6 – выемчатая

Простые листья по степени изрезанности листовой пластинки подразделяются на *лопастные* (с надрезами пластинки не глубже $1/3$ расстояния от края до средней жилки): *перистолопастный* (дуб), *пальчатолопастный* (виноград, клен); *раздельные* (с надрезами пластинки $2/3$ расстояния от края до средней жилки): *перистораздельный* (одуванчик), *пальчатораздельный* (инжир, клещевина); *рассеченные* (с надрезами, достигающими до середины жилки): *перисторассеченный* (редька), *пальчаторассеченный* (лютик), *многократно перисторассеченный* (тысячелистник, морковь) (рисунок 68).

Сложный лист состоит из отдельных маленьких самостоя-

тельных *листочков*, каждый из которых своим черешком прикрепляется к общему черешку – *рахису* (от греч. «рахис» – позвоночник). Осенью сложные листья опадают постепенно, отдельными листочками.

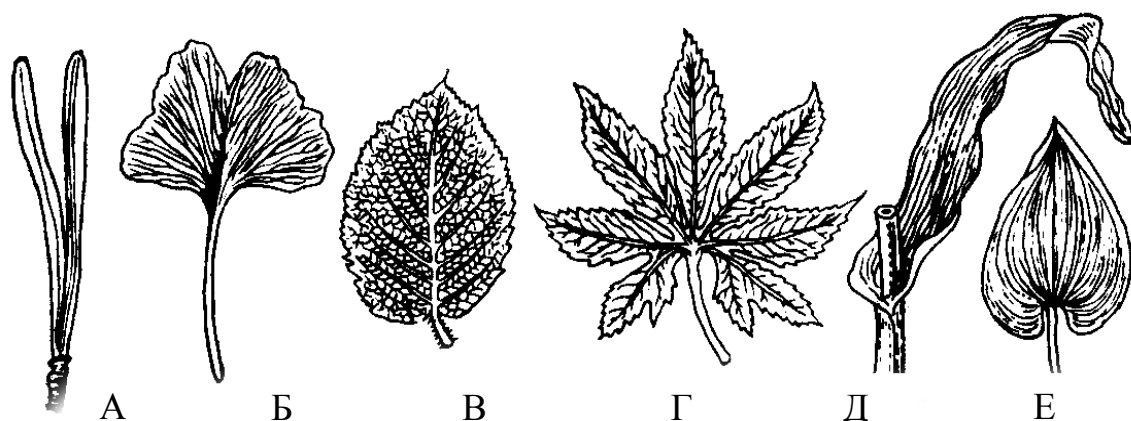


Рисунок 67 – Жилкование листьев: А – простое; Б – дихотомическое; В, Г – сетчатое (В – перистое; Г – пальчатое; Д – параллельное; Е – дуговое

		Тройчато- расчленен- ный	Пальчато- расчленен- ный	Перисто- расчлененный
Простые листья	Лопастной (разделен ме- нее чем до половины ширины полуластика)			
	Разделенный (глубже поло- вины ширины полуластика)			
	Расчетный (до основа- ния)			
Сложные листья на че- решках с сочле- нениями				

Рисунок 68 – Типы рассеченности листа (схема)

В зависимости от расположения листочков на рахисе сложные листья бывают *тройчатосложные*, *пальчатосложные* и *перистосложные*.

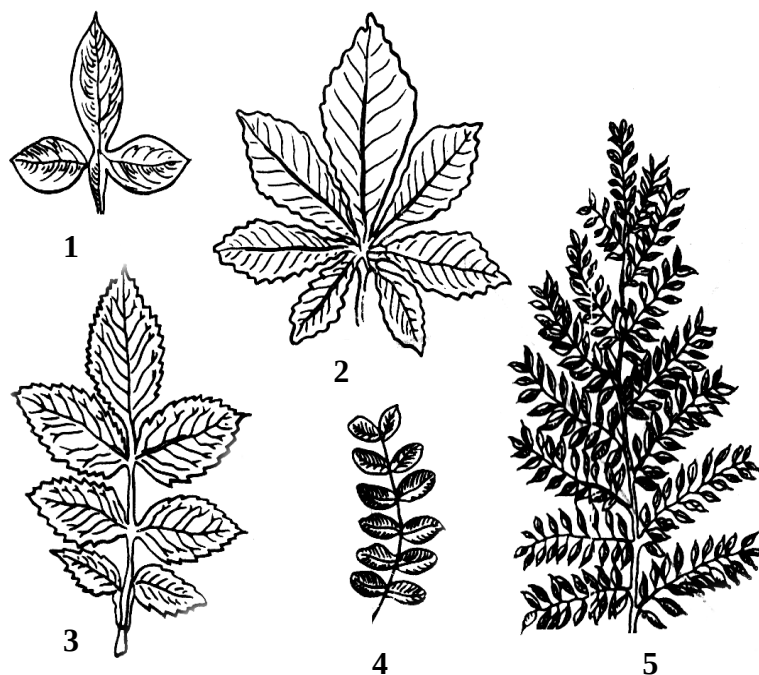


Рисунок 69 – Сложные листья: 1 – тройчатый; 2 – пальчатосложный; 3 – непарноперистый; 4 – парноперистый; 5 – дваждыперистосложный

Тройчатосложный лист имеет всего три листовые пластинки, каждая из которых своим маленьким черешком прикреплена к общему черешку (клевер, земляника, кислица).

У *пальчатосложного* листа отдельные листочки расходятся в радиальных направлениях от верхушки общего черешка (конский каштан).

Перистосложные листья подразделяются на *парноперистосложные* и *непарноперистосложные*. У *непарноперистосложного* листа все листочки расположены парами, кроме одного верхнего непарного листочка (шиповник).

Парноперистосложный лист имеет все парные листочки (горох) (рисунок 69). Перистосложные листья бывают более сложной конструкции – дважды- или триждыперистосложными. В этом случае листочки сложного листа прикрепляются не к главному черешку, а к черешкам второго или третьего порядка.

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

При рассмотрении поперечного среза листа под микроскопом можно увидеть следующие части: эпидерму (кожицу), мякоть и сосудисто-волокнистые пучки (жилки).

Эпидерма покрывает лист с обеих сторон и является защитной тканью, предохраняющей лист от излишнего испарения. Среди бесцветных клеток эпидермы расположены устьица, через которые происходит испарение воды и газообмен.

В полулунных клетках устьиц имеются хлоропласты, в которых происходит процесс фотосинтеза. Остальные клетки эпидермы не содержат хлоропластов, поэтому они бесцветные и через них хорошо проходит солнечный свет. Обычно большая часть устьиц находится на нижней стороне листа (по сравнению с верхней). Исключение составляют растения, у которых нижняя сторона листа погружена в воду и листья плавают на поверхности (водяная лилия). Часто верхняя, обращенная к солнцу, поверхность листа бывает гладкой, на ней находится слой кутикулы (фикус, камелия). У растений засушливых областей нижняя поверхность листа часто густо покрыта волосками. Листья от обилия волосков приобретают своеобразный войлочный вид.

Между верхней и нижней кожицей расположены хлорофиллосные клетки, которые составляют мякоть листа, или мезофилл. Главной функцией этих клеток является процесс фотосинтеза, в результате которого образуются органические вещества, необходимые для жизни всего растения. В мякоти листа хорошо заметны две ткани – столбчатая (палисадная) и губчатая паренхима.

Клетки столбчатой паренхимы плотно прилегают друг к другу, вытянуты в длину, часто расположены в один-два ряда, реже – в несколько рядов; содержат большое количество хлоропластов, которые придают зеленую окраску листу. Столбчатая паренхима лучше развита у растений, произрастающих в условиях хорошего освещения, а у растений, произрастающих в тени, может совсем отсутствовать. Клетки столбчатой паренхимы обычно расположены перпендикулярно к верхней поверхности листа; в таком же направлении проходят солнечные лучи через листовую пластинку. Иное расположение столбчатой паренхимы имеют листья ландыша, произрастающего в условиях слабого освещения. Губчатая паренхима расположена непосредственно под столбчатой. К губчатой паренхиме снизу прилегает эпидерма нижней поверхности ли-

ста.

Клетки губчатой паренхимы расположены рыхло, между ними имеются большие межклеточные пространства, что обеспечивает свободный приток воздуха к каждой клетке этой ткани. В столбчатой паренхиме хлоропластов больше, чем в губчатой паренхиме, поэтому столбчатая паренхима лучше приспособлена улавливать солнечные лучи в процессе фотосинтеза. Рыхлые клетки губчатой паренхимы приспособлены лучше для газообмена и испарения воды при помощи устьиц эпидермы.

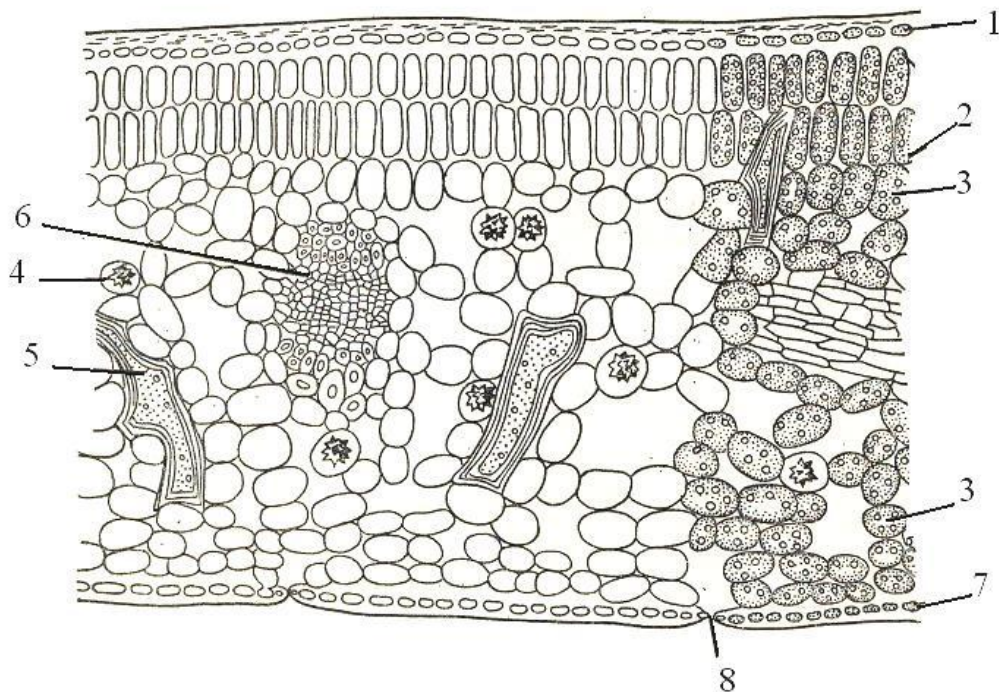


Рисунок 70 – Строение листа камелии японской: 1 – верхняя эпидерма; 2 – столбчатая паренхима; 3 – губчатая паренхима; 4 – клетка с друзой; 5 – склереида; 6 – проводящий пучок; 7 – нижняя эпидерма; 8 – устьице

Лист пронизан густой сетью многочисленных жилок. В центре расположена наиболее крупная жилка, от которой, разветвляясь, отходят более мелкие. Жилки представляют собой сосудисто-волокнистые пучки. Древесина пучка расположена сверху, а луб – снизу. Пучки обычно не имеют камбия, они закрытые, коллатерального типа. Лубяная часть пучка служит для оттока органических веществ, образованных при фотосинтезе.

По древесине поступают вода и минеральные соли в ткани листа. К сосудисто-волокнистым пучкам снаружи может приле-

гать механическая ткань склеренхима (или колленхима), что укрепляет жилку и придает листу прочность.

Расположение столбчатой и губчатой тканей листа может быть различным. Если к верхней стороне листа прилегает столбчатая паренхима, губчатая паренхима прилегает к нижней стороне, то такой лист называется разносторонним, или *дорсовентральным* (рисунок 70).

Листья разностороннего строения встречаются у большинства растений (красавка, дурман, мята и др.). У некоторых растений имеется другое расположение столбчатой и губчатой паренхимы. Если столбчатая паренхима прилегает к обеим сторонам листа, т. е. к верхней и нижней эпидерме, а в середине листа находится губчатая паренхима, то такое строение листа называется равносторонним, или *изолатеральным*. Оно характерно, например, для листьев кукурузы, эвкалипта и сенны (рисунок 71).

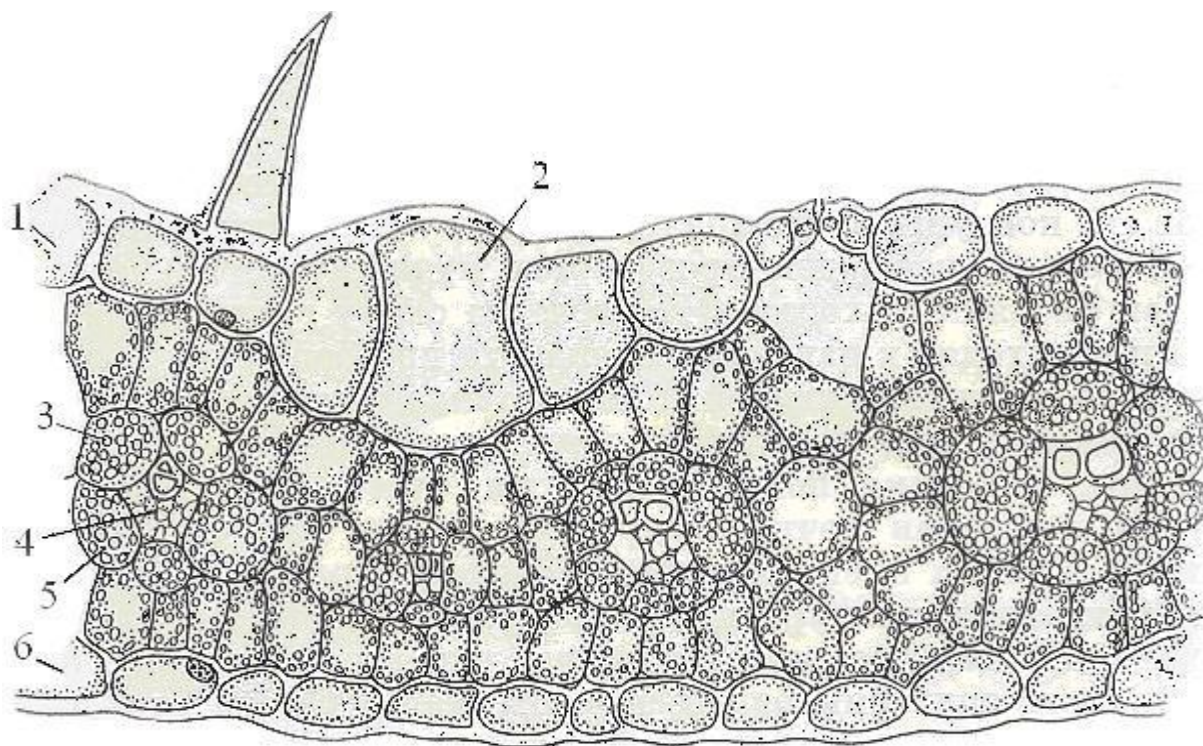


Рисунок 71 – Строение листа кукурузы с изолатеральным типом мезофилла: 1 – верхняя эпидерма; 2 – моторные клетки; 3 – мезофилл; 4 – проводящий пучок; 5 – обкладочные клетки; 6 – нижняя эпидерма

Листья голосеменных растений имеют особый тип ассимиляционной ткани, называемой *складчатой паренхимой*. Строение листьев голосеменных растений очень сильно отличается от строе-

ния обычных листьев других растений. Лист сосны (хвоя) имеет на поперечном срезе полукруглую форму (рисунок 72).

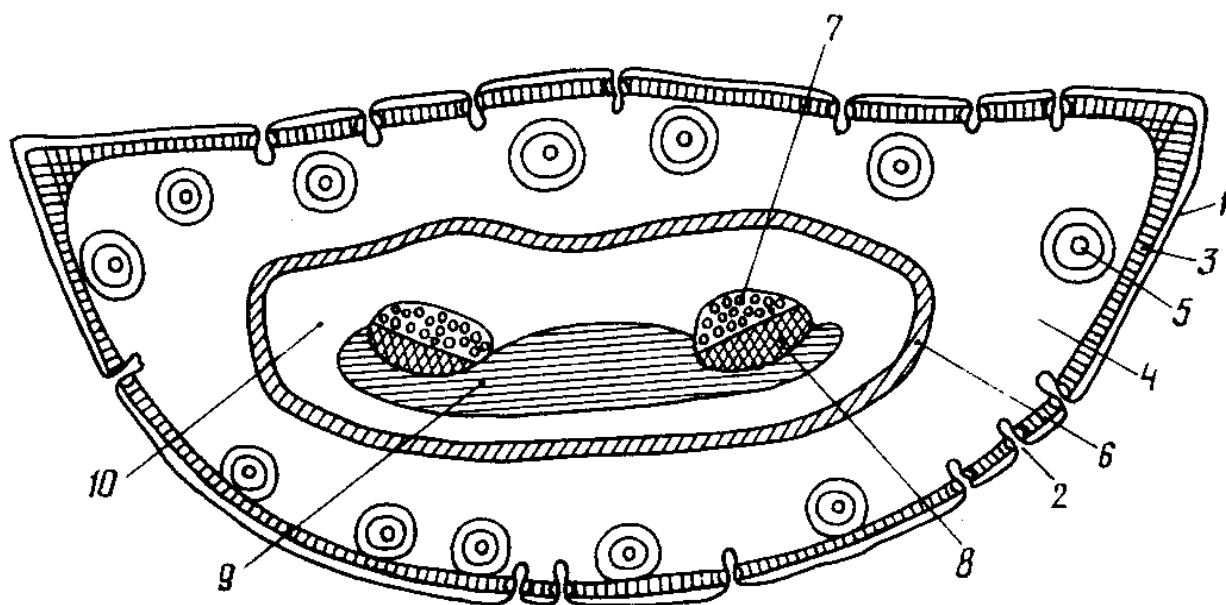


Рисунок 72 – Хвоя сосны (схема ее строения): 1 – эпидерма, 2 – устьичный аппарат, 3 – гиподерма, 4 – складчатая паренхима 5 – смоляной канал, 6 – эндодерма, 7 – ксилема, 8 – флоэма (7–8 – проводящий пучок), 9 – склеренхима, 10 – паренхима

При малом увеличении можно рассмотреть внутри листа *центральный цилиндр*, в котором находятся *сосудисто-волокнистые пучки*. Снаружи лист покрыт *эпидермой* с очень толстым слоем *кутикулы*. Устьица глубоко погружены в ткань листа. Под эпидермой расположена однослойная ткань *гиподермы* (подкожица). За гиподермой находится *складчатая паренхима*, которая отделена от центрального цилиндра однослойной *эндодермой*. В эндодерме откладываются *крахмальные зерна*. Особенностью клеток складчатой паренхимы является их способность увеличивать общую ассимиляционную поверхность, что достигается выпячиванием внутрь оболочек клеток. В связи с этим в пристенном слое цитоплазмы может быть расположено значительно большее количество хлоропластов, за счет чего повышается ассимиляционная способность листьев голосеменных растений. Между клетками складчатой паренхимы находятся *смоляные ходы*, представляющие собой крупные полости.

Внутри смоляного хода расположены живые выстилающие клетки, которые содержат ядро и густую цитоплазму и выделяют внутрь смоляного хода смолу. Снаружи от клеток эпителия расположены мертвые толстостенные клетки, заполненные воздухом; они выполняют механическую роль и придают прочность смоляному ходу. Лист хвойных растений имеет много приспособлений для сохранения влаги и уменьшения испарения. Одним из таких приспособлений является закупоривание на зиму глубоко расположенных устьиц восковым налетом.

Тема 23 Макроскопическое строение листа

Материал. Гербарные образцы листьев яблони, фиалки трехцветной, мака, ячменя, кукурузы, элодеи, плауна, пихты, ландыша, винограда, клена, сосны, пшеницы, олеандра, ивы, подорожника, осины, копытня, сирени, вьюнка, стрелолиста, настурции, дуба, одуванчика, клещевины, редьки, лютика, тысячелистника, моркови, шиповника, каштана конского, лимона.

Общие замечания

Лист – это боковой орган ограниченного роста, нарастающий у однодольных растений у основания путем вставочного роста, у двудольных – всей поверхностью; у деревьев и кустарников это временный орган. Основные функции листа – фотосинтез, транспирация и газообмен. В листьях могут откладываться запасные продукты, иногда этот орган служит для вегетативного размножения.

Задания

1. Изучить строение листьев: черешкового, сидячего, влагалищного.
2. Изучить жилкование листьев.
3. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых цельных листьев.
4. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых, расчлененных выемками листьев.
5. Ознакомиться с формами сложных листьев.
6. Ознакомиться с формами изрезанности края листовой пластинки.

7. Зарисовать строение трех типов листьев, типы жилкования листьев, простые листья разной формы с цельной и расчлененной выемками пластинкой, сложные листья разной формы, типы края листовой пластинки и сделать обозначения.

Порядок работы

Рассматривают строение черешкового листа – простого (яблоня, фиалка трехцветная) и сложного (шиповник). Зарисовывают их и обозначают: у простого листа – черешок, пластинку, прилистники; у сложного – рахис, листочки, прилистники. Зарисовывают также сидячий лист (мак). У влагалищного листа (ячмень, кукуруза) находят *пластинку, влагалище* и в месте перехода влагалища в листовую пластинку – *язычок* и *ушки*. Зарисовывают и делают обозначения.

Далее рассматривают и зарисовывают листья с *параллельным* (кукуруза, ячмень), *дуговым* (ландыш), *сетчатым перистым* (яблоня) и *сетчатым пальчатым* (виноград, клен) (рисунок 67) жилкованием.

Затем переходят к изучению форм листовой пластинки простого цельного листа (рисунок 65): *игольчатой* (сосна), *линейной* (пшеница, ячмень), *ланцетной* (ива), *яйцевидной* (граб, подорожник), *округлой* (осина), *почковидной* (копытень), *сердцевидной* (сирень), *копьевидной* (вьюнок), *стреловидной* (стрелолист), *щитовидной* (настурция). Зарисовывают их и делают обозначения.

Рассматривают простые листья с расчлененной выемками пластинкой (рисунок 68) – *лопастные* (с выемками не глубже $\frac{1}{3}$ расстояния от края пластинки до средней жилки): *перистолопастный* (дуб), *пальчатолопастный* (виноград, клен); *раздельные* (с выемками, равными $\frac{2}{3}$ расстояния от края пластинки до средней жилки): *перистораздельный* (одуванчик), *пальчатораздельный* (инжир, клещевина); *рассеченные* (с выемками, достигающими до средней жилки): *перисторассеченный* (редька), *пальчаторассеченный* (лютик), *многократноперисторассеченный* (тысячелистник, морковь).

Изучают формы сложных листьев (рисунок 69) – *перистосложные*: *парноперистосложный* (карагана), *непарноперистосложный* (шиповник), *пальчатосложный* (каштан конский). Зарисовывают их и обозначают.

Рассматривают и зарисовывают формы края листовой пластинки: *цельную* (лимон), *пильча-*

тую (ива), зубчатую (лебеда), городчатую (бук) (рисунок 66).

Контрольные вопросы

1. Как отличают черешковый лист от сидячего?
2. Какие листья называют влагалищными? Где у них образуются ушки и язычок?
3. Какие типы жилкования бывают у листьев?
4. В чем отличие простого листа от сложного?
5. Как классифицируют простые листья с цельной пластинкой?
6. В чем отличие парноперистосложного листа от непарноперистосложного и двоякоперистосложного?
7. Чем отличается перистосложный лист от пальчатосложного?
8. Чем отличаются сложные листья от простых с рассеченной листовой пластинкой?

Тема 24 Микроскопическое строение листа

Материал. Постоянные микропрепараты поперечных срезов листьев камелии, кукурузы, сосны, микроскопы.

Задания

1. Изучить микроскопическое строение листа камелии.
2. Изучить строение листа кукурузы.
3. Изучить строение листа сосны – хвои.
4. Зарисовать все изученные объекты и сделать обозначения.

Порядок работы

Листья камелии

Рассматривая постоянный препарат при малом увеличении, отмечают, что снаружи лист покрыт эпидермой. Между верхней и нижней эпидермой находится ткань, которая состоит из клеток, содержащих хлорофилл. Это ассимиляционная паренхима – мезофилл. Между клетками мезофилла на некотором расстоянии друг от друга расположены сосудисто-волокнистые пучки (рису-

нок 70).

Затем переходят к детальному изучению тканей листовой пластинки при большом увеличении. Сначала рассматривают верхнюю эпидерму листа и сравнивают ее с нижней эпидермой. Отмечают, что клетки первой имеют более толстые наружную стенку и кутикулу и у нее почти полностью отсутствуют устьичные аппараты.

Под верхней эпидермой клетки мезофилла имеют вытянутую форму, плотно сомкнуты, без межклетников, расположены в два слоя. Это *столбчатая* (палисадная) паренхима. В ней в основном происходит фотосинтез. У нижней эпидермы расположены более округлые клетки с крупными межклетниками – *губчатая* паренхима. Листья, у которых мезофилл дифференцирован на столбчатую и губчатую паренхиму, называют дорсивентральными. Главная функция нижней стороны листа – газообмен и транспирация. При внимательном изучении губчатой паренхимы можно в некоторых клетках заметить *друзы оксалата кальция*, а также крупные разветвленные механические клетки – *склереиды*, выполняющие опорную функцию. Главная жилка занимает почти всю толщу листа от верхней до нижней эпидермы. При малом увеличении хорошо видна мощная ксилема. Она состоит из правильных рядов проводящих элементов, которые чередуются с древесинной паренхимой. К ксилеме примыкает флоэма. Отмечают, что ксилема обращена к верхней стороне листа, а флоэма – к нижней. Проводящий пучок окружен склеренхимой. Паренхимная обкладка состоит из одного слоя тонкостенных клеток. Она отделяет проводящий пучок от мезофилла. Обращают внимание на то, что выше и ниже его лежит колленхима, примыкающая к эпидерме. Таким образом, рассмотренный проводящий пучок закрытый, коллатеральный, сосудисто-волокнистый.

Листья кукурузы

Строение листьев мятликовых изучают на примере кукурузы (рисунок 71). Для этого используют готовый препарат, в крайнем случае, учебную таблицу или рисунок.

Клетки эпидермы верхней его стороны образуют простые волоски двух видов: короткие шиловидные и длинные нитевидные. У основания длинных волосков видны пузыревидные клетки, возвышающиеся над поверхностью листа. Эпидерма покрыта кутикулой. Устьичные аппараты есть в эпидерме и верхней, и нижней

сторон листа.

Проводящие пучки закрытые, коллатеральные, ксилема обращена к верхней стороне листа, флоэма – к нижней. Проводящие пучки двух размеров: крупные и мелкие. Каждый из них окружен тонкостенными обкладочными клетками. Предполагают, что последние играют роль физиологического барьера, регулирующего передвижение веществ подобно эндодерме осевых органов.

Мезофилл состоит из более или менее однородных клеток, расположенных венцом вокруг мелких пучков. В средней утолщенной части пластинки мезофилл есть лишь у нижней стороны листа, остальное пространство заполнено крупными клетками, не содержащими хлоропластов. В этой же части листа под эпидермой видны тяжи одревесневающей склеренхимы, которые на нижней стороне пластинки образуют выступы, достигающие до пучков. В остальной части пластинки субэпидермальные тяжи склеренхимы примыкают с обеих сторон к крупным проводящим пучкам. Лист кукурузы является изолатеральным.

Делают схематичный рисунок участка среза листа в средней утолщенной части и детальный – небольшой части листовой пластинки. Обозначают: верхнюю эпидерму, пузыревидные клетки, устьичный аппарат, волоски, нижнюю эпидерму, мезофилл, проводящий пучок, обкладочные клетки, склеренхиму.

Лист сосны – хвоя

Сначала рассматривают срез при малом увеличении и зарисовывают его контуры. В центральной части листа, окруженной эндодермой, расположены два проводящих пучка (рисунок 72). Мезофилл пронизан смоляными каналами. На схему наносят границы отдельных тканей и переходят к изучению препарата при большом увеличении.

Защитный покров состоит из двух слоев клеток: *эпидермы* и *гиподермы*. Эпидерма покрыта толстым слоем *кутикулы*. Клетки эпидермы в сечении почти квадратной формы. Все стенки клеток сильно утолщены, в углах есть поровые каналы. Полость клетки округлой формы. В углублениях на уровне гиподермы расположены устьичные аппараты, под которыми видны большие воздушные полости. У старых листьев стенки клеток эпидермы одревесневают. Гиподерма состоит из одного, а в углах – из двух-трех слоев клеток с менее утолщенными одревесневшими стенками.

Под гиподермой находится *мезофилл*, состоящий из однородных клеток. Стенки клеток местами вырастают в ее полость, образуя складки (складчатая паренхима). Это значительно увеличивает площадь прилегающего к стенке слоя цитоплазмы с хлоропластами, а следовательно, и ассимилирующую поверхность. В каждой клетке видно ядро. Смоляные каналы, пронизывающие складчатую паренхиму, внутри выстланы тонкостенными клетками, выделяющими внутрь смолу, а снаружи имеют обкладку из толстостенных клеток. Это каналы схизогенного происхождения. На стенках эндодермы видны утолщения – пятна Каспари. Проводящие пучки коллатерального типа. Ксилемная часть обращена к плоской стороне листа, флоэмная – к выпуклой. Следовательно, плоская сторона хвои является верхней, а выпуклая – нижней. Между проводящими пучками расположена механическая ткань – *склеренхима*. Остальное пространство центральной части занято *трансфузионной* тканью, по-видимому, участвующей в перемещении веществ между проводящими пучками и мезофиллом.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается по микроскопическому строению дорсивентральный лист от изолатерального?
2. Где располагаются устьичные аппараты у листьев этих типов?
3. В чем различие между столбчатой и губчатой паренхимой листа? Чем обусловлено их расположение?
4. Каково строение проводящих пучков листа? Чем отличаются крупные пучки от мелких?
5. Почему ксилема в пучке обращена к верхней стороне листа?
6. В чем особенность строения мезофилла хвои?

Самостоятельная работа

Используя материалы лекций, учебник и другие учебные пособия, заполните таблицы 5 и 6.

Таблица 5 – Строение стебля двудольных и однодольных растений

Признак	Двудольные	Однодольные
Первичное или вторичное строение		

Продолжение таблицы 5

Степень выраженности центрального цилиндра		
Тип проводящих пучков		
Особенности роста в толщину		
Вид механических тканей		

Таблица 6 – Видоизменения вегетативных органов

Вегетативный орган	Видоизменения	Функции	Пример
Корень			
Побег			
Лист			

**ВОПРОСЫ К МОДУЛЮ ПО ТЕМЕ:
«ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ»**

1. Проросток.
2. Общая характеристика корня.
3. Первичное анатомическое строение корня (ирис).
4. Вторичное анатомическое строение корня (тыква).
5. Специализация и метаморфозы корней.
6. Корнеплоды. Морфологическое и анатомическое строение корнеплодов (редька, морковь, свекла).
7. Общая характеристика побега и почки (расположение, ветвление, классификация).
8. Анатомическое строение стебля однодольных растений (кукуруза, рожь).
9. Анатомическое строение стебля двудольных травянистых растений (пучковый тип, лютик).
10. Анатомическое строение стебля двудольных травянистых растений (переходный тип, подсолнечник).
11. Анатомическое строение стебля двудольных травянистых растений (непучковый тип, лен).
12. Анатомическое строение стебля многолетнего древесного растения (непучковый тип, липа).
13. Особенности строения стебля хвойных растений (сосна).
14. Видоизменения (метаморфозы) побегов.
15. Общая характеристика листа. Морфология, классифика-

ция, жилкование, листорасположение.

16. Анатомическое строение листа (брусника, эвкалипт).

17. Анатомическое строение листа хвойного растения (сосна).

18. Метаморфозы листьев.

ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ: «ЛИСТ»

1. Простые листья, расчлененные до срединной жилки, называются...

- 1) раздельными;
- 2) рассеченными;
- 3) лопастными;
- 4) выемчатыми.

2. Ксилема жилки листа обращена к его стороне...

- 1) верхней;
- 2) нижней.

3. Для листа хвойных характерен мезофилл...

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

4. Жилки в мякоти листа оканчиваются...

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

5. Большие рядов столбчатого мезофилла развивается в листьях...

- 1) световых;
- 2) теневых.

ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ

ЦВЕТОК

Генеративные (репродуктивные) органы служат для размножения растений. Размножение цветковых растений происходит при помощи семян, которые образуются из семязачатков. Обычно ранней весной зацветают те растения, у которых в подземных органах накопилось достаточное количество запасных органических веществ. Цветение у большинства растений происходит весной или в начале лета. Цветки имеют очень большое разнообразие: одни очень мелкие, почти не окрашенные (многие травы и деревья), другие крупные, ярко окрашенные. После опыления и оплодотворения наступает период созревания семян и плодов. Семена являются прогрессивным приспособлением для размножения цветковых растений.

Цветок имеет различные приспособления, обеспечивающие функции размножения. Образование цветков у покрытосеменных,

или цветковых, растений явилось большим достижением в эволюции растительного мира. Большинство окружающих нас растений цветковые; среди них имеются деревья, кустарники и большое разнообразие травянистых растений. Многие цветковые растения являются лекарственными.

Цветки очень разнообразны по своей форме, окраске и размерам, однако большинство из них имеет одинаковые части, отличающиеся большим сходством. Снаружи располагается *околоцветник*, который защищает внутренние части цветка от различных внешних

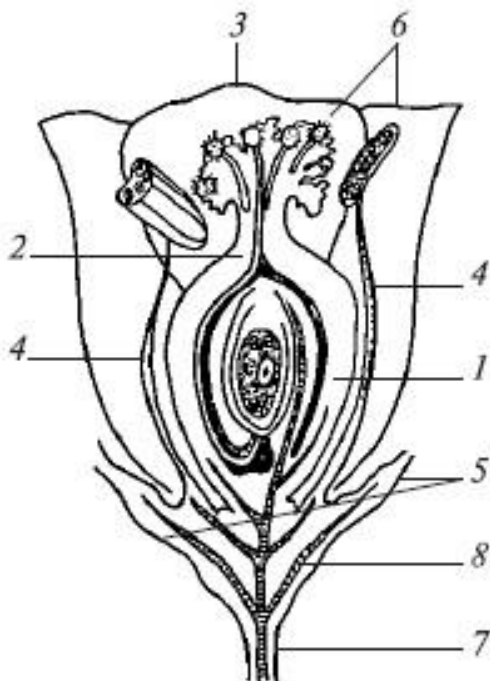


Рисунок 73 – Строение цветка: 1 – завязь; 2 – столбик; 3 – рыльце пестика с прорастающей пылью; 4 – тычинки; 5 – чашелистики; 6 – лепестки; 7 – цветоножка

воздействий.

Цветок развивается из цветочной почки и является укороченным видоизмененным побегом. Листочки этого побега превратились в отдельные части цветка, которые приспособлены к опылению и оплодотворению. После опыления и оплодотворения происходит образование семян и плодов.

Части цветка имеют различное происхождение; одни из них являются видоизменением стебля, другие имеют листовое происхождение. Стеблевые части цветка представлены *цветоножкой* и *цветоложем* (рисунок 73).

Цветоножка поддерживает весь цветок и является продолжением стебля. Цветоножка может быть хорошо развита, но у некоторых цветков она почти не развита, и такие цветки называют *сидячими*. Сидячие цветки встречаются в соцветиях-корзинках, которые характерны для семейства астровых. В верхней части цветоножки расположено цветоложе, к которому прикрепляются все остальные части цветка.

Цветоложе по своей форме у различных растений неодинаково. У большинства растений оно расширено по сравнению с цветоножкой. Форма цветоложа различна и может быть *плоской* (пион); *выпуклой* (земляника, малина), *вогнутой* в виде бокала (шиповник) (рисунок 74). На цветоложе располагаются чашелистики, лепестки, тычинки и пестики. Они могут располагаться по спирали или кругами, в других случаях околоцветник имеет круговое расположение, а тычинки и пестики сохраняют спиральное расположение.

Каждый круг цветка состоит из отдельных частей, которые могут быть сросшимися или несросшимися.

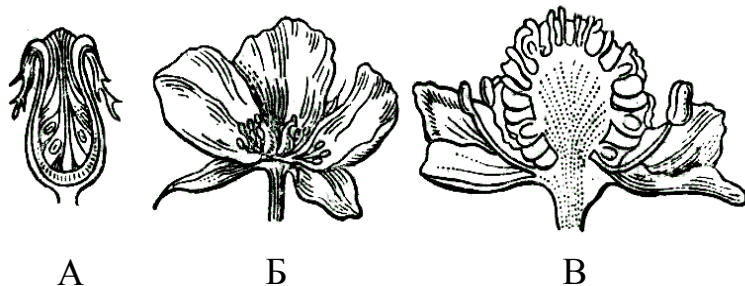


Рисунок 74 – Формы цветоложа:

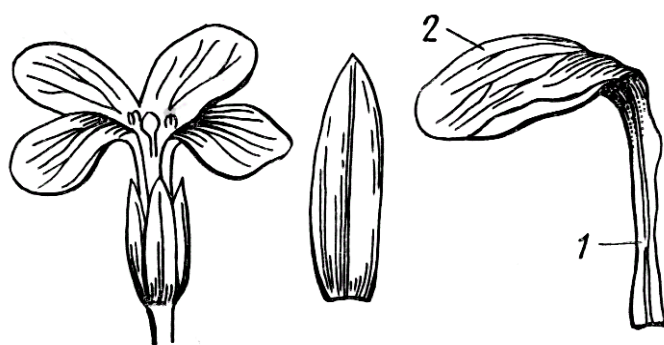
А – вогнутое; Б – плоское;
В – выпуклое

Чаще всего цветок состоит из пяти или четырех кругов. Наружный круг зеленых листочков составляет чашечку; за ним к центру расположен ярко окрашенный круг венчика, состоящий из лепест-

ков: два круга или один занимают тычинки; в центре цветка прикрепляются пестики, которые расположены в один круг. Чашечка и венчик вместе образуют покровы цветка и называются *околоцветником*. Если околоцветник состоит из круга *чашечки* и круга *венчика*, то он называется *двойным*, или сложным. Двойной околоцветник имеют цветки картофеля, красавки, наперстянки и др. Околоцветник, состоящий из одного круга, называется *простым*. В простом околоцветнике все листочки однородные, т. е. окрашены в один цвет. Если листочки простого околоцветника окрашены в зеленый цвет, то он называется *простым чашечковидным* (конопля, вороний глаз). *Простой венчиковидный* околоцветник состоит из ярко окрашенных лепестков (тюльпан, лилия, ландыш). Иногда цветки совсем не имеют околоцветника (например, ива), а содержат лишь тычинки и пестик. Такие цветки называют *голыми* или *беспокровными*.

Околоцветник служит для защиты внутренних частей цветка, т. е. тычинок и пестиков, от повреждения, предохраняет от высыхания, защищает от действия пониженных температур. Ярко окрашенный венчик цветка служит для привлечения насекомых, которые питаются нектаром и пыльцой. В поисках пищи, перелетая с цветка на цветок, насекомые производят опыление.

Чашечка состоит обычно из зеленых листочков, которые называются *чашелистиками*: редко чашечка принимает окраску венчика. Ярко окрашенная чашечка способствует привлечению насекомых-опылителей и усиливает роль венчика. Такие ярко окрашенные чашечки имеют борец, фуксия и др. Чашечка чаще всего



*Рисунок 75 – Цветок капусты:
А – общий вид; Б – чашелистик;
В – лепесток: 1 – ноготок; 2 – отгиб*

состоит из одного круга. Но иногда встречается еще второй наружный круг зеленых мелких листочков, который называется *подчашием*. Подчашие встречается у растений из семейства розовых. Если листочки чашечки срастаются между собой, то такая чашечка называется

ся *сростнолистной* (семейства губоцветных, пасленовых). Если листочки чашечки не срastaются и остаются свободными, то такая чашечка называется *свободнолистной* или *раздельнолистной*. Количество чашелистиков у сростнолистной чашечки можно определить по числу зубчиков по краю чашечки. Размеры чашечки бывают разнообразными. Она может быть крупной (например, водосбор) или мелкой, еле заметной (например, укроп). Зеленая чашечка в какой-то мере принимает участие в процессе фотосинтеза, она может оставаться при плодах и иногда разрастается. В этом случае она служит защитой и предохраняет от повреждений начинающийся развиваться плод.

Венчик. Состоит из ярко окрашенных лепестков. Если лепестки венчика не срastaются, то такой венчик называется *раздельнолепестным* (яблоня, вишни, черемуха). Если же лепестки венчика срastaются между собой, то венчик называется *сростнолепестным*, или *спайнолепестным* (семейство пасленовых). Количество лепестков в спайнолепестном венчике можно определить по числу зубчиков, которые расположены по краю венчика. Венчик может быть *правильным* и *неправильным*. В правильном (актиноморфном) венчике можно провести несколько плоскостей симметрии.

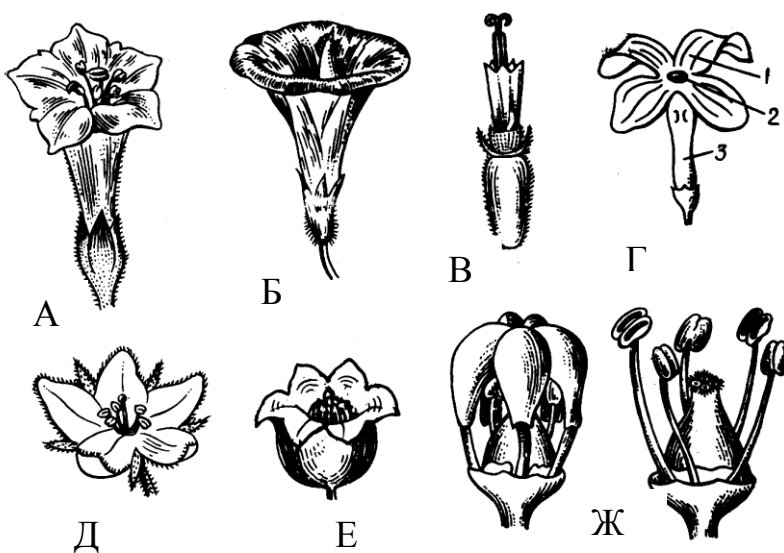


Рисунок 76 — Формы сростнолепестных актиноморфных венчиков:

А — воронковидный; Б — колокольчатый;
В — трубковидный; Г — блюдцевидный;
Д — колесовидный; Е — чашевидный;
Ж — колпачковый

Неправильный (зигоморфный) венчик можно разделить лишь одной плоскостью на симметричные части. Неправильные венчики имеются в цветках наперстянки, гороха, шалфея. Редко встречаются цветки *асимметричные*, т. е. такие, в которых нельзя провести ни одной плоскости симметрии (например, канна).

В лепестках раздельнолепестного

венчика гвоздики различают следующие части: наиболее широкая часть лепестка, отогнутая в сторону, называется *отгибом*. От него вниз отходит более узкая часть лепестка, которая называется *ноготком*. Эти части, т. е. отгиб и ноготок, хорошо выражены в цветках растений семейства капустных (рисунок 75).

В спайнолепестных венчиках можно различить следующие части: *трубочку*, которая образована от срастания лепестков, и отогнутую наружу часть венчика – *отгиб*. На границе между трубкой и отгибом находится *зев*.

Венчики в цветках по форме бывают очень разнообразными (рисунок 76). Среди правильных венчиков встречаются *колокольчатый* (колокольчик, ландыш), *воронковидный* (вьюнок), *трубковидный* (подсолнечник), *колесовидный* (незабудка), *колпачковый* (виноград) венчики.

Среди цветков, имеющих неправильный (зигоморфный) венчик, часто встречаются следующие формы: 1) *двугубый* – хорошо выражены верхняя и нижняя губа (семейства губоцветных и норичниковых); 2) *язычковый* – лепестки венчика срослись в язычок (семейство астровых); 3) *мотыльковый* (семейство бобовых); в венчике такого типа хорошо заметны следующие части: парус (флаг) – самый крупный верхний лепесток; весла (крылья) – расположенные по бокам два лепестка; лодочка – сросшиеся внизу два лепестка. Всего в венчике мотылькового типа имеется пять лепестков; 4) *шпористый* – лепестки образуют полный вырост, именуемый шпорцем (льнянка, сокирки). Все многообразные формы околоцветника выработались в процессе эволюции.

Окраска лепестков венчика самая разнообразная. Лепестки бывают окрашены в красный, синий, фиолетовый, желтый, белый и другие цвета. Окраска лепестков зависит главным образом от наличия в клеточном соке пигмента антоциана, который широко распространен в природе.

Тычинки. Ближе к центральной части цветка расположены тычинки, которые очень разнообразны по своему строению и по количеству в цветке. Совокупность тычинок в цветке называют андроцеом. Каждая тычинка состоит из узкой вытянутой части – тычиночной нити и пыльника, т. е. мешочка, в котором развивается пыльца, необходимая для опыления. Тычиночная нить в некоторых цветках может отсутствовать. В этом случае тычинки называются сидячими (например, фиалка). Тычиночные нити обычно

простые, но у некоторых растений они имеют боковые выросты и разветвляются. Тычиночная нить прикрепляется к пыльнику при помощи связника. Зрелый пыльник состоит из двух частей (половинок), расположенных по обе стороны связника. Через связник поступают питательные вещества в пыльник, так как в нем находится сосудисто-волокнистый пучок.

Сочленение пыльника и тычиночной нити может быть подвижным и неподвижным. При подвижном сочленении пыльники бывают качающиеся, что способствует выбрасыванию из них пыльцы.

Обычно тычинки между собой не срастаются, но иногда происходит их срастание тычиночными нитями или пыльниками. Если все тычинки между собой срослись, то такие тычинки называются *однобратственными*. Если же все тычинки срослись, кроме одной, то они называются *двубратственными*. Двубратствен-

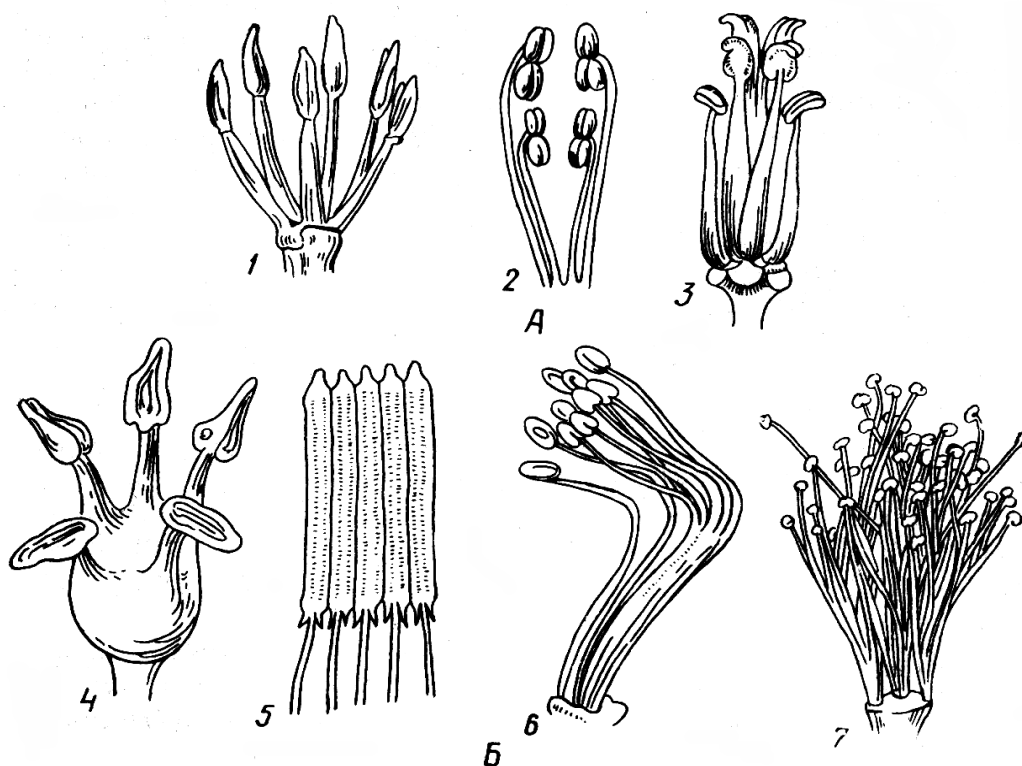


Рисунок 77 – Типы андроцея: А – многобратственный (1 – четырехсильный; 2 – двусильный; 3 – четырехсильный); Б – однобратственный (4 – вербейника; 5 – однобратственный астровых); 6 – двубратственный бобовых; 7 – многобратственный зверобоя

ные тычинки встречаются у большинства растений семейства бобовых (рисунок 77).

Как было указано, кроме тычиночных нитей, в тычинках могут срастаться пыльники. Сращение тычинок пыльниками можно наблюдать в цветках семейства астровых, у которых все пять тычинок срослись своими пыльниками в трубочку.

Трубочка из пыльников окружает находящийся внутри пестик; отходящие от пыльников вниз тычиночные нити являются свободными, т. е. они между собой не срастаются. Количество тычинок в цветках семейства астровых можно определить по числу тычиночных нитей.

Длина тычинок различная: одни из них бывают короче, другие длиннее. Так, в семействе губоцветных всего четыре тычинки: две из них короткие, а две длинные. В семействе капустных (крестоцветных) общее число тычинок равно шести: две, наружные тычинки, короткие, а четыре внутренние тычинки длинные.

Развитие тычинок. Тычинки цветка образуются на цветоложе из особых бугорков. Вначале из этих бугорков формируется пыльник, затем тычиночная нить, которая впоследствии разрастается и удлиняется. Пыльник снаружи покрыт однослойной *эпидермой*, под которой расположен особый *фиброзный* слой (эндотехий). Клетки фиброзного слоя плотно соединяются между собой и придают пыльнику прочность. Клетки этого слоя имеют неравномерно утолщенные стенки, что способствует вскрыванию пыльника. Внутренняя часть пыльника заполнена паренхимной тканью с рыхлыми клетками, в которой расположены сосудисто-волокнистый пучок и гнезда (пыльцевые мешки). Всего в пыльнике имеется четыре гнезда, где и развивается пыльца. К моменту созревания пыльника его гнезда заполнены пыльцой.

Питание пыльцевых зерен в гнездах происходит при помощи клеток *выстилающего слоя*, который расположен во внутренней части гнезд пыльника. Выстилающий слой прилегает непосредственно к *фиброзному слою*, который вместе с эпидермой составляет стенку пыльника. При развитии пыльцевых зерен происходит разрушение клеток выстилающего слоя, их содержимое расходуется на питание развивающейся пыльцы. После созревания пыльника и пыльцы пыльник вскрывается. Вскрывание вначале происходит внутри между двумя соседними гнездами, а затем разрываются наружные слои пыльника, и пыльца высыпается наружу

(рисунок 78).

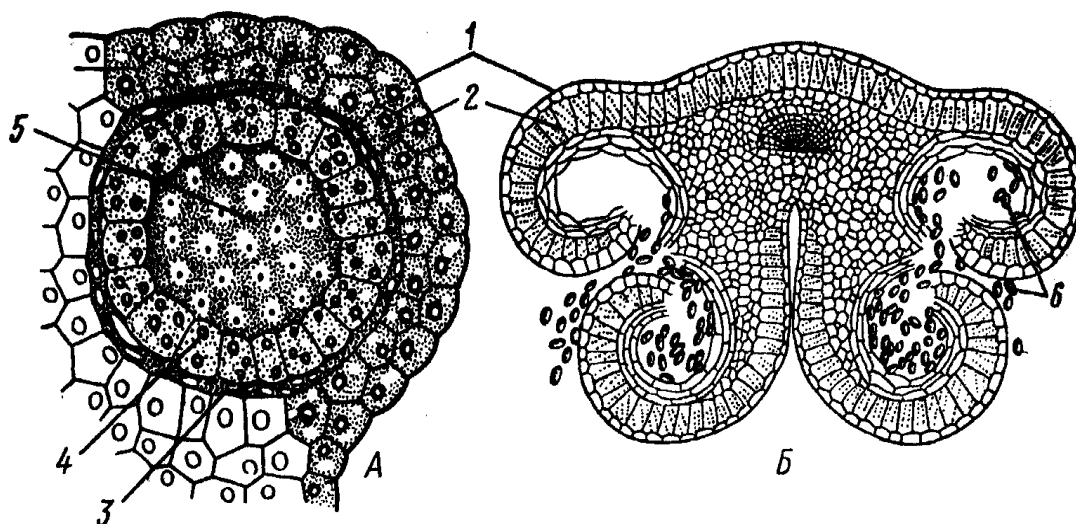


Рисунок 78 – Микроскопическое строение пыльцевого гнезда (А) и пыльника на поперечном срезе (Б): 1 – эпидерма; 2 – фиброзный слой; 3 – дегенерирующий слой; 4 – тапетум; 5 – археспорий; 6 – пыльца

Пыльца образуется в гнездах пыльника в результате мейотического деления особых клеток пыльника. Образовавшиеся при этом делении клетки пыльцы имеют гаплоидный набор хромосом, т. е. происходит редукция, или уменьшение числа хромосом в поделившихся клетках пыльцы. Возникают пыльцевые зерна, расположенные четверками, или тетрадами. У большинства растений эти четверки впоследствии распадаются на отдельные клетки, или пылинки. Количество пыльцевых зерен (пылинок) в каждом гнезде может достигать многих десятков тысяч.

Строение пыльцы. При рассмотрении пыльцевых зерен под микроскопом можно убедиться, что они очень мелкие: их можно рассмотреть лишь при большом увеличении. Пыльцу некоторых растений (например, тыквы) можно рассмотреть в лупу – она имеет вид очень мелкого порошка. Каждое пыльцевое зерно имеет две оболочки – наружную и внутреннюю.

Наружная оболочка называется *экзиной*, внутренняя – *интиной*. У многих растений пыльца имеет желтую окраску, реже окраска другая. Наружная оболочка пыльцы более толстая и часто кутинизирована, имеет неравномерные утолщения; по форме утолщения могут быть самые разнообразные – в виде шипиков, узоров,

выступов. Все наружные утолщения способствуют опылению. При помощи этих выростов пыльца лучше прилипает к насекомым, которые посещают цветки и питаются пыльцой.

Содержимое пыльцевого зерна состоит из двух клеток. Одна клетка более крупная и называется *вегетативной*. Вегетативная клетка имеет ядро. Из вегетативной клетки вырастает *пыльцевая трубка*, по которой спермии (половые клетки) спускаются в зародышевый мешок. Другая клетка имеет чечевицеобразную форму, меньшие размеры и называется *генеративной*. Генеративная клетка впоследствии делится на два генеративных ядра, которые становятся ядрами двух мужских половых клеток – *спермиев*. Эти две мужские клетки принимают участие в оплодотворении, которое происходит внутри завязи пестика.

Пестик. Цветок имеет один или несколько пестиков. Пестик сростается из видоизмененных листочков, которые называются *плодолистиками*. Пестик состоит из трех частей: 1) завязь – нижняя часть пестика, обычно расширенная; 2) столбик – средняя суженная часть; 3) рыльце – находится на вершине столбика. Рыльце может быть самой разнообразной формы. У некоторых растений столбик отсутствует, и рыльце прикрепляется непосредственно к завязи (например, мак). В этом случае считается, что рыльце сидячее (рисунок 79).

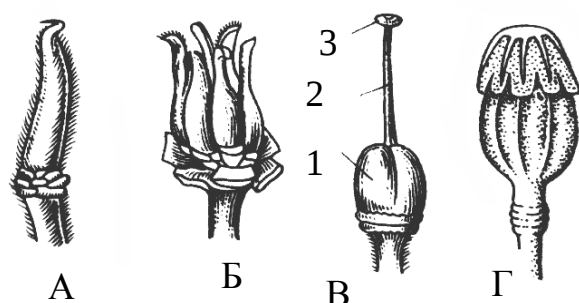


Рисунок 79 – Типы гинецеев:

А, В, Г – простой; Б – сложный:

1 – завязь; 2 – столбик;

3 – рыльце

Пестик может срастаться из *одного* или из *нескольких* *плодолистиков*. В цветках семейства лютиковых и розовых имеется много пестиков, они между собой не срастаются. О количестве плодолистиков, из которых срастается пестик, можно судить по несросшимся столбикам, рыльцам, лопастям рыльца или числу гнезд в завязи. Совокупность пло-

долистиков в цветке называют *гинецеем*. Гинецей, состоящий из одного плодолистика, образующего один пестик, называют *одночленным*, а состоящий из нескольких плодолистиков – *многочлен-*

ным. Многочленный гинецей может быть *апокарпным*, если плодолистики не срастаются между собой и образуют много пестиков, и *ценокарпным*, если они срастаются в один пестик.

В зависимости от способа срастания плодолистиков, а также от числа гнезд завязи выделяют следующие *типы ценокарпного* гинецея:

синкарпный – имеет многогнездную завязь, формирующуюся в результате срастания пестиков боковыми стенками (беладонна);

паракарпный – имеет одногнездную завязь, образующуюся вследствие срастания плодолистиков краями (крыжовник);

лизикарпный – образуется из синкарпного гинецея путем растворения перегородок внутри завязи, при этом возникает одногнездная завязь, в центре которой сохраняется колонка из остатков краев плодолистиков (дрема) (рисунок 82).

В зависимости от расположения завязи по отношению к другим частям цветка различают три основных типа завязи – *верхнюю*, *нижнюю* и *полунижнюю* (рисунок 80). Если цветок имеет верхнюю завязь, то она располагается свободно на плоском, выпуклом или вогнутом цветоложе.

В образовании *верхней* завязи принимают участие только плодолистики. Остальные части цветка, т. е. чашелистики, лепестки и тычинки, прикрепляются к цветоложу ниже завязи, т. е. под завязью, а завязь располагается на вершине цветоложа. *Нижняя* завязь образуется при срастании плодолистиков с другими частями цветка, т. е. с цветоложем, с основаниями чашелистиков, лепестков и тычинок. Остальные все части цветка прикрепляются к

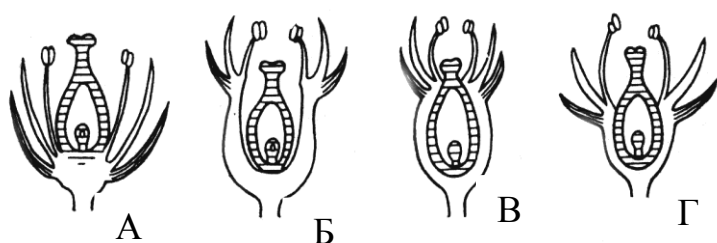


Рисунок 80 – Типы завязей (схема):

А-Б – *верхняя*; В – *нижняя*;

Г – *полунижняя*

цветоложу выше завязи. В *полунижней* завязи нижняя ее часть срастается с цветоложем или с другими частями цветка. В этом случае нижняя, т. е. сросшаяся с цветоложем часть завязи, лежит ниже уровня при-

крепления тычинок, а верхняя свободная часть завязи располагается выше уровня прикрепления тычинок.

Внутри завязи находится полость, или гнездо. Наружу от

этой полости расположены стенки завязи, которые принимают участие в образовании наружной части плода. У разных растений количество гнезд бывает различным. Завязь может иметь одно, два, три и много гнезд. *Одногнездная* завязь может формироваться из одного или нескольких плодолистиков в том случае, если при срастании плодолистиков не вдаются в полость завязи. Если при срастании плодолистиков сильно вдаются в полость завязи и разделяют ее на части, то образуется *многогнездная* завязь.

Внутри завязи находится один или несколько *семязачатков*, прикрепленных к ее стенкам. После процесса оплодотворения из семязачатков разовьются семена, которые будут расположены

внутри гнезд. Итак, самой важной частью пестика является завязь, в которой находятся семязачатки. У различных растений количество семязачатков в гнездах бывает различным. Есть растения, в завязи которых находится один семязачаток (пшеница, овес, ячмень). Некоторые растения имеют очень большое количество семязачатков в завязи (мак). От количества семязачатков в завязи зависит количество семян. При одном семязачатке в завязи разовьется одно семя; если семязачатков в завязи было много, то будет образовано много семян. Семязачаток прикрепляется к стенкам завязи при помощи плаценты, через которую поступают питательные вещества (рисунок 81).

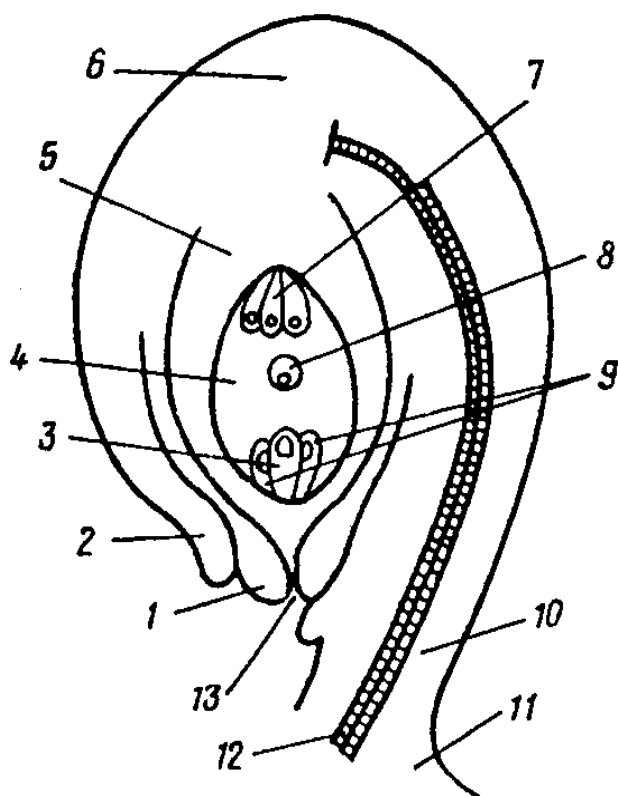


Рисунок 81 – Строение семязачатка: 1, 2 – внутренний и наружный интегументы; 3 – яйцеклетка; 4 – зародышевый мешок; 5 – нуцеллус; 6 – халаза; 7 – антиподы; 8 – вторичное ядро; 9 – синергиды; 10 – фуникулюс; 11 – плацента; 12 – проводящий пучок; 13 – пыльцевход (микропиле)

Строение семязачатка. Семязачаток снаружи покрыт покровами, или интегументами. Семязачаток может иметь один или два покрова. Один из них наружный, другой – внутренний. С помощью семяножки (фуникулуса) семязачаток прикрепляется к плаценте. Под покровами находится особая паренхимная ткань. Она составляет центральную часть семязачатка и называется *нуцеллусом*, или ядром семязачатка. Нуцеллус снаружи защищен покровами семязачатка. В верхней части семязачатка покровы не соединяются и между ними остается небольшое отверстие, которое называется *пыльцевходом*, или *микропиле*. Во внутренней части семязачатка, в нуцеллусе, находится *зародышевый мешок*, в котором происходит процесс оплодотворения.

Зародышевый мешок представляет собой женский гаметофит, т. е. половое поколение. Развитие зародышевого мешка происходит из одной клетки нуцеллуса. Ядро этой клетки делится мейотическим делением, в результате чего возникает четыре клетки – тетрада. Одна из четырех клеток развивается и превращается в зародышевый мешок. Во вполне сформированном зародышевом мешке имеется семь клеток (рисунок 81). В центре зародышевого мешка находится *центральное, или вторичное, ядро*, которое образовалось от слияния двух ядер. На каждом из противоположных полюсов расположено по три клетки. Из трех клеток, расположенных около пыльцевхода, состоит так называемый *яйцевой аппарат*. В яйцевой аппарат входят *яйцеклетка* и две вспомога-

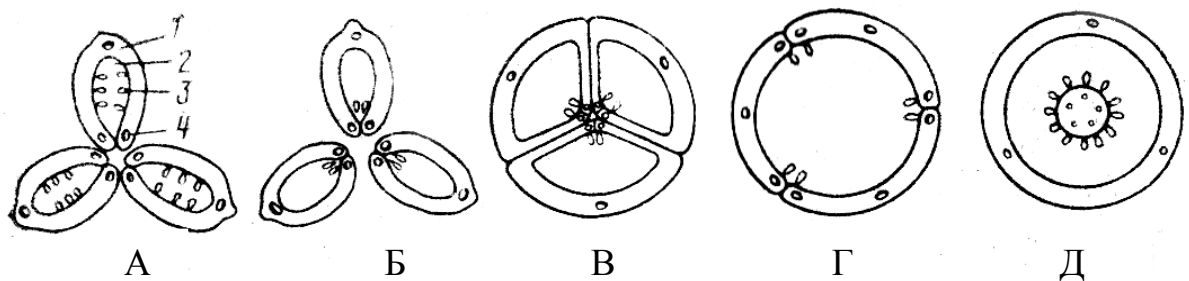


Рисунок 82 – Типы расположения семязачатков (схема):

А, Б – апокарпный гинецей; В – синкарпный гинецей;
Г – паракарпный гинецей; Д – лизикарпный гинецей;
1 – стенка завязи; 2 – гнездо; 3 – семязачаток;
4 – проводящий пучок

тельные клетки, или *синергиды*. На противоположном конце зародышевого мешка, т. е. напротив яйцевого аппарата, располагаются еще три клетки (*антиподы*). Центральное ядро зародышевого мешка, или вторичное ядро, произошло от слияния двух ядер, поэтому оно имеет *двойное*, или *диплоидное*, число хромосом ($2n$). Остальные клетки зародышевого мешка (в том числе и яйцеклетка) имеют одинарный набор хромосом, т. е. гаплоидный (n). В таком виде зародышевый мешок подготовлен к процессу оплодотворения. Такое строение зародышевого мешка характерно для покрытосеменных растений. Основание нуцеллуса и покровов семязачатка расположено на противоположной стороне от пыльцевхода. Это место называется *халазой*. Семязачатки обычно имеют овальнойцевидную форму. В зависимости от ориентации, взаимного расположения частей и степени изогнутости нуцеллуса различают три основных типа семязачатка:

прямой – микропиле и фуникулюс расположены на противоположных концах оси семязачатка;

обратный – нуцеллус повернут по отношению к прямой оси семязачатка на 180° , вследствие чего микропиле и фуникулюс расположены рядом;

изогнутые – нуцеллус изогнут только односторонне микропилярным концом, поэтому микропиле и фуникулюс расположены рядом.

Тема 25 Цветок

Материал. Гербарные образцы цветков лилии, редьки дикой или капусты, гороха или фасоли, сирени, цикория, льнянки; таблицы, лупы.

Задания

1. Проанализировать строение и зарисовать околоцветники растений: лилии, капусты, гороха или фасоли, сирени, цикория, льнянки.

2. Проанализировать и зарисовать одну из тычинок цветков пшеницы, фиалки, подсолнечника.

3. Рассмотреть в микроскоп поперечный срез пыльника (постоянный препарат). Зарисовать и обозначить его части.

4. По таблицам зарисовать поперечные разрезы завязей цветков гороха, крыжовника, мака, белладонны. Определить по строению завязи тип гинецея (рисунок 82).

5. Рассмотреть на постоянном препарате поперечного среза завязи прорисовки семязачатков, зарисовать и обозначить его части.

Контрольные вопросы

1. Что такое плодолистик, гинецей, пестик?
2. Какая из трех частей пестика (завязь, столбик, рыльце) может отсутствовать?
3. Какая разница между одночленным и многочленным гинецеем?
4. Каких типов бывает ценокарпный гинецей?
5. В чем различие между верхней, нижней и полунижней завязями?
6. Какие бывают типы расположения семязачатков?
7. Что такое зародышевый мешок? Из чего он образуется, из каких клеток состоит?

Тема 26 Формула и диаграмма цветка

Материал. Живые или фиксированные в спирте цветки лилии или прорисовки, лютика, редьки дикой, огурца, яблони или боярышника, вишни или черемухи, гороха или фасоли; лупа.

Общие замечания

Характеристику цветка можно дать сокращенно в виде формулы, при составлении которой пользуются следующими обозначениями его частей: Са – чашечка (calyx), Со – венчик (corolla), Р – простой околоцветник (perigonium), А – андроцей (androecium), G – гинецей (gynoeceum).

Типы цветков также имеют условные обозначения:

♂ – обоеполый цветок (этот значок обычно в формуле опускают);

♀ – пестичный цветок;

♂ – тычиночный цветок;

* или ⊕ – актиноморфный цветок;

↑ – зигоморфный цветок;

Число членов отдельных частей цветка обозначают цифрами (пятичленный венчик – Co_5 , шестичленный андроцей – A_6). В том случае, когда число членов непостоянно, обычно больше 12, для их обозначения пользуются значком ∞ (многочленный андроцей A_∞). Очень редко число членов андрогинея или гинецея бывает непостоянным в пределах 12 (боярышник). В таких случаях число членов также показывают знаком неопределенности.

В случае срастания членов цветка между собой цифру, указывающую на их число, заключают в скобки (сросшийся венчик картофеля – $Co_{(5)}$, двубратственный андроцей фасоли – $A_{(9)+1}$).

Если члены чашечки, венчика или простого околоцветника расположены несколькими кругами, то цифры, указывающие на число их в каждом круге, соединяют значком + (простой околоцветник лилии – P_{3+3}).

Формула должна отражать число плодолистиков, из которого образовался гинецей, срослись ли они между собой в один пестик (ценокарпный гинецей) или каждый из плодолистиков образовал отдельный пестик (апокарпный гинецей), а также какая за-

вязь – верхняя или нижняя.

Еще более полное представление о строении цветка дает *диаграмма*, которая является проекцией цветка на плоскость, перпендикулярную его оси. Диаграмма показывает не только число, но и расположение частей цветка и их членов по отношению друг к другу. Ради удобства принят единый способ ориентации диаграммы: ось соцветия вверху, а кроющий лист внизу. Точно так же и члены цветка обозначают всегда строго

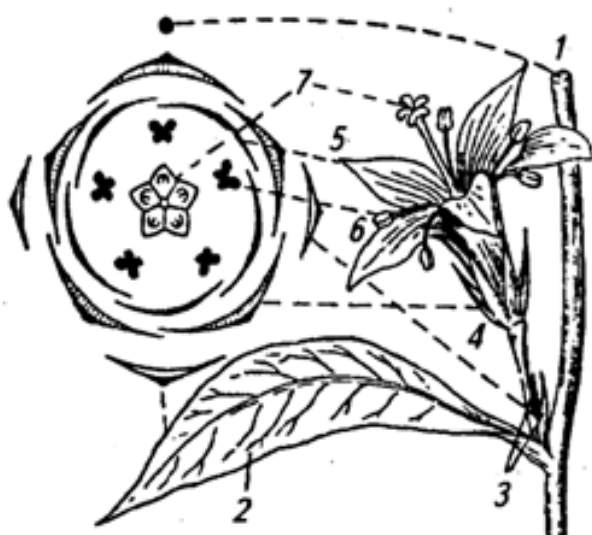


Рисунок 83 – Схема построения диаграммы цветка: 1 – ось цветка; 2 – прицветник (кроющий лист; 3 – прицветнички; 4 – чашелистики; 5 – лепестки; 6 – тычинка; 7 – гинецей

определенными фигурами. Ось соцветия показывают маленьким

кружком, однако если цветок верхушечный, то такой кружок не изображают; *кроющий лист*, прицветники и чашелистики – серповидными дугами с килем; *лепестки* – серповидными дугами без киля; *тычинки* – фигурами, более или менее отражающими очертания поперечного разреза пыльника, а *гинецей* – напоминающими поперечный разрез завязи. Внутри завязи маленькими кружками показывают семязачатки на соответствующих частях плодолистиков (рисунок 83). В случае срастания между собой членов цветка фигуры, обозначающие их на диаграмме, соединяют линиями.

Задания

1. Подробно проанализировать строение цветков лилии или пролески, лютика, редьки дикой, огурца, яблони или боярышника, вишни или черемухи, гороха или фасоли.
2. Составить их формулы и диаграммы.

Порядок работы

В качестве примера исследуют цветок гороха (рисунок 84).

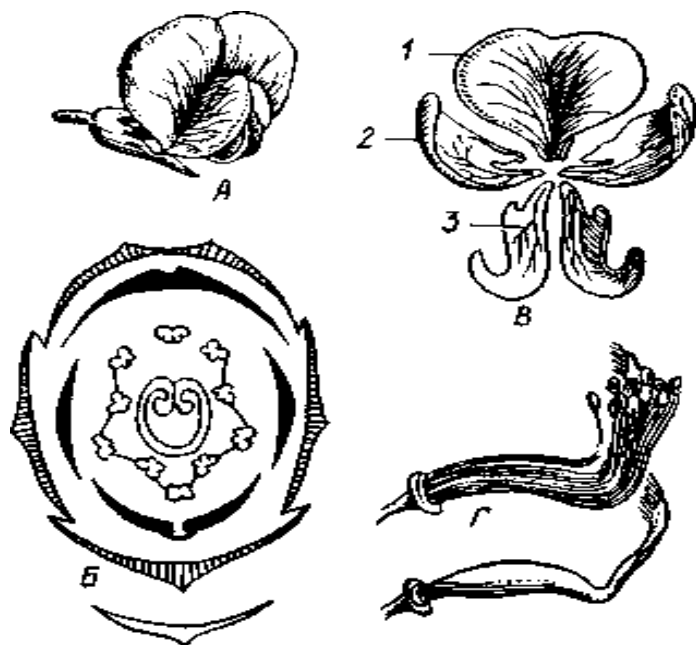


Рисунок 84 – Цветок гороха:

А – общий вид; Б – диаграмма цветка; В – венчик; Г – андроцей; Д – гинецей: 1 – парус; 2 – весла; 3 – лодочка

Это типично зигоморфный цветок. В формуле зигоморфность обозначают знаком $\uparrow$.

Пользуясь лупой, внимательно рассматривают части цветка и определяют: число чашелистиков, лепестков, тычинок и пестиков. Затем определяют, в скольких кругах они расположены; каково взаиморасположение членов цветка: лепестков по отношению к чашелистикам, тычинок по отношению к лепесткам. Устанавливают также, срастаются ли между собой тычинки, пестики и члены цветка.

Начинают с анализа *чашечки*. Она состоит из пяти чашелистиков, расположенных в один круг и сросшихся между собой. Следовательно, строение чашечки в формуле можно обозначить так: $Ca_{(5)}$. Венчик состоит из пяти лепестков, которые чередуются с чашелистиками. Лепестки имеют неодинаковую форму: самый крупный (задний) называют *парусом*, или *флагом*; два боковых имеют сходное строение – это *весла*, или *крылья*; два передних лепестка срастаются одним краем (не основаниями) – это *лодочка*, в ней помещаются тычинки и пестик. Итак, пять лепестков в распустившемся цветке расположены в один круг, их обозначают в формуле так: $Co_{3+(2)}$. Однако необходимо отметить, что у гороха, как и у других бобовых, размещение лепестков и тычинок в почках иное, чем у распустившихся цветков.

Далее рассматривают *андроцей*. Он состоит из десяти тычинок.

Обращают внимание на то, что девять из них срослись между собой нитями в трубку, а одна свободна – двубратственный андроцей. При исследовании вполне сформированного андрогинея раскрывшихся цветков создается впечатление, что все тычинки расположены одним кругом, и тогда их обозначают так: $A_{1+(9)}$.

Гинецей состоит лишь из одного плодолистика. Обращают внимание на то, что листочки околоцветника, а также андроцей располагаются на цветоложе как бы ниже пестика. Хорошо видно, что пестик совершенно свободный, не сросшийся ни с тычинками, ни с околоцветником, а с цветоложем – только нижней частью. Легко прийти к выводу, что у гороха завязь верхняя. Следовательно, гинецей в формуле должен быть обозначен так: G_1 .

В целом формула цветка гороха приобретает такой вид: $\uparrow Ca_{(5)}Co_{3+(2)}A_{1+(9)}G_1$. Зная число и взаимное расположение членов цветка, легко составить его диаграммы (см. рисунок 84, Б).

Контрольные вопросы

1. Что дает более полное представление о строении цветка – формула или диаграмма?
2. Какими значками обозначают члены цветка в формуле и в диаграмме?
3. Как отражают в формуле или диаграмме срастание членов цветка между собой?

Самостоятельная работа

1. Расшифруйте формулы цветков: * $\text{Ca}_{(5)}\text{Co}_5\text{A}_{\infty}\text{G}_{(5)}$;
 $\uparrow \text{Ca}_{(5)}\text{Co}_{(2)+(3)}\text{A}_4\text{G}_{(2)}$; * $\text{P}_{\infty}\text{A}_{\infty}\text{G}_{\infty}$.

2. Написать формулу цветка: цветок зигоморфный, чашечка спайная из 5 чашелистиков, венчик состоит из двух сросшихся и трех свободных лепестков, андроцей состоит из 10 тычинок, девять из которых сросшиеся, пестик из одного плодолистика, завязь верхняя.

3. Заполните таблицу 7.

Таблица 7 – Типы околоцветников для разных видов растений

Вид растений, имеющих двойной околоцветник	Вид растений с простым околоцветником		Вид растений с цветками без околоцветника
	венчиковидным	чашечковидным	

Тема 27 Классификация соцветий

Материал. Гербарные образцы соцветий подорожника, черемухи, боярышника, клевера, нивяника, моркови, пшеницы, сирени, окопника, молочая, бурачника, ясколки, смолевки, синяка.

Общие замечания

Соцветие – это побег или система побегов, несущих цветки.

На узлах осей соцветий располагаются такие же листья, как на вегетативной части побега, или видоизмененные, утратившие способность к фотосинтезу, – прицветники, а на узлах цветоножек – прицветнички.

Различают два типа соцветий: *сложные*, когда цветки располагаются на разветвлениях главной оси, и *простые*, когда цветки с цветоножками или без них прикрепляются непосредственно к главной оси.

Сложные соцветия в зависимости от способа нарастания делят: на *симподиальные* (цимозные, определенные) – при этом ось заканчивается цветком, а распускание цветков идет базипетально, т. е. от верхушки к боковым ветвям, или центробежно, если

цветки расположены в одной плоскости;

моноподиальные (ботрические, неопределенные) – ось нарастает неопределенно долго, распускание цветков идет акропетально, т. е. от основания к верхушке, или центростремительно, если цветки расположены в одной плоскости.

Наиболее часто встречаются следующие *симподиальные* соцветия (рисунок 85):

монохазий – главная ось заканчивается цветком; под ним образуется ось второго порядка, также увенчанная цветком, и т. д.; если подцветочные оси отходят в одну сторону, то образуется завиток, или улитка (эчеверия), если же они отходят попеременно то в одну, то в другую сторону, то образуется извилина (росянка, солнцезвезд, бурачник); завиток, у которого боковые разветвления укорочены, называют клубочком (марь);

дихазий – под цветком, сидящим на верхушке главной оси соцветия, образуются две супротивные оси; каждая из них также заканчивается цветком. От этих осей также отходят по две подцветочные оси следующего порядка, повторяющие такой же способ

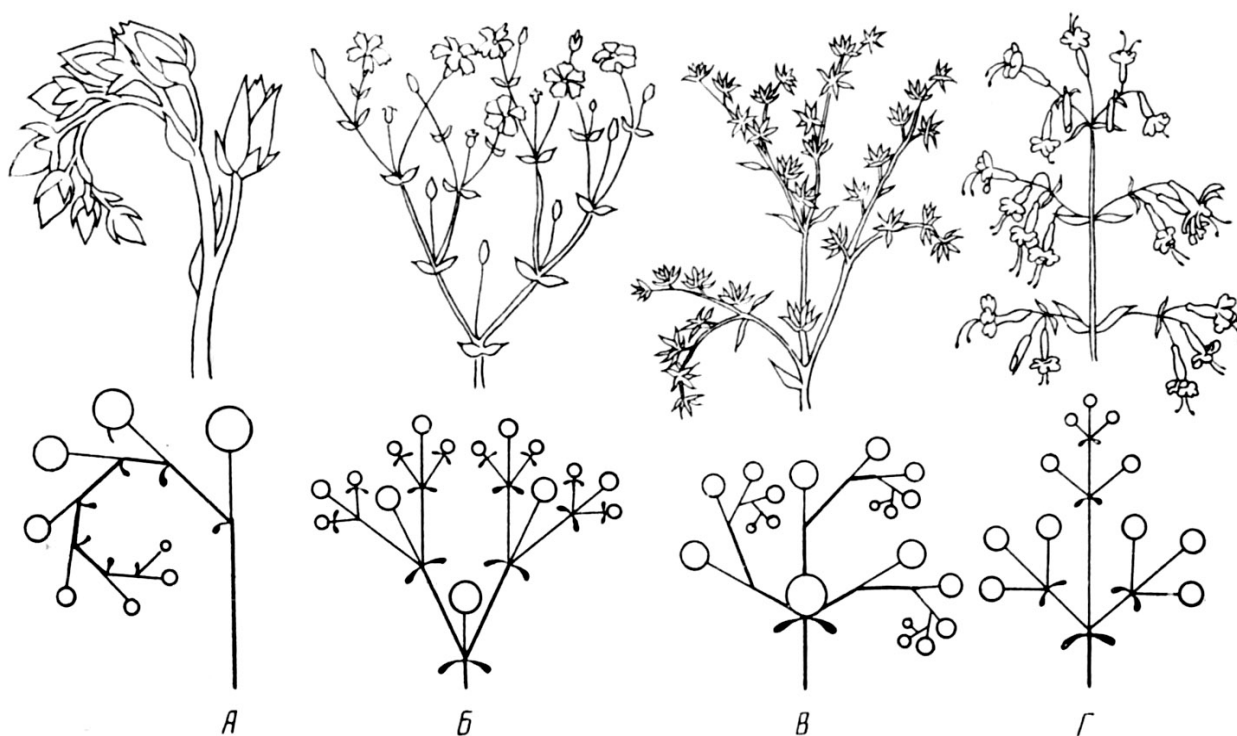


Рисунок 85 – Симподиальные соцветия и их схемы: А – монохазий – завиток – у эчеверии; Б – дихазий – у ясколки; В – плейохазий – у очитка; Г – тирс – у смолевки ветвления, и т. д. (звездчатка, ясколка);

плейохазий – от главной оси соцветия, несущей один верхушечный цветок, отходят несколько подцветочных осей, образующих мутовку из монохазиев или дихазиев (очиток, картофель);

тирс – на главной оси располагается любое из указанных выше соцветий, обычно имеет пирамидальную форму (смолевка, сирень).

К *моноподиальным* соцветиям относят следующие (рисунок 86):

метелка – сильно разветвленное соцветие, нижние боковые разветвления ветвятся сильнее, чем верхние; в целом оно имеет пирамидальное очертание (сирень);

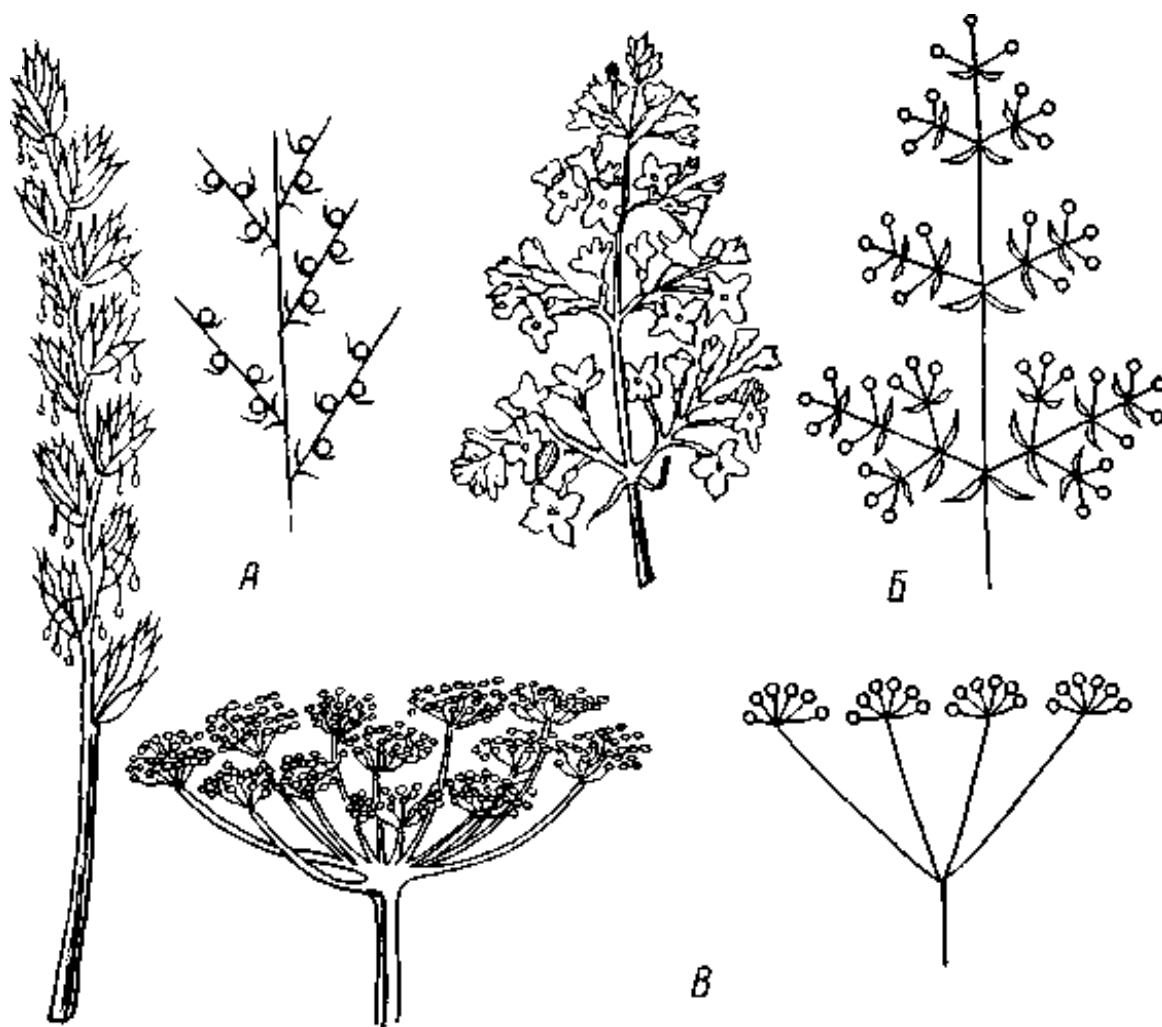


Рисунок 86 – Моноподиальные соцветия и их схемы:

А – сложный колос у пырея; Б – метелка – у сирени; В – сложный зонтик у укропа

щиток – метелка, у которой нижние разветвления длиннее верхних, вследствие чего цветки располагаются в одной плоскости (калина, бузина);

сложный колос – от главной оси отходят разветвления, на которых расположены цветки без цветоножек; разветвления называют колосками (пшеница, рожь);

сложный зонтик – соцветие, у которого расстояния между осями второго порядка укорочены, и они отходят от верхушек осей первого порядка; расстояния между цветоножками также укорочены и цветки прикрепляются к верхушкам осей второго порядка (укроп, борщевик); нередко листья у основания осей второго порядка образуют общую обертку, а у основания цветоножек – частную обертку (морковь).

Кроме перечисленных, существуют еще сложные соцветия,

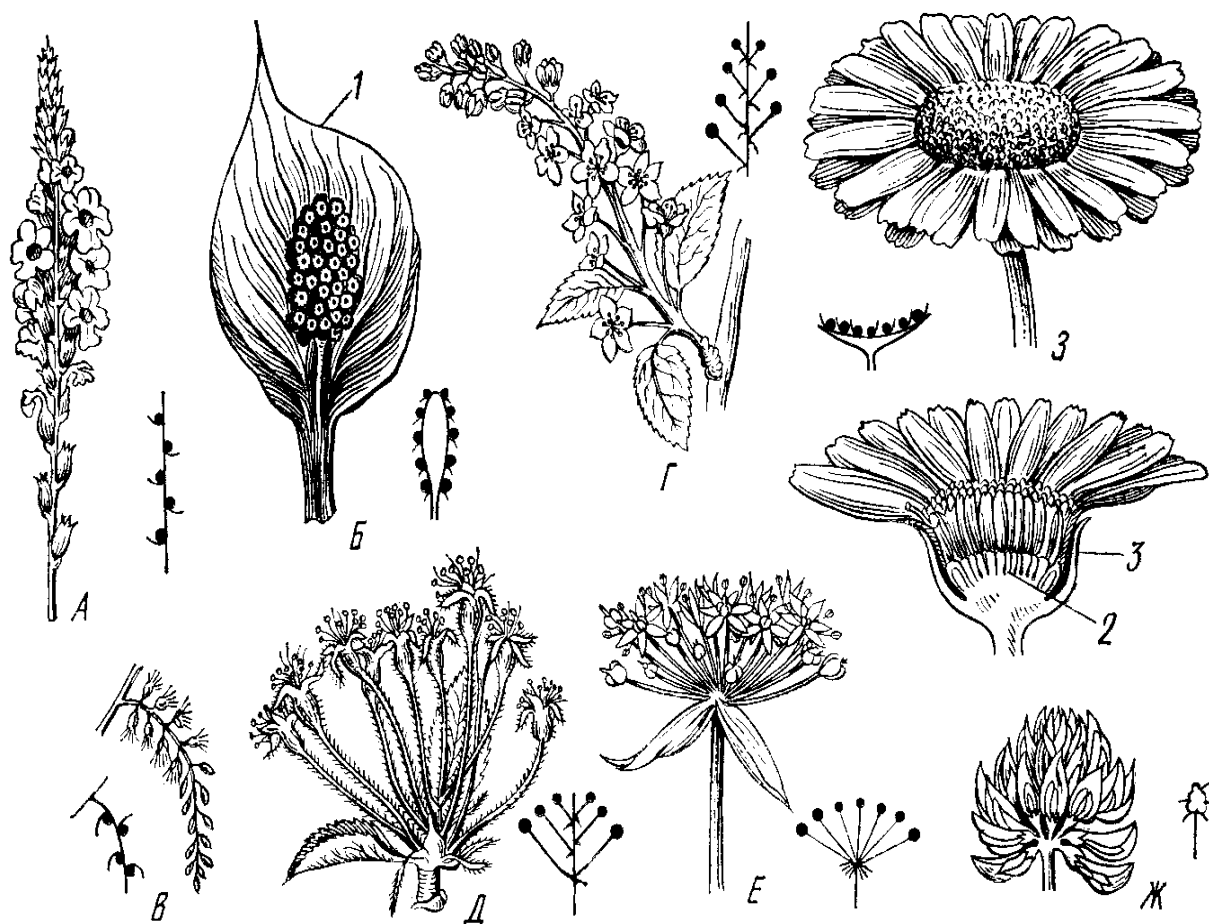


Рисунок 87 – Простые моноподиальные соцветия и их схемы:
 А – колос (вербена); Б – початок (белокрыльник);
 В – сережка (тополь); Г – кисть (черемуха);
 Д – щиток (груша); Е – зонтик (лук); Ж – головка
 (клевер); 3 – корзинка: общий вид и продольный
 разрез (календула): 1 – крыло; 2 – ложе;
 3 – обертка

называемые агрегатными. Они образованы сочетанием разных типов простых и сложных соцветий (тысячелистник, ольха, овес).

Простые соцветия в зависимости от расстояния между цветками делят на соцветия с *удлиненной* и *укороченной* осью.

К простым соцветиям с *удлиненной* осью относят следующие:

кисть – на оси первого порядка расположены цветки с цветоножками обычно одинаковой длины; цветоножки выходят из пазух прицветников (люпин) или прицветники отсутствуют (капустные, барбарис); если цветки обращены в одну сторону от оси, то образуется односторонняя кисть (ландыш);

колос – цветки не имеют цветоножек и сидят на оси первого порядка (вербена, подорожник);

сережка – повислый колос, т. е. колос с мягкой осью, после цветения сережки обычно опадают (ива, тополь);

початок – колос с сильно утолщенной осью, окружен одним или несколькими листьями, так называемым покрывалом, или крылом (белокрыльник).

К простым соцветиям с *укороченной* осью относят следующие:

зонтик – цветоножки, имеющие почти одинаковую длину, отходят от верхушки оси, расстояние между цветоножками укорочены (первоцвет, лук, сусак зонтичный);

головка – зонтик, у которого цветки или без цветоножек, или последние очень короткие (клевер);

корзинка – верхушка главной оси разрастается в виде ложа, и к нему прикрепляются плотно сомкнутые цветки; верхушечные листья скучены и образуют обертку (подсолнечник, календула, астра) (рис. 87).

Задания

1. Рассмотреть и определить типы соцветий следующих растений: подорожника, черемухи, боярышника, клевера, нивяника, моркови, пшеницы, сирени, окопника, молочая, бурачника, яснотки, смолевки, синяка.

2. Зарисовать схемы этих соцветий.

Контрольные вопросы

1. Что такое соцветие?
2. Всегда ли у растений бывают соцветия?
3. В чем отличие простых соцветий от сложных?
4. Как отличить симподиальные соцветия от моноподиальных?
5. На какие две группы можно разделить простые соцветия?
6. На какие группы можно разделить сложные соцветия?

ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ: «ЦВЕТOK. СОЦВЕТИЕ»

1. *Гинецей, состоящий из множества пестиков, называют...*
 - 1) простым;
 - 2) сложным;
 - 3) апокарпным;
 - 4) ценокарпным.
2. *Женский гаметофит покрытосеменных растений представляет собой...*
 - 1) семязачаток;
 - 2) нуцеллус;
 - 3) зародышевый мешок;
 - 4) зародыш семени.
3. *При образовании мегаспор происходит...*
 - 1) митоз;
 - 2) мейоз;
 - 3) амитоз.
4. *В нуцеллусе семязачатка происходят...*
 - 1) микроспорогенез;
 - 2) мегаспорогенез;
 - 3) развитие мужского гаметофита;
 - 4) развитие женского гаметофита;
 - 5) половой процесс;
 - 6) развитие зародыша.

5. Клевер имеет соцветие...

- 1) головка;
- 2) корзинка;
- 3) колос;
- 4) щиток.

СЕМЯ

Семя служит для размножения и распространения семенных растений. Оно состоит из зародыша и запасающей ткани, покрытых *спермодермой* (семенная кожа). Семя формируется из семязачатка в результате процесса двойного оплодотворения. Зародыш семени – производное зиготы, возникшей в результате слияния спермия с яйцеклеткой ($2n$). Запасаящая ткань – *эндосперм* – результат деления клетки, образовавшейся от слияния другого спермия с центральной клеткой зародышевого мешка ($3n$). Спермодерма формируется из интегументов. Синергиды и антиподы обычно разрушаются, а содержимое клеток нуцеллуса у большинства растений используется зародышем в процессе его формирования, реже нуцеллус превращается в запасную ткань – *перисперм*.

Семя имеет очень важную особенность: в условиях, неблагоприятных для прорастания, оно может значительное время пребывать в состоянии покоя. С наступлением благоприятных условий температуры и влажности семя начинает поглощать воду и при достаточном доступе воздуха прорастает.

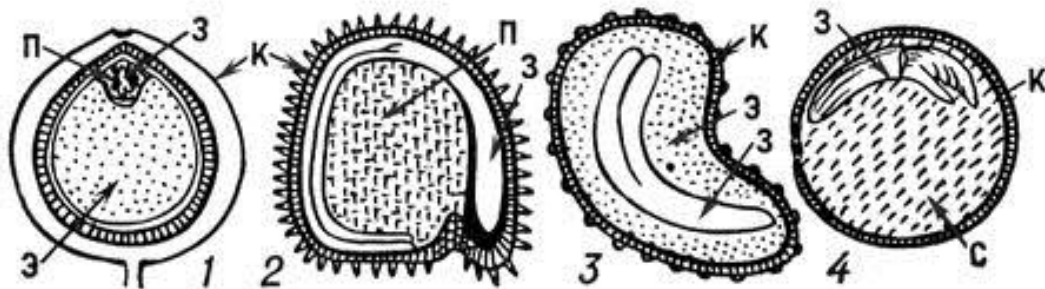


Рисунок 88 – Строение семян: 1 – черного перца (с эндоспермом и периспермом); 2 – куколя (с периспермом); 3 – мака (с эндоспермом); 4 – гороха (без эндосперма и перисперма); з – зародыш; п – перисперм; э – эндосперм; к – кожура семени; с – семядоля

В зависимости от того, в каких местах семени расположены питательные вещества, семена подразделяют на четыре типа:

1) семена с эндоспермом; 2) семена с периспермом; 3) семена с эндоспермом и периспермом; 4) семена без эндосперма и без перисперма (рисунок 88).

В семенах с эндоспермом запас питательных веществ находится в специальной ткани – эндосперме, который прилегает непосредственно к зародышу семени. Такой тип семян имеют одностольные растения (пшеница, кукуруза, овес и другие злаковые).

Семена с периспермом развиваются в тех случаях, когда вместе с зародышем, который формируется из оплодотворенной яйцеклетки, разрастается нуцеллус. Нуцеллус заполняется питательными веществами и превращается в запасную питательную ткань – перисперм.

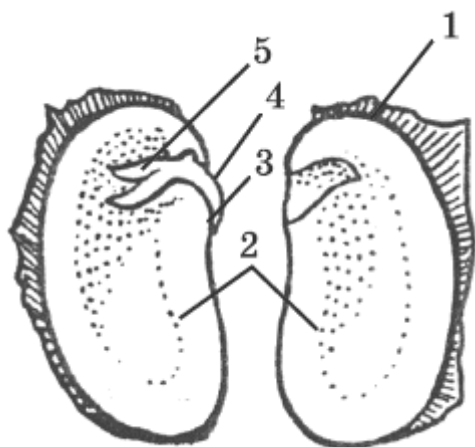


Рисунок 89 – Строение семени фасоли: 1 – семенная кожура; 2 – семядоли; 3 – корешок; 4 – стебелек; 5 – почка

В семенах некоторых растений питательная ткань эндосперм может сочетаться с периспермом: наличие в семенах эндосперма и перисперма считается признаком примитивным. В процессе эволюции при развитии зародыша эти питательные ткани потреблялись при формировании самого зародыша. Питательные вещества откладывались в семядолях зародыша.

В семенах без эндосперма все питательные вещества сосредоточены в зародыше. Такие семена имеют растения, относящиеся к классу двудольных, например растения из семейства бобовых. Семена без эндосперма имеются у фасоли (рисунок 89). Снаружи семя фасоли покрыто толстой кожурой, на которой расположены рубчик и семявход. Под кожурой находится зародыш семени, состоящий из двух крупных семядолей, в которых сосредоточены питательные вещества. Семядоли имеют почковидную форму, а между ними расположены зародышевый корешок, почка с листочками и стебелек. К стебельку прикрепляются все части зародыша, в том числе и семядоли. При развитии зародыша после оплодотворения яйцеклетки все питательные веществ-

ва эндосперма поглощаются им и откладываются в семядолях, отчего последние сильно разрастаются. Питательные вещества семядолей большей частью представлены крахмальными и алейроновыми зернами.

Тема 28 Строение и классификация семян

Материал. Предварительно намоченные зерновки овса, пшеницы и ячменя, семена фасоли, гороха, подсолнечника; постоянные микропрепараты продольных срезов, зерновок овса, пшеницы и ячменя, а также семян куколя.

Задания

1. Провести анализ структуры семян овса, пшеницы, ячменя, фасоли, гороха, подсолнечника, куколя. Указать, к какому типу их относят.

2. Зарисовать внешний вид зерновки пшеницы ее внутреннее строение, сделать обозначения.

Порядок работы

Строение зерновки пшеницы

Зерновка пшеницы, как и других злаковых, представляет собой односемянный плод. Поэтому поверх кожуры семени у нее находится околоплодник, образовавшийся из стенки завязи (рисунок 90).

Верхний конец зерновки покрыт, как правило, небольшими волосками – *бородкой*, нижний конец ее острее и без волосков. Вдоль зерна проходит довольно глубокая бороздка, на которой находится *рубчик*. Эта сторона называется *брюшком*, а противоположная – *спинкой*.

Снаружи зерновка покрыта околоплодником (спермодермой), который срастается с кожурой семени. Поэтому снять его без применения специальных методов нельзя. Если разбухшую зерновку пшеницы разрезать вдоль, то видно, что *зародыш* помещается в одном конце ее, занимая небольшую часть.

Зародыш состоит из меристематических клеток, способных делиться. В зародыше локализуются жирные масла, имеющиеся в зерновке. В нем можно рассмотреть следующие части: *корешок*,

стебелек, почечку, щиток, колеоризу, эпибласт и coleoptиле.

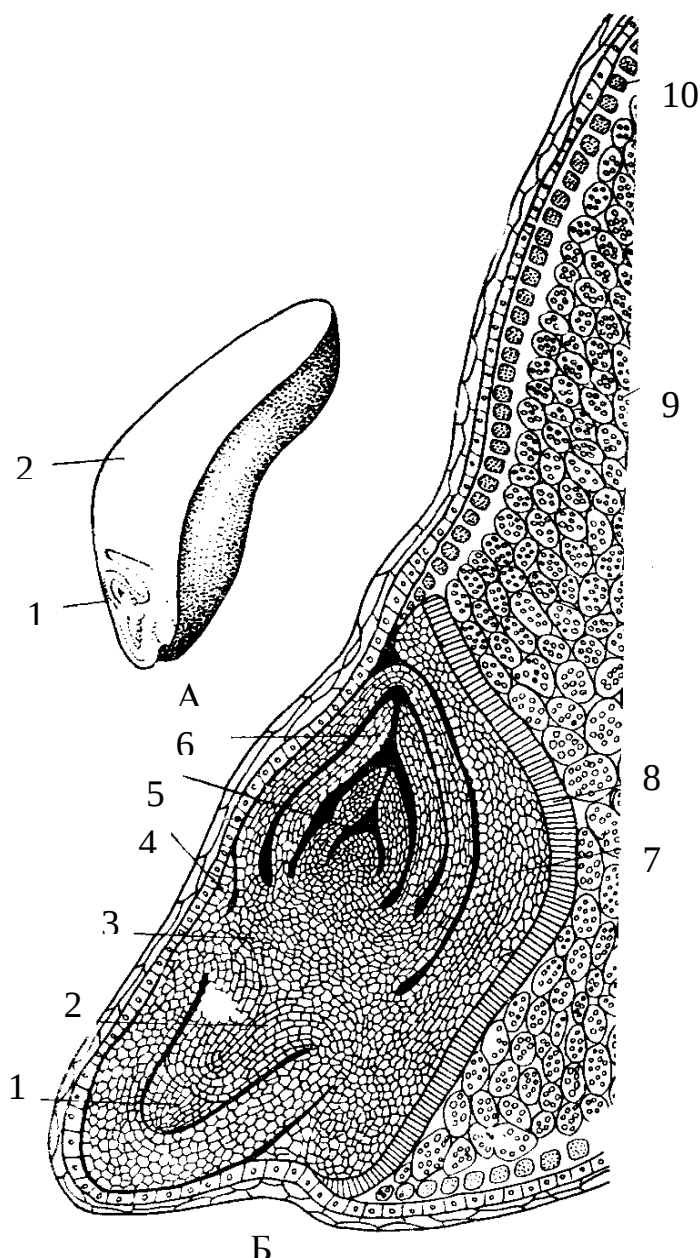


Рисунок 90 – Строение зерновки пшеницы: А – продольный разрез через зерновку (малое увеличение): 1 – зародыш; 2 – эндосперм; Б – продольный разрез (при большом увеличении): 1 – чехлик; 2 – корешок; 3 – зачаточный стебелек; 4 – эпибласт; 5 – конус нарастания стебля; 6 – зачаточные листья почечки; 7 – щиток; 8 – периферический слой клеток щитка; 9 – эндосперм; 10 – алеиновый слой

Щиток – та часть зародыша, которая прилегает к эндосперму; это особым образом развившийся первый лист зародыша, т. е. единственная его семядоля. Через щиток питательные вещества поступают из эндосперма к зародышу. Клетки эпидермиса щитка при прорастании зерновки удлиняются в три-четыре раза и проникают в эндосперм, откуда всасывают питательные вещества.

Кроме щитка, в зародыше имеется *стебелек*, заканчивающийся *почечкой*, состоящей из конуса нарастания и нескольких зародышевых листьев. Первый лист имеет форму конусовидного (бесцветного) колпачка – *coleoptиле*. При выходе проростка из почвы он пробивает ее своей верхушкой, затем вскрывается и дает возможность выйти другим листьям. Главный зародышевый корень окружен влагалищем – *coleоризой*. У пшеницы можно видеть

зачаток второй семядоли, который называется *эпибластом*.

Большую часть зерновки занимает *эндосперм*. В его клетках содержатся запасные питательные вещества. В наружном слое эндосперма у ржи, пшеницы, овса находится один ряд клеток, в которых сосредоточены зерна запасных белковых веществ. Он называется *алейроновым слоем*. При помоле часть его отходит в отруби. Остальные клетки эндосперма заполнены, главным образом, *крахмалом*. Белковые вещества центральных клеток дают клейковину, обуславливающую хлебопекарные свойства муки. В зерновках ржи, пшеницы, овса содержится в среднем 11–13 % белка (в отдельных случаях до 20 %), а крахмала – примерно 65 %.

Контрольные вопросы

1. Как образуется семя и какой процесс предшествует его формированию?
2. Из каких частей семязачатка образуются спермодерма, зародыш, эндосперм?
3. По какому признаку классифицируют семена?
4. Из чего образуется перисперм, чем он отличается от эндосперма?
5. Что представляют собой рубчик, семенной шов, микропиле?
6. Что такое колеоптиль, колеориза, эпибласт?

ПЛОД

Плод предназначен для защиты семян, а нередко и для их распространения и свойствен только покрытосеменным. Плод формируется из цветка в результате его изменения, происходящего после двойного оплодотворения. В образовании плода главную роль играет гинецей. Однако в этом процессе часто принимают участие и другие части цветка: цветоложе, основания тычинок, лепестков, чашелистиков. У некоторых растений (виноград, банан) плоды образуются без оплодотворения и не содержат семян. Такие плоды называют *партенокарпическими*.

Плод состоит из околоплодника (*перикарпа*) и семян. Околоплодник формируется из стенки завязи, а иногда и других частей цветка и состоит из трех слоев: *экзокарпа* (наружный слой), *мезо-*

карпа (средний слой) и эндокарпа (внутренний слой) (рисунок 91).

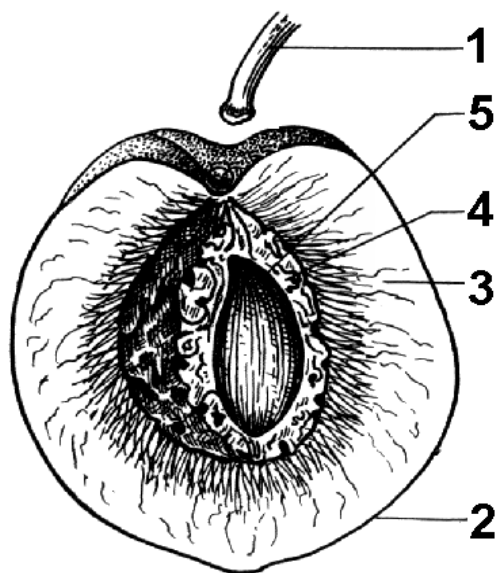


Рисунок 91 – Строение плода:
1 – плодоножка;
2 – экзокарпий; 3 – мезокарпий;
4 – эндокарпий; 5 – семя

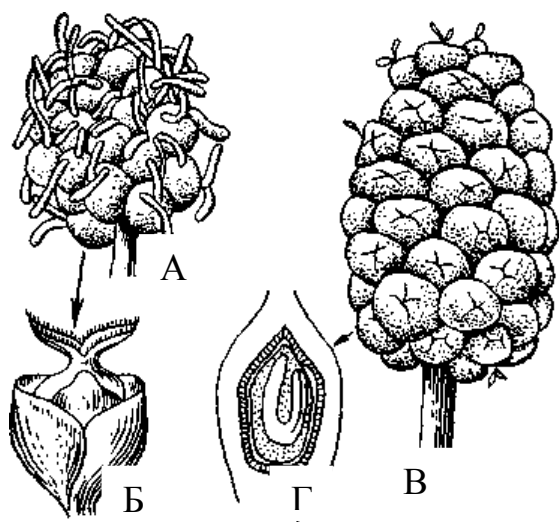


Рисунок 92 – Соцветие и соплодие шелковицы:
А – соцветие пестичных цветков;
Б – пестичный цветок;
В – соплодие;
Г – один плод на продольном разрезе

Плод называют *простым*, если в его образовании принимает участие только один пестик (горох). Иногда простые плоды могут распадаться по гнездам на части – *мерикарпии* (тмин, мальва).

Такие плоды называют *дробными*. Если простые плоды разламываются по поперечным (ложным) перегородкам на односемянные членики, их называют *членистыми* (копеечник, редька дикая). Плод, образованный несколькими пестиками одного цветка (малина, лютик), называют *сборным*. *Соплодия*, в отличие от плодов, возникают из нескольких цветков (свекла) или из целого соцветия (шелковица, инжир, ананас) (рисунок 92). В образовании соплодий, кроме цветков, могут принимать участие и оси соцветия.

В основу дальнейшей классификации простых и сборных плодов положены следующие признаки: консистенция околоплодника (сухая или сочная), число семян (много или одно), вскрывание околоплодника (нераскрывающийся или раскрывающийся, способ вскрывания), число плодолистиков, формирующих плод.

Выделяют нижеследующие группы плодов.

Коробочковидные плоды – с сухим околоплодником, много-
семянные, обычно растрескивающиеся (рисунок 93):

листовка – одногнездный плод, образованный одним пло-
долистиком, вскрывается одной щелью по брюшному шву – линии
срастания краев плодолистика (сокирки); из многочисленного апо-
карпного гинецея возникает плод сборная листовка (водосбор, ка-
лужница);

боб – одногнездный плод, образованный одним плодолисти-
ком, вскрывается двумя щелями по брюшному шву и по средней
жилке плодолистика (фасоль, вика); характерен для бобовых; бо-
бы могут быть членистыми (копеечник, сераделла), спирально за-
крученными (люцерна), односемянными нераскрывающимися (эс-
парцет);

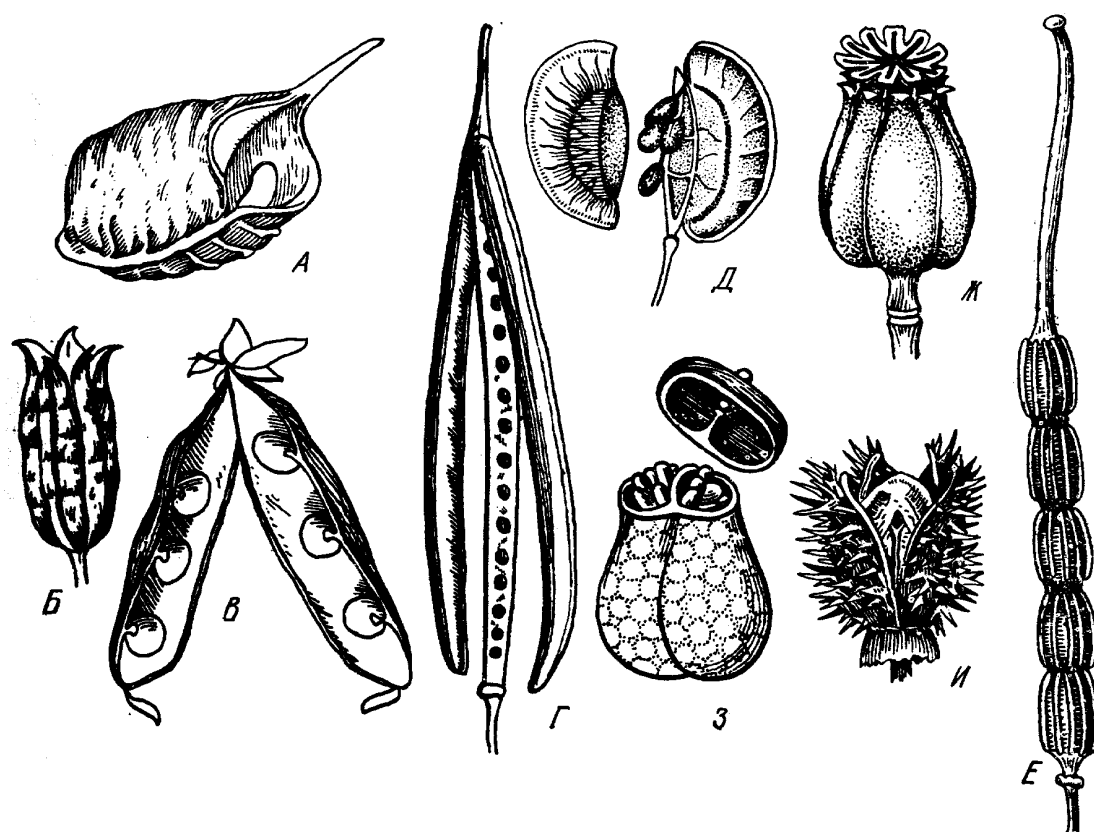


Рисунок 93 – Коробочковидные плоды: А – листовка –
у морозника; Б – сборная листовка – у водосбора;
В – боб – у гороха; Г – стручок у капусты;
Д – стручочек – у ярутки; Е – членистый стручок –
у редьки; Ж–И – коробочка (Ж – у мака, З – у белены,
И – у дурмана)

стручок, стручочек – двугнездный плод, образованный дву-
мя плодолистиками, семена прикрепляются к продольной перепо-

родке, вскрывается двумя щелями; стручок отличается от стручка соотношением длины и ширины: если у стручка длина превышает ширину в четыре раза и более (капуста), то у стручка длина превышает ширину не более чем в два-три раза (сумочник пастуший); характерны для капустных; стручки могут быть членико-робочка – образована несколькими плодолистиками; существуют различные способы вскрывания коробочки: дырочками (мак), крышечкой (белена), зубчиками (гвоздика), створками (дурман) и т. д.

Ореховидные плоды – с сухим околоплодником, односемянные, нерастрескивающиеся (рисунок 94):

орех, орешек – околоплодник жесткий, деревянистый (лещина); орешек отличается от ореха меньшим размером (липа); из многочисленного апокарпного гинецея формируется сборный орешек (лютик);

желудь – околоплодник менее жесткий, чем у ореха, у основания плод окружен чашевидной плюской, образующейся из за-

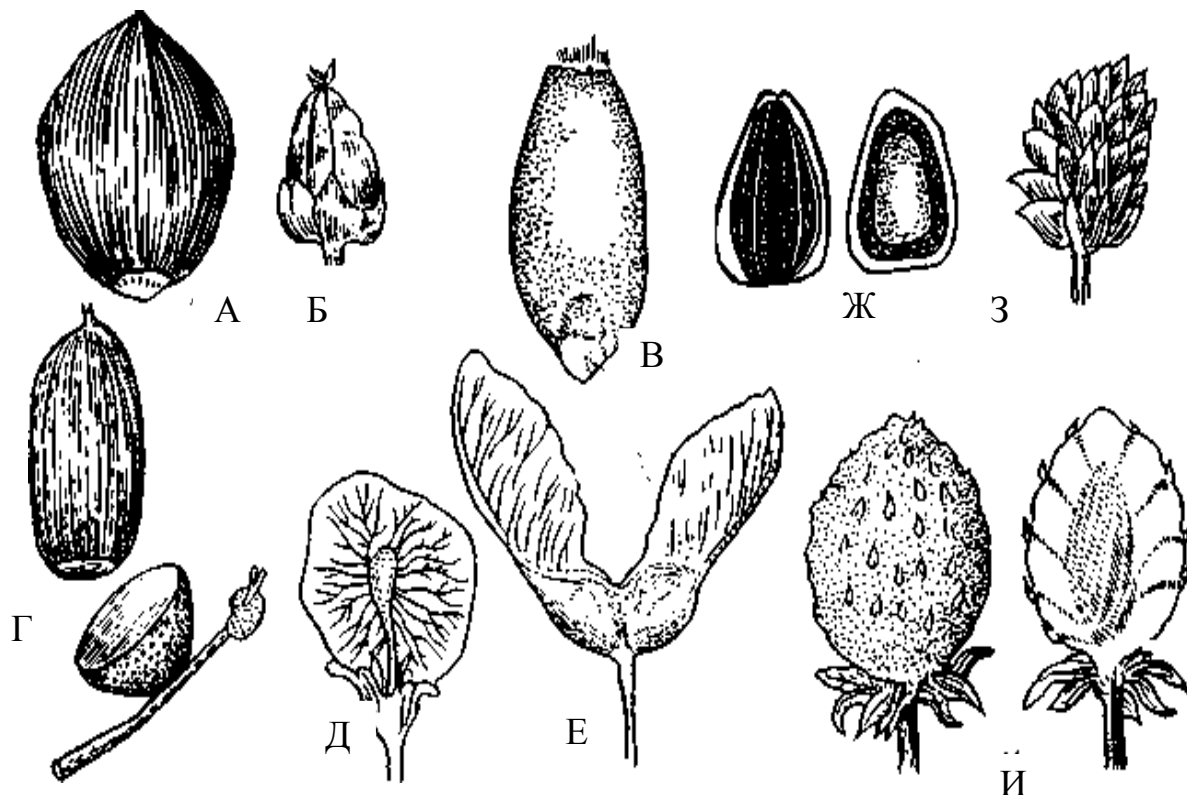


Рисунок 94 – Ореховидные плоды: А – орех – у лещины; Б – орешек – у гречихи; В – зерновка – у пшеницы; Г – желудь – у дуба; Д – крылатка – у вяза; Е – дробная крылатка – у клена; Ж – семянка – у подсолнечника; З, И – сборный орешек (З – у лютика, И – у земляники)

щитного покрова цветка (дуб);

семянка – околоплодник кожистый (подсолнечник);

крылатка – семянка, околоплодник которой имеет кожистый или перепончатый крыловидный вырост (вяз); крылатка может быть дробной (клен);

зерновка – околоплодник кожистый, слипается со спермодермой (пшеница, рис, пырей).

Ягодовидные плоды – с сочным околоплодником, большей частью многосемянные (рисунок 95):

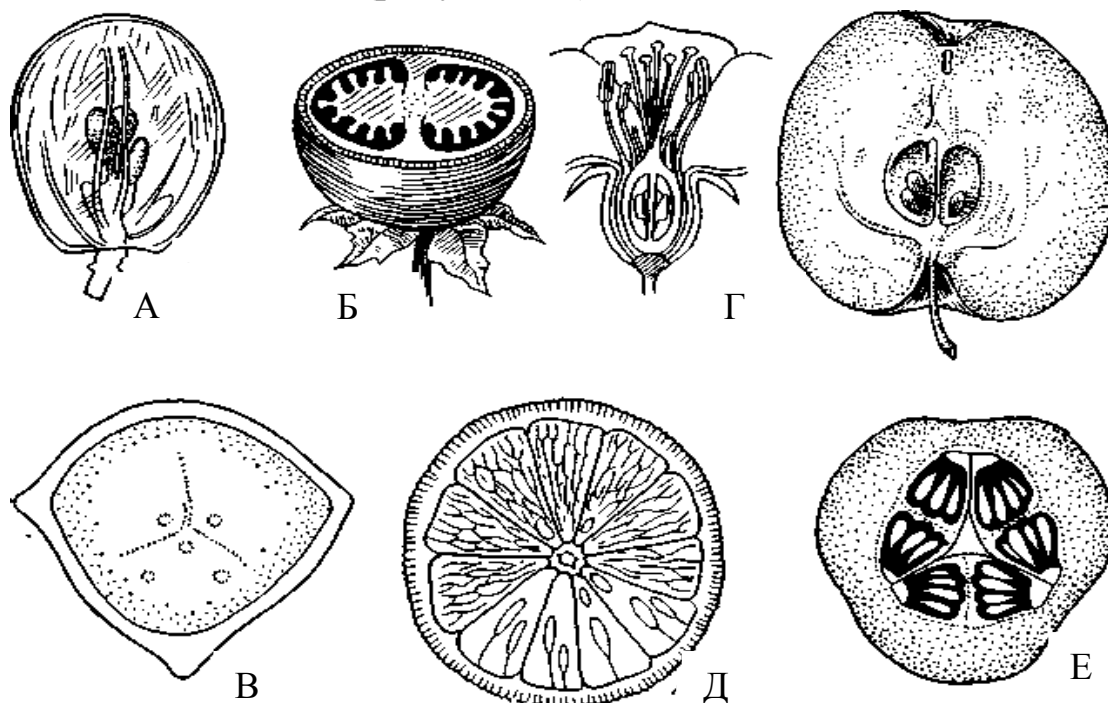


Рисунок 95 – Ягодовидные плоды: А – В – ягода (А – у винограда, Б – у картофеля, В – у банана); Г – яблоко у яблони; Д – гесперидий – у апельсина; Е – тыква – у огурца

ягода – околоплодник, за исключением тонкого экзокарпа, сочный, мясистый (виноград, картофель);

яблоко – в его формировании, кроме завязи, принимают участие нижние части тычинок, лепестков, чашелистиков, а также цветоложе (яблоня, груша, рябина);

тыква – образуется из нижней завязи, состоящей из трех плодолистиков; экзокарп жесткий, деревянистый, мякоть плода в основном состоит из разросшихся плацент (дыня, арбуз, тыква, огурец);

гесперидий, или *померанец* – экзокарп окрашенный, с вме-

стилищами эфирного масла; мезокарп сухой, губчатый, белый; эндокарп сочный, мясистый; плод характерен для цитрусовых (лимон, апельсин).

Костянкovidные плоды – с деревянистым эндокарпом, чаще односемянные (рисунок 96):

костянка – околоплодник дифференцирован на тонкий экзокарп, мясистый мезокарп и более или менее толстый деревянистый эндокарп (вишня, персик, боярышник); из многочленного апокарпного гинецея образуется сборная костянка (малина); изредка костянка бывает сухая (миндаль, кокосовая пальма).

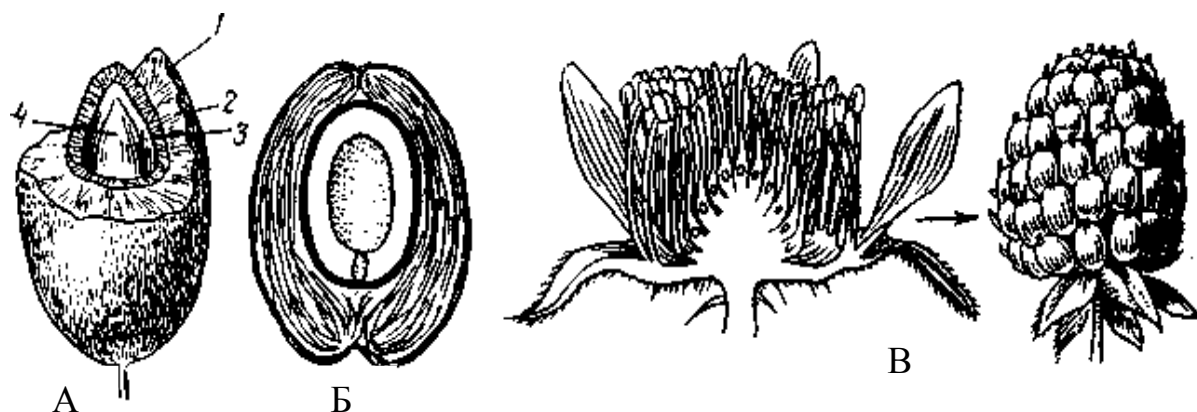


Рисунок 96 – Костянкovidные плоды: А, Б – костянка (А – у сливы; Б – у кокосовой пальмы; В – поперечный разрез цветка и сборная костянка – у малины: 1 – экзокарп; 2 – мезокарп; 3 – эндокарп; 4 – семя

Тема 29 Строение и классификация плодов

Материал. Свежие или засушенные плоды водосбора, гороха, горчицы, ярутки, мака, хлопчатника, лещины, гречихи, подсолнечника, лютика, земляники, пшеницы, клена, редьки дикой, томата или картофеля, вишни, малины, боярышника или яблони, огурца, свеклы.

Задания

1. Провести анализ коллекции плодов, определить, к какой группе их относят, и дать им названия.
2. Зарисовать плоды и обозначить их.
3. Заполнить таблицу 8.

Таблица 8 – Плоды

Простые плоды	Сухие плоды		Сочные плоды
	вскрывающиеся	невскрывающиеся	
Сборные или сложные, плоды			
Соплодия			
Дробный плод			
Членистый плод			

Порядок работы

Для примера исследуют плоды, резко отличающиеся друг от друга: сокирок, картофеля и малины.

Чтобы определить тип плода, надо установить: простой плод или сборный; с сочным или сухим околоплодником (если с сухим, то определить, раскрывающийся он или нераскрывающийся); число семян – одно или много; число плодолистиков, образующих плод; число гнезд в плоде.

Рассматривая плод *сокирок*, нетрудно обнаружить, что он *простой*, так как образован из одного пестика, с сухим околоплодником. По форме плод напоминает лист, сросшийся своими краями. Если плод зрелый, то он вскрывается по месту срастания краев плодолистика и из него высыпаются *многочисленные* семена. Плод раскрывают полностью при помощи скальпеля. При этом обнаруживают, что перегородок внутри нет. Следовательно, плод *одногнездный*. Исходя из того, что он *одногнездный*, раскрывается одной щелью, а форма околоплодника напоминает лист, сросшийся краями, можно сделать вывод, что плод сокирок образован одним *плодолистиком*.

Зарисовывают плод и дают ему краткую характеристику: простой, многосемянный, с сухим околоплодником, образован одним плодолистиком, растрескивающийся по одному шву. Согласно этой характеристике, плод сокирок относят к группе коробчовидных и определяют, что это листовка.

При исследовании плода *картофеля* нетрудно обнаружить, что он также простой, но, в отличие от плода сокирок, имеет сочный околоплодник. Скальпелем делают поперечный разрез плода

и рассматривают его строение. *Экзокарп* плода довольно тонкий, а внутри него сочная мякоть (*мезокарп* и *эндокарп*). В мякоти расположены многочисленные семена. Плод разделен перегородкой на два гнезда. Наличие двух гнезд позволяет предположить, что он образован двумя плодолистиками.

Зарисовывают поперечный разрез плода картофеля и отмечают его части: *экзокарп*, *мякоть*, *гнезда*, *семена*. Дают ему краткую характеристику: *простой, многосемянный, с сочным околоплодником, нераскрывающийся, двухгнездный*, образован двумя плодолистиками. На основе данной характеристики плод картофеля относят к группе ягдовидных и определяют, что это ягода.

Плод *малины* отличается от уже рассмотренных тем, что состоит из многочисленных отдельных плодиков, каждый из которых легко отделить от других. По сохранившейся чашечке видно, что этот плод возник из одного цветка, следовательно, он *сборный*, формируется из *многочленного апокарпного гинецея*. Зарисовывают внешний вид плода и обозначают *чашечку*, *плодик*.

Рассмотрев один из плодиков, определяют, что он имеет сочный околоплодник с *деревянистым эндокарпом*. Разбивают эндокарп и внутри находят одно семя. Зарисовывают поперечный разрез плодика и обозначают: *экзокарп*, *мезокарп*, *эндокарп* и *семя*. Итак, каждый плодик представляет собой костянку. На основании проведенного исследования приходят к выводу, что у малины плод – *сборная костянка*.

Контрольные вопросы

1. Из чего образуется плод?
2. Из каких слоев состоит околоплодник?
3. В чем разница между простыми и сборными плодами? Что такое соплодие?
4. В чем сходство и в чем различие между листовкой, бобом, стручком, коробочкой?
5. В чем сходство и в чем различие между орехом, желудем, семянкой, крылаткой, зерновкой?
6. В чем сходство и в чем различие между ягодой, яблоком, тыквиной, гесперидием?
7. Каковы характерные признаки костянки?
8. Какие плоды называют дробными, а какие – членистыми?

*ВОПРОСЫ К МОДУЛЮ ПО ТЕМЕ:
«ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ»*

1. Морфология цветка. Околоцветник.
2. Андроцей.
3. Микроспорогенез и развитие пыльцы.
4. Гинецей. Типы гинецея.
5. Семязачаток, его типы.
6. Мегаспорогенез и развитие зародышевого мешка.
7. Формула и диаграмма цветка.
8. Простые моноподиальные соцветия.
9. Сложные моноподиальные соцветия.
10. Симподиальные соцветия.
11. Опыление и оплодотворение. Двойное оплодотворение.
12. Семя. Строение, типы семян.
13. Плод, строение и классификация плодов.
14. Простые плоды.
15. Сложные плоды, соплодия.

*ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
ПО ТЕМЕ: «СЕМЕНА И ПЛОДЫ»*

1. *Запасные вещества в семенах откладываются в...*
 - 1) коже;
 - 2) зародыше;
 - 3) эндосперме;
 - 4) перисперме.
2. *В образовании плода боб принимает участие...*
 - 1) завязь;
 - 2) цветоложе;
 - 3) тычинка;
 - 4) околоцветник.
3. *Из монокарпного гинецея образуется многосемянный плод...*
 - 1) листовка;
 - 2) боб;
 - 3) стручок;
 - 4) коробочка.

4. В плоде малины ценные для человека питательные вещества сосредоточены ...

- 1) в экзокарпии;
- 2) эндокарпии;
- 3) мезокарпии;
- 4) гипантии.

5. Спермодерма формируется:

- 1) из завязи;
- 2) зародышевого мешка;
- 3) нуцеллуса;
- 4) интегументов.

6. Дробные плоды образуются из гинецея

- 1) монокарпного;
- 2) апокарпного;
- 3) ценокарпного.

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Систематика – это наука о разнообразии растительных организмов, определяющая их место в системе органического мира. Существует систематика животных, микроорганизмов, грибов и растений. В ботанике различают систематику низших растений и систематику высших растений.

Задания

1. Дайте определение основных систематических единиц царства растений

Вид

Род

Семейство

Порядок

Класс

Отдел

2. Каково значение систематики в системе наук биологического цикла?

Тема 30 Цианобактерии (сине-зеленые водоросли)

Материал. Осциллятория, носток и другие сине-зеленые водоросли в банке с водой, постоянные препараты этих же водорослей, микроскопы, препаровальные иглы.

Общие замечания

Цианобактерии живут в стоячей воде прудов и других, преимущественно пресных, водоемов, встречаются и на почве. Они теплолюбивы, но способны переносить промерзание, могут жить и развиваться при высоких температурах в горячих источниках. В летнее время при массовом развитии вызывают «цветение» воды в прудах и озерах: вода приобретает голубовато-зеленую окраску, неприятный запах и вкус.

Цианобактерии представляют собой одноклеточные, нитчатые и колониальные организмы. Они имеют разнообразную окраску, которая зависит от пигментов, в частности от пигмента фикоциана, который сопутствует хлорофиллу. Кроме этих пигментов может присутствовать красный

пигмент – фикоэритрин и оранжевый – каротин. Пигменты в раз-
личном сочетании окрашивают водоросли, кроме сине-зеленого
цвета, в оливковый, розовый и даже фиолетовый.

Цианобактерии отличаются примитивным строением клеток.
Клетки имеют довольно толстые многослойные клеточные стенки,

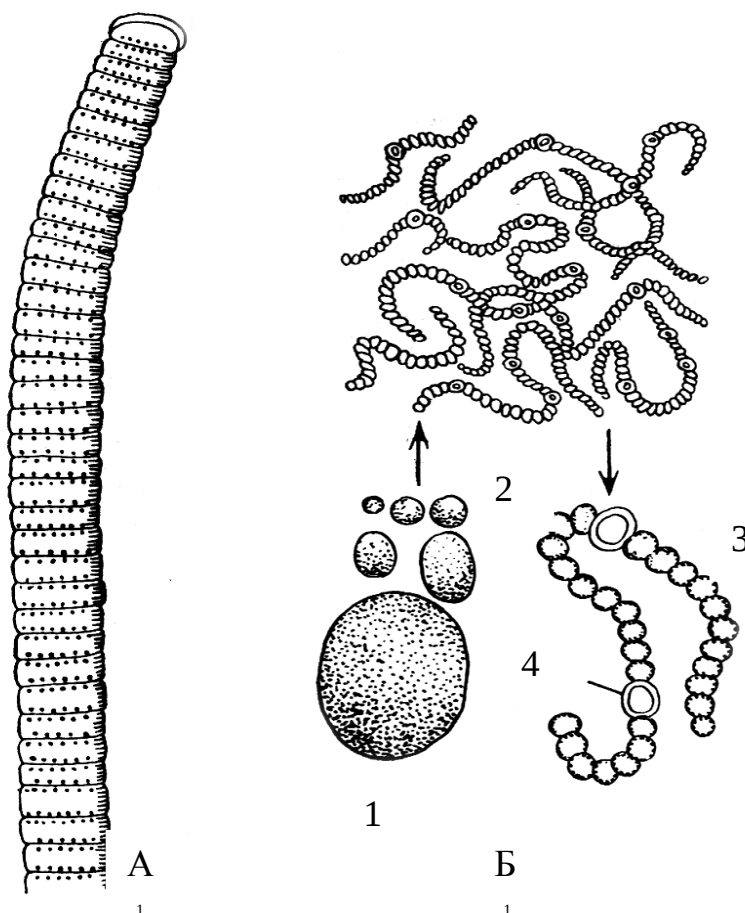


Рисунок 97 – Цианобактерии: А – Осциллятория; Б – Носток:

1 – общий вид; 2 – вид при малом увеличении;

3 – нить при большом увеличении; 4 – гетероциста

основной компонент которых – муреин. Клеточные стенки обычно одеты слизистым чехлом, предохраняющим их от высыхания. В клетках протопласт занимает все пространство, сформированное ядро и вакуоли отсутствуют. Пигменты пропитывают интенсивнее наружный слой цитоплазмы, отчего он получил название *хроматоплазмы*. В центральной части цитоплазмы, называемой *центроплазмой*, скапливается ядерное вещество. В процессе фотосинтеза цианобактерии не образуют крахмала, запасным веществом их является *гликоген* – полисахарид, который встречается у животных.

Вегетативное размножение происходит примитивным способом, путем деления клеток пополам, поэтому эти водоросли размножаются очень быстро. Деление нитчатых форм происходит путем разрыва водоросли на отдельные части. Разделившиеся части, или отрезки, называются *гормогониями*. У некоторых нитчатых сине-зеленых водорослей перед разрывом образуются особые пустые и крупные клетки – *гетероцисты*, по которым происходит разрыв нити. При неблагоприятных условиях некоторые водоросли могут образовывать споры. В спорах накапливается запас питательных веществ, они покрываются толстой оболочкой и в таком состоянии способны переносить высушивание, сильные морозы и другие неблагоприятные условия. Размножения этих водорослей половым путем не происходит. Сине-зеленые водоросли по строению клеток очень близки к бактериям и сильно отличаются от других водорослей. Представителями сине-зеленых водорослей является хлорококк, осциллятория, носток и др. (рисунок 97).

Задания

1. Дайте сравнительную характеристику клеток прокариот и эукариот. Заполните таблицу 9.

Таблица 9 – Сравнительная характеристика клеток прокариот и эукариот

Основные признаки	Прокариоты	Эукариоты
Наличие или отсутствие ядра		
Место локализации пигментов, связанных с фотосинтезом		
Половой процесс		
Вакуолярная система		
Химический состав клеточных стенок		

2. Ознакомиться со строением клетки сине-зеленой водоросли, рассмотрев в микроскоп, каплю аквариумной воды. Зарисовать в альбоме и сделать условные обозначения.

3. Дайте характеристику важнейших родов цианобактерий:

- а) Осциллятория –
- б) Носток –

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности ядерного и фотосинтетического аппаратов сине-зеленых водорослей?
2. Наличие каких пигментов обуславливает их окраску?
3. Как размножаются сине-зеленые водоросли?
4. Что такое миксотрофное питание?
5. Где встречаются сине-зеленые водоросли и какое имеют практическое значение?

ЦАРСТВО ГРИБЫ

Грибы – одно из самых больших царств организмов, разнообразных по строению и образу жизни. Грибы распространены во всех географических зонах Земли; в лесах и на полях, в почве и в воде, на стенах домов и в организме растений и животных.

Грибы – это эукариоты, утратившие хлорофилл, и, следовательно, они являются такими же гетеротрофами, как животные. Вместе с тем у них имеется жесткая клеточная стенка, и они не способны передвигаться, как и растения.

Тело грибов состоит из массы тонких ветвящихся трубчатых нитей, которые называются *гифами*, а вся эта масса гиф называется *мицелием*. Каждая гифа окружена тонкой жесткой стенкой, основным компонентом которой является хитин – азотсодержащий полисахарид. В некоторых случаях клеточная стенка содержит целлюлозу. Гифы не имеют клеточного строения. Протоплазма гиф либо совсем не разделена, либо разделяется поперечными перегородками, которые называются *септами*. Гифы, не имеющие перегородок, называются *нечленистыми* (*несептированными*). Гифы, имеющие перегородки, называются *членистыми* или *септированными*. В цитоплазме гиф располагаются митохондрии, аппарат Гольджи, эндоплазматический ретикулум, рибосомы, вакуоли и другие органеллы, обычные для эукариот. В старых участках мицелия вакуоли крупнее, а цитоплазма занимает лишь небольшое место на периферии.

Грибы размножаются вегетативным, бесполом и половым путем.

Вегетативное размножение грибов может происходить час-

тиями мицелия, почкованием, оидиями и хламидоспорами.

Части мицелия, попав в благоприятные условия, разрастаются в новые особи. Этот способ распространен почти у всех грибов.

Почкование наблюдается у дрожжевых грибов. На клетке образуется сначала небольшой бугорок, затем в него переходит одно из образовавшихся в результате митоза ядер и бугорок превращается в самостоятельную клетку. После кратковременного периода покоя она, в свою очередь, начинает почковаться.

Оидии – это тонкостенные клетки, на которые могут распадаться гифы некоторых грибов (например, муковых). Каждая клетка прорастает затем в новую особь.

Хламидоспорами, в отличие от оидий, называются толстостенные клетки, на которые распадаются гифы. Хламидоспоры одеты прочными оболочками, благодаря которым они могут пережить неблагоприятные условия (головневые грибы).

Бесполое размножение у грибов происходит тремя способами: зооспорами, спорангиоспорами, конидиями.

Зооспоры – подвижные споры с одним или двумя жгутиками. Они образуются у грибов, ведущих водный образ жизни. Зооспоры возникают внутри одноклеточных зооспорангиев и при созревании выходят в воду. Поплавав некоторое время, они покрываются оболочкой и прорастают в новую особь.

Спорангиоспоры образуются внутри одноклеточных спорангиев. Это неподвижные споры эндогенного происхождения. В одном спорангии может быть до 10 000 спор. При вскрытии спорангия они освобождаются, подхватываются токами воздуха и переносятся на большие расстояния. Спора, попав в благоприятные условия, прорастает (мукор).

Конидии – экзогенные споры, образуются на разветвленных вертикальных гифах, конечные клетки которых, округляясь, образуют цепочки конидий. Созревая, конидии отчленяются и опадают. Каждая конидия прорастает в гифу (пеницилл).

Половое размножение у грибов разнообразно:

половой процесс происходит при слиянии гамет – *гаметогамия*. Характерен для низших грибов. Осуществляется как *изогамия*, *гетерогамия*, *оогамия*. Яйцеклетки образуются в одноклеточных оогониях, сперматозоиды – в одноклеточных антеридиях.

У некоторых грибов половой процесс состоит в слиянии содержимого двух многоядерных специализированных половых органов (гаметангиев), не дифференцированных на гаметы. Происходит как *зигогамия* – гаметангии морфологически одинаковы (у низших грибов) или как *гаметангиогамия* – женский гаметангий – архикарп, мужской – антеридий (у высших – сумчатых – грибов);

У других грибов половой процесс происходит при слиянии соматических клеток, половые органы и гаметы отсутствуют. У грибов с одноклеточным мицелием наблюдается слияние двух особей – *хологамия*.

У высших – базидиальных – грибов происходит слияние гаплоидных соматических клеток гетероталлических (физиологически различных) гиф – *соматогамия*. *Автогамия* происходит при переползании протопласта через пору в септе из одной клетки в другую. Половой процесс завершается образованием зиготы, ее мейотическим делением и образованием полового спороношения.

Классификация грибов. Согласно современным представлениям об эволюции грибов, организмы, ранее объединяемые в царство Грибы, разделены на три самостоятельных эволюционных ствола и распределены по трем царствам: Простейшие, Хромисты и Настоящие грибы, которые, в свою очередь, подразделяют на четыре отдела: Хитридиомикота, Зигомикота, Аскомикота и Базидиомикота. К несистематической группе «Низшие грибы» традиционно относят грибы и грибоподобные организмы, имеющие одноклеточный (несептированный) мицелий. В рамках этой группы рассматриваются классы: Хитридиомицеты, Оомицеты, Зигомицеты. В группу «Высшие грибы» относят организмы, имеющие клеточный (септированный) мицелий, которые объединяют в классы: Гемياسкомицеты или Голосумчатые, Эуаскомицеты или Плодосумчатые, Базидиомицеты и Дейтеромицеты.

Тема 31 Низшие грибы

Материал. Учебные таблицы по теме, клубни картофеля, пораженные фитофторой; свежий материал – мицелий мукора на хлебе; микроскопы, препаровальные иглы.

Общие замечания

Класс Хитридиомицеты. Вегетативное тело хитридиевых грибов представляет собой плазмо-

дий – голую плазменную массу или зачаточный мицелий. В основном микроскопические водные грибы – паразиты водорослей, водных высших растений, грибов и беспозвоночных животных. Немногие – сапротрофы, паразиты наземных растений, живущих во влажной почве. Ряд хитридиевых вызывает болезни сельскохозяйственных растений.

Ольпидий капустный (рисунок 98) – паразитирует на капустной рассаде, а также на других капустных, вызывая заболевание «черная ножка». Многоядерный плазмодий ольпидия живет в клетках коры корня и питается за счет растения-хозяина. Корневая шейка капусты чернеет, чернота распространяется по всему главному корню, растение погибает. Ольпидий – внутриклеточный паразит. Плазмодий его превращается в зооспорангии с длинной трубкой, выходящей наружу. Образовавшиеся многочисленные одножгутиковые зооспоры через трубку выходят в почву и, двигаясь в почвенной воде, на-

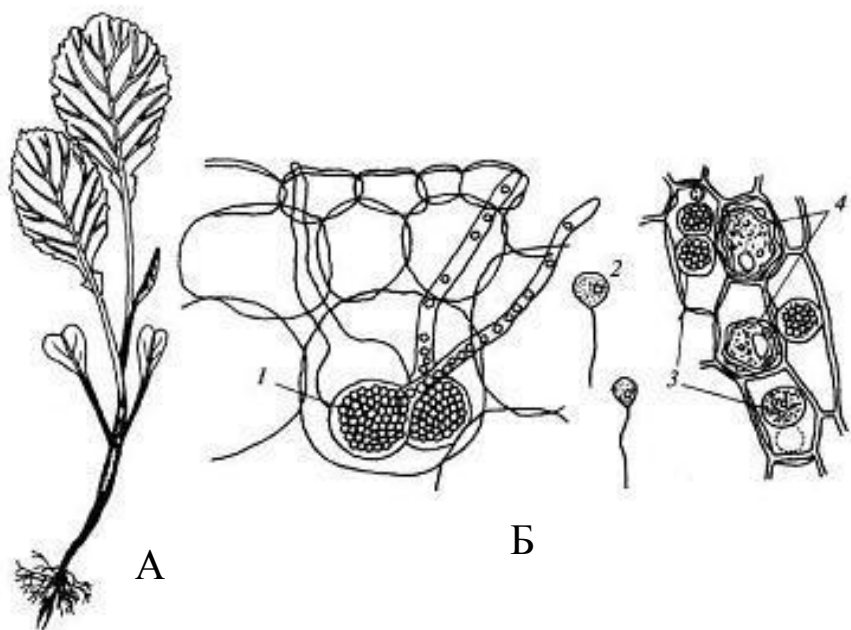


Рисунок 98 – Ольпидий капустный: А – рассада капусты, пораженная ольпидием; Б – ольпидий капустный в клетках корневой шейки капустной рассады: 1 – зооспорангии, 2 – зооспоры; 3 – голые протопласты, 4 – покоящиеся споры

правляются к здоровым растениям. Зооспоры проникают в клетки корня и развиваются в новый плазмодий, который затем превращается в зооспорангии. При благоприятных условиях цикл развития длится два-три дня. Половой процесс изогамный. Зигота оде-

вается толстостенной оболочкой и зимует, а весной после мейотического деления прорастает, образуя зооспорангии с многочисленными гаплоидными зооспорами. Борьбу с ольпидием ведут уничтожением больных растений, уменьшением полива парников и дезинфекцией почвы.

Класс Оомицеты. Водные грибы, обитающие на растительных остатках, трупах насекомых, или паразиты беспозвоночных, рыб, амфибий. Некоторые грибы живут в почве, наиболее высокоорганизованные – облигатные паразиты наземных растений. Сре-

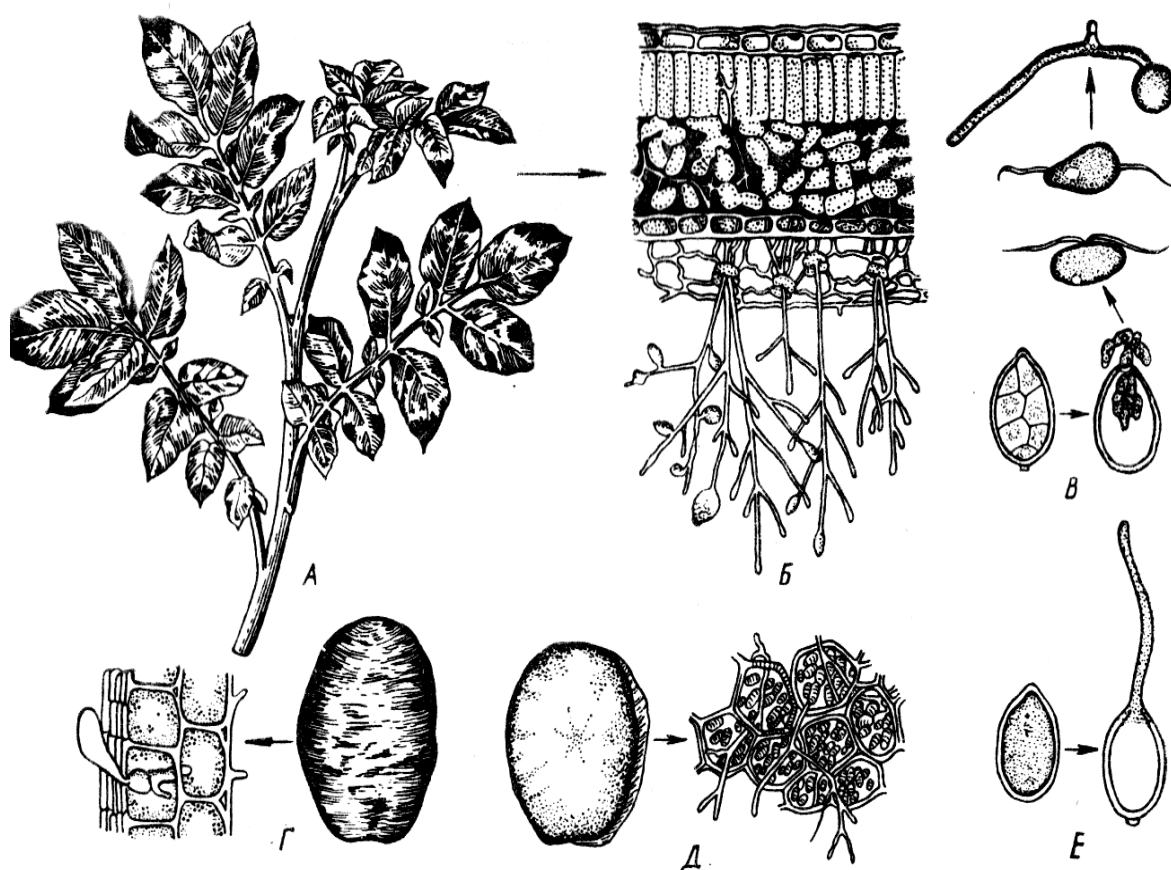


Рисунок 99 – Фитофтора: А, Г – листья и клубни, пораженные фитофторой; Б – мицелий и спорангиеносцы на листе картофеля; В – выход зооспор из зооспорангия и их прорастание; Д – мицелий фитофторы в тканях клубня; Е – прорастание зооспоры

ди оомицетов примитивные одноклеточные грибы и грибы с хорошо развитым неклочным мицелием. От остальных грибов оомицеты отличаются двужгутиковыми зооспорами и отсутствием хитина в клеточных стенках, которые состоят из целлюлозы и

пектинов.

Фитофтора (рисунок 99). Это паразит ботвы и клубней картофеля, листьев и плодов томатов и других пасленовых. Хорошо развитый мицелий фитофторы проходит по межклетникам. Пораженные участки быстро отмирают, на листьях появляются бурые пятна. Через устьица на нижней стороне листа выходят пучки ветвящихся спорангиеносцев с лимоновидными зооспорангиями. Зооспорангии переносятся на другие листья или с каплями дождя через почву на клубни. В воде зооспорангий прорастает 8–16 двужгутиковыми зооспорами, которые после периода подвижности развиваются в гифы, проникающие в лист или клубень. В сухую погоду зооспорангий прорастает непосредственно в гифу, т. е. по способу прорастания функционирует как конидия.

Класс Зигомицеты. Грибы, среди которых есть и сапротрофы, и паразиты. Неклеточный мицелий хорошо развит. Бесполое размножение – неподвижными спорами, половой процесс – зигогамия.

Мукор, или головчатая плесень, (рисунок 100) – сапротроф. Поселяется на навозе, пищевых продуктах. У мукора развитый ветвящийся неклеточный мицелий, образующий хорошо заметный белый налет. При бесполом размножении на мицелии появляются вертикальные спорангиеносцы с шаровидными бурыми спорангиями, в них образуется огромное количество спор. Половое размножение – зигогамия. При близком соседстве физиологически различных, т. е. *гетероталличных* («+» и «-»), мицелиев их гифы растут навстречу друг другу. Концы гиф отчленяются перегородками от остального мицелия; в месте соприкосновения оболочки между ними растворяются и происходит слияние цитоплазмы и ядер разных знаков. Образуется зигота с многочисленными диплоидными ядрами. Зигота покрывается толстой бурой оболочкой.

После периода покоя ядра претерпевают мейоз и зигота прорастает в зародышевый спорангий. В него переходят образовавшиеся после мейоза «+»- и «-»-ядра, а затем формируются споры. Спорангий вскрывается, споры прорастают в гетероталлические «+»- и «-»-мицелии.

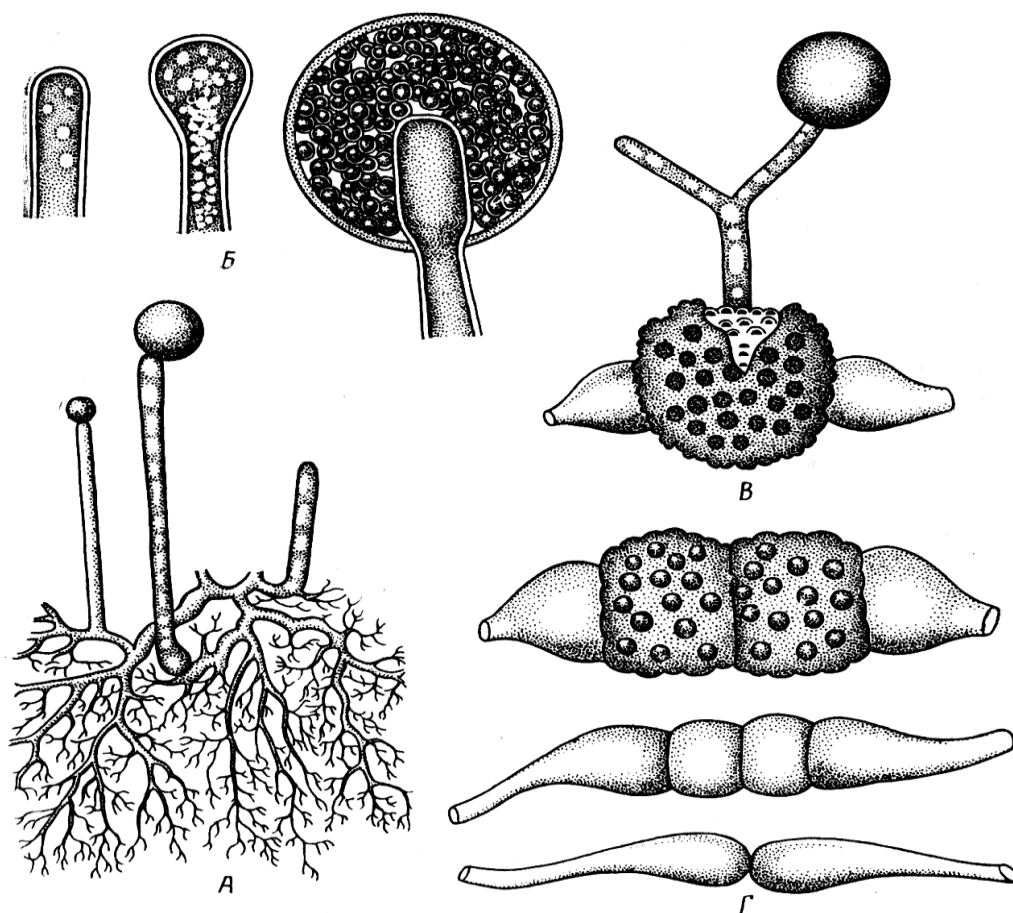


Рисунок 100 – Мукор: А – мицелий со спорангиями;
 Б – образование спорангия; В – прорастание
 зиготы; Г – зигогамия

Задания

1. Зарисовать в альбоме, ориентируясь на рисунок и таблицы, представителя класса Хитридиомицеты – ольпидий капустный.

2. Изучите цикл развития фитофторы картофельной – представителя класса Оомицетов. Дайте краткое описание структур, изображенных на рисунке. Зарисуйте в альбоме жизненный цикл гриба и характер поражения.

3. Приготовить временный препарат из мицелия мукора, рассмотреть в микроскоп. Изучить цикл развития мукора – представителя класса Зигомицетов. Зарисовать, сделав обозначения основных стадий цикла развития.

Контрольные вопросы

1. Как называют тело гриба? Из чего оно состоит?
2. На какие классы и по каким признакам подразделяют низшие грибы?
3. В какое лето возрастают потери урожая картофеля от фитофторы?
4. Какую роль играют низшие грибы в природе и в хозяйственной деятельности человека?

Тема 32 Высшие грибы

Материал. Склеротии спорыньи; свежий материал – дрожжи пекарские в сахаристой жидкости; учебные таблицы по теме, микроскопы, предметные и покровные стекла.

Общие замечания

Отдел Аскомикота (Сумчатые грибы). Большинство сапрофиты, обитающие в почве, на органических субстратах, на пищевых продуктах (вызывают их порчу). Есть и паразиты растений и животных, грибы, разрушающие древесину. Грибы разнообразны по строению: дрожжи с одиночными почкующимися клетками и грибы с крупными плодовыми телами, например сморчки и строчки. Сумчатые грибы имеют членистый многоклеточный мицелий. В цикле развития присутствует дикарионный мицелий. Способы вегетативного размножения: кусками *мицелия*, *почкованием*, *оидиями*; бесполое размножение происходит с помощью *конидий*. Половой процесс завершается образованием сумок (аск), внутри которых находятся сумкоспоры (аскоспоры), поэтому эти грибы и получили название «сумчатые».

У сумчатых грибов на гетероталлических гифах образуются одноклеточные органы полового размножения (антеридии и архикарпы), содержащие цитоплазму и несколько ядер. *Архикарп* состоит из нитевидной *трихогины* и расширенного основания – *аскогона*. Половые органы соединяются, и содержимое антеридии перемещается в архикарп, где цитоплазмы сливаются (плазмогамия), а ядра располагаются попарно, образуя *дикарионы* (рисунок 101). Такой тип полового процесса называется *гаметангиогамией*. Дикарионы делятся и образуют дикарионные аскогенные гифы. На верхушках их происходит слияние ядер дикариона (кариога-

мия) и образуется клетка – зигота с диплоидным ядром – будущая сумка.

Она увеличивается в размерах, ядро делится сначала путем мейоза, затем митотически. Образуется восемь гаплоидных ядер, вокруг которых обособляется цитоплазма и появляются оболочки. В сумке образуется восемь аскоспор. Часть цитоплазмы остается свободной – *эпиплазма*. К моменту созревания аскоспор гликоген эпиплазмы осахаривается, тургорное давление в сумке резко возрастает, аскоспоры с силой выбрасываются на расстояние от нескольких долей миллиметра до 10 см и более. Аскоспоры прорастают в новые гаплоидные мицелии.

В цикле развития сумчатых грибов три фазы: гаплоидная –

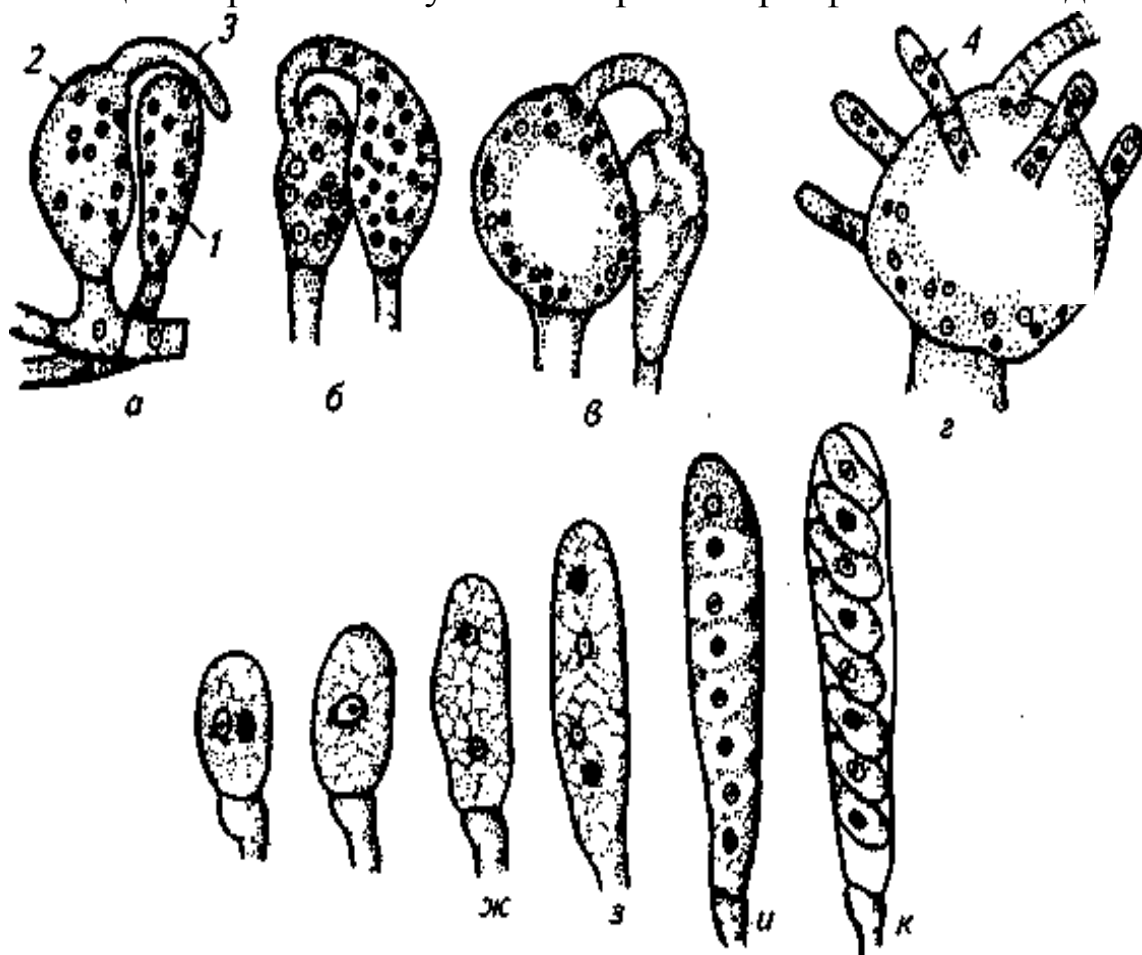


Рисунок 101 – Половой процесс у сумчатого гриба пиронемы:

а – антеридий (1) и архикарп – аскогон (2) с трихогиной (3); б – переход содержимого антеридия в архикарп; в – образование в аскогоне дикарионов; г – образование дикарионных аскогенных гиф (4); д, е – образование зиготы на верхушке аскогенной гифы; ж, з, и, к – мейоз и развитие сумки с аскоспорами

самая длительная, когда происходит бесполое размножение; дикарионная – непродолжительная (аскогенные гифы) и диплоидная – очень короткая (молодая сумка с диплоидным ядром). Сумки располагаются или прямо на мицелии (голосумчатые грибы), или бывают заключены в плодовые тела (плодосумчатые грибы).

Класс Голосумчатые грибы

Дрожжи представляют собой одиночные овальные клетки. При благоприятных условиях (питательная среда, содержащая

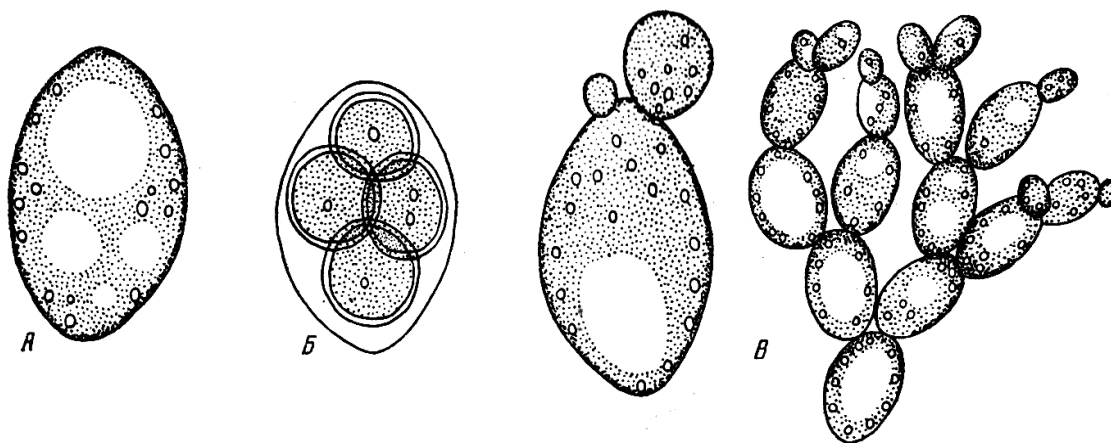


Рисунок 102 – Дрожжи пивные: А – одноклеточный таллом; Б – сумка с аскоспорами; В – почкование

сахара, и нужная температура) дрожжи интенсивно размножаются *почкованием*. При ухудшении условий вместо вегетативного происходит половое размножение. Половой процесс происходит в форме *хологамии* – слияния двух гаплоидных клеток. Диплоидная зигота превращается в сумку. После мейоза в ней образуются четыре гаплоидные сумкоспоры, из которых развиваются новые дрожжевые клетки (рисунок 102).

Класс Плодосумчатые грибы

Сумки заключены в плодовых телах, образованных плотным сплетением гаплоидных и дикарионных (аскогенных) гиф. Плодовые тела бывают замкнутые – *клеистотеции*, полузамкнутые – *перитеции*, незамкнутые – *апотеции* (рисунок 103). *Плодовое тело – клеистотеции*. Созревшие аскоспоры освобождаются после разрыва замкнутого шаровидного клеистотеция. Клеистотеции расположены непосредственно на мицелии.

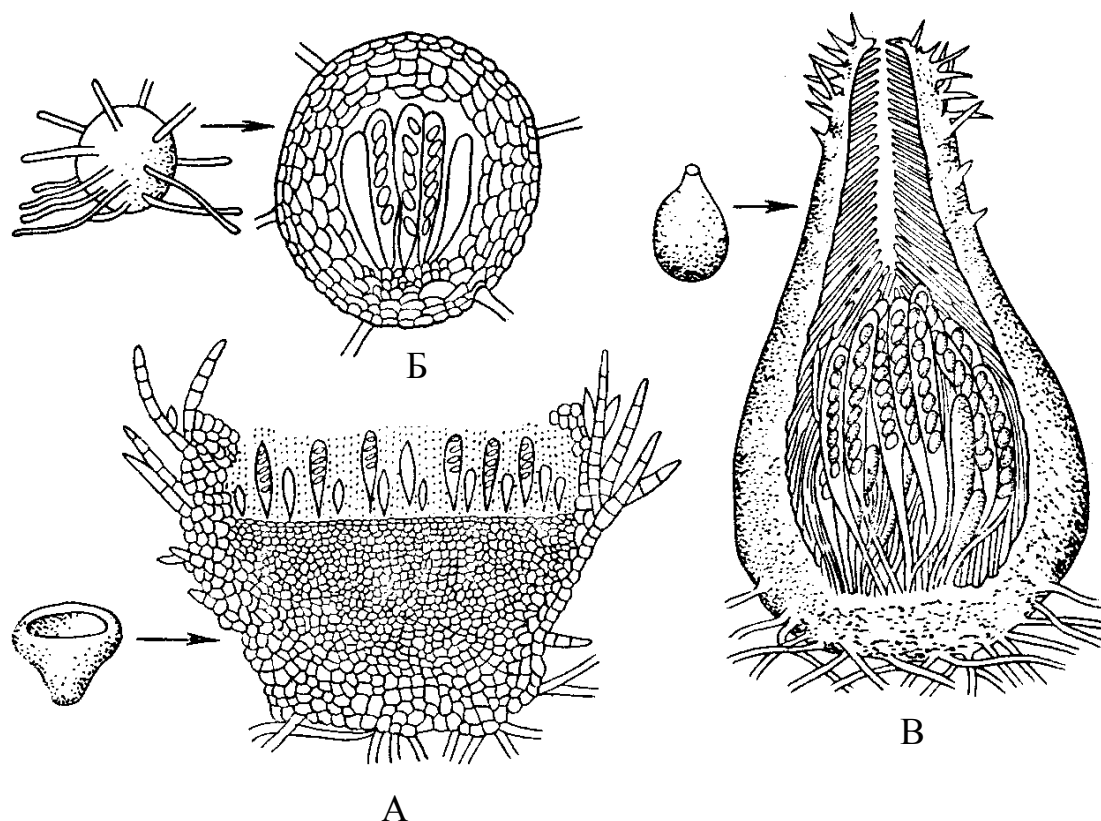


Рисунок 103 – Плодовые тела: А – апотеций;
Б – клейстотеций; В – перитеций

Большинство видов – сапротрофы. Широко распространены почвенные грибы, активно разрушающие растительные остатки, и плесени. Поселяясь на пищевых продуктах, промышленных материалах и изделиях (ткани, кожа, др.), вызывают их порчу.

Пеницилл, или *кистевик* (рисунок 104), – род почвенных и плесневых грибов, часто поселяющихся на хлебе, овощах и других продуктах. Их многоклеточный мицелий имеет вид белого паутинного налета, позднее приобретает зеленоватый или голубоватый оттенок. На мицелии кое-где поднимаются вверх конидиеносцы, заканчивающиеся ветвящимися кисточками, напоминающими кисть руки. Половое размножение идет с образованием сумок, заключенных в клейстотеции.

Аспергил характеризуется простыми конидиеносцами, вздутыми на вершине, и многочисленными конидиями, образующими веерообразные цепочки. Отсюда название – леечный гриб. Сапротрофы, реже паразиты, широко распространены в почве, образуют плесени (черная

и зеленая плесени) на пищевых продуктах и других субстратах.

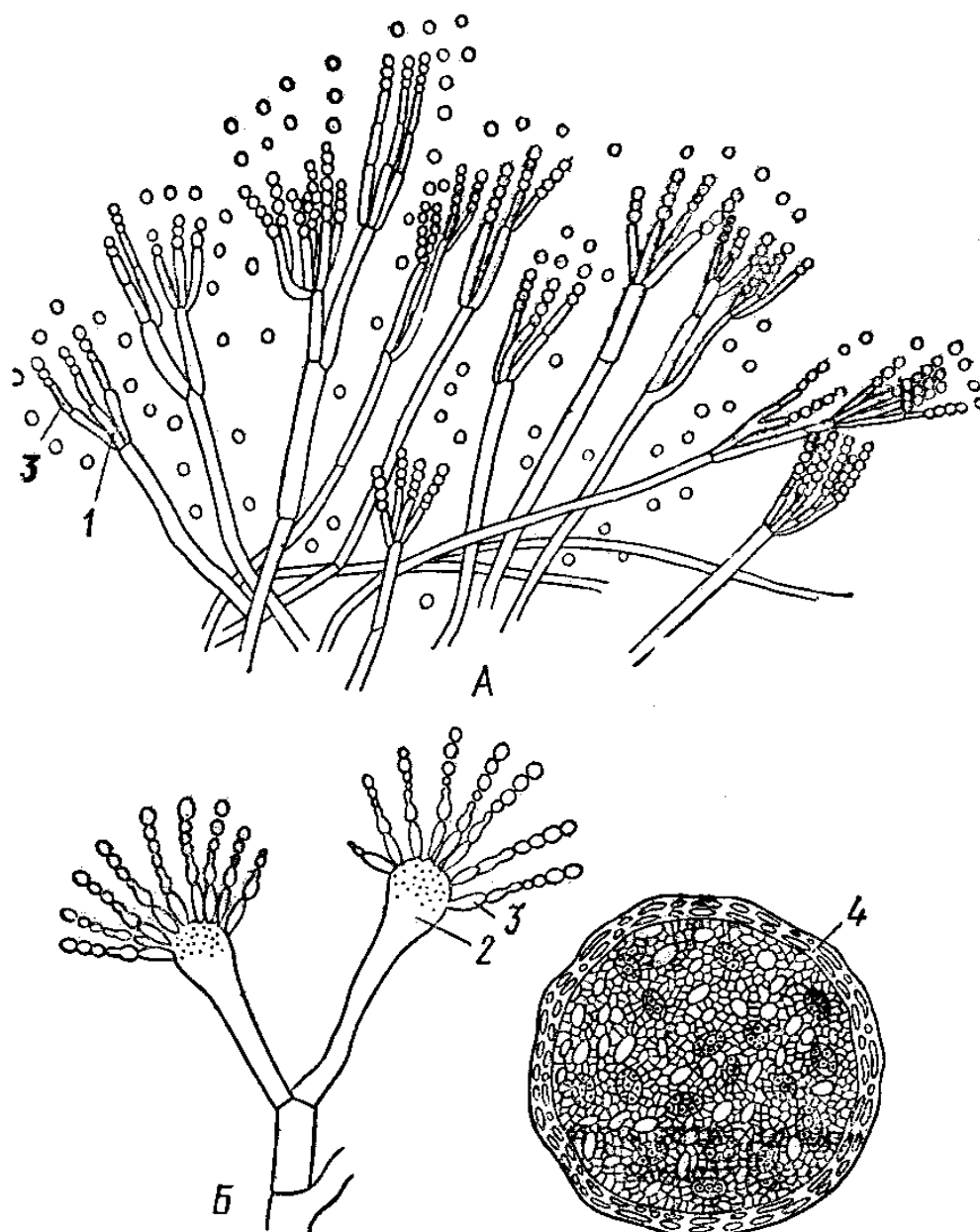


Рисунок 104 – Сумчатые грибы (плодовое тело клейстотеций): А – пеницилл; Б – аспергилл:
 1 – членистый конидиеносец с конидиями;
 2 – одноклеточный конидиеносец с конидиями;
 3 – стеригма; 4 – разрез клейстотеция

Плодовое тело – перитеций. Перитеции – полузамкнутые, большей частью грушевидные плодовые тела с узким отверстием на вершине. Аски и стерильные гаплоидные гифы – парафизы пучком поднимаются со дна перитеция. Зрелый аск дорастает до отверстия, лопается, выбрасывая аскоспоры, затем падает вниз, а на его место поднимается другой.

Большой практический интерес представляют виды рода *спорынья*.

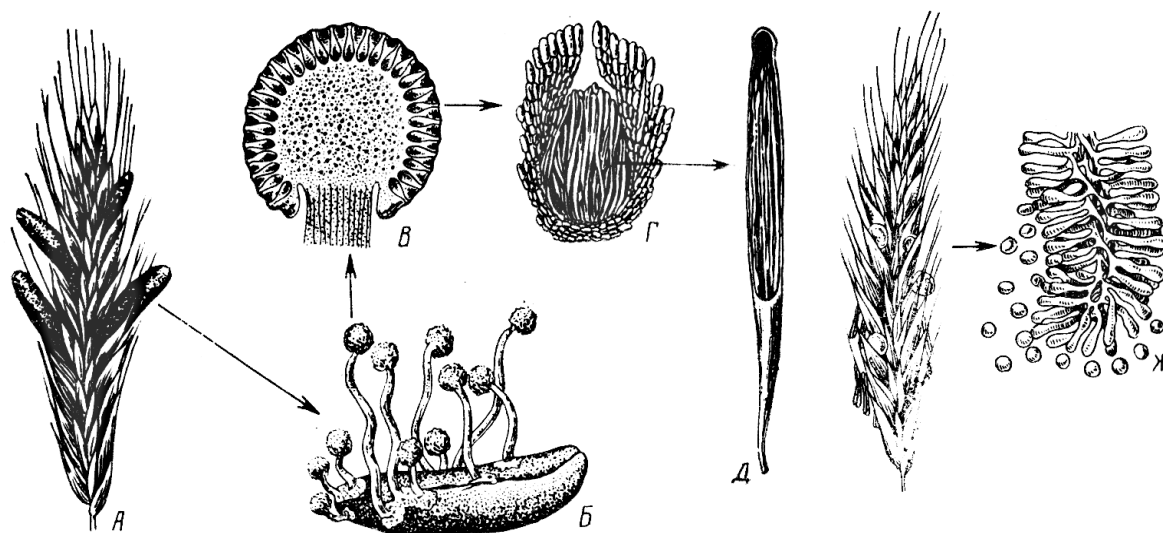


Рисунок 105 – Спорынья: А – колос ржи, пораженный спорыньей; Б – проросший склероций с головчатыми стромами на ножках; В – строма (продольный разрез); Г – перитеций с сумками; Д – сумка с восемью нитевидными спорами; Е – медвяная роса на цветущем колосе; Ж – конидиеносцы с конидиеспорами

Спорынья пурпурная (рисунок 105) – паразит, развивающийся чаще всего на ржи, а также на пшенице, особенно твердой, ячмене и дикорастущих злаках (тимopheевке, пырее, костре и др.). К концу лета в колосьях вместо некоторых зерновок появляются крупные (длиной 1–5 см) рожки – склероции спорыньи. Это плотные сплетения обезвоженных гиф, снаружи они черно-фиолетовые, внутри – белые. Во время уборки хлебов склероции опадают на землю и зимуют. Весной на них появляются шаровидные строма диаметром 1,0–1,5 мм, сидящие на желтых или красноватых ножках. По периферии стром расположены перитеции, в каждом из которых после полового процесса образуется до 100 асков с восемью нитевидными спорами в каждом. Споры, подхваченные ветром, переносятся на цветущие в это время колосья ржи, где спора прорастает в гифу, которая внедряется в завязь. Разрастаясь в мицелий, гифы через несколько дней начинают отчленять от себя конидии и выделять медвяную росу – сладковатую жидкость, привлекающую насекомых, которые переносят конидии на цветки здоровых расте-

ний и таким образом распространяют болезнь.

Плодовое тело – апотеций. Открытое плодовое тело обычно блюдцевидной, реже дисковидной или бокаловидной формы, диаметром от 0,1–0,2 мм до 10 см и более. На верхней стороне расположен слой сумок, называемый *гимением*. Аскоспоры выбрасываются на расстояние 50–60 см. Окраска апотециев разнообразная: от яркой оранжевой или красной до коричневой и черной. Крупные плодовые тела некоторых грибов из этой группы (сморчков, строчков, сморчковой шапочки) состоят из стерильной ножки и складчатой или лопастной шляпки (рисунок 106).

Сморчки – сапротрофные грибы, плодовые тела которых появляются ранней весной по опушкам лесов и обочинам. Шляпки яйцевидной или удлиненно-конической формы, желто-бурые. Все сморчки съедобны.

Строчки – сапротрофы, плодовые тела которых образуются весной. Шляпка неправильно-яйцевидная или бесформенная бурая или темно-бурая, ножка толстая, белая или светлая.

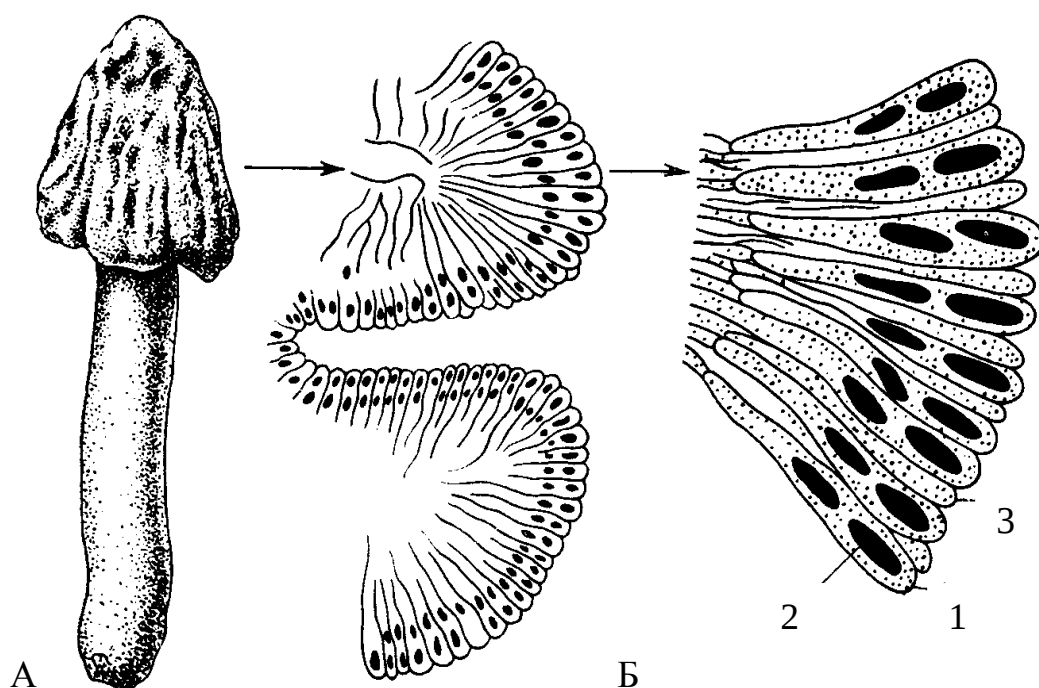


Рисунок 106 – Сморчковая шапочка: А – плодовое тело;
Б – гимениальный слой: 1 – аск; 2 – аскоспора;
3 – парафиза

Класс Базидиальные грибы

Грибы паразиты и сапротрофы с членистым мицелием. Вегетативное размножение осуществляется частями мицелия, оидиями и хламидоспорами. Бесполое размножение происходит с помощью конидий. Половой процесс очень растянут и завершается образованием базидий (рисунок 107) с базидиоспорами. Базидия – особая клетка, от которой отходят выросты – *стеригмы*.

Если при образовании спор делится и сама базидия, становясь четырехклеточной, возникает *фрагмобазидия*. Одноклеточная базидия называется *холобазидией*. По этому признаку все базидиальные грибы делятся на два подкласса: Гомобазидиальные (имеющие холобазидии) и Гетербазидиальные (имеющие фрагмобазидии).

Подкласс Гомобазидиальные грибы. Большинство холобазидиальных грибов – сапротрофы и факультативные паразиты

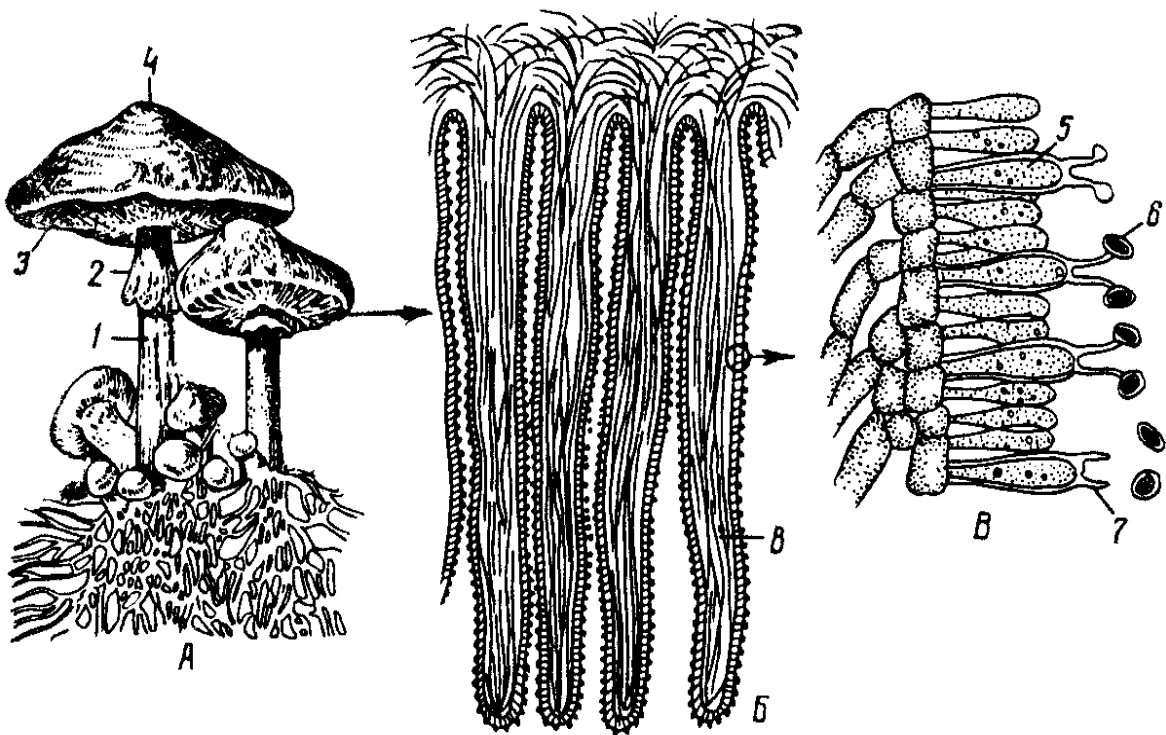


Рисунок 107 – Шампиньон: А – мицелий с плодовыми телами Б – продольный разрез пластинчатого гименофора; В – гимениальный слой: 1 – ножка плодового тела; 2 – остатки покрывала; 3 – гименофор; 4 – шляпка; 5 – базидия; 6 – базидиоспора; 7 – стеригма; 8 – плектенхима

растений, многие – активные разрушители древесины и растительного опада. Их плодовые тела и называют обычно грибами, вегетативная же часть (грибница) находится в субстрате (почве, древесине и т. д.). Базидии соединены в палисадный слой – *гимений*. В гимении кроме базидий есть дикарионные стерильные парафизы, которые разделяют базидий и предохраняют базидиоспоры от слипания. Поверхность плодового тела, несущая гимений, – *гименофор*.

Гименофор бывает пластинчатым и трубчатым.

Рассмотрим плодовое тело *шампиньона* (рисунок 107), которое образуется на сильно разветвленном в почве мицелии. Оно имеет шляпку и ножку. У молодых плодовых тел нижняя сторона шляпки затянута *покрывалом* – белой пленкой, прикрепленной к краю шляпки и ножке. Ножка плодового тела, кожица, покрывающая шляпку, мякоть и *пластинчатый гименофор*, расположенный на нижней поверхности шляпки, состоят из плектенхимы. Гимениальный слой образован одним рядом базидий с базидиоспорами. Каждая базидия имеет по две базидиоспоры, сидящие на *стеригмах*.

Подкласс Гетеробазидиальные грибы. Базидия фрагментированная, плодовые тела не образуются. Все грибы, входящие в этот подкласс, – паразиты растений, наносящие огромный ущерб посевам зерновых.

Головневые грибы поражают в основном цветки и семена злаков, разрушая их и образуя темную массу хламидоспор, образующихся вегетативным путем. Внешне поврежденные органы похожи на обгорелую головешку — отсюда и название «головневые». Хламидоспоры скапливаются также и во вздутиях пораженных вегетативных органов. Хламидоспоры прорастают в фрагмобазидию.

Твердая головня пшеницы. Цикл развития проходит в течение одного вегетационного периода. Заражение происходит во время прорастания злаков (рисунок 108).

Во время обмолота зерновки пшеницы, поврежденные твердой головней, разрушаются и хламидоспоры попадают на поверхность здоровых зерен. Весной, при прорастании зерновок, трогается в рост и хламидоспора. Диплоидное ядро делится путем мейоза, а затем митоза. При этом хламидоспора дает нетипичную фрагмобазидию: неразделенную на клетки трубку с восемью нитевидными базидиоспорами: четыре из них

со знаком «+» и четыре со знаком «-».

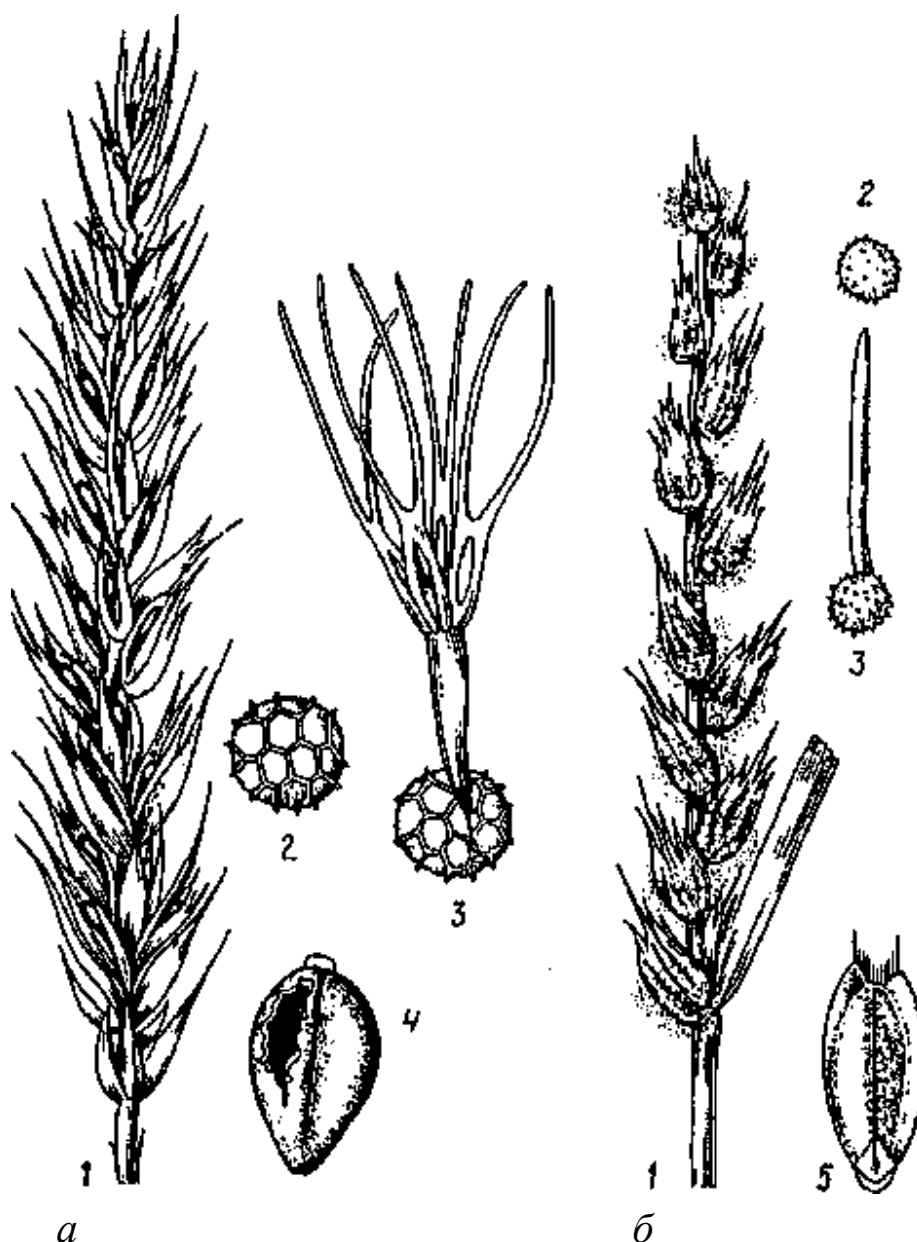


Рисунок 108 – Головневые грибы: а – твердая головня пшеницы; б – пыльная головня пшеницы; 1 – колос пшеницы с хламидоспорами; 2 – хламидоспора; 3 – хламидоспора, проросшая во фрагмобазидию; 4 – зерновка, заполненная хламидоспорами твердой головни; 5 – зерновка, содержащая мицелий пыльной головни

Базидиоспоры разных знаков попарно копулируют, давая дикарионные клетки, которые разрастаются в дикарионные гифы. Проникнув в проросток пшеницы (до образования у него третьего

листа), гифы продолжают свой рост внутри стебля и листьев. К моменту цветения мицелий достигает колоса и внедряется в завязь. В образовавшихся зерновках все содержимое пронизано гифами гриба, но покровы зерновок не повреждаются, и колос внешне выглядит почти нормально. Затем гифы распадаются на отдельные дикарионные клетки, которые покрываются толстыми темноокрашенными оболочками, – образуются хламидоспоры. Ядра их сливаются, и хламидоспоры переходят в состояние покоя. При обмолаоте хламидоспоры попадают на здоровые зерновки и в дальнейшем вместе с ними будут высеваться в почву.

Пыльная головня пшеницы. Цикл развития проходит в течение двух вегетационных сезонов. Заражение происходит во время цветения. Хламидоспоры пыльной головки с зараженных растений переносятся ветром на завязи здоровых, мейотически делятся и прорастают в четырехклеточные фрагмобазидии. Соседние клетки копулируют, образуя две дикарионные клетки. Каждая клетка, прорастая, дает дикарионный мицелий, внедряющийся в завязь цветка и семязачаток, а следовательно, и в развивающиеся из него зародыш и эндосперм зерновки. При этом мицелий особых повреждений не вызывает, так как он вскоре перестает расти, перезимовывает в зерновке, а весной, после посева, когда тронется в рост зародыш пшеницы, пробуждается к жизни и мицелий гриба. Он проникает в конус нарастания побега, пронизывает ткани формирующегося колоса и к моменту выколашивания распадается на множество дикарионных хламидоспор; колос, за исключением оси, превращается в пыльную сажистую массу из хламидоспор.

Ржавчинные грибы – паразиты многих высших растений, в том числе культурных (ржи, овса, пшеницы, проса, льна, смородины и др.). Грибы отличаются обилием и разнообразием следующих друг за другом спороношений. Мицелий, как и у головневых, развивается внутри растения-хозяина, образуя гаустории, внедряющиеся в его клетки. Гифы и споры содержат масло, окрашенное в оранжевый цвет пигментом, сходным с каротином. На пораженных растениях заметны пятна оранжевого цвета, поэтому заболевание называли ржавчиной.

Циклы развития ржавчинных грибов очень сложны. Среди них паразиты, имеющие одного или двух хозяев. В качестве примера рассмотрим цикл развития распространенной *линейной ржавчины* (рисунок 109). Базидиоспоры линей-

ной ржавчины, попадая весной на листья барбариса, прорастают, образуя гаплоидный мицелий. Так как на базидии образуются споры двух знаков – «+» и «–», то мицелии, из них развивающиеся, гетероталличны. Мицелий развивается внутри листа в мезофилле. На верхней стороне листа возникают кувшинообразные вместилища – *пикниды*. Каждая пикнида содержит два вида гиф: конидиеносцы, которые отчленяют мелкие гаплоидные конидии – *пикноспоры*, и так называемые воспринимающие гифы. Пучки гиф прорывают верхнюю эпидерму и выбрасываются наружу вместе с прилипшими пикноспорами. Между ними наружу выступает и привлекающая насекомых сахаристая пахучая жидкость с массой погруженных в нее пикноспор.

Насекомые переносят пикноспоры с одной пикниды на другую. Но сами пикноспоры не способны вызвать заражение здорового растения. Лишь попав на воспринимающие гифы пикниды другого знака, они прорастают. В результате образуется дикарионный мицелий.

Половой процесс с образованием дикарионного мицелия может происходить и при встрече мицелиев, развившихся из базидиоспор разных знаков, попавших на один лист (соматогамия). Дикарионный мицелий формирует на нижней стороне листа особые шарообразные *эцидии*, выстланные гифами, отчленяющими оранжевые одноклеточные конидии – *эцидиоспоры*. Когда эцидиоспоры созревают, эцидии вскрываются и принимают вид урночек. Освободившиеся эцидиоспоры разносятся ветром, но заражают не барбарис, а злаки. Таким образом, происходит смена растения-хозяина.

Дикарионный мицелий, развивающийся из эцидиоспор, поражает влагалища листьев и стебли злаков. При этом значительно уменьшается зеленая ассимилирующая поверхность, усиливается транспирация поврежденных листьев и стеблей, что приводит к нарушению водного баланса.

Зерно на истощенных растениях плохо наливается, урожай снижается. Уже через пять-семь дней после заражения на мицелии образуются двуядерные одноклеточные конидии – уредоспоры. Они имеют оранжевое содержимое, шиповатую оболочку, овальную форму и сидят на ножках (окончания гиф). Их скопления имеют вид удлиненных ржаво-бурых подушечек.

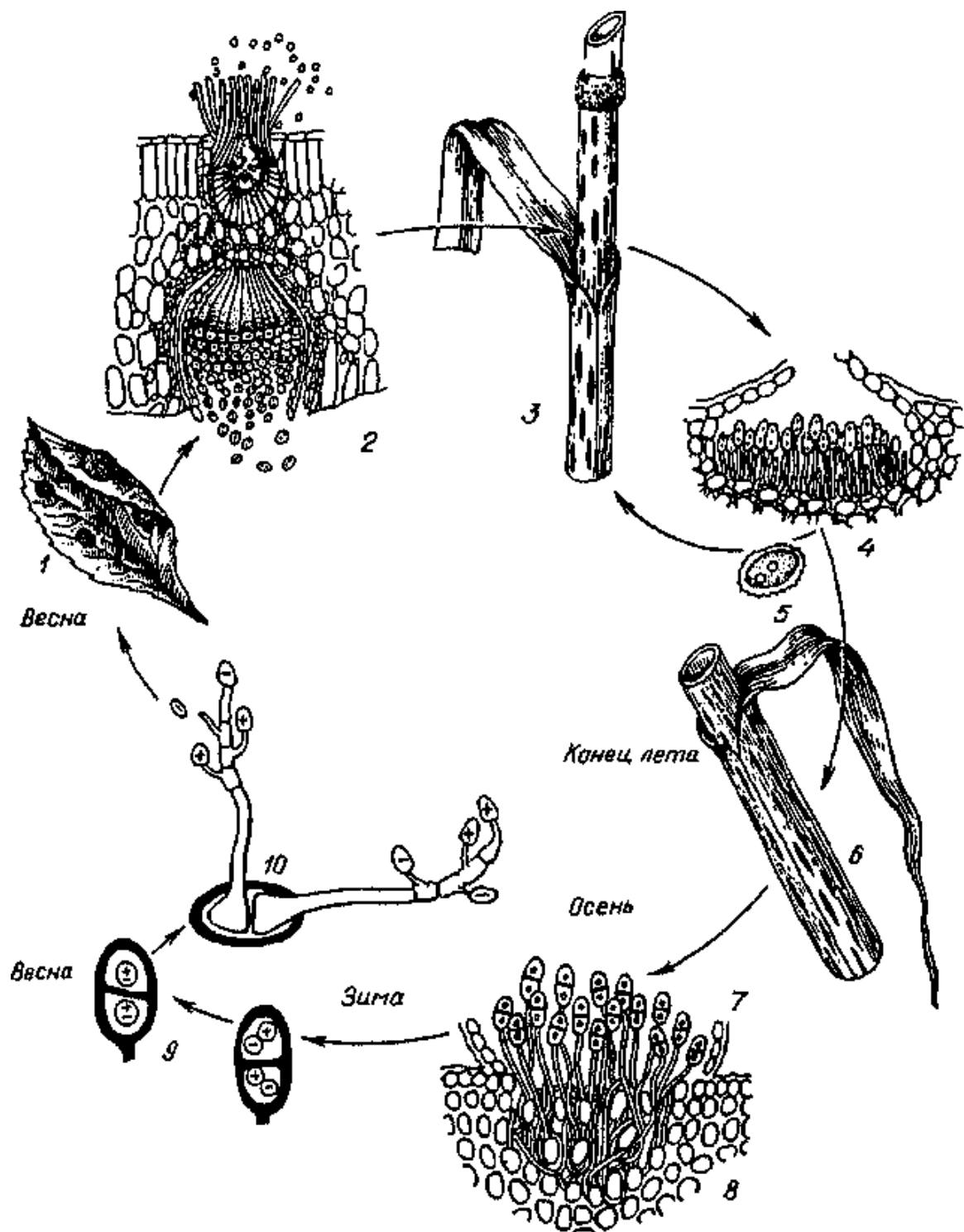


Рисунок 109 – Цикл развития линейной ржавчины: 1, 2 – последовательные фазы развития паразита на барбарисе; 3–10 – то же на злаке [1 – лист барбариса; 2 – срез через лист барбариса; 3 – фаза красной ржавчины; 4 – срез стебля пшеницы со скоплением уредоспор; 5 – уредоспора; 6 – фаза черной ржавчины; 7 – двухклеточные телейтоспоры; 8 – срез стебля пшеницы со скоплением телейтоспор; 9 – телейтоспоры; 10 – образование базидиоспор]

Уредоспоры разносятся ветром, попадают на непораженные растения, быстро прорастают в дикарионный мицелий и вновь образуют уредоспоры. Так повторяется пять-шесть раз в течение лета.

К началу созревания хлебов вместо ржаво-желтых полосок появляются черные. Это скопления двухклеточных конидий с толстыми темными оболочками – *телейтоспоры*. В каждой клетке телейтоспоры два ядра, которые зимой сливаются. Телейтоспоры падают на землю, где и зимуют. Весной каждая диплоидная клетка телейтоспоры прорастает во фрагмобазидию, на каждой из четырех клеток которой после мейоза образуется по гаплоидной базидиоспоре. Прорастая на листьях барбариса, они дают гетероталлические гифы.

Класс Дейтеромицеты, или Несовершенные грибы

Грибы с членистым мицелием. Половой процесс отсутствует. Вегетативное размножение происходит частями мицелия, почкованием или путем распада мицелия на отдельные клетки, с помощью конидий. Многие – почвенные сапротрофы разлагают разнообразные растительные субстраты. Большая группа – паразиты высших растений, вызывающие серьезные болезни сельскохозяйственных культур.

Фузариум живет в почве и паразитирует, вызывая болезни растений – фузариозы. Для фузариума характерны серповидные, реже веретеновидные конидии, разделенные на несколько клеток. Они развиваются на коротких разветвленных конидиеносцах, собранных в подушечки, часто розового цвета. Один из наиболее важных видов – *фузариум остроспоровый* – возбудитель вилта (увядания) у хлопчатника, льна, томатов, клевера, гороха, люпина вследствие закупоривания сосудов гифами и выделения токсичной фузариевой кислоты. *Снежная плесень* вызывает гибель озимых после выхода из-под снега. *Пасленовый фузариум* вызывает сухую гниль картофельных клубней: на их поверхности появляются впадины, покрытые белыми с розовым оттенком подушечками, состоящими из конидий. *Злаковый фузариум* выделяет яды настолько сильные, что употребление в пищу зараженного, так называемого «пьяного», хлеба вызывает отравление, признаки которого сходны с опьянением.

Ботритис паразитирует на плодах бобов и земляники, на цветках подсолнечника, на корнеплодах моркови и вызывает мокрое загнивание, которое носит название серая гниль. Мицелий в ви-

де серого пушистого налета расположен на поверхности плода. Конидиеносцы образуются на гифах и отделяют конидии, одноклеточные, бесцветные или слегка пигментированные (рисунок 110).

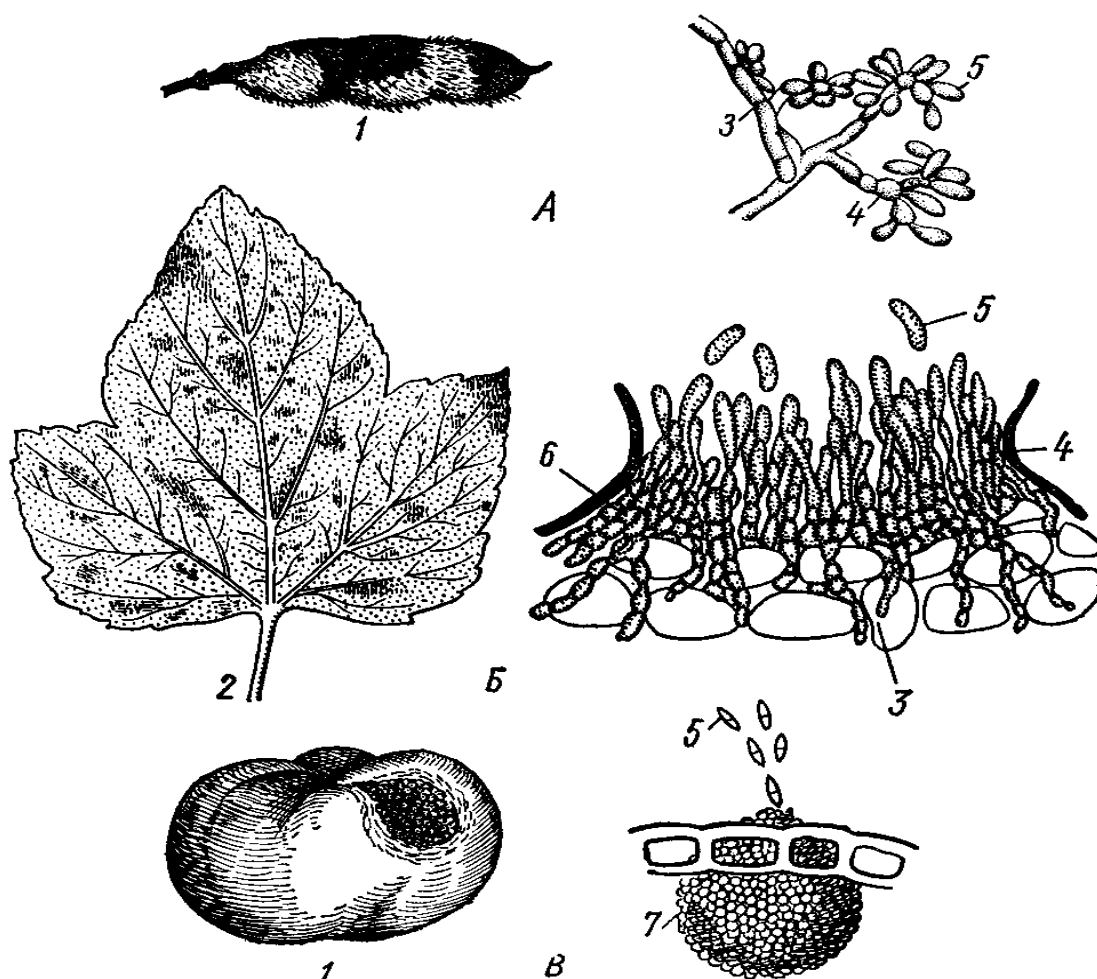


Рисунок 110 – Несовершенные грибы: А – ботритис;
Б – глеоспориум; В – диплодина: 1 – пораженный
плод; 2 – пораженный лист; 3 – мицелий;
4 – конидиеносец с конидиями; 5 – конидия;
6 – ложе; 7 – пикнида

Диплодина паразитирует на плодах томата и вызывает болезнь, называемую черной пятнистостью. Пораженный плод покрыт пятнами. В центре пятно почти черное, по краям коричневое. Край пятна выпуклый, светло бурого цвета. Поверхность пятна иногда бывает покрыта слизистым налетом телесного цвета. Это вышедшие наружу споры. Ткань плода пронизывается гифами гриба. Под эпидермой гифы образуют пикниды – вместилища грушевидной формы с отверстиями, выведенными на поверхность плода. Внутри пикниды имеется слой конидиеносцев, отделяющих бесцветные мел-

кие споры цилиндрической или слегка изогнутой формы.

Задания

1. Изучить строение и размножение дрожжей пекарских.
2. По учебным таблицам и рисунку изучить строение и размножение пеницилла и аспергилла.
3. Дать определения понятиям:
 - а) антеридий –
 - б) аскогон –
 - в) трихогина –
 - г) аскогенные гифы –
 - д) аски –
 - е) клейстотеций –
 - ж) перитеций –
 - з) апотеций –
4. Изучить цикл развития спорыньи. Зарисовать в альбоме характер поражения колоса ржи.
5. Зарисовать, ориентируясь на таблицы, схему образования плодового тела и базидий у базидиомицетов.
6. Дать определения терминам:
 - а) гименофор –
 - б) дикарион –
 - в) холобазидия –
 - г) однохозяйственный паразит –
 - д) разнохозяйственный паразит –
 - ж) факультативный паразит –
7. Изучить цикл развития шампиньонов – представителя подкласса Холобазидиомицеты. Зарисовать плодовые тела холобазидильных грибов.
8. Изучите цикл развития головневых грибов – представителей подкласса Фрагмобазидиомицеты.
9. Изучите цикл развития бурой ржавчины – представителя подкласса фрагмобазидиомицетов. Дайте подробное описание форм спороношения.
10. Изучить строение и размножение ботритиса и диплодины из класса дейтеромицетов. Зарисовать рассмотренные виды и сделать обозначения.

Контрольные вопросы

1. Как отличить твердую головню от пыльной по внешнему виду пораженного растения?
2. Какие виды грибов вызывают болезни сельскохозяйственных растений?
3. Какие виды грибов используются как продуценты антибиотиков?
4. Каких типов бывают плодовые тела?
5. Какие виды грибов культивируются для пищевых целей?
6. Какое значение имеют грибы в природе?

Самостоятельная работа

Изучив раздел «Грибы», заполните таблицу 10.

Таблица 10 – Сравнительная характеристика классов грибов

Класс	Вид	Форма мицелия	Способ питания	Способ размножения	Жизненный цикл

ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ПО ТЕМЕ: «ГРИБЫ»

1. Для клеток грибов характерны органеллы ...
 - 1) ядро;
 - 2) цитоплазма;
 - 3) хлоропласты;
 - 4) хромопласты;
 - 5) лейкопласты;
 - 6) хроматофоры.
2. Фрагмобазидией называют базидию, состоящую из ...
 - 1) одной клетки;
 - 2) двух клеток;
 - 3) трех клеток;
 - 4) четырех клеток;
 - 5) пяти клеток.
3. В клетках грибов откладываются запасные вещества в виде ...
 - 1) белков;
 - 2) жиров;
 - 3) крахмала;
 - 4) гликогена.
4. Активизации бесполого размножения фитофторы благо-

приятствует...

1) сухая погода; 2) дождливая погода;

при этом она размножается...

3) зооспорами; 4) конидиями.

5. У холобазидиальных грибов преобладает образ жизни...

1) сапротрофный;

2) паразитический;

3) симбиотический.

Тема 33 Отдел Слизевики

Материал. Учебные таблицы по теме.

Общие замечания

Слизевики, или миксомицеты – группа организмов неясного систематического положения, которых в настоящее время относят к царству Простейшие. По отсутствию хлорофилла, образованию (у большинства) плодовых тел и гетеротрофности они сходны с грибами, способность к активному амебоидному движению сближает их с животными. Слизевики представлены сапротрофами и паразитами. Вегетативное тело слизевиков представляет собой *плазмодий* – голую слизистую массу цитоплазмы с большим числом ядер. Постоянной формы плазмодий не имеет, величина его колеблется от нескольких миллиметров до 1 м. Плазмодий обладает активным амебообразным движением, перетекая со скоростью около 0,1 мм в минуту.

Важнейший представитель паразитных слизевиков – *плазмодиофора капустная* (рисунок 111). Это паразит капусты, брюквы и других растений семейства Капустные, вызывающий заболевание капустная кила. Паразитируя на корнях растений, плазмодиофора вызывает неправильное их разрастание. Появляются крупные вздутия – опухоли, откуда и пошло название болезни – кила. У больных растений капусты не развиваются кочаны, а у брюквы, репы и других резко сокращается урожай корнеплодов. Опухоли корней капусты состоят из ненормально разросшихся клеток, заполненных плазмодием паразита – цитоплазмой с многими диплоидными ядрами. К пораженным тканям усиливается приток питательных веществ, что вызывает их сильное разрастание в ущерб развитию капусты.

Опухоли постепенно увеличиваются, рыхлеют и, наконец, гниют, издавая неприятный запах. К этому времени все ядра плазмодия претерпевают мейотическое деление и плазмодий распадается на массу одноядерных гаплоидных спор. После сшивания клеток корня они попадают в почву, где и зимуют. Весной во влажной почве споры прорастают в зооспоры с двумя жгутиками (одним длинным, другим коротким). Затем зооспоры превращаются в безжгутиковые миксамебы. Зооспоры или миксамебы попарно сливаются и в виде диплоидных особей проникают в корни через корневые волоски. Здесь они митотически делятся и превращаются в плазмодий, вызывающий разрастание клеток корня.

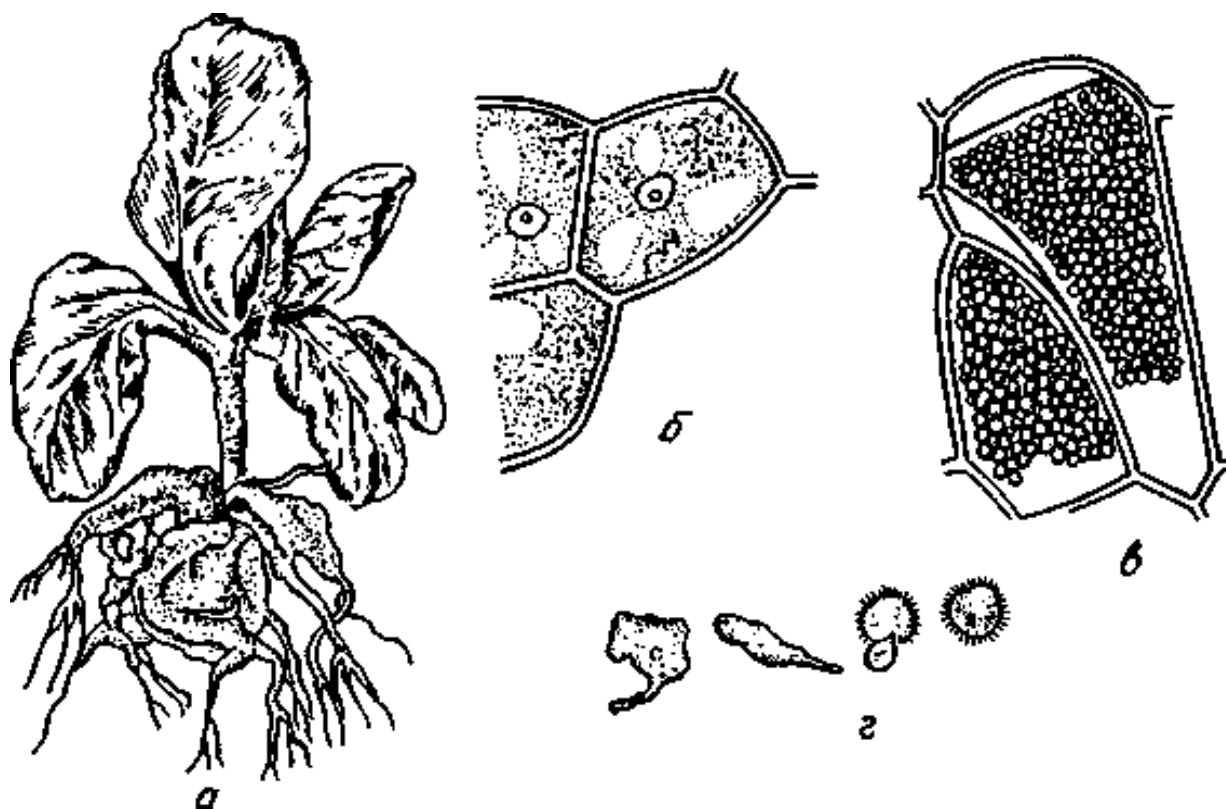


Рисунок 111 – Плазмодиофора капустная: а – кила на корнях капусты; б – клетки корня, заполненные плазмодиями; в – образование спор в клетках корня; г – прорастание спор и образование амёб

Задание

1. Изучить цикл развития и зарисовать растение, пораженное плазмодиофорой капустной, и клетки корня с плазмодиями и спорами. Сделать обозначения.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой тело слизевика?
2. На каких растениях и в каких органах паразитирует плазмодиофора?
3. Когда и где у нее образуются споры?
4. По каким признакам можно обнаружить растения, пораженные плазмодиофорой?
5. Почему разрастается ткань у растений, пораженных плазмодиофорой?

Тема 34 Отдел Лишайники

Материал. Коллекция накипных, листоватых и кустистых лишайников.

Общие замечания

Лишайники – симбиотические организмы, образованные грибом и водорослями или цианобактериями. Тело (таллом, слоевище) лишайника представляет собой переплетающиеся гифы гриба, образующие слои различной плотности. Между гифами расположены одноклеточные водоросли (зеленые или сине-зеленые). Если водоросли размещены равномерно по всей толще таллома, то его называют *гомеомерным*, а если одним слоем, то *гетеромерным*. Лишайники размножаются только вегетативно: обломками таллома, *соредиями* (комочки из нескольких клеток водоросли, оплетенных гифами гриба), *изидиями* (выросты таллома). Соредии формируются внутри слоевища, изидии – на его поверхности. В состав лишайников входят грибы, преимущественно сумчатых, у некоторых (преимущественно тропических) – базидиальные грибы.

Грибы и водоросли, входящие в состав лишайника, способны размножаться самостоятельно: водоросли – делением клеток и образованием неподвижных спор, грибы – спорами, возникающими вегетативным, бесполом и половым путем. Водоросли, развившиеся из спор, могут жить самостоятельно. Споры грибов, прорастая, дают начало мицелию, который, не встретив соответствующей водоросли, развивается плохо. Различают три основные формы таллома лишайников: *накипные*, или *корковые*, – тело в виде корочек или накипи, тесно связанное с субстратом всей поверхностью и практически неотделимое от него; *листоватые* – те-

ло в виде листовидных пластинок, прикрепленных к субстрату пучками гиф; *кустистые* – таллом в виде более или менее разветвленного кустика длиной до 15 см, поднимающегося с земли или свисающего с ветвей (рисунок 112).

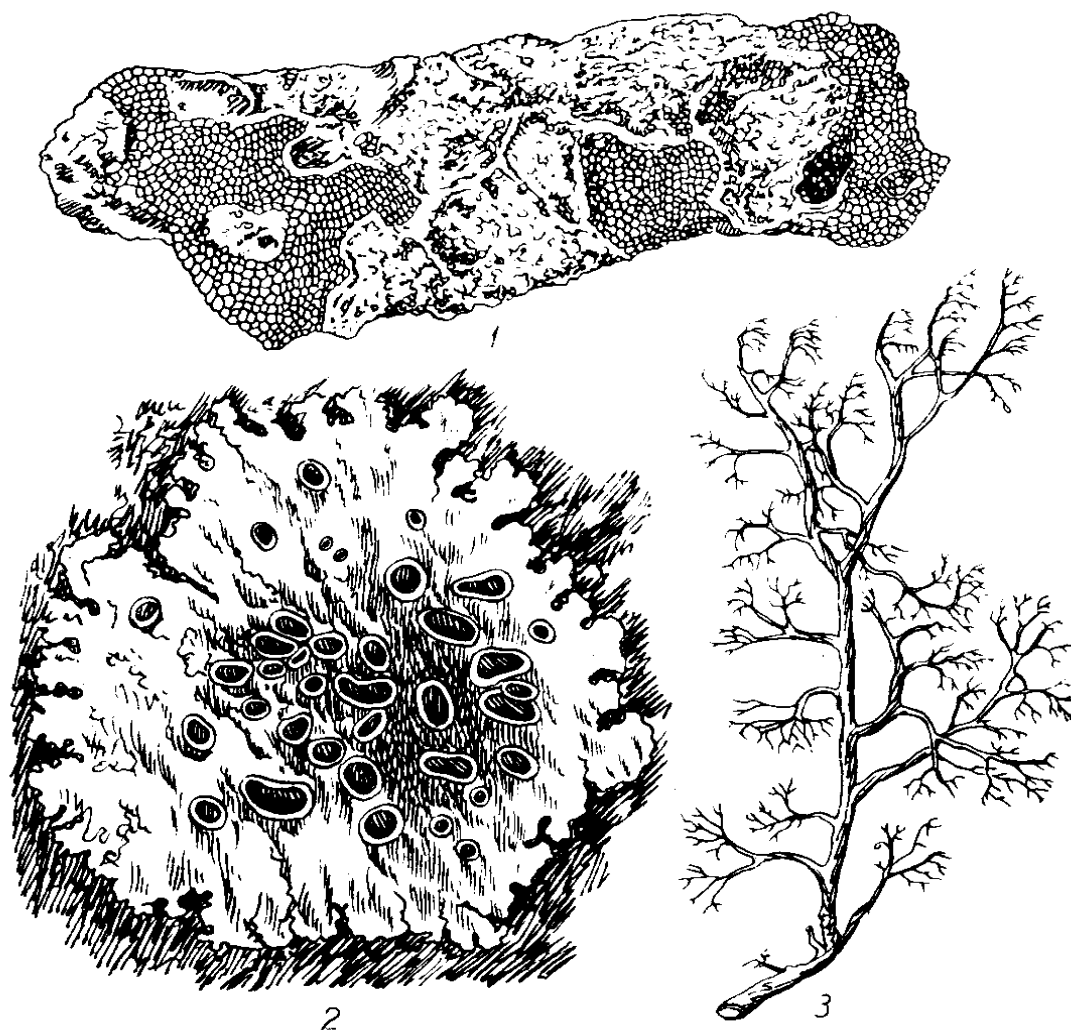


Рисунок 112 – Лишайники: 1 – накипный (на камне);
2 – листоватый; 3 – кустистый (ягель)

По внутреннему строению лишайники делятся на две группы: 1) *гомеомерные* и 2) *гетеромерные* (большинство лишайников). У листоватых и кустистых лишайников с верхней и нижней сторон имеются плотные сплетения гиф, образующие *коровые* слои. У накипных лишайников коровый слой наблюдается только с верхней стороны. Между коровыми слоями гифы переплетены более рыхло, образуя сердцевинный слой. Это *гомеомерные* талломы.

У большинства же лишайников водоросли располагаются сразу под верхней корой, образуя так называемый *гонидиальный* слой, и относятся обычно к зеленым. Это *гетеромерные* талломы (рису-

нок 113).

Задания

1. Ознакомиться с общей характеристикой лишайников. Дать краткое описание типов строения слоевищ, изображенных на рисунке 112.

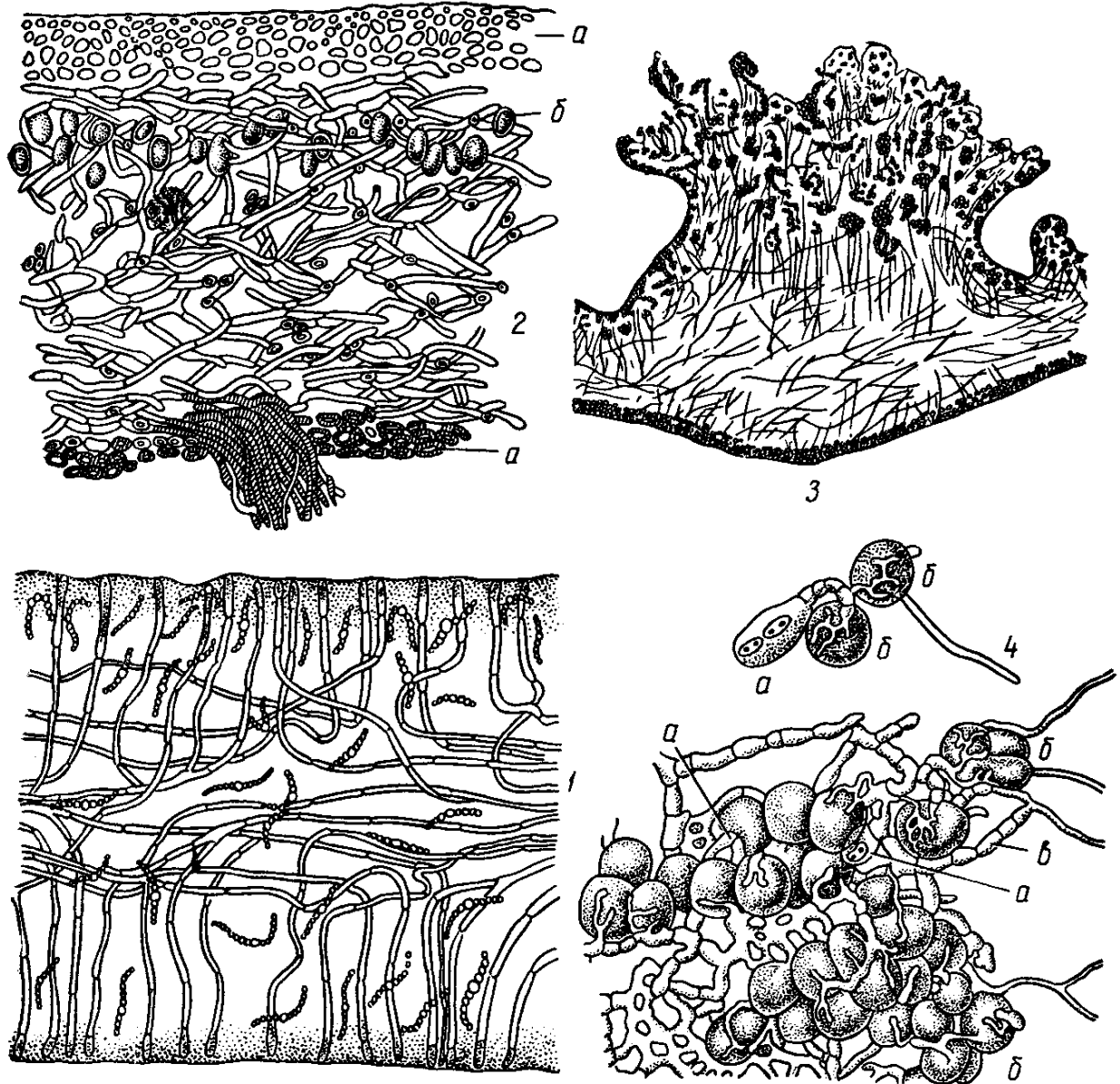


Рисунок 113 – Гомеомерные и гетеромерные лишайники:
1 – гомеомерный лишайник; 2 – разрез
гетеромерного лишайника: а – верхняя и нижняя
кора; б – водоросли; 3 – разрез таллома
с соредиями; 4 – развитие таллома лишайника:
а – спора; б – водоросль; в – гифа

2. Рассмотреть коллекцию наиболее распространенных видов лишайников.

3. Зарисовать разрез таллома и сделать обозначения.

4. Дайте определения терминам:

а) симбиоз –

б) слоевище –

в) соредии –

г) изидии –

Контрольные вопросы

1. Какова роль грибного сообщества в лишайнике?

2. Водоросли каких систематических групп входят в состав лишайников?

3. По каким признакам классифицируют лишайники?

4. Какие талломы называют гетеромерными, и какие го-
меомерными?

5. Какие известны способы размножения лишайников?

6. Каково значение лишайников в хозяйстве и жизни челове-
ка?

ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ

НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ, ИЛИ ВОДОРΟΣЛИ

Тема 35 Водоросли

Отдел Зеленые водоросли

Материал. Живые водоросли: хламидомонада, спирогира, выращенные в банке с водой. Постоянные микропрепараты зеленых водорослей.

Общие замечания

Они обитают в реках, прудах, озерах, в канавах и лужах, куда проникают лучи солнца, часто развиваются на сырой почве, на стволах деревьев. Некоторые зеленые водоросли живут в морях и океанах, где служат кормом для животных. Этот отдел включает одноклеточные, колониальные и многоклеточные водоросли. Все

они содержат пигменты – хлорофилл *a* и *b* и каротиноиды – и делятся на три класса: равножгутиковые водоросли; конъюгаты, или сцеплянки, харовые.

1 класс – равножгутиковые водоросли. В цикле своего развития равножгутиковые водоросли имеют более или менее длительную фазу клеток с двумя одинаковыми жгутиками. Отсюда произошло и название класса, который включает пять порядков: 1) вольвоксовые; 2) хлорококковые, или протококковые; 3) улотриксковые; 4) кладофоровые; 5) сифоновые.

1-й порядок – вольвоксовые водоросли. Водоросли, подвижны в течение всей вегетативной жизни. Представитель одноклеточная водоросль – *хламидомонада*. Она встречается в лужах и канавах, особенно в загрязненной воде. Форма ее яйцевидная. На переднем конце имеется носик (рисунок 114).

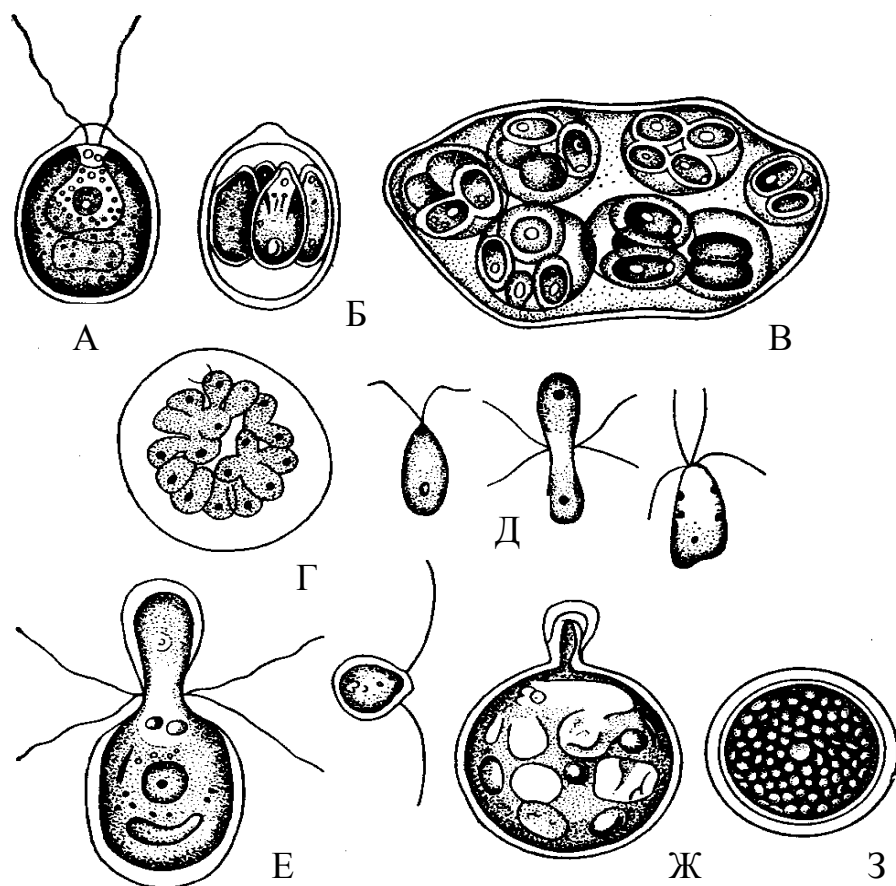


Рисунок 114 – Хламидомонада: А – одноклеточный таллом; Б – образование зооспор; В – пальмеллевидное состояние; Г – образование изогамет; Д – изогамия; Е – гетерогамия; Ж – оогамия; З – зигота

Хламидомонада имеет одно ядро, цитоплазму, чашеобразный хроматофор с пиреноидом и две вакуоли. От носика отходят два одинаковых жгутика, благодаря движению которых передвигается вся водоросль.

Хламидомонада имеет также красный глазок, ориентирующий ее движение под действием света. Глазок окрашен пигментом, близким к каротину. Оболочка хламидомонады состоит из пектиновых веществ и гемицеллюлозы.

У представителей рода хламидомонад наблюдаются все способы размножения: вегетативное, бесполое и половое. Вегетативное происходит путем деления клетки по типу митоза. Бесполое размножение осуществляется следующим образом: хламидомонада останавливается, теряет жгутики, ядро ее делится и затем образуется две-четыре, а иногда восемь зооспор. У них возникают оболочка и жгутики. После ослизнения материнской клетки дочерние хламидомонады освобождаются и начинают самостоятельное существование.

При неблагоприятных условиях хламидомонады претерпевают изменения: теряют жгутики, выделяют слизь, но вместе с тем делятся. Когда условия изменяются, они становятся подвижными.

У разных видов хламидомонады наблюдаются разные способы полового размножения. Наиболее простой – *изогамия*. Он заключается в слиянии одинаковых по форме и величине, но физиологически различных – плюс и минус (+ и –) гамет (половых клеток), которые образуются путем деления хламидомонад. Гаметы похожи на зооспоры, но размер их меньше. Из одной особи хламидомонады образуется 8–16, а иногда 32–64 гаметы (изогаметы).

При *гетерогамии* сливаются гаметы, отличающиеся своей величиной, но одинаковые по форме (гетерогаметы). Женские гаметы крупнее мужских и менее подвижны.

Оогамия заключается в слиянии крупной, неподвижной (без жгутиков) женской клетки – яйцеклетки с очень маленькой подвижной мужской половой клеткой – сперматозоидом. Клетка, в которой образуются сперматозоиды, называется антеридием, а в которой образуются яйцеклетки – оогонием. Во всех случаях при слиянии двух гаплоидных гамет образуется зигота с двойным набором хромосом, т. е. диплоидная.

Зигота покрывается многослойной целлюлозной оболочкой. В ней накапливаются питательные вещества и *гематокром* – красный пигмент (из каротиноидов). После периода покоя зигота де-

лится мейозом и образует тетраду (четыре) гаплоидных зооспор (с одинарным набором хромосом). Из зооспор вырастают типичные хламидомонады.

Описанные три способа полового размножения наблюдаются и у других водорослей.

2-й порядок – хлорококковые водоросли. Они отличаются неподвижностью их таллома, но зооспоры и гаметы их имеют жгутики и могут передвигаться. Среди хлорококковых имеются одноклеточные и колониальные водоросли. Представитель одноклеточных водорослей – хлорококк. Он живет в пресноводных бассейнах, но часто развивается на влажной почве, на коре деревьев и в теплицах в виде зеленого налета. Клетки хлорококка округлые, одноядерные, с одним чашевидным хроматофором и пиреноидом.

Бесполое размножение осуществляется зооспорами. В результате последовательного деления в клетке возникают 8–32 голые зооспоры с двумя равными жгутиками. Половой процесс – изогамия.

3-й порядок – улотриксовые. Главная отличительная особенность представителей этого порядка – способность увеличивать таллом во время вегетативной жизни путем деления клеток. Талломы имеют нитчатое или пластинчатое строение. Клетки одноядерные. Половой процесс изогамный, гетерогамный и оогамный.

В озерах, реках встречается типичный представитель порядка улотриксовых – улотрикс опоясанный.

4-й порядок – кладофоровые. Они отличаются от улотриксовых водорослей ветвящимся талломом и многоядерными клетками.

В морях и водоемах с пресной водой широко распространен род кладофора. Хроматофор у кладофоры сетчато-продырявленный со многими пиреноидами. Клетки крупные. Нити кладофоры или прикреплены к субстрату или, оторвавшись от него, плавают в воде в виде тины. Бесполое размножение осуществляется зооспорами. Половой процесс – изогамия.

5-й порядок – сифоновые. В этот порядок входят виды, имеющие неклеточную структуру. Весь их таллом представляет собой одну сильно разросшуюся многоядерную клетку, которая по внешнему виду напоминает высшее растение. В действительности это однополостная клетка, пересеченная внутри целлюлозными тяжами. Сплошные перегородки в талломе отсутствуют. Размно-

жение половое.

Вегетативное размножение у сифоновых водорослей происходит отломившимися частями таллома. Бесполое размножение зооспорами наблюдается редко.

II класс – конъюгаты, или сцеплянки, объединяет зеленые пресноводные водоросли, характеризующиеся отсутствием в их жизненном цикле подвижных форм (зооспор, гамет). Вегетативное размножение происходит путем деления клеток или частями таллома. Бесполое размножение отсутствует. Половое размножение – конъюгация.

Класс делится на три порядка, из которых познакомимся с двумя.

1-й порядок – зигнемовые – включает нитчатые, обычно неветвящиеся формы. В водоемах с медленно текущей и стоячей водой широко распространена водоросль *спирогира*. Таллом ее свободно плавает на поверхности рек и прудов, образуя тину (рисунк 115).

Это многоклеточная нитчатая водоросль. В каждой клетке имеется цитоплазма, ядро, вакуоля и один или несколько хроматофоров в виде спиральной ленты. Хроматофоры несут на себе пиреноиды, обычно окруженные крахмалом. Клетки спирогиры способны к делению, которое происходит главным образом ночью.

Спирогире свойственно вегетативное и половое размножение. Вегетативное осуществляется частями нити путем разрыва последней. Половое размножение – конъюгация. Оно состоит в том, что у двух нитей, расположенных параллельно, супротивные клетки образуют выросты, направленные навстречу друг другу. В месте соприкосновения оболочки растворяются, и содержимое клетки одной нити (потенциально мужской) переливается в другую клетку (потенциально женскую). Протопласты их сливаются и образуют зиготу овальной или шаровидной формы с толстой оболочкой, большим количеством масла и гематохрома. После периода покоя диплоидная зигота делится мейозом и образует четыре гаплоидные клетки, из которых три отмирают, а одна трогается в рост. К этому времени оболочка зиготы разрушается и может образоваться новая нить спирогиры.

2-й порядок – десмидиевые. Большинство относящихся к этому порядку водорослей имеют одноклеточные талломы с двусторонней симметрией. Некоторые из десмидиевых водорослей очень красивы.

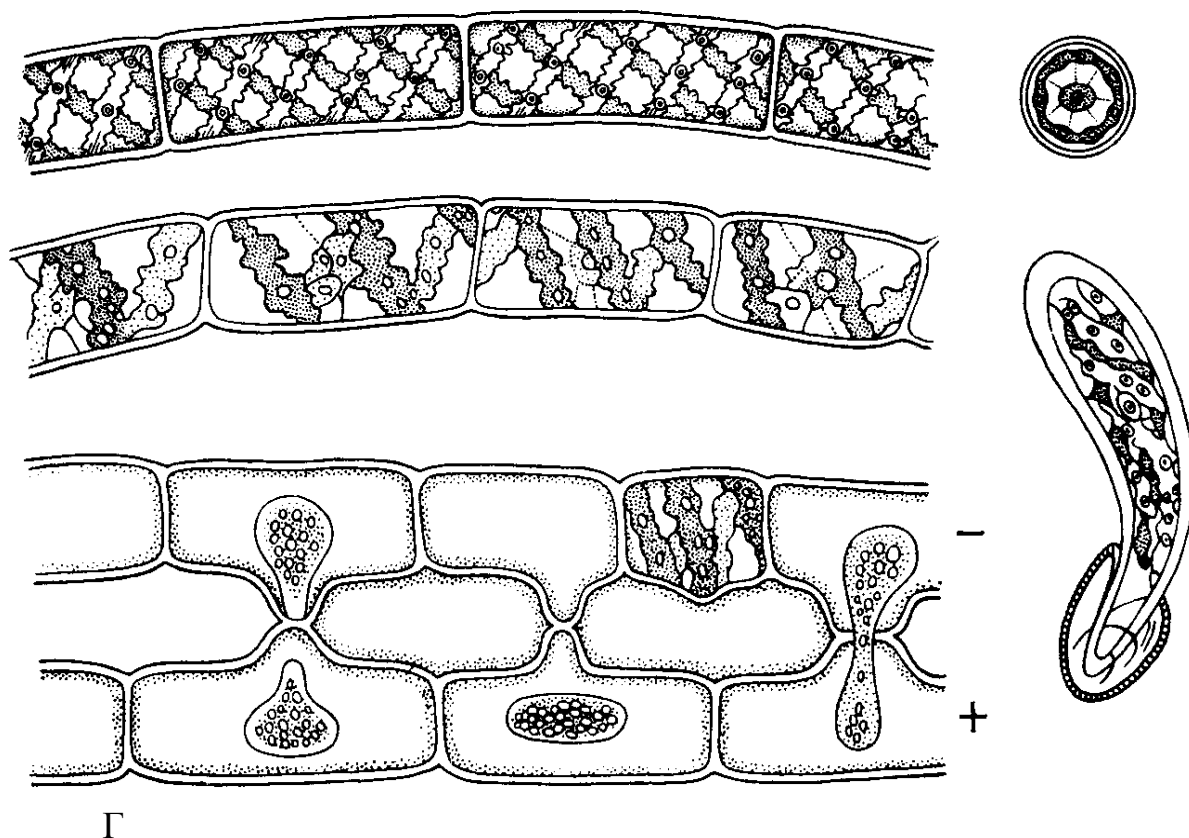


Рисунок 115 – Спирогира: А – часть таллома с двумя хлоропластами в клетке; Б – часть таллома с одним хлоропластом в клетке; В – поперечный разрез клетки; Г – конъюгация; Д – прорастание зиготы

III класс – харовые водоросли. На дне небольших чистых водоемов и в медленно текущих речках образуются иногда заросли харовых водорослей – самых крупных из пресноводных водорослей. Они достигают 50 см.

Рассмотрим водоросли из рода *хара*. По внешнему виду они напоминают хвощи. Их слоевище имеет как бы оси разных порядков с мутовчато расположенными выростами – «листьями». Каждое междоузлие строится из одной центральной длинной, в разрезе круглой клетки, окруженной одним слоем узких клеточек. Места стебля, из которых отходят «листья», состоят из мелких клеток и называются «узлами» (рисунок 116).

Главная и боковые оси растут конусом нарастания. Верхушечная клетка его делится на сегменты. Молодые клетки – одноядерные, взрослые – многоядерные. Хроматофоры у хары зернистые без пиреноидов. Оболочки клеток толстые и обычно пропитаны известью.

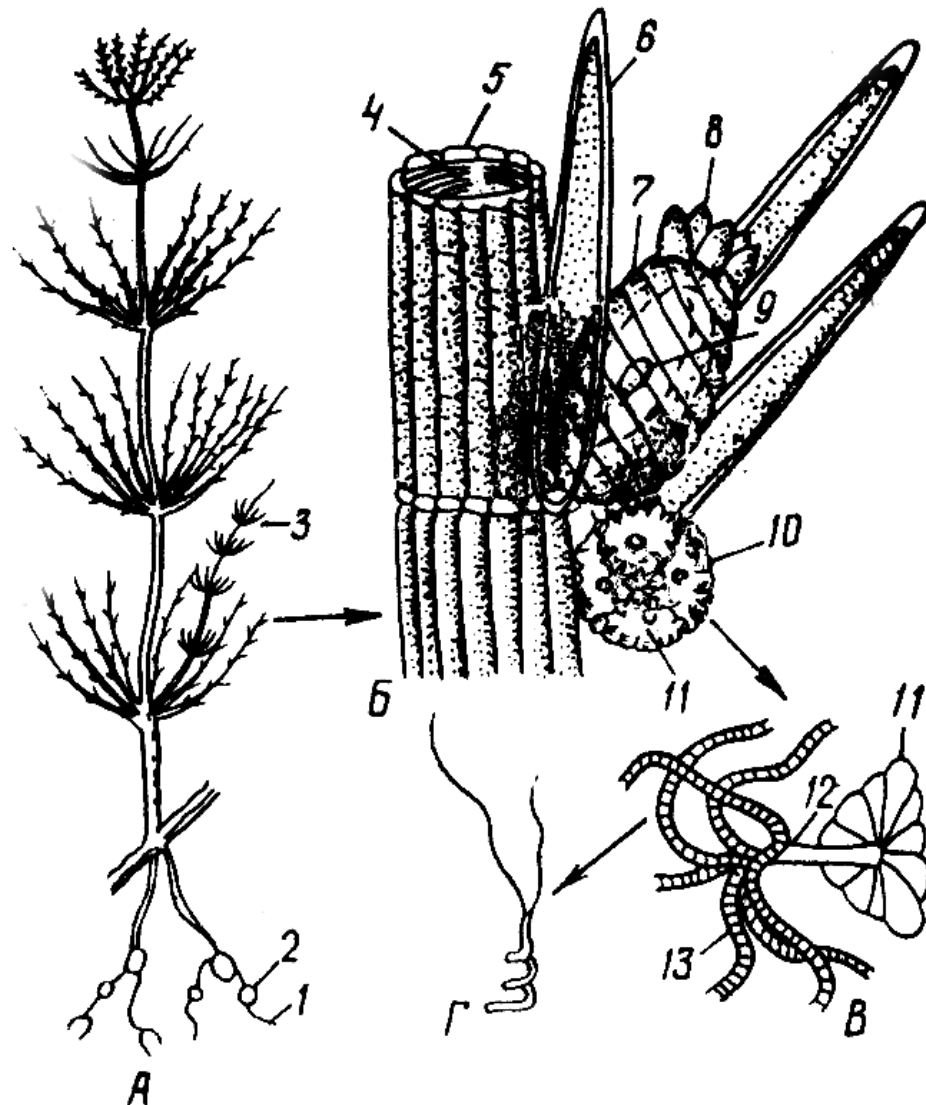


Рисунок 116 – Хара: А – общий вид; Б – часть таллома; В – щиток; Г – сперматозоид: 1 – ризоиды; 2 – клубеньки; 3 – боковые ответвления; 4 – центральная клетка; 5 – наружные клетки; 6 – одноклеточное разветвление; 7 – оогоний; 8 – коронка; 9 – яйцеклетка; 10 – антеридий; 11 – щиток, 12 – рукоятка; 13 – спермагенные нити

К субстрату хара прикрепляется ризоидами. Бесполого размножения у харовых водорослей нет (зооспор они не образуют). Половое размножение – оогамия. Яйцеклетка находится внутри особого вместилища, образованного пятью трубчатыми спирально закрученными клетками. Наверху вместилища заканчивается коронкой из пяти коротких клеток, между которыми остается отверстие для движения к яйцеклетке мужских гамет.

Женский орган полового размножения у харовых водорослей называется *оогоний*. Оогонии коричневого цвета. Ниже оогоний расположены на узлах антеридии. Они шаровидной формы, красного цвета. На поверхности антеридия образуется восемь плоских клеток – щитков. От каждой клетки внутрь антеридия отходит отросток – ножка, несущая пучок многоклеточных нитей. Из каждой клетки нитей образуется один двужгутиковый сперматозоид.

Вследствие расхождения щитков, антеридий вскрывается, сперматозоиды попадают в воду, проникают через отверстия в коронках к оогониям и оплодотворяют яйцеклетки. Зиготы разрастаются, превращаются в толстостенные ооспоры, которые опускаются на дно.

После периода покоя диплоидное ядро ооспоры делится мейозом. Из образовавшейся тетрады клеток развивается только одна. В результате возникают новые гаплоидные особи (диплоидна только зигота).

Вегетативное размножение у харовых осуществляется двумя способами. Из нижних узлов отходят «веточки» с ризоидами, образующие новые особи. На ризоидах и нижних стеблевых узлах возникают особые клубеньки, способные к прорастанию в новые водоросли.

Харовые водоросли охотно поедаются водоплавающими птицами.

Отдел Диатомовые водоросли

Материал. Постоянный микропрепарат пиннулярии, микроскопы.

Общие замечания

Диатомовые водоросли обитают как в морях и океанах, так и в пресной воде. Служат пищей для микроскопических животных, населяющих водоемы. Они бывают одноклеточные и колониальные. Окраска их золотисто-коричневая или оливково-зеленая от присутствия в хроматофорах нескольких пигментов: хлорофилла *a* и *c*, фукоксантина и каротиноидов. После отмирания водорослей все пигменты, кроме хлорофилла, быстро вымываются и водоросль зеленеет. Запасное вещество – масло.

Одноклеточные водоросли имеют различную форму – округлую, квадратную, треугольную, разнообразно изогнутую, характе-

ризирующуюся красивой симметричностью. Часто они образуют лентовидные или другого типа колонии.

Наиболее широко встречается одноклеточная диатомовая водоросль **пиннулярия зеленая** (рисунок 117). Ее клетка содержит одно ядро, цитоплазму, вакуолю и два пластинчатых хроматофора. Внутри клетки часто можно видеть блестящие капли масла. Оболочка клетки состоит из пектиновых веществ, снаружи на ней

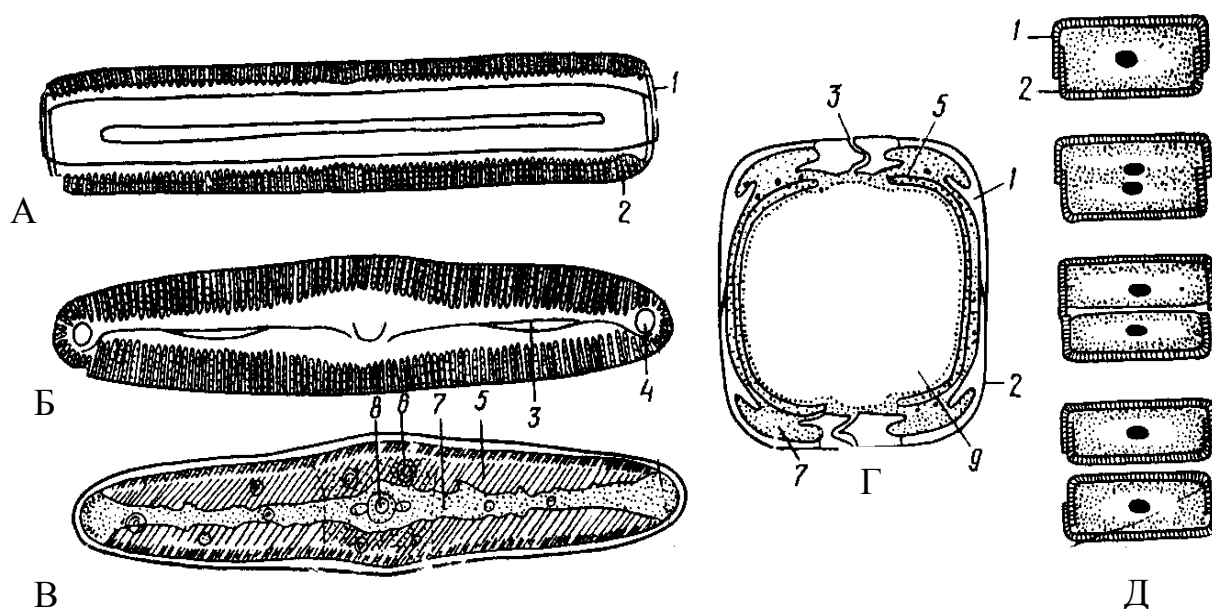


Рисунок 117 – Пиннулярия: А – вид со стороны пояска; Б – вид со стороны створки; в – продольный разрез; Г – поперечный разрез; Д – вегетативное размножение: 1 – эпитека; 2 – гипотека; 3 – шов; 4 – узелок; 5 – хроматофор; 6 – пиреноиды; 7 – цитоплазма; 8 – ядро; 9 – вакуоль

образуется кремнеземистый панцирь, состоящий из двух обособленных половинок, надевающихся одна на другую, как крышка на коробку. Форма клетки пиннулярии имеет вид вытянутого прямоугольника. На широкой стороне его имеются три утолщения – узелка, два из которых расположены на концах и один в центре. Между центральным и конечными узелками находится шов или щель, через которую цитоплазма соприкасается с субстратом, благодаря чему водоросль может двигаться. Вид водоросли с более широкой стороны, на которой видны узелки, называется видом со

створки. Вид с узкой стороны, на которой узелков нет, называется видом с пояска. При этом хорошо видны обе створки: верхняя – эпитека, которая надета на нижнюю – гипотеку. У пиннулярии, как и у других диатомовых, наблюдается вегетативное и половое размножение. Бесполого размножения нет. Вегетативное размножение заключается в делении протопласта на две части. Ядро делится митозом. Створки раздвигаются, и каждая дочерняя клетка достраивает себе вторую створку, которая обязательно будет гипотекой. Поэтому потомство одной из дочерних клеток уменьшается в размере. Но этот процесс прерывается своеобразно протекающему половому размножению: сблизившиеся две особи покрываются слизью и делятся мейозом. Из каждой возникшей тетрады у одних видов остается по одной, у других по две клетки, остальные отмирают. К этому времени гипотека и эпитека раздвигаются, и две образовавшиеся гаметы сливаются, образуя зиготу, которая покрывается растяжимой тонкой оболочкой и начинает расти. После достижения типичной для данного вида величины она вырабатывает эпитеку, а затем гипотеку и становится новой особью.

Отдел Бурые водоросли

Материал. Фиксированный микропрепарат части таллома ламинарии.

Общие замечания

В морях и океанах обитают бурые водоросли. В больших количествах они скапливаются иногда у берегов, прибываемые волнами.

Большинство бурых водорослей прикрепляются ризоидами к субстрату. Среди них нет ни одноклеточных, ни колониальных форм, все они многоклеточные (однолетние и многолетние).

Величина их от нескольких миллиметров до 60 м. Они имеют вид лент, кустиков, пластинок. У некоторых имеются талломы, дифференцированные как бы на стебельчатую и листовидную части.

Внутреннее строение у многих бурых водорослей характеризуется образованием примитивных тканей – ассимиляционной, механической, проводящей, запасающей. Оболочка клеток состоит из целлюлозы, пектиновых веществ и альгиновой кислоты, об-

разующих снаружи слизь. Клетки одноядерные, хроматофоры зернистые.

Окраска хроматофоров зависит от пигментов – хлорофилла *a* и *c*, фукоксантина и каротиноидов. Все они участвуют в фотосинтезе. Пиреноиды отсутствуют. Запасными веществами у бурых водорослей являются полисахарид ламинарин, у некоторых видов – масло и моносахара.

Бесполое размножение происходит при помощи зооспор или неподвижных тетраспор.

Ламинария сахарная распространена в наших северных и восточных морях (рисунок 118). Таллом ее достигает 1–5 м в дли-

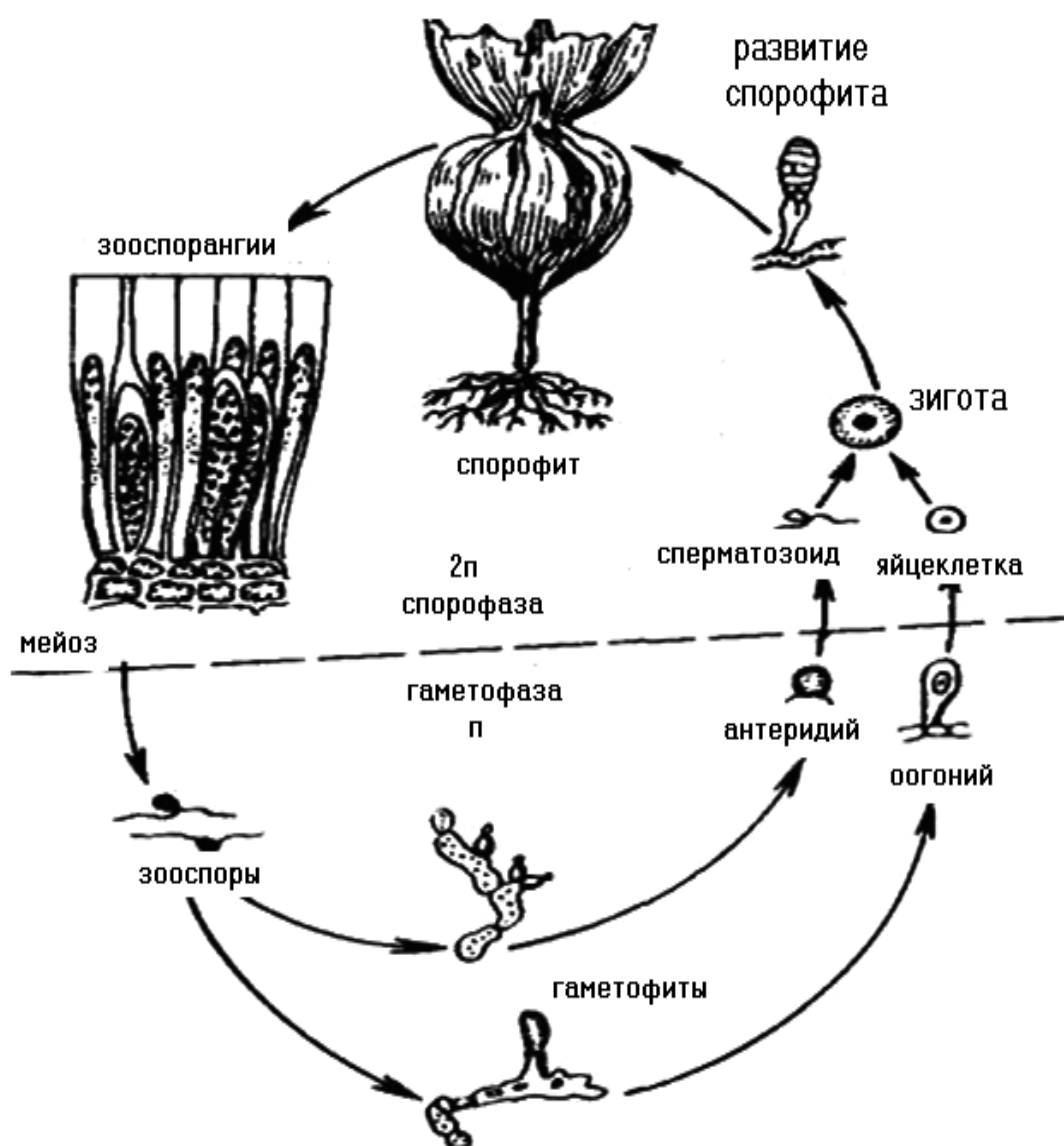


Рисунок 118 – Ламинария (чередование поколений)

ну и нескольких десятков сантиметров в ширину. Это диплоидное поколение. На ней возникают зооспорангии, в которых после мейоза и последующих митозов образуются многочисленные гаплоидные зооспоры. После вскрывания зооспорангия зооспоры некоторое время плавают в воде, а затем прорастают в очень маленькие нитевидные мужские и женские гаметофиты (заростки). На мужских заростках образуются антеридии с одним сперматозоидом в каждом из них. На женских заростках возникают оогонии с одной яйцеклеткой на каждом. Сперматозоид, достигнув оогония, оплодотворяет яйцеклетку. Из зиготы вырастает снова диплоидное поколение – само растение ламинарии.

Бурые водоросли имеют практическое значение. Из них получают йод, бром, а также натриевую соль альгиновой кислоты, которая дает превосходный клей для текстильной промышленности. Ламинария широко используется в корм домашним животным.

Некоторые бурые водоросли идут в пищу человека («морская капуста»), применяются в медицине. Из них получают соли калия, натрия. Бурые водоросли служат в качестве удобрений.

Отдел Красные водоросли

Общие замечания

Большинство красных водорослей обитает в теплых морях тропиков, субтропиков и умеренной зоны. Они могут жить на большой глубине, до 100 м. Некоторые виды живут в пресной воде; предпочитают горные ручьи. Водоросли прикрепляются к субстрату. Длина багряных водорослей не превышает 2 м. Таллом у них нитевидный, кустистый или в виде пластинок. Почти все они многоклеточные. Клетки большей частью одноядерные. Хроматофоры дисковидные или пластинчатые. Пиреноиды обычно отсутствуют. Пигменты разнообразные, придающие красивую розовую, красную, сиреневую и другие окраски.

Кроме хлорофилла *a* и *d*, имеются каротиноиды, фикоэритрин и иногда фикоциан. Разнообразие пигментов дает возможность красным водорослям фотосинтезировать при разной толщине слоя воды. Красная окраска позволяет им поглощать сине-фиолетовые лучи, проникающие в морях и океанах на наибольшую глубину (до 100 м).

В качестве запасного вещества вырабатывается особый багрянковый крахмал, который обычно в виде маленьких зернышек находится в цитоплазме, реже в хроматофорах. У некоторых видов накапливается масло. Оболочки клеток состоят из целлюлозы и пектиновых веществ; на их поверхности образуется слизь.

Вегетативным способом красные водоросли, за редким исключением, не размножаются. Половое размножение специфичное. Мужские и женские органы появляются в большинстве случаев на разных растениях. Антеридии развиваются в больших количествах. Они представляют собой маленькие клетки с ядром, цитоплазмой, без хроматофора (рисунок 119).

Красные водоросли имеют практическое применение. Из зо-

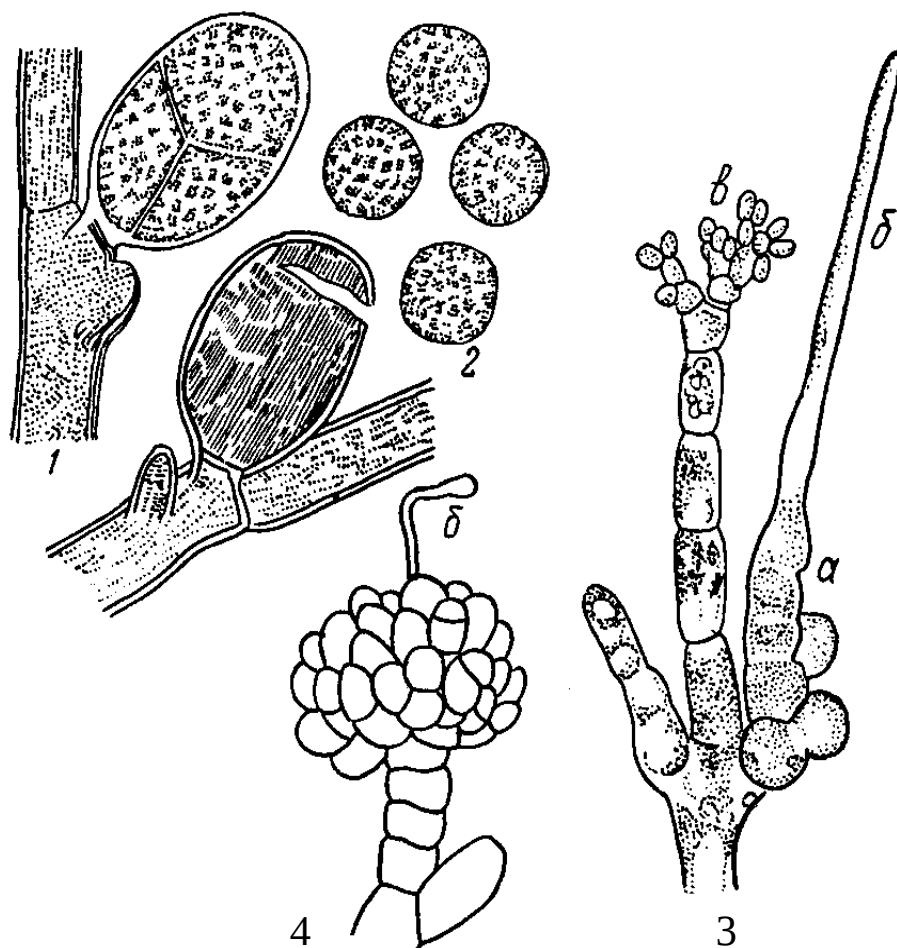


Рисунок 119 – Размножение багрянок: 1 – тетраспорангий с тетраспорами; 2 – выпадение тетраспор; 3: а – карпогон с трихогиной – б; в – антеридий; 4 – цистокарпий, развившийся из оплодотворенного карпогона, сверху – трихогина (б)

лы получают йод и бром. Студенистое вещество агар-агар, широко применяемое в микробиологии для культуры бактерий, также вырабатывают из багрянок. Многие из них являются сырьем для получения клея. Некоторые служат кормом для домашних животных (порфира). В Японии водоросль порфиру специально культивируют, из нее готовят «красный морской салат», используемый в пищу.

Задания

1. Рассмотреть под микроскопом одноклеточную водоросль хламидомонаду, зарисовать ее внешний вид, размножение.

2. Рассмотреть под микроскопом на постоянном препарате нитчатую водоросль спирогиру, зарисовать конъюгацию спирогиры, сделать обозначения.

3. Рассмотреть на постоянном препарате многоклеточную водоросль хару, зарисовать внешний вид и часть таллома с оогониями и антеридиями, сделать обозначения.

4. На постоянном микропрепарате рассмотреть одноклеточную водоросль пиннулярию.

5. Ознакомиться со строением и размножением бурых и красных водорослей по рисункам и таблицам, зарисовать.

6. Заполните таблицу 11.

Таблица 11 – Водоросли

Водоросли	Способ размножения		Вещества клеточной стенки	Форма хроматофора	Пигменты	Запасные продукты
	бесполое	половое				
Диатомовые						
Бурые						
Красные						
Зеленые						

Контрольные вопросы

1. Каково строение тела водорослей, типы их таллома?
2. Каковы особенности строения клетки у зеленых водорослей?
3. Дайте краткую характеристику способов размножения зеленых водорослей.
4. Назовите черты примитивного строения зеленых водорослей.
5. Как устроена клетка пиннулярии?
6. Какими способами размножается ламинария?
7. Какое значение имеют водоросли в хозяйстве человека?

ВОПРОСЫ К МОДУЛЮ ПО ТЕМЕ: «НИЗШИЕ ОРГАНИЗМЫ»

1. Общая характеристика Надцарства Прядядерные.
2. Отдел цианобактерии.
3. Надцарство Ядерные – общая характеристика.
4. Отдел Грибы. Общие сведения.
5. Класс Хитридиевые (ольпидий капустный).
6. Класс Оомицеты (фитофтора).
7. Класс Зигомицеты (мукор).
8. Сумчатые грибы – общая характеристика.
9. Подкласс Голосумчатые. Подкласс Плодосумчатые (дрожжи, спорынья, сморчки).
10. Класс Базидиальные – общая характеристика.
11. Подкласс Холобазидиомицеты.
12. Подкласс Фрагмобазидиомицеты: головневые (пыльная и твердая головня пшеницы).
13. Подкласс Фрагмобазидиомицеты: ржавчинные (линейная ржавчина пшеницы).
14. Несовершенные грибы. Общая характеристика, представители.
16. Значение грибов.
17. Отдел Слизевики.
18. Отдел Лишайники. Характеристика, классификация, строение, размножение, значение.
19. Водоросли – общая характеристика.
20. Цитологические особенности водорослей.
21. Размножение водорослей.

22. Отдел красные водоросли (багрянки). Представители, размножение, значение.

23. Отдел зеленые водоросли (хламидомонада, спирогира, хара).

24. Отдел диатомовые водоросли (пиннулярия).

25. Отдел бурые водоросли (ламинария).

26. Значение водорослей в природе и жизни человека.

ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Тема 36 Высшие споровые растения

Отдел Моховидные

Материал. Гербарные образцы мха кукушкина льна; постоянные микропрепараты стебля, антеридия, архегония и спорогона мха кукушкин лен.

Общие замечания

В жизненном цикле моховидных, как и у других высших растений, чередуются две фазы: гаметофит (n) и спорофит ($2n$), однако, в отличие от других групп высших растений, в нем доминирует гаметофит. Гаметофит имеет вид побега, расчлененного на «стебли» и «листья», или листовидного таллома. Корней нет. Их функцию выполняют ризоиды. Спорофит, называемый у моховидных *спорогоном*, представляет собой цилиндрическую *ножку*, заканчивающуюся шаровидной или цилиндрической *коробочкой*, внутри которой образуются споры. Отдел делится на три класса: Антоцеротовые, Печеночные и Листостебельные мхи.

Рассмотрим класс *Листостебельных* мхов. В нашей флоре наиболее известный вид – *кукушкин лен*. Гаметофиты кукушкина льна раздельнополые. На верхушках мужских особей (красно-бурого цвета) развиваются антеридии, между которыми находятся бесплодные выросты стебля – *парафизы*, на верхушках женских – архегонии. Архегоний (с парафизами) имеет удлиненную шейку и расширенное брюшко, прикрепленное к ножке (рисунок 120).

Оплодотворение – подвижными двужгутиковыми сперматозоидами в дождливую погоду. Из зиготы на верхушке женского гаметофита вырастает спорофит, имеющий вид коробочки на ножке. Коробочка снаружи прикрыта колпачком. Внутри коробочки – спорангий, где после мейоза образуются споры. После созревания спор колпачок, а затем и крышечка отделяются, и споры высыпаются через отверстия на верхушке коробочки. Во влажную погоду эти отверстия прикрываются рядом зубцов – *перистомом*.

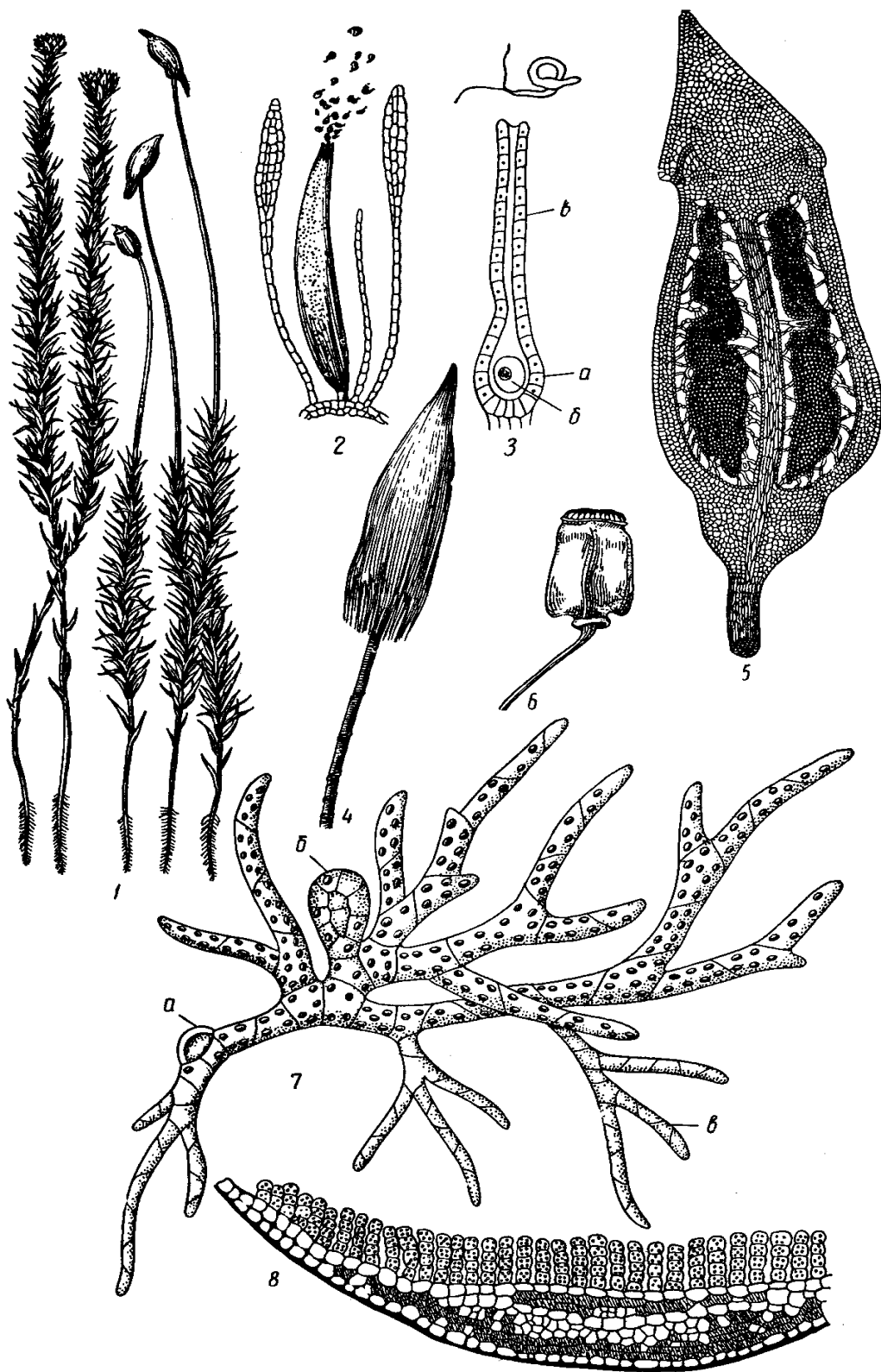


Рисунок 120 — Кукушкин лен обыкновенный: 1 — общий вид двух мужских и трех женских растений; 2 — антеридий со сперматозоидами и парафизы; 3 — архегоний (а — брюшко, б — яйцеклетка, в — шейка); 4 — спорогоний с колпачком; 5 — продольный разрез коробочки; 6 — коробочка без крышечки; 7 — протонема (а — спора, б — почка, в — многоклеточные ризоиды); 8 — поперечный разрез листа

Споры разносятся ветром и, попав в благоприятные условия, прорастают. Сначала образуется протонема, сходная с нитчатой водорослью, на которой из особых почек формируются листостебельные побеги. Эти побеги вместе с протонемой представляют гаплоидное поколение – гаметофит, коробочка на ножке – диплоидное – спорофит.

Задания

1. Изучить по гербарным образцам, таблицам и рисункам гаметофит и спорофит мха кукушкина льна. Зарисовать внешний вид мужского и женского гаметофитов и поперечный разрез стебля и листа, а также верхушку мужского гаметофита с антеридиями и верхушку женского гаметофита с архегониями.

2. Рассмотреть в микроскоп микропрепараты антеридия, архегония и спорогона мха (кукушкин лен). Зарисовать коробочку спорогона в продольном разрезе.

3. Зарисовать схему цикла развития мха кукушкина льна.

Отдел Плауновидные

Материал. Гербарные образцы плауна булавовидного; постоянные микропрепараты продольных срезов спороносных колосков.

Общие замечания

Характерным признаком плауновидных являются мелкие, иногда чешуевидные листья (микрофиллы), близко расположенные друг к другу. Плауновидные имеют хорошо выраженные *стебли*, травянистые или деревянистые, а также *корни*. Стебли и корни ветвятся *дихотомически*. В цикле развития плауновидных выраженным поколением является спорофит ($2n$). Отдел подразделяют на два класса: Плауновые и Полушниковые.

Рассмотрим широко распространенный представитель класса Плауновые – *плаун булавовидный*. Обитатель сырых хвойных лесов. Его длинные (до 3 м) стелющиеся дихотомически ветвящиеся побеги густо усажены жесткими мелкими листьями. От стебля отходят тонкие придаточные корни (рисунок 121).

В середине лета на верхушках приподнимающихся веточек по-

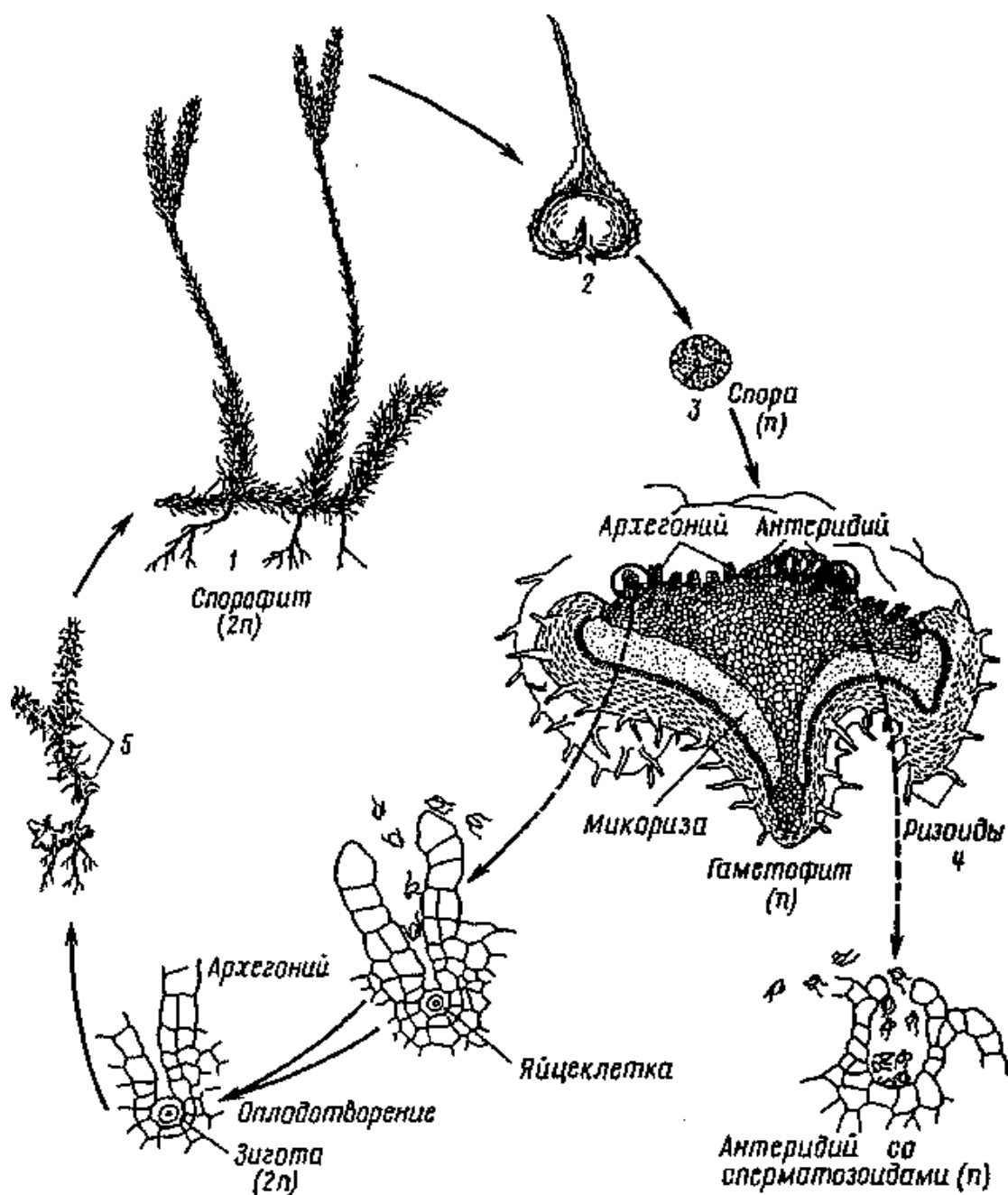


Рисунок 121 – Цикл развития плауна булавовидного:

1 – спорофит; 2 – спорофилл со спорангием;
3 – спора; 4 – гаметофит с антеридиями
и архегониями; 5 – развивающийся на гаметофите
из зародыша молодой спорофит

являются булавовидные спороносные колоски, обычно по два на ножках. Колосок состоит из оси и сидящих на ней листочков (спорофиллов). На верхней стороне спорофилла находится крупный почкообразный спорангий на короткой ножке, в котором после мейоза образуются споры. Описанное растение представляет собой диплоид-

ный спорофит. Из спор развивается гаплоидный заросток – гаметофит. Это очень маленький (2–5 мм) бесцветный таллом, ведет подземный образ жизни. От нижней его поверхности отходят ризоиды. Через них в заросток врастают гифы гриба, образуя микоризу. В симбиозе с грибом живет заросток, лишенный хлорофилла и не способный к фотосинтезу очень долго: от 6 до 15–20 лет. Лишь тогда на его верхней стороне образуются антеридии и архегонии.

После оплодотворения яйцеклетки двужгутиковым сперматозоидом из зиготы развивается зародыш спорофита, растущий в брюшке архегония, а затем и взрослое растение.

Задания

1. Изучить по гербарным образцам, таблицам и рисунку гаметофит и спорофит плауна булавовидного. Зарисовать его внешний вид, поперечный разрез стебля и листа, а также участок оси колоска со спорофиллами, спорофилл со спорангием, две-три споры.

2. Зарисовать схему цикла развития плауна булавовидного.

Отдел Хвощевидные

Материал. Живые и гербарные образцы хвоща полевого, хвоща лугового, хвоща лесного, засушенные спороносные колоски этих растений, постоянные микропрепараты продольных срезов спороносных колосков.

Общие замечания

Характерный признак спорофитов хвощевидных – боковое ветвление побегов с мутовчатым размещением боковых побегов.

Листорасположение также мутовчатое. Узлы и междоузлия четко выражены. Листья мелкие (микрофиллы), редуцированные, с одной средней жилкой. Спорангии сидят на *спорангиофорах*, собранных в спороносные колоски.

Рассмотрим широко распространенный вид – *хвощ полевой*. Это многолетнее растение с корневищем, от которого отходят придаточные корни и надземные побеги, обычно однолетние. Побеги имеют типичное членистое строение. От узлов отходят мутовки бурых чешуйчатых листьев, сросшихся в трубчатое влагали-

ще, и мутовки боковых побегов. Функцию фотосинтеза выполняют ребристые стебли, в коре которых содержатся клетки с хлоропластами. Клетки эпидермы пропитаны кремнеземом (рисунок 122).

Споры образуются в спороносных колосках, развивающихся на верхушках специализированных спороносных бесхлорофилльных побегах. На оси колосков находятся спорангиофоры (видоизмененные спороносные боковые побеги), имеющие вид

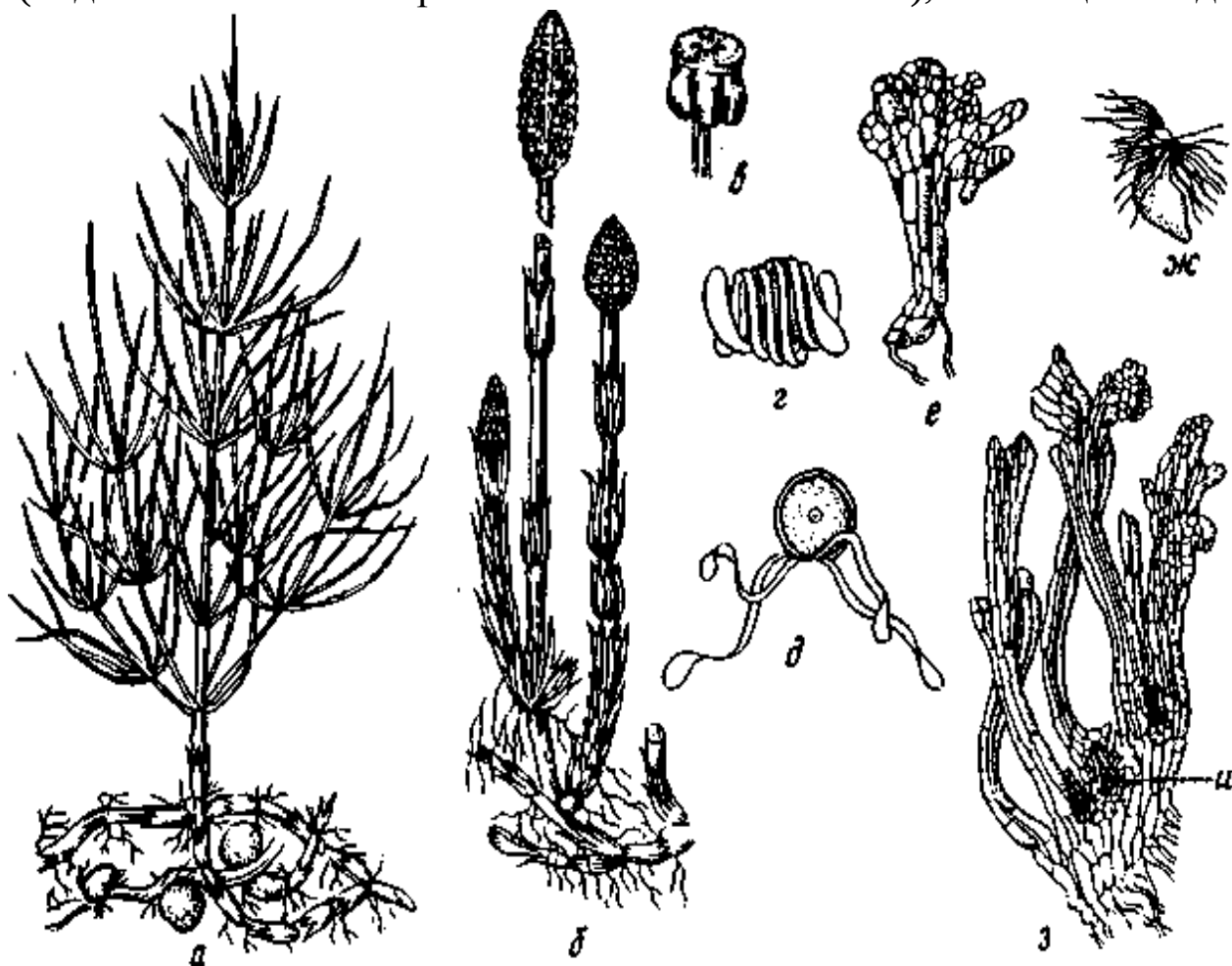


Рисунок 122 – Хвощ полевой: а, б – вегетативный и спороносный побеги спорофита; в – спорангиофор со спорангиями г, д – споры; е – мужской гаметофит с антеридиями; ж – сперматозоид; з – обоеполый гаметофит с архегониями (и)

щитка на ножке, к которому прикреплено 8–10 спорангиев. Образовавшиеся после мейоза споры одеты толстой оболочкой, снабженной лентовидными пружинками – элатерами. При высыхании элатеры раскручиваются, а при увлажнении закручиваются. Благодаря им споры сцепляются в довольно крупные, но рыхлые комочки.

Вследствие этого они лучше разносятся ветром, а при их прорастании образуется целая группа заростков, что обеспечивает оплодотворение.

Хотя споры внешне одинаковы, но физиологически различны. При их прорастании образуются мужские и обоеполые заростки. Заростки очень маленькие, размером с булавочную головку растения. Они имеют вид небольших зеленых рассеченных пластинок, от нижней поверхности которых отходят ризоиды. Гаметофиты достигают зрелости через три-пять недель. На концах лопастей мужских заростков развиваются антеридии. В средней части более крупных обоеполых заростков архегонии развиваются раньше антеридиев, что увеличивает вероятность оплодотворения чужими сперматозоидами. Сперматозоиды спирально скрученные, многожгутиковые. Из зиготы, минуя период покоя, развивается зародыш, а из него – взрослый спорофит (см. рисунок 122).

Весенние бесхлорофилльные неветвящиеся спороносные побеги, на верхушках которых находятся спороносные колоски, после созревания спор отмирают, а на смену им от тех же корневищ образуются летние вегетативные ассимилирующие побеги с мутовками зеленых веточек. У других видов (хвоща болотного и речного) спороносные колоски образуются на ассимилирующих побегах.

Отдел Папоротниковидные

Материал. Гербарные образцы щитовника мужского; постоянные препараты срезов вайи с сорусом и заростка этого вида; таблицы.

Общие замечания

Характерные особенности папоротников: преобладание долговечного листостебельного спорофита над примитивным гаметофитом; наличие у спорофита крупных, обычно перисторассеченных, сложно устроенных листьев – *вай*; расположение спорангиев группами (сорусами) на нижней стороне листьев.

Щитовник мужской – один из наиболее широко распространенных лесных папоротников.

Листья папоротников (вайи) разнообразны по величине, форме и расчлененности. Наиболее часто листовая пластинка перистая или дважды-, триждыперистая. В молодом возрасте листья свернуты улиткообразно, рост их длится несколько лет, нарастают они верхушкой.

На нижней стороне зеленых листьев образуются спорангии, сидящие кучками – сорусами на выросте листа – плаценте и прикрытые общим покрывальцем – индузием (рисунок 123). Стенка спорангия однослойная, из тонкостенных клеток, среди которых выделяется кольцо, вернее, полукольцо клеток с сильно утолщенными стенками. Утолщены лишь внутренние и радиальные стенки, поэтому при падении тургора к моменту созревания спор внешние стенки клеток кольца сжимаются, и стенка спорангия разрывается поперек. Гаплоидные споры, образовавшиеся в результате мейоза, высыпаются и, попав в благоприятные условия, прорастают, давая обоеполый заросток (гаметофит). Заростки большинства папоротников однообразны. Это сердцевидная зеленая пластинка около 1 см^2 , однослойная по краям и многослойная в середине. Точка роста находится в выемке. От нижней стороны отходят ризоиды. Здесь же образуются вначале антеридии, а позднее (на более молодой многослойной части, ближе к выемке) – архегонии. Раскрываются антеридии во время дождя или обильной росы, сперматозоиды (штопорообразно извитые с пучком жгутиков) проникают в архегонии и оплодотворяют яйцеклетку. Из зиготы развивается зародыш, а затем взрослый спорофит.

За исключением нескольких родов, все папоротники равноспоровые. У них наблюдается правильная смена поколений с преобладанием диплоидного многолетнего сложно организованного спорофита над гаплоидным примитивно устроенным гаметофитом.

Задания

1. Используя гербарные образцы и таблицы, изучить строение папоротника щитовника мужского. Зарисовать спорофит и гаметофит щитовника мужского.

2. Рассмотреть под микроскопом и зарисовать поперечный срез соруса щитовника мужского. Схематично зарисовать участок вайи с сорусом и обозначить его части.

3. Составить схему жизненного цикла щитовника мужского.

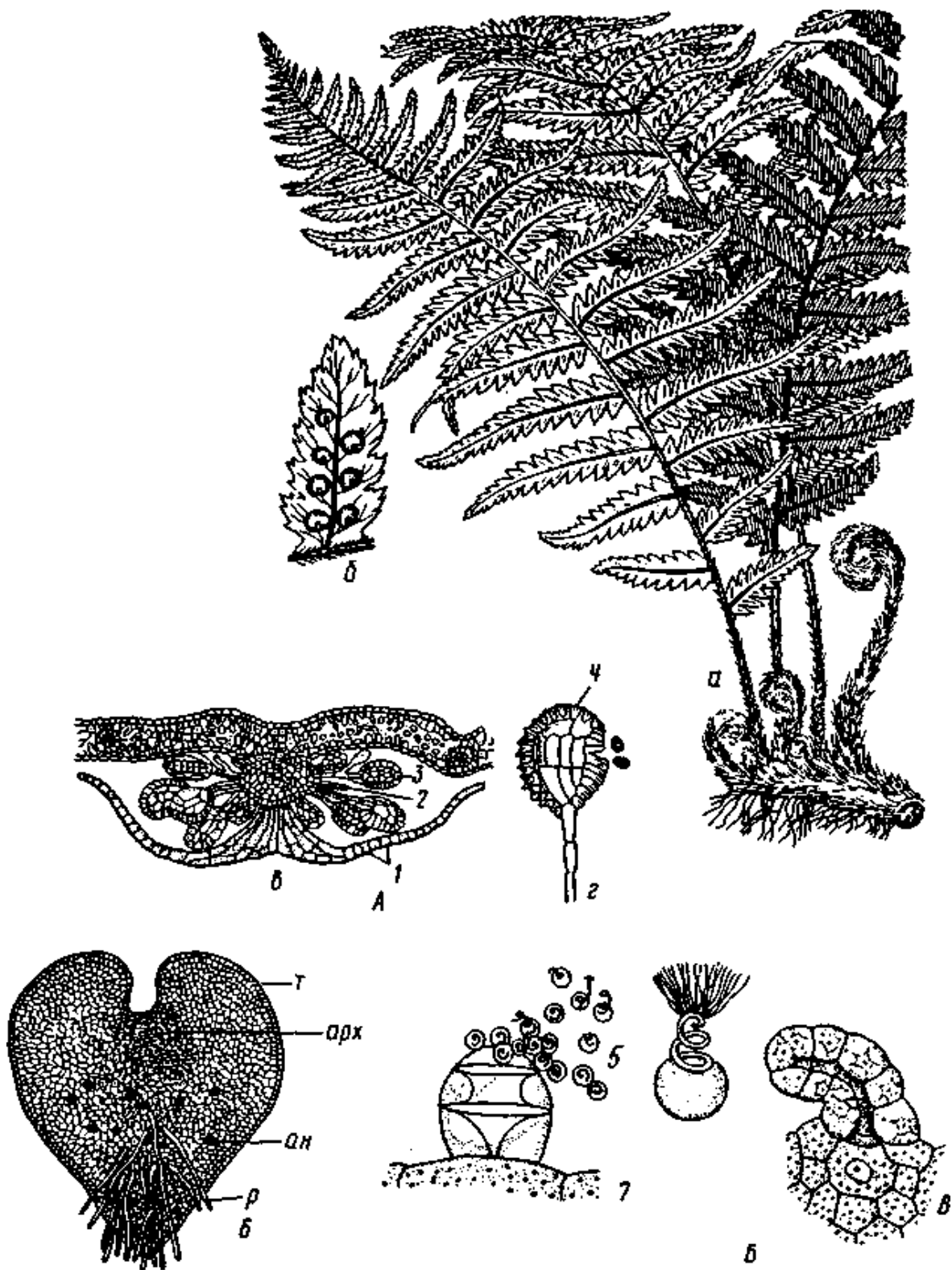


Рисунок 123 — Щитовник мужской: А — спорофит: о — общий вид; б — сорусы на нижней стороне вайи; в — разрез соруса (1 — индустий, 2 — плацента, 3 — спорангий); г — спорангий (4 — кольцо); Б — гаметофит: 5 — сперматозоиды; б — заросток с нижней стороны (т — таллом, р — ризоиды, арх — архегонии, ан — антеридии); 7 — выход сперматозоидов из антеридия; 8 — архегонии с яйцеклеткой

Самостоятельная работа

Изучив высшие споровые растения, заполните таблицу 12.

Таблица 12 – Сравнительная характеристика высших споровых растений

Отдел, класс	Представитель	Спорофит	Гаметофит	Особенности жизненного цикла

Контрольные вопросы

1. Каков жизненный цикл мха кукушкин лен?
2. Каково строение спороносного колоска, спорангиев и спор у плауна булавовидного?
3. Какой жизненный цикл у хвоща полевого?
4. Каково строение гаметофита щитовника мужского?
5. В чем отличие в строении спорофита и гаметофита папоротников и мхов?
6. В чем сходство и отличие циклов развития папоротников и мхов?

СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Тема 37 Отдел Голосеменные, или Сосновые

Материал. Гербаризованные ветки с шишками сосны обыкновенной, ели обыкновенной, туи западной. Постоянные микропрепараты продольных срезов мужских шишек и семязачатков сосны обыкновенной.

Общие замечания

Общее число видов современных голосеменных растений сравнительно невелико – около 800 (в 12 раз меньше, чем папоротников, в 300 раз меньше, чем покрытосеменных). Голосеменные распространены по всему земному шару, составляют около 35 % запасов мировой древесины. Большинство (около 600 видов) голосеменных составляют хвойные.

Голосеменные – разнотелые растения, спорофит преобладает над гаметофитом, который не имеет самостоятельного существования. Спорофиты голосеменных – древесные, реже кустарниковые, исключительно сухопутные растения. Травы неизвестны.

В течение всей жизни функционирует система главного корня, что отличает голосеменные от папоротников и остальных споровых растений. Корни имеют сложное анатомическое строение, сходное с покрытосеменными растениями, способны к вторичному утолщению.

Стебель всегда деревянистый, нарастающий моноподиально, может достигать огромного возраста – до 3000 лет и более и больших размеров (высота более 100 м).

Стебли сложного анатомического строения, камбий обеспечивает вторичное утолщение с образованием вторичных ксилемы и флоэмы. Трахеальные элементы – трахеиды с окаймленными порами; ситовидные – ситовидные клетки с ситечками на боковых стенках. Сосуды есть только у высших представителей – гнетовых.

У многих образуются перидерма и корка.

Листья у тропических и субтропических голосеменных крупные, перисторассеченные; у внетропических – цельные, небольшие в виде игл (хвоя сосны, ели), чешуи (туя, кипарис) или более крупные ивовидные (подокарпус) и двухлопастные (гинкго).

Размножение. Вегетативное размножение встречается редко,

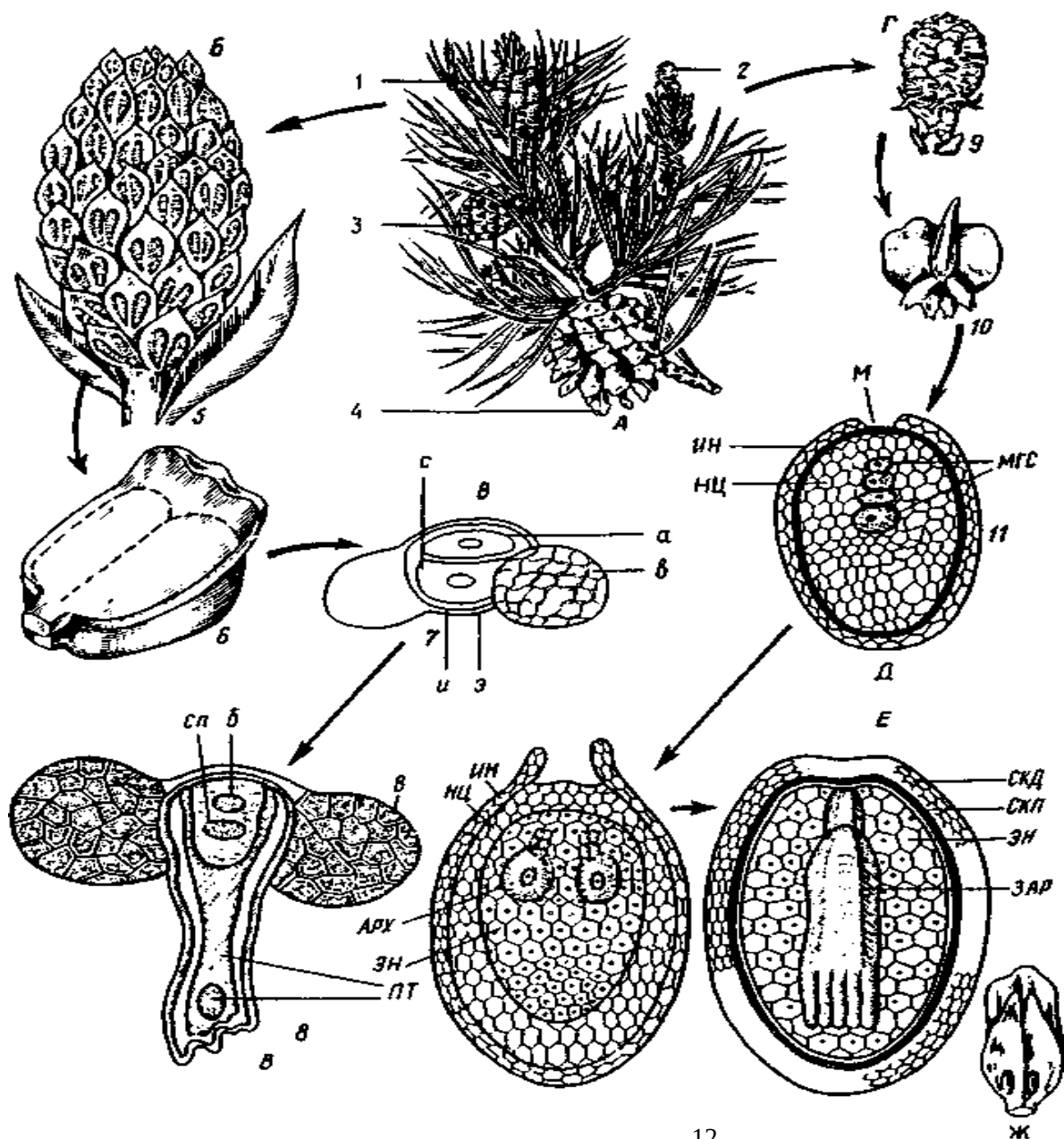
оно возможно черенками у некоторых хвойных (кипарисовые) или отводками (пихта).

Семенное размножение рассмотрим на примере *сосны лесной* (обыкновенной). В лесу сосна начинает давать семена обычно после 40 лет, при свободном стоянии – через 15–20 лет. Сосна – одностомное разноспоровое растение. Микро- и мегаспорангии сосен образуются на одном и том же дереве в отдельных шишках. Шишки появляются весной на молодых побегах. В основании одних побегов собраны группами мужские шишки, на верхушках других образуются одна-две женские. Мужская шишка имеет ось, к которой прикреплены чешуи – микроспорофиллы. На нижней стороне чешуи находится по два микроспорангия (рисунок 124). В них в результате мейоза из клеток спорогенной ткани возникают многочисленные тетрады гаплоидных микроспор, одевающихся наружной плотной оболочкой (*экзиной*). Экзина относительно толстая, слоистая, кутинизирована. Образующаяся позднее *интина* (внутренняя оболочка микроспоры) тонкая и нежная, состоит из пектиновых веществ. У сосны и большинства других хвойных экзина отстает от интины, образуя два воздушных мешка. Увеличивая поверхность пыльцы, они способствуют переносу ее ветром, а при попадании пылинки в жидкость, выделяемую микропиле, играют роль поплавков, ориентирующих ее в нужном направлении.

Микроспоры начинают прорасти еще в микроспорангии. Из них формируются многочисленные мужские заростки (пылинки) – микроспоры. Сначала в результате последовательных делений ядра микроспоры отчленяются две проталлиальные клетки, которые очень быстро разрушаются. Оставшаяся крупная клетка делится еще раз, образуя меньшую – *антеридиальную* и большую – *сифоногенную* клетку (из нее впоследствии развивается пыльцевая трубка). В это время (май, начало июня) стенка микроспорангия (пыльника) лопается и двухклеточные пылинки высыпаются.

Пыльцы у хвойных образуется очень много, желто-зеленые облачка летят и оседают на женских шишках, осыпаются на землю, образуют желтый налет на поверхности водоемов со стоячей водой. Такое количество пыльцы достигается образованием большого числа микроспор. Оно необходимо для гарантии опыления, от которого зависит и успех оплодотворения.

Женские шишки также имеют ось, на которой в пазухах кроющих чешуй сидят семенные чешуи. Семенная чешуя – это укороченный и сильно редуцированный пазушный боковой побег.



12

Рисунок 124 – Семенное размножение сосны лесной: А – ветка сосны с мужскими (7) и женскими шишками: 2 – первого года жизни; 3 – второго года жизни после опыления; 4 – зрелая с высыпавшимися семенами; Б – мужская шишка: 5 – общий вид; 6 – микроспорофилл с двумя микроспорангиями В – пылинка: 7 – строение; 8 – прорастание (э – экзина, и – интина, в – воздушные мешки, а – антеридиальная клетка, с – сифоногенная клетка, б – ядро базальной клетки, сп – ядро спермагенной клетки, ПТ – пыльцевая трубка); Г – женская шишка: 9 – общий вид; 10 – семенная чешуя; Д – семязачаток: 11 – после образования мегаспор (ИН – интегумент, М – микропиле, НЦ – нуцеллус, МГС – мегаспоры); 12 – после развития женского гаметофита (ЭН – эндосперм АРХ – архегоний); Е – семя (СКД – семейная кожура деревянистая, СКП – семенная кожура пленчатая, ЗАР – зародыш); Ж – семенная чешуя с семенами

У сосны это трехлистный побег с одним верхним стерильным листом и двумя мегаспорофиллами. Каждый из них несет видоизмененный мегаспорангий – семязачаток. У сосны семенная чешуя срастается с кроющей, образуя единую, так называемую простую чешую. На ее верхней стороне располагаются два семязачатка.

Семязачаток состоит из центральной многоклеточной части – ядра, или нуцеллуса, и окружающего ее покрова – массивного интегумента. Интегумент вырастает из основания нуцеллуса, так называемой халазы, обрастает нуцеллус постепенно снизу вверх, оставляя на вершине отверстие – пылецевход, или микропиле. Нуцеллус является мегаспорангием, а интегумент – новое образование, не встречавшееся ранее.

Поздней весной или в начале лета чешуи в женской шишке раздвигаются. Пыльца, приносимая ветром, прилипает к капле жидкости, выделяющейся микропиле. Пылинки быстро погружаются в нее и втягиваются внутрь, попадая на нуцеллус. После опыления семенные чешуи смыкаются и деревенеют, обеспечивая защиту семязачатков. Они остаются плотно сжатыми до полного созревания семян. Во время опыления в пылинке нет еще мужских гамет, в семязачатке не развит женский заросток с архегониями. Через месяц после опыления одна из клеток нуцеллуса, расположенная вблизи микропиле, обособляется, претерпевает мейоз, в результате которого образуются четыре гаплоидные клетки – мегаспоры. Три из них отмирают, а четвертая (нижняя) прорастает в гаплоидный женский заросток.

Женский гаметофит представляет собой бесцветный многоклеточный таллом. Гаплоидная ткань его имеет характер запасющей паренхимы и накапливает (за счет материнского спорофита) значительное количество запасных веществ, главным образом масло. Через 14–15 месяцев после опыления из периферических клеток на микропилярном конце гаметофита образуются два архегония, погруженные в его ткань. Архегоний состоит из крупной яйцеклетки с большим ядром, над которой лежит рано исчезающая брюшная канальцевая клетка, и шейки из восьми мелких клеток, расположенных в два этажа. Яйцеклетка погружена в ткань гаметофита, окруженную нуцеллусом, интегументом и чешуями шишки.

Все это время пылецевая трубка очень медленно растет, прокладывая себе путь между клетками нуцеллуса. Оплодотворение

происходит лишь после перезимовки. *Антеридиальная* клетка пылинки делится, образуя *базальную* и *спермагенную* клетки. Они попадают в пыльцевую трубку, где спермагенная клетка делится, образуя два спермия – лишенные жгутиков мужские гаметы. Пыльцевая трубка доносит спермин до архегония, где один из них сливается с яйцеклеткой, а второй гибнет. Оставшийся архегоний обычно разрушается.

Из зиготы развиваются подвесок и зародыш. Клетки подвеска сильно вытягиваются и проталкивают формирующийся зародыш внутрь ткани женского гаметофита, которая к этому времени накапливает запас питательных веществ. Ее называют первичным эндоспермом. Семязачаток после оплодотворения превращается в семя. В семени зародыш окружен эндоспермом, к которому прилегает тонкая пленка – остаток нуцеллуса. Снаружи семя покрыто твердой кожурой, возникшей из интегумента. Кожура и пленка образовались из тканей мегаспорангия, они имеют диплоидный набор хромосом. Эндосперм – вегетативная часть гаметофита, он гаплоидный, а зародыш – новое поколение спорофита – имеет диплоидный набор хромосом. Сформировавшийся зародыш состоит из корешка, стебелька, нескольких семядолей и почечки. Семя сосны снабжено легким крылышком, образовавшимся из тканей семенной чешуи.

Семена созревают через полтора года после опыления. К этому времени шишки из зеленых становятся бурыми, в солнечные дни в конце зимы чешуи их раздвигаются и семена высыпаются. Благодаря крыловидным придаткам семена разносятся ветром на большие расстояния. Весной семена прорастают и дают новые сосны.

Голосеменные растения имеют следующие *основные особенности строения*:

разноспоровый спорофит преобладает, представлен древесным или кустарниковым растением с главным корнем; имеет сложное анатомическое строение;

гаметофит редуцирован, лишен самостоятельного существования, развивается на спорофите; женский гаметофит – тканевый эндосперм со сформированными архегониями, образуется и развивается внутри видоизмененного мегаспорангия – семязачатка; мужской – пыльцевое зерно, пылинка – состоит из нескольких клеток, образуется в микроспорангии (пыльнике) внутри оболоч-

ки микроспоры, завершает свое развитие в семязачатке, содержащем женский гаметофит;

оплодотворению предшествует опыление;

оплодотворение осуществляется сперматозоидами или спермиями, доставляемыми к архегониям пыльцевой трубкой;

размножение происходит с помощью семян, развивающихся из семязачатков, лежащих открыто (голо) на семенных чешуях.

Отдел Голосеменные включает семь классов: Семенные папоротники, Саговниковые, Беннеттитовые, Кордаитовые, Гинкговые, Хвойные, Гнетовые.

Задания

1. По гербарным образцам изучить строение сосны обыкновенной, ели обыкновенной, туи западной. Зарисовать ветки изученных растений и сделать обозначения.

2. Рассмотреть с помощью лупы строение мужской и женской шишек сосны обыкновенной. Зарисовать под микроскопом препараты мужской и женской шишек сосны обыкновенной. Зарисовать продольный разрез мужской и женской шишек. Сделать обозначения.

3. Изучить и зарисовать строение пыльцевого зерна (мужского гаметофита) и семязачаток с женским гаметофитом сосны обыкновенной.

4. Зарисовать внешний вид и продольный разрез семени сосны обыкновенной.

5. Составить схему жизненного цикла сосны обыкновенной.

Контрольные вопросы

1. Каковы наиболее важные признаки, отличающие голосеменные от высших споровых растений?

2. Как образуется мужской гаметофит хвойных?

3. Как развивается женский гаметофит хвойных?

4. Как образуется семя, каково его строение?

5. Каково строение семени голосеменных?

**ВОПРОСЫ ПРОГРАММИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
ПО ТЕМЕ: «ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ,
ГОЛОСЕМЕННЫЕ»**

1. В жизненном цикле плаунов, хвощей и папоротников преобладает...

- 1) гаметофит;
- 2) спорофит.

2. Гаметофит настоящего мха состоит из...

- 1) ризоидов;
- 2) корней;
- 3) стеблеподобного органа;
- 4) листоподобных органов;
- 5) коробочки на ножке.

3. Спорофит папоротника мужского представляет собой...

- 1) спору;
- 2) спорангий;
- 3) спороносный побег;
- 4) коробочку на ножке;
- 5) корневищную траву с надземными побегами;
- 6) корневищную траву с крупными листьями (вайями).

4. Гаметофит является преобладающим поколением в цикле развития...

- 1) мхов;
- 2) плаунов;
- 3) хвощей;
- 4) папоротников.

5. Голосеменные растения распространяются...

- 1) спорами;
- 2) семенами;
- 3) пыльцой;
- 4) шишками.

ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ

Отдел насчитывает около 300 000 видов, произрастающих во многих климатических условиях.

Характерные особенности отдела:

наличие цветка;

семяпочка развивается внутри пестика и его завязи;

пыльца улавливается не семяпочками, как у голосеменных, а особым образованием – рыльце пестика. Семена развиваются в околоплоднике, который защищает семя, способствует его распространению;

наличие двойного оплодотворения;

в чередовании двух поколений преобладает бесполое поколение – спорофит, половое поколение – гаметофит, сильно редуцировано.

имеют более совершенное анатомическое строение, чем у предыдущих отделов. Элементы проводящей системы: сосуды, трахеи и ситовидные трубки – обеспечивают наиболее быстрое продвижение воды и пластических веществ, что способствует более энергичному обмену веществ в организме.

Наличие таких признаков позволяет утверждать, что цветковые растения достигли более высокого уровня эволюционного развития, чем предыдущие отделы.

Отдел цветковых делится на два класса – класс Однодольные и класс Двудольные. Класс Однодольные характеризуется зародышем из одной семядоли; мочковатой корневой системой; стебли без камбия; простыми листьями без прилистников с параллельным жилкованием; цветки чаще с простым околоцветником, трехчленные.

Класс Двудольные характеризуется зародышем из двух семядолей; первичный корешок развивается в главный корень, корневая система стержневая; листья с прилистниками, разнообразные по форме, часто сложные, с сетчатым жилкованием; стебель утолщается за счет камбия; цветки чаще с двойным околоцветником, пяти- и четырехчленные.

КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ. ПОДКЛАСС РАНУНКУЛИДЫ

Семейство ЛЮТИКОВЫЕ

Многолетние, однолетние травы, редко кустарники, лианы. Листья простые, лопастные или в различной степени расчлененные, без прилистников. Цветки одиночные или малоцветковые соцветия, правильные или неправильные, разнообразны по строению. Это объясняется тем, что отдельные роды находятся на разных ступенях эволюционного развития. Так, в строении цветка рода горицвет четко прослеживаются все признаки низкой организации: цветоложе сильно вытянуто, цветки неопределенные, спиральные, отсутствие нектарников, гинецей апокарпный, полимерный (из множества несросшихся между собой плодолистиков). У последующих родов (лютик) цветоложе несколько укорочено, чашечка и венчик пятичленные, располагаются замкнутым циклом, появились нектарники. У более эволюционно молодых родов (сакирки, борец) появляются более высокие специализированные структуры цветка: зигоморфность, шпорцы (приспособления к насекомопопылению), гинецей из одного плодолистика (апокарпный). Плоды многолистовка, листовка, многоорешек, реже – ягодовидные. Представители содержат ядовитые алкалоиды и не поедаются животными. Поэтому их присутствие на сенокосах и пастбищах не желательно.

Хозяйственное значение: ядовитые, декоративные, лекарственные.

Представители: горицвет весенний, лютик ползучий, сакирки полевые, ветреница, борец, пион, водосбор, чистяк, аконит, морозник, купальница, калужница.

МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЙСТВА ЛЮТИКОВЫЕ

Тема 38 Определение растений семейства ЛЮТИКОВЫЕ

Материал. Гербарий растений сем. Лютиковые, засушенные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему, составьте описание растения, указанного

преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.

2. Определить вид данного растения, записывая ход определения.

3. Зарисовать внешний вид растения.

Схема описания покрытосеменного растения

СЕМЕЙСТВО_____

1. Растение.

Древесное, кустарниковое, травянистое. Однолетнее, двулетнее или многолетнее.

2. Корневая система.

Происхождение – система главного корня, придаточных корней, смешанная.

Форма – стержневая, мочковатая, ветвистая.

Видоизменения корня – корнеплод, корнеклубни, присоски, прицепки, микориза, клубеньки.

3. Стебель:

а) прямостоячий, приподнимающийся, стелющийся, ползучий, цепляющийся, вьющийся;

б) ветвистый, неветвящийся;

в) опушенный, голый;

г) форма поперечного сечения: округлая, овальная, четырехгранная, трехгранная, сплюснутая;

д) видоизменения побега (метаморфозы): корневище – горизонтальное, вертикальное, длинное, короткое, тонкое, толстое; луковица – пленчатая, чешуйчатая; клубни – подземные, надземные; усики; колючки; кладодии и др.

4. Листья:

а) простые: черешковые, сидячие, влагалищные, нисбегающие, с прилистниками, без прилистников;

форма листовой пластинки: овальная, округлая, яйцевидная и др.;

форма края: цельная, зубчатая, пильчатая, городчатая, выемчатая;

жилкование: сетчатое: перистое или пальчатое; параллельное; дуговое;

характер расчленения: лопастные, отдельные, рассеченные;

тройчато-, пальчато-, перисторасчлененные.

б) сложные: парноперистые, непарноперистые, пальчатые, тройчатые;

число и форма листочков. . .

в) листорасположение: очередное, супротивное, мутовчатое, прикорневая розетка;

г) видоизменения: колючки, усики, филлодии, чешуи, чешуйки и др.

5. Соцветие:

а) **сложное:** симподиальное – монохазий (завиток, извилина), дихазий, плейохазий, тирс; моноподиальное – сложный колос, сложный колос, сложный зонтик, метелка, щиток;

б) **простое:** с удлиненной осью – кисть, колос, сережка, початок; с укороченной осью – зонтик, головка, корзинка.

6. Цветок:

а) актиноморфный, зигоморфный, ассиметричный. Обоепо-
лый, тычиночный, пестичный, бесполой. Половой тип растения:
однодомное, двудомное;

б) околоцветник – двойной, простой (венчиковидный, чашечковидный), цветок голый;

в) чашечка – правильная, неправильная, двугубая. Срост-
нолистная, раздельнолистная. Число чашелистиков –...; цвет – ... ;
опушение – ...; наличие подчашия – ... ; другие особенности – ... ;

г) венчик – спайнолепестный, раздельнолепестный; форма:
мотыльковый, двугубый, одногубый, язычковый, шпористый. На-
личие нектарников . . . ; количество лепестков . . . ; окраска . . . ;
форма лепестков . . . ;

д) андроцей: свободный – тычинки одинаковой длины, дву-
сильные, четырехсильные; сросшийся – однобратственный, дву-
братственный, многобратственный; число тычинок . . . ;

е) гинецей: одночленный, многочленный (апокарпный, цено-
карпный); число плодолистиков или пестиков . . . ; число столби-
ков . . . ; завязь: верхняя, нижняя, средняя.

Другие особенности цветка:

ж) формула цветка:

7. Плод:

а) простой (сухой – листовка, боб, стручок, стручочек, коро-
бочка; орех, орешек, семянка, крылатка, зерновка, желудь; сочный –
ягода, яблоко, тыква, померанец, костянка);

б) сборный (сборная листовка, сборная семянка, сборный орешек, сборная костянка); соплодие; ложный, истинный; сухой, сочный; односемянный, многосемянный.

Зарисовать внешний вид растения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТЕНИЯ

Ход определения семейства:

Название семейства:

Ход определения рода:

Название рода:

Ход определения вида:

Название вида:

Местообитание:

Местонахождение:

Практическое значение:

ПОДКЛАСС РОЗИДЫ

Семейство РОЗОВЫЕ

Деревья, кустарники, травы. Листья очередные, простые, сложные, с прилистниками, иногда опадающими. Цветки одиночные и в соцветиях, актиноморфные, циклические, обоеполые. Цветоложе – гипантий – выпуклое, плоское, вогнутое. Околоцветник двойной, 5-ти членный. Андроцей из многих тычинок, в нескольких 5- и 10-членных кругах; в бутоне тычинки обычно загнуты внутрь. Гинецей апокарпный, моно- и полимерный, или синкарпный, завязь верхняя и нижняя. Плод много костянка, многоорешек, костянка, яблоко и др.

Хозяйственное значение: пищевые, медоносные, декоративные, лекарственные растения.

Представители:

Подсемейство яблоневого: яблоня домашняя, груша обыкновенная, боярышник кроваво-красный, рябина, айва, арония.

Подсемейство сливового: слива домашняя, слива колючая (терн), вишня, персик, абрикос, черемуха, миндаль.

Подсемейство шиповниковое: лапчатка серебристая, гравилат речной, малина обыкновенная, ежевика, земляника, шиповник Беггера, илийский, альберта (белоцветковые), иглистый, морщинистый, коричный, собачий, войлочный (красноцветковые).

Подсемейство спирейные: спирея иволистная, рябинник.

Задание

1. Изучить по гербарию и таблицам растения данного семейства.

Тема 39 Определение растений семейства РОЗОВЫЕ

Материал. Гербарий растений сем. Розовые, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 352), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.
2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.
3. Зарисуйте внешний вид растения.

Семейство БОБОВЫЕ

Подсемейство Бобовые.

Многолетние, двулетние, однолетние травы, кустарники, деревья, 12000 видов. Корневая система стержневая, характерен симбиоз с клубеньковыми бактериями, фиксирующими азот воздуха. После отмирания растений запасы азота поступают в почву, вследствие чего бобовые являются накопителями азота в почве. Листья очередные, сложные, тройчатосложные, непарноперистосложные, парноперистосложные с прилистниками. Цветки неправильные, обоеполые, пятичленные. Околоцветник двойной. Чашечка состоит из пяти сросшихся чашелистиков, венчик мотылькового типа из пяти свободных лепестков (иногда лодочки сростаются). Андроцей из 10 тычинок (девять из них сросшиеся). Гинецей из одного плодолистика, завязь верхняя. Соцветие – кисть, головка, зонтик. Плод боб. Семя без эндосперма.

Хозяйственное значение: растения содержат много белка, жира и других азотсодержащих соединений, поэтому они широко

используются в качестве пищевых, кормовых, лекарственных, технических, декоративных, медоносных растений, а также для обогащения почвы азотистыми веществами.

Представители: клевер, люцерна, горох, вика, чина, люпин, донник, соя, фасоль, арахис, солодка, стальник, язвенник, нут, эспарцет, софора, лядвенец, чечевица, дрок, бобы, галега (козлятник), красное дерево, черное дерево.

Задание

1. Изучите по гербарию и живым растениям представителей данного семейства и их характеристику.

Тема 40 Определение растений семейства БОБОВЫЕ

Материал. Гербарий растений сем. Бобовые, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.

2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.

3. Зарисуйте внешний вид растения.

Семейство ЗОНТИЧНЫЕ или СЕЛЬДЕРЕЙНЫЕ

Многолетние, одно- и двулетние травы. Насчитывают 3000–3500 видов. Корневая система стержневая, многие образуют корнеплоды. Стебли внутри полые, вследствие разрушения сердцевины. Листья очередные. Черешки образуют вздутые влагалища, охватывающие стебель, простые, многократно перисто-рассеченные. Соцветие – сложный зонтик, редко – простой зонтик, головка. Цветки правильные, обоеполые. Околоцветник двойной. Чашечка часто редуцирована, венчик из пяти свободных лепестков с ноготками. Андроцей из пяти тычинок, прикрепленных к нектарному диску. Гинецей из двух сросшихся плодолистиков, завязь нижняя.

Плод двусемянка, семя с эндоспермом.

Хозяйственное значение: растения богаты эфирными маслами, смолами, алкалоидами; пряные, овощные, кормовые, ядовитые, ландшафтные растения.

Представители: петрушка огородная, укроп пахучий, пастернак посевной, морковь посевная, борщевик сибирский, вех ядовитый, болиголов крапчатый, сныть обыкновенная, кориандр (кинза), тмин, анис, горечник, порезник, собачья петрушка.

Тема 41 Определение растений семейства ЗОНТИЧНЫЕ или СЕЛЬДЕРЕЙНЫЕ

Материал: гербарий растений сем. Зонтичные или Сельдереиные, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.
2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.
3. Зарисуйте внешний вид растения.

ПОДКЛАСС ЛАМИДЫ

Семейство ПАСЛЕНОВЫЕ

Травы, лазающие кустарники насчитывают 2500 видов. Во флоре России 45 дикорастущих и 21 культивируемый вид. Листья очередные, простые, без прилистников, с цельной или расчлененной листовой пластинкой. Цветки одиночные или в завитках. Правильные, обоеполые, пятичленные. Околоцветник двойной, чашечка из пяти сросшихся чашелистиков, венчик из пяти сросшихся лепестков. Андроцей из пяти тычинок, приросших к трубке венчика. Гинецей синкарпный из двух сросшихся плодолистиков, завязь верхняя. Семена без эндосперма. Плод – ягода или коробочка. Характерно содержание ядовитых алкалоидов и гликозидов:

никотин (табак), гиасциамин, скополамин, атропин (красавка, белена, дурман), соланин (паслен).

Хозяйственное значение: пищевые, кормовые, вкусовые, технические, лекарственные, декоративные растения.

Представители: паслен черный, белена черная, дурман вонючий, картофель, табак и махорка, белладонна, перец стручковый, томат, баклажан, физалис.

Задание

1. Изучите по гербарию и таблицам, раздаточному материалу представителей данного семейства.

Тема 42 Определение растений семейства ПАСЛЕНОВЫЕ

Материал. Гербарий растений сем. Пасленовые, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.

2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.

3. Зарисуйте внешний вид растения.

Семейство ЯСНОТКОВЫЕ (ГУБОЦВЕТНЫЕ)

Преимущественно многолетние травянистые растения, реже полукустарники и кустарнички. Насчитывают свыше 200 родов и около 3500 видов. Широко распространены по всему земному шару, кроме Антарктиды, но особенно широко представлены в Средиземноморье. Стебли четырехгранные, листорасположение супротивное; листья простые, без прилистников. Стебель и листья покрыты железистыми волосками или железистыми чешуйками, выделяющими эфирное масло. Цветки зигоморфные, часто двугубые, изредка почти актиноморфные (мята). Венчик спайнолепестный, обычно двугубый. Андроцей – из четырех обычно двусильных тычинок, гинецей – из двух сросшихся плодолистиков. Завязь

верхняя, четырехгнездная. Соцветие – различные виды тирса. Плод – ценобий (сухой), при созревании распадается на четыре односемянные орешковидные доли.

Хозяйственное значение: пищевые, лекарственные, декоративные, сорные растения.

Представители: розмарин, лаванда, шалфей, базилик, мята, чабрец, иссоп лекарственный, живучка, яснотка белая, чистец, пикульник, черноголовка, змееголовник, душица, зопник.

Тема 43 Определение растений семейства ЯСНОТКОВЫЕ (ГУБОЦВЕТНЫЕ)

Материал. Гербарий растений сем. Яснотковые, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.
2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.
3. Зарисуйте внешний вид растения.

ПОДКЛАСС АСТЕРИДЫ

Семейство АСТРОВЫЕ или СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ

Однолетние, многолетние травы, кустарники, полукустарники, реже деревья. Насчитывают 20000–25000 видов.

Листья очередные, редко супротивные или в прикорневой розетке, простые, без прилистников, с цельной или с расчлененной листовой пластинкой. Корневая система стержневая. По строению венчика различают четыре типа цветков: трубчатые, язычковые, ложно-язычковые, воронковидные. Исходной формой является трубчатый. Все они пятичленные с двойным околоцветником, чашечка редуцирована до чешуек и хохолка. Лепестки венчика срастаются в трубку или язычок. Андроцей из пяти тычинок, сросшихся пыльниками. Гинецей паракарпный, из двух плодолисти-

ков, завязь нижняя. Соцветие корзинка, иногда корзинки собраны в сложный щиток или метелку. Цветки в корзинках одно- и разнотипные. По этому признаку различают два подсемейства: подсемейство *Языкоцветные* (цветки только язычковые), подсемейство *Трубочкоцветные* (цветки все или только срединные трубчатые, краевые ложноязычковые или воронковидные).

Тема 44 Определение растений семейства АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ)

Материал. Гербарий растений сем. Астровые, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.
2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.
3. Зарисуйте внешний вид растения.

КЛАСС ОДНОДОЛЬНЫЕ. ПОДКЛАСС ЛИЛИИДЫ

Семейство ЛИЛЕЙНЫЕ

Многолетние травы, реже однолетние, лианы и древовидные формы, 470 видов. Характерно наличие видоизмененных побегов: корневищ (ландыш), луковиц (тюльпан), кладодии (иглица). Листья слегка мясистые, линейные, ланцетовидные, часто в прикорневой розетке. Цветки правильные, обоеполые, шести лепестков (свободных или сросшихся). Андроей из шести свободных тычинок, расположенных в двух циклах. Гинецей из трех сросшихся плодолистиков, завязь верхняя. Соцветие кисть, простой зонтик, одиночные цветки. Плод – ягода, коробочка. Семена с эндоспермом. Содержат гликозиды.

Хозяйственное значение: ценные пищевые, декоративные, лекарственные, медоносные, ядовитые растения.

Представители: лилия, рябчик, гиацинт, тюльпан, ландыш

майский, сцилла, купена, безвременник, чемерица, вороний глаз.

Задания

1. Изучите по гербарию и таблицам, раздаточному материалу представителей данного семейства.
2. Определить изучаемые растения, пользуясь определителем.

Тема 45 Определение растений семейства ЛИЛЕЙНЫЕ

Материал. Гербарий растений сем. Лилейные, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.
2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.
3. Зарисуйте внешний вид растения.

Семейство МЯТЛИКОВЫЕ или ЗЛАКОВЫЕ

Одно из наиболее крупных семейств цветковых растений (около 650 родов, 11000 видов). Расселены по всему земному шару. Являются доминантами травянистых группировок растительности – степей, лугов, прерий. Однолетние, многолетние травы, редко древесные формы (бамбук). Корневая система мочковатая. Стебель полый (соломина) и выполненный (кукуруза, суданка), округлый. Узлы сильно вздутые со вставочной меристемой. Листорасположение очередное, двурядное. Листья влагалищные, с язычком, линейные. Влагалище замкнутое. Цветки мелкие, неправильные, обоеполые (у кукурузы раздельнополые). Околоцветник простой, представлен верхней цветковой чешуей, состоящей из 2-х сросшихся чешуй и двух лодичек (сросшиеся в пузырьки прицветные пленки). Андроцей из трех (у риса шести) свободных тычинок. Гинецей – паракарпный, из двух плодолистиков, завязь верхняя. Все соцветия сложные. Структурной единицей большинства соцветий яв-

ляется простой колос (1–40 цветков). Встречается сложный колос, метелка, султан. Плод зерновка (голая или пленчатая), семя с эндоспермом.

Хозяйственное значение: пищевые (хлебные), кормовые, сорные, лекарственные, декоративные, ядовитые.

Представители:

1. Подсемейство бамбуковидные – бамбук, арундинария, дендрокаламус, мелоканна;
2. Подсемейство мятликовые – пшеница, ячмень, овес, рожь, рис;
3. Подсемейство просовидные – просо, сорго, кукуруза, сахарный тростник, овсяница, мятлик, ежа, костер, райграс.

Задания

1. Изучите по гербарию и таблицам, раздаточному материалу представителей данного семейства.
2. Определить изучаемые растения, пользуясь определителем.

Тема 46 Определение растений семейства МЯТЛИКОВЫЕ

Материал. Гербарий растений сем. Мятликовые, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.
2. Определить вид данного растения, записывая ход определения.
3. Зарисовать внешний вид растения.

Семейство ОСОКОВЫЕ

Многолетние и однолетние корневищные травы, 5600 видов. Стебли трехгранные, выполненные. Листья сидячие, линейные. Листорасположение трехрядное, с замкнутыми влагалищами. Цветки мелкие, невзрачные, одно- или обоопольные, собранные в

колосовидные, головчатые, зонтиковидные или метельчатые сложные соцветия. Околоцветник простой, состоит из шести пленочек (камыш), из одной-шести или многих щетинок (пушица) или редуцирован. Тычинок чаще три, но может быть больше или меньше. Гинецей из двух-трех плодолистиков, завязь верхняя. Семена с эндоспермом.

Хозяйственное значение: редко кормовые, пастбищные, пищевые, закрепители песков, торфообразователи.

Представители: осока, пушица, камыш, чюфа, земляной миндаль, водный каштан или матан.

Задание

1. Изучите по гербарию и таблицам, раздаточному материалу представителей данного семейства.

Тема 47 Определение растений семейства ОСОКОВЫЕ

Материал. Гербарий растений сем. Осоковые, заспиртованные цветки соответствующих растений; лупы; определители растений.

Задания

1. Используя схему (стр. 252), составьте описание растения, указанного преподавателем. Подчеркните признаки, соответствующие исследуемому растению.

2. Определите вид данного растения, записывая ход определения.

3. Зарисуйте внешний вид растения.

Самостоятельная работа

Для подготовки к модулю заполните таблицу 13.

Таблица 13 – Сравнительная характеристика покрытосеменных растений

Семейство	Вид	Жизненная форма	Особенности вегетативных органов	Формула цветка, соцветие	Плод, особенности семян

*ВОПРОСЫ К МОДУЛЮ ПО ТЕМАМ:
«ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ», «ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ»*

1. Отдел Моховидные.
2. Отдел Плауновидные.
3. Отдел Хвощевидные.
4. Отдел Папоротниковидные.
5. Отдел Хвойные (Голосеменные).
6. Дайте общую характеристику отдела Покрывтосеменные.
7. Назовите отличительные признаки класса однодольных и двудольных.
8. Семейство Лютиковые.
9. Семейство Розовые.
10. Семейство Бобовые.
11. Семейство Зонтичные или Сельдерейные.
12. Семейство Пасленовые.
13. Семейство Тыквенные.
14. Семейство Яснотковые (Губоцветные).
15. Семейство Астровые или Сложноцветные.
16. Семейство Лилейные.
17. Семейство Мятликовые или Злаковые.
18. Семейство Осоковые.

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ЭКОЛОГИИ И ГЕОБОТАНИКЕ

1. Среда обитания растений.
2. Климатические факторы, их влияние на растения.
3. Почвенные факторы, их влияние на растения.
4. Факторы рельефа.
5. Биотические факторы.
6. Антропогенные факторы.
7. Ареалы, их типы.
8. Жизненные формы растений (классификация, эволюция).
9. Основы фитоценологии.
10. Фитоценозы, их изменчивость, классификация, организация.
11. Влияние окружающей среды на фитоценозы.
12. Фитоценоз как компонент биогеоценоза.
13. Значение экологической географии в практике сельского хозяйства (растениеводство, кормопроизводство, интродукция).
14. Индикационные исследования, индикационные карты, их использование в разных природных зонах.
15. Зональность растительного покрова России (зональная, интра-, экстразональная).
16. Растительность тундры и лесотундры.
17. Лесная и лесостепная растительность.
18. Растительность степи.
19. Растительность полупустынь и пустынь.
20. Растительность лугов.
21. Растительность болот.
22. Растительность водоемов.
23. Растительность гор России.
24. Субтропическая растительность.
25. Агроценозы.
26. Растительность Пензенской области.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Агрофитоценоз, или агроценоз, – искусственное сельскохозяйственное растительное сообщество, создаваемое человеком при посеве или посадке возделываемых растений.

Актиноморфный (цветок) – цветок, который может быть разделен на две симметричные половины более чем одной продольной плоскостью.

Алкалоиды – группа азотсодержащих соединений растительного происхождения.

Амилопласт – лейкопласт, образующий зерна крахмала.

Амитоз – прямое деление клетки.

Антеридий – мужской орган полового размножения у грибов, водорослей, мхов и папоротникообразных.

Андроцей – совокупность тычинок цветка.

Анемофилия – ветроопыление.

Анемохория – распространение плодов, семян, спор и других зачатков растений воздушными течениями.

Апопласт – непрерывная структура, образуемая клеточными оболочками растения или его органа.

Апотеций – открытое плодовое тело сумчатых грибов.

Архегоний – женский орган полового размножения у моховидных, папоротниковидных, плауновых и голосеменных.

Бесполое размножение – любой вид размножения, не включающий слияние гамет.

Боб – сухой плод, образующийся из одного плодолистика и раскрывающийся по двум швам.

Боковой корень – корень, развивающийся от главного или придаточного корня.

Вакуоль – окруженное мембраной пространство в цитоплазме, заполненное клеточным соком.

Вегетативное размножение – размножение с помощью вегетативных органов растений (черенки, отпрыски, отводки и т.п.).

Венчик – совокупность лепестков в цветке.

Верхняя завязь – завязь, не срастающаяся с чашечкой.

Витамины – органические соединения различной химической природы, необходимые в малых количествах для жизнедеятельности живых организмов.

Влагалище – основание листа, охватывающее стебель.

Водоросли – несколько групп эукариот, не имеющих многоклеточных органов размножения (за исключением харовых), а также органов и тканей.

Волокно – удлинённая клетка сосудистых растений.

Вторичные ткани – формируются за счёт деятельности камбия и феллогена.

Габитус – внешний вид растения.

Гамета – гаплоидная клетка, участвующая в половом размножении.

Гаметофит – половое поколение у растений, на котором развиваются гаметы.

Гербарий – коллекция засушенных растений.

Гермафродит – организм, обладающий женскими и мужскими репродуктивными органами.

Гифы – тончайшие трубочки, составляющие мицелий гриба.

Гиалоплазма – основное вещество цитоплазмы.

Гипокотиль (подсемядольное колено) – часть стебля у проростков растений от корневой шейки до места прикрепления семядолей.

Губчатая паренхима – ткань в мякоти листа с крупными межклетниками.

Гуммоз – образование клейких масс, происходящее вследствие болезненного состояния клеточной оболочки или может вызываться ферментативными процессами.

Двойное оплодотворение – слияние одного спермия с яйцеклеткой, а другого с центральной клеткой зародышевого мешка покрытосеменных растений.

Двудольные – один из классов покрытосеменных растений, зародыш семени которых имеет по две семядоли.

Двуполый цветок – цветок, имеющий пестики и тычинки.

Диплоидный – двойной набор хромосом.

Дихотомия – разделение одной оси на две ветви.

Древесина – вторичная ксилема.

Друзы – цитоплазматическое включение из сросшихся кристаллов оксалата кальция в клетках многих растений.

Жизненный цикл – полная последовательность фаз роста и развития организма.

Жилка – проводящий пучок и опорная структура листа.

Жилкование – расположение жилок в листе.

Завязь – нижняя часть плодолистика или гинецея из нескольких плодолистиков, из которой формируется плод.

Закрытый пучок – сосудистый пучок, в котором нет камбия.

Зародыш – молодой спорофит в семени растений.

Заросток – гаметофит у папоротниковидных, на котором образуются гаметы.

Зерновка – сухой односемянный плод.

Зигота – оплодотворенное яйцо; диплоидная клетка, образующаяся у животных и растений в результате слияния мужских и женских половых клеток (гамет).

Зооспора – спора бесполого размножения у многих водорослей и некоторых низших грибов, способная передвигаться с помощью жгутиков.

Интегумент – покров семяпочки, вырастающий из ее центральной части – нуцеллуса. При образовании семени интегумент превращается в семенную кожуру.

Интина – внутренняя оболочка пыльцевого зерна, состоящая, главным образом, из пектиновых веществ.

Камбий – образовательная ткань в стеблях и корнях преимущественно двудольных и голосеменных растений, дающая начало вторичным проводящим тканям и обеспечивающая рост их в толщину.

Каротиноиды – группа природных пигментов желтого или оранжевого цвета.

Клетка – структурная единица организма.

Клеточный сок – жидкое содержимое вакуолей.

Клубень – видоизмененный побег, выполняющий запасную функцию.

Клубеньки – утолщения, образованные на корнях бобовых растений за счет жизнедеятельности симбиотических клубеньковых бактерий.

Колос – соцветие с удлинённой осью и сидячими цветками на нем.

Конидии – споры бесполого размножения базидиальных, несовершенных и сумчатых грибов. развивается вне спорангия.

Конъюгация – половой процесс у некоторых водорослей, при котором сливается содержимое двух внешне сходных вегетативных клеток.

Корень – вегетативный орган растения.

Корка – у древесных растений наружный защитный слой коры на старых стеблях и корнях, состоящий из прослоек перидермы и луба.

Крылатка – сухой плод с крыловидными выростами околоплодника.

Ксерофит – растение, приспособленное к засушливым местам обитания.

Ксилема – ткань высших растений, служащая для проведения воды и растворов минеральных солей от корней к листьям и другим органам. Состоит из проводящих элементов (трахеид, сосудов), механических (либриформ) и паренхимных клеток.

Кутикула – тонкая пленка, пропитанная кутином и покрывающая эпидермис листьев и стеблей. Выполняет защитную функцию.

Кутин – жировое вещество, откладывающееся в оболочках растительных клеток.

Лейкопласты – бесцветные пластиды в клетках растений. Синтезируют и накапливают крахмал, жиры, белки.

Лигнин – органическое полимерное соединение, содержащееся в клеточных оболочках сосудистых растений, вызывает их одревеснение.

Листовая пластинка – расширенная часть листа.

Листовка – сухой плод, развивающийся из одного плодолистика и вскрывающийся с одной стороны.

Луковица – видоизмененный побег, запасные питательные вещества в котором накапливаются в листьях.

Лодикулы – чешуйки в цветке большинства злаков у основания завязи. Набухая во время цветения, способствует раскрытию цветка.

Мацерация – разъединение клеток в растительных тканях в результате растворения межклеточного вещества.

Мегаспора – более крупная спора высших разноспоровых растений, из которой развивается женский гаметофит.

Мезофилл – основная фотосинтезирующая ткань листовой пластинки растений. Состоит из тонкостенных клеток, содержащих хлорофилл.

Мейоз – способ деления клетки, в результате которого происходит уменьшение числа хромосом в дочерних клетках.

Междоузлье – участок стебля между двумя узлами.

Меристема – образовательная ткань.

Метаболизм – обмен веществ.

Микориза – симбиоз корней растения и гиф гриба.

Микропиле – отверстие в семязачатке, через которое проходит пыльцевая трубка.

Митоз – способ деления ядер клеток, обеспечивающий тождественное распределение генетического материала между дочерними клетками.

Мицелий – вегетативное тело грибов, состоящее из тончайших ветвящихся нитей – гиф.

Мутовка – круг листьев или частей цветка.

Нектарники – железы, секретирующие нектар в цветке.

Несовершенные грибы – грибы, у которых не известен половой процесс.

Нижняя завязь – завязь полностью или частично срастающаяся с завязью, так что все остальные части цветка выходят как бы из вершины завязи.

Нуцеллус – центральная часть семязпочки, соответствующая мегаспорангию.

Однодольные – класс покрытосеменных растений, имеющих одну семядолу в зародыше.

Однодомные – растения, у которых тычиночные и пестичные цветки развиваются на одном растении.

Открытый проводящий пучок – пучок, в состав которого входит камбий.

Отпрыск – отросток, образующийся от корней растений.

Пазуха – верхний угол между листом и стеблем.

Паренхима – основная ткань.

Перидерма – вторичная покровная ткань на стеблях, корнях, клубнях и корневищах растений, главным образом многолетних; состоит из пробки, феллодермы и феллогена.

Перисперм – запасающая ткань семени растений, в которой откладываются питательные вещества.

Перитеций – полузамкнутое плодовое тело у сумчатых грибов.

Перицикл – образовательная ткань в молодых корнях и стеблях растений, расположенная вокруг центрального цилиндра.

Пестичный цветок – содержит только пестики.

Пестик (плодолистик) – центральная часть цветка, состоя-

щая из рыльца, столбика и завязи.

Плазмалемма – биологическая мембрана, окружающая протоплазму растительных клеток.

Плазмолиз – отделение протопласта от оболочки под действием на клетку гипертонического раствора.

Пластиды – цитоплазматические органеллы растительных клеток.

Пробка – вторичная ткань, образованная пробковым камбием.

Проводящий пучок – тяж, содержащий сосуды, ситовидные трубки и волокна механической ткани.

Пучковый камбий – камбий, возникающий внутри проводящего пучка.

Пыльцевое зерно – мужской гаметофит семенных растений, в котором к моменту опыления или после него развиваются мужские половые клетки – спермии, необходимые для оплодотворения.

Равноспоровость – растения, продуцирующие морфологические одинаковые споры.

Разноспоровость – растения, продуцирующие морфологически разные споры.

Рахис – главная ось (центральная жилка с черешком) сложного листа.

Рыльце – часть плодолистика, на которую попадает пыльца.

Сборный плод – развивается из нескольких плодолистиков одного цветка.

Семенная кожура – наружный покров семени.

Семя – структура, образующаяся из зародышевого мешка после оплодотворения.

Семядоля – зародышевый лист.

Семязачаток – структура, содержащая женский гаметофит.

Ситовидные трубки – проводящие элементы флоэмы цветковых растений в виде однорядных тяжей, образованных удлиненными клетками, поперечные перегородки между которыми имеют ситовидные отверстия.

Симпласт – совокупность взаимосвязанных протопластов клеток.

Систематика – наука о разнообразии, таксономических группах и эволюционных связях живых организмов.

Склероций – покоящаяся (зимующая) стадия мицелия

(грибницы) у некоторых грибов-паразитов.

Слоевище – тело, состоящее из однотипных клеток и не имеющее тканей и органов.

Соплодие – совокупность плодов, развивающихся из нескольких цветков в результате их срастания.

Сорус – группа спорангиев.

Сосуды – трубчатые элементы ксилемы, предназначенные для проведения воды и минеральных солей.

Соцветие – группа цветков на общем цветоносе.

Спермий – зрелая мужская гамета.

Спорангий – одноклеточная или многоклеточная структура, в которой образуются споры.

Столон – горизонтальный стебель, растущий параллельно почве.

Стручок – плод из двух плодолистиков, вскрывающийся двумя створками.

Стробил – репродуктивная структура, образованная плотно собранными видоизмененными листьями или чешуями, несущими спорангии.

Суккулент – растение с водозапасающими листьями и стеблями.

Тилы – пузыревидные выросты клеток осевой или лучевой паренхимы, проникающие через поры в стенках сосудов в просветы последних.

Ткань – группа клеток, образующих структурно-функциональный комплекс.

Трахеида – удлиненная клетка ксилемы с порами в оболочке.

Трубчатый венчик – структура, образующаяся в результате срастания лепестков венчика.

Тычинка – часть цветка, в которой образуется пыльца.

Узел – участок стебля, от которого отходит один или несколько листьев.

Устьице – микроскопическое отверстие в кожице листьев и травянистых стеблей растений вместе с ограничивающими его двумя замыкающими клетками.

Феллоген – пробковый камбий, вторичная образовательная ткань растений, откладывающая снаружки слои пробки, внутрь феллодерму.

Феллодерма – внутренний слой покровной ткани растений – перидермы; возникает из феллогена и состоит из живых клеток.

Фитонциды – образуемые растениями биологически активные вещества, убивающие или подавляющие рост и развитие микроорганизмов.

Флоэма – ткань высших растений, служащая для проведения к корням органических веществ, которые синтезируются в листьях.

Хроматофоры – включения в клетках большинства водорослей и фотосинтезирующих бактериях, содержащие хлорофилл, каротиноиды и другие пигменты.

Хромопласты – органоиды растительных клеток; содержат пигменты, преимущественно каротиноиды.

Хромосомы – структурные элементы ядра клетки, содержащие ДНК, в которой заключена наследственная информация организма.

Цветок – орган полового размножения цветковых растений, специализированный укороченный побег.

Целлюлоза – полисахарид, образованный остатками глюкозы, главная составная часть клеточных стенок растений.

Цитоплазма – внеядерная часть протоплазмы животных и растительных клеток.

Чашелистик – один из элементов околоцветника, образующий чашечку.

Черешок – ножка, на которой располагается листовая пластинка.

Чечевички – губчатые участки опробковевших стеблей, предназначенные для газообмена.

Экзина – наружная оболочка пыльцевого зерна.

Эпидерма – поверхностный слой клеток листьев, стеблей.

Ядро – обязательная часть клетки у многих одноклеточных и всех многоклеточных организмов.

Яйцеклетка – женская половая клетка животных и растений, из которой может развиваться новый организм в результате оплодотворения или путем партеногенеза.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Белякова, Г.А. Ботаника / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов. – М.: Академия, 2006. – 320 с.
2. Тимонин, А.К. Ботаника / А.К. Тимонин. – М.: Академия, 2007. – 352 с.
3. Тимонин, А.К. Ботаника / А.К. Тимонин, В.А. Соколов, А.В. Шипунов. – М.: Академия, 2007. – 352 с.

Дополнительная

4. Андреева, И.И. Ботаника / И.И. Андреева, Л.С. Родман. – М.: Колос, 2003. – 567 с.
5. Хржановский, В.Г. Курс общей ботаники / В.Г. Хржановский. – М.: Высшая школа, 1982, Ч. I–II.
6. Хржановский, В.Г. Практикум по курсу общей ботаники / В.Г. Хржановский, С.Ф. Понамаренко. – М.: Агропромиздат, 1989.
7. Определитель растений Среднего Поволжья. – Л.: Наука, 1984.
8. Ботаническая география с основами экологии растений / Под ред. В.Г. Хржановского, Б.С. Родионова. – М.: Колос, 1994. – 240 с.
9. Ботаника с основами геоботаники / Под ред. А.Г. Суворова, Н.М. Вороновой. – М.: Колос, 1993. – 541 с.
10. Ботаническая география с основами экологии растений / Под ред. Б.С. Родионова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1994. – 240 с.
11. Жизнь растений. – М.: Просвещение. Т. 2. – 1976, Т. 3. – 1977, Т. 4. – 1978.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ЦИТОЛОГИЯ	4
Тема 1 Световые микроскопы, временные препараты.....	4
Тема 2 Форма клеток, хлоропласты.....	10
Тема 3 Строение клетки эпидермы сочной чешуи лукавицы лука.....	11
Тема 4 Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов.....	13
Тема 5 Запасные питательные вещества. Запасной крахмал...	15
Тема 6 Алейроновые зерна в клетках эндосперма зерновки пшеницы и семядолей фасоли.....	18
ТКАНИ	25
Тема 7 Образовательные ткани. Первичная меристема.....	25
<i>ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ</i>	27
Тема 8 Первичная покровная ткань – эпидерма.....	35
Тема 9 Вторичный и третичный покровные комплексы – перидерма и корка	36
<i>МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ</i>	39
Тема 10 Механические ткани.....	43
<i>ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ</i>	44
Тема 11 Проводящие ткани.....	51
Тема 12 Проводящие пучки.....	55
<i>ОСНОВНАЯ ТКАНЬ</i>	57
Тема 13 Основные ткани.....	58
<i>ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ</i>	59
<i>Вопросы к модулю по теме: «Клетка, ткани»</i>	63
ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ	67
<i>КОРЕНЬ</i>	67
<i>АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ</i>	70
<i>ПЕРВИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ</i>	70
<i>ВТОРИЧНОЕ СТРОЕНИЕ КОРНЯ</i>	73
<i>ВИДОИЗМЕНЕНИЯ КОРНЕЙ</i>	73
Тема 14 Проросток	79
Тема 15 Типы и формы корневых систем.....	82
Тема 16 Зоны корня. Микроскопическое строение корня однодольных растений (первичное строение).....	84

Тема 17 Микроскопическое строение корня двудольных растений (вторичное строение).....	86
Тема 18 Запасные корни – корнеплоды.....	89
<i>СТЕБЕЛЬ И ПОБЕГ</i>	94
<i>АТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ</i>	100
<i>СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ОДНОДОЛЬНОГО ТРАВЯНИСТОГО РАСТЕНИЯ</i>	101
<i>СТРОЕНИЕ СТЕБЛЕЙ ДВУДОЛЬНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ</i>	103
<i>СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ МНОГОЛЕТНЕГО ДРЕВЕСНОГО РАСТЕНИЯ</i>	108
Тема 19 Разнообразие побегов.....	111
Тема 20 Микроскопическое строение стебля голосеменных и древесных покрытосеменных (двудольных) растений – непучковое строение.....	113
Тема 21 Микроскопическое строение стебля травянистых двудольных растений.....	118
Тема 22 Микроскопическое строение стебля однодольных растений.....	122
<i>ЛИСТ</i>	125
<i>АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА</i>	131
Тема 23 Макроскопическое строение листа.....	135
Тема 24 Микроскопическое строение листа.....	137
<i>Вопросы к модулю по теме: «Вегетативные органы»</i>	141
ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ	143
<i>ЦВЕТOK</i>	143
Тема 25 Цветок.....	155
Тема 26 Формула и диаграмма цветка.....	156
Тема 27 Классификация соцветий.....	160
<i>СЕМЯ</i>	166
Тема 28 Строение и классификация семян.....	168
<i>ПЛОД</i>	170
Тема 29 Строение и классификация плодов.....	175
<i>Вопросы к модулю по теме: «Генеративные органы»</i>	178
СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ	180
Тема 30 Отдел цианобактерии (сине-зеленые водоросли)....	180
ЦАРСТВО ГРИБЫ	183
Тема 31 Низшие грибы.....	185

Тема 32 Высшие грибы.....	190
Тема 33 Отдел Слизевики	207
Тема 34 Отдел Лишайники.....	209
Тема 35 Водоросли.....	212
<i>Вопросы к модулю по теме: «Низшие организмы».....</i>	226
ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ.....	228
Тема 36 Высшие споровые растения.....	228
Отдел Моховидные.....	228
Отдел Плауновидные	230
Отдел Хвощевидные	232
Отдел Папоротниковидные.....	234
СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ.....	238
Тема 37 Отдел Голосеменные, или Сосновые	238
<i>ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ.....</i>	245
КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ. ПОДКЛАСС РАНУНКУЛИДЫ.....	246
Семейство ЛЮТИКОВЫЕ	246
<i>МЕТОДИКА ОПИСАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ</i> <i>НА ПРИМЕРЕ СЕМЕЙСТВА ЛЮТИКОВЫЕ.....</i>	246
Тема 38 Определение растений семейства ЛЮТИКОВЫЕ....	246
ПОДКЛАСС РОЗИДЫ.....	249
Семейство РОЗОВЫЕ.....	249
Тема 39 Определение растений семейства РОЗОВЫЕ.....	250
Семейство БОБОВЫЕ	250
Тема 40 Определение растений семейства БОБОВЫЕ.....	251
Семейство ЗОНТИЧНЫЕ или СЕЛЬДЕРЕЙНЫЕ.....	251
Тема 41 Определение растений семейства ЗОНТИЧНЫЕ или СЕЛЬДЕРЕЙНЫЕ.....	252
ПОДКЛАСС ЛАМИДЫ.....	252
Семейство ПАСЛЕНОВЫЕ	252
Тема 42 Определение растений семейства ПАСЛЕНОВЫЕ	253
Семейство ЯСНОТКОВЫЕ (ГУБОЦВЕТНЫЕ).....	253
Тема 43 Определение растений семейства ЯСНОТКОВЫЕ (ГУБОЦВЕТНЫЕ).....	254
ПОДКЛАСС АСТЕРИДЫ.....	254
Семейство АСТРОВЫЕ или СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ.....	254
Тема 44 Определение растений семейства АСТРОВЫЕ (СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ).....	255
КЛАСС ОДНОДОЛЬНЫЕ. ПОДКЛАСС ЛИЛИИДЫ.....	255

Семейство ЛИЛЕЙНЫЕ	256
Тема 45 Определение растений семейства ЛИЛЕЙНЫЕ	256
Семейство МЯТЛИКОВЫЕ или ЗЛАКОВЫЕ	256
Тема 46 Определение растений семейства МЯТЛИКОВЫЕ	257
Семейство ОСОКОВЫЕ	257
Тема 47 Определение растений семейства ОСОКОВЫЕ	258
<i>Вопросы к модулю по темам: «Царство растения»,</i>	
<i>«Покрытосеменные»</i>	259
ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ ПО ЭКОЛОГИИ И ГЕОБОТАНИКЕ	260
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	261
ЛИТЕРАТУРА	269
ОГЛАВЛЕНИЕ	270

Светлана Анатольевна Сашенкова
Наталья Викторовна Корягина
Юрий Викторович Корягин

БОТАНИКА

Лабораторный практикум
для студентов, обучающихся по направлению подготовки
35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение,
35.03.04 – Агрономия

Издается в авторской редакции
Компьютерная верстка Н.В. Корягиной
Корректор Л.А. Артамонова

Подписано в печать
Бумага Гознак Print
Усл. печ. л. 15,9

Формат 60×84 1/16
Печать трафаретная
Заказ №

РИО ПГСХА
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30