

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АГРОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРАКТИКУМ ПО БОТАНИКЕ

Учебное пособие

Допущено Министерством сельского хозяйства Российской Федерации в качестве учебного пособия для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки: 35.03.01 – Лесное дело, 35.03.10 – Ландшафтная архитектура

Новосибирск
2016

УДК 58 (075)
ББК 28.5, я 73
П 691

Кафедра ботаники и ландшафтной архитектуры

Составители: *С.Х. Вышегуров*, проф., д-р с.-х. наук,
Е.В. Пальчикова, канд. с.-х. наук

Рецензенты: *О.Ю. Васильева*, д-р биол. наук, Центральный
сибирский ботанический сад СО РАН
А.Г. Митракова, канд. с.-х. наук, доц., НГАУ

Практикум по ботанике: учеб. пособие / Новосиб. гос. аграр.
ун-т. Агроном. фак.; сост. С.Х. Вышегуров, Е.В. Пальчикова. – 2-е
изд. – Новосибирск: ИЦ «Золотой колос», 2016. – 179 с.

Учебное пособие содержит материалы для аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины «Ботаника». Каждая тема включает теоретические материалы, практические задания и контрольные вопросы.

Предназначено для практических занятий студентов очной формы обучения по направлениям: 35.03.01 – Лесное дело, 35.03.10 – Ландшафтная архитектура, 35.03.04 – Агрономия, 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета (протокол № 2 от 25 февраля 2013 г.).

© Новосибирский государственный
аграрный университет, 2016

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с ФГОС ВПО в результате изучения дисциплины обучающиеся должны **знать**:

- анатомические и морфологические особенности организации растений, строение генеративных органов, образование и распространение семян и плодов;

- многообразие мира растений и грибов, эволюцию их структурно-функциональной организации в ходе приспособления к изменяющимся условиям жизни на Земле;

- основы экологии растений и возможности их использования в сельском хозяйстве;

уметь изготавливать препараты, распознавать основные структурные компоненты клетки и их органеллы, ткани, вегетативные органы, типы соцветий, основных представителей царства растений, проводить морфологический анализ растений различных семейств;

владеть методами микроскопирования, гербаризации, определения растений, методом анализа фитоценозов.

Целью учебной дисциплины «Ботаника» является формирование и развитие у обучающихся следующих **общепрофессиональных компетенций**.

Предлагаемое учебное пособие предусматривает развитие навыков и умений на лабораторных занятиях и рассчитано на максимальную самостоятельность студентов.

Порядок работы студентов на практических занятиях предлагается следующий: прослушав лекцию по изучаемой теме, студенты самостоятельно работают с рекомендуемой литературой. На лабораторно-практические занятия они должны прийти уже подготовленными по данной теме, что контролируется преподавателем. Используя данное пособие, студенты с помощью преподавателя выполняют задания.

На постоянных или временных препаратах под микроскопом, а также по табличному и гербарному материалу они изучают растительные объекты, после чего делают зарисовки и оформляют отчеты в рабочих тетрадях или альбомах.

Обозначение деталей студенты делают самостоятельно. Для выполнения лабораторных работ необходим набор цветных карандашей. Живые ткани закрашиваются синим, одревесневшие – красным, опробковевшие – коричневым карандашом. Рисунки должны быть аккуратными, четкими, размером на одну треть альбомного листа.

В порядке самоконтроля студенты должны ответить на вопросы в конце каждой темы. Учитывая большое значение рисунка в усвоении материала, авторы дают большое количество иллюстраций.

При составлении учебного пособия использован многолетний опыт профессорско-преподавательского состава кафедры ботаники и ландшафтной архитектуры Новосибирского государственного аграрного университета.

Тема 1. ЦИТОЛОГИЯ. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА

Микроскоп. Строение растительной клетки

Теоретическая часть

Микроскоп (*микрос* – малый, *скопо* – смотрю) – оптический прибор, предназначенный для рассмотрения объектов, не видимых невооруженным глазом. Увеличение светового микроскопа достигает до 2000 раз и более. Основные части микроскопа: 1) механическая, куда входят подставка, предметный столик, тубус с револьвером и система винтов; 2) оптическая, включающая осветительный аппарат (осветитель, конденсор, ирисовая диафрагма), и собственно оптическая (объектив, окуляр). Общее увеличение микроскопа определяется как произведение увеличения объектива на увеличение окуляра.

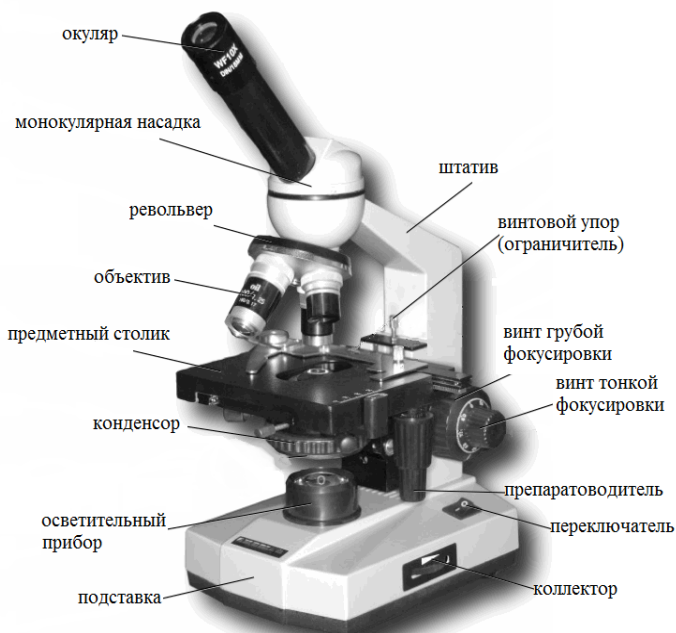


Рис. 1. Микроскоп с монокулярной насадкой и встроенным в основание осветителем с лампой 220В/20Вт

Основные правила работы с микроскопом:

1. Установить микроскоп на столе так, чтобы все предметы, необходимые для работы, располагались справа от микроскопа, включить в сеть.

2. Поместить препарат на предметный столик и зафиксировать зажимом.

3. Установить объект под линзу объектива с помощью препаратоводителя. Начать работу с **малого** увеличения. Объектив поставить в рабочее положение – на расстояние 1 см от предметного столика, пользуясь макровинтом (винт грубой фокусировки), рассмотреть препарат.

4. Сменить объектив на большое увеличение вращением револьверного устройства за конусную поверхность до фиксированного положения.

5. Изучить препарат, добиваясь большей четкости изображения с помощью микровинта (винт тонкой фокусировки).

6. Поставить объектив малого увеличения и убрать препарат.

7. Микроскоп выключить из сети, поставить на место.

Внимание! При работе с микроскопом следует соблюдать меры безопасности, соответствующие мерам, принимаемым при эксплуатации электроустановок с напряжением до 1000 В. После окончания работы необходимо отключить микроскоп от сети. Не рекомендуется оставлять без присмотра включенный в сеть микроскоп.

Микроскоп необходимо содержать в чистоте и предохранять от повреждений. В нерабочем состоянии микроскоп необходимо закрывать чехлом. Нельзя касаться пальцами поверхностей линз.

Практическая часть

1. Изготовление временных препаратов из листа мха мний и эпидермы сочной чешуи лукавицы лука.

При изготовлении временных препаратов объект помещают на предметное стекло в каплю воды и накрывают покровным стеклом. Такой препарат хранится недолго. Препараты, которые хранятся длительный срок, называются постоянными.

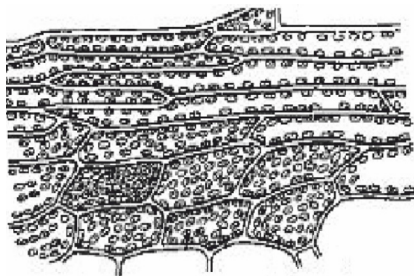


Рис. 2. Лист мха мний

Лист мха мний помещают в каплю воды на предметном стекле, закрывают покровным стеклом так, чтобы под него не попал воздух. Для этого покровное стекло ставят на ребро к началу капли воды и плавно опускают. Если жидкости много, то ее избыток отсасывают фильтровальной бумажкой. Если между стеклами остался воздух, надо поместить каплю рядом с краем покровного стекла. При приготовлении препарата из кожицы лука (окрашенный препарат) вместо воды берут раствор йода в йодиде калия.

Особенностями растительных клеток являются: целлюлозопектиновая жесткая клеточная стенка, наличие вакуолей и пластид, отсутствие центриолей при делении.

По форме все клетки делятся на *паренхимные* и *прозенхимные*. Паренхимные клетки – длина клетки не более чем в 2–3 раза превышает ширину. Прозенхимные клетки – вытянутые, длина их превышает ширину и толщину более чем в 5 раз.

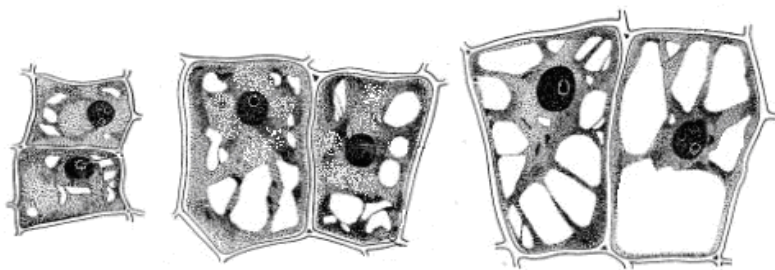


Рис. 3. Этапы развития клеток кожицы лука



Рис. 4. Клетки мякоти зрелых плодов шиповника и рябины

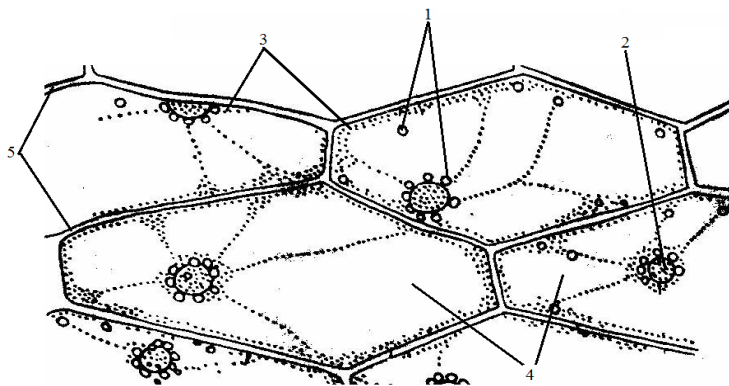


Рис. 5. Эпидерма листа традесканции:

1 – лейкопласты, 2 – ядро, 3 – цитоплазма, 4 – вакуоль, 5 – стенка клетки

2. На временных препаратах рассмотреть различные виды пластид.

Для того чтобы рассмотреть хромопласты, необходимо взять немного мякоти рябины или шиповника и при-

готовить временный препарат. При малом, а затем и большом увеличении рассматривают хромопласты разной формы, окрашенные в оранжевые или коричневые тона.

Лейкопласты можно увидеть на препарате из кожицы нижней жилки листа традесканции. Они очень мелкие, бесцветные, большая их концентрация наблюдается возле ядра, ближе к клеточной стенке лейкопластов меньше. Рассматривать лейкопласты нужно при малом и большом увеличении.

3. На временных препаратах рассмотреть запасные питательные вещества и кристаллы.

1-й препарат. На предметное стекло с каплей воды нанести мазок срезом картофеля или крахмала на кончике иглы. Каплю прикрыть покровным стеклом и рассмотреть при малом, а затем и большом увеличении. Отметить слоистое строение зерен, а также простые, сложные и полусложные зерна. Аналогичным способом приготовить препараты из пшеничной муки. Рассмотреть препараты при малом и большом увеличении.

2-й препарат. Препараты готовят обычным способом: одиночные кристаллы – из влажного препарата верхней кожицы лука, друзы – из срезов черешка листа бегонии, рафиды – из сока стебля традесканции, выдавленного на сухое предметное стекло, закрытое покровным. Рассматривают при малом и большом увеличении.

Теоретическая часть

Запасные питательные вещества. Накопление большого количества питательных веществ (углеводов, белков и жиров) является особенностью растительных клеток.

Углеводы в растительных клетках присутствуют в виде полисахаридов, дисахаридов и моносахаридов.

Полисахариды представлены в основном крахмалом, однако встречаются также гликоген, инулин и гемицеллюлоза (полуклетчатка). По происхождению в растениях различают крахмал ассимиляционный (первичный), запасной (вторичный) и транзиторный (передаточный).



Рис. 6. Запасные питательные вещества:

А – картофеля, Б – фасоли

Ассимиляционный крахмал – продукт фотосинтеза. Образовавшийся в них ассимиляционный крахмал под действием фермента амилазы переводится в растворимую форму (гидролизуется до сахара) и транспортируется в запасяющие органы растения. В этих органах в присутствии фермента *амилосинтетазы* образуется *вторичный*, или *запасной* крахмал.

Образование крахмального зерна начинается с возникновения в лейкопласте образовательного центра, вокруг которого стромой лейкопласта слоями откладывается вещество крахмала. Если вокруг образовательного центра слои откладываются равномерно, формируется концентрическое крахмальное зерно. Если слои крахмала откладываются неравномерно – эксцентрическое крахмальное зерно.

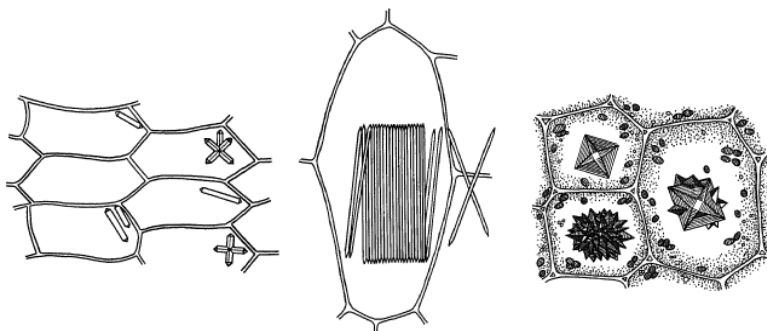


Рис. 7. Клетки различных растений с кристаллами

Различают крахмальные зерна *простые*, *сложные* и *полусложные*. *Простые* зерна имеют один образовательный центр. *Сложные* зерна состоят из множества очень мелких простых крахмальных зерен, каждое из которых имеет свой образовательный центр и слоистость. В *полусложных* крахмальных зернах – два образовательных центра, окруженных общими слоями.

Транзиторийный крахмал нередко образуется на путях следования сахаров от фотосинтезирующих органов к запасующим.

Моносахариды и дисахариды встречаются в клетках растений в виде различных сахаров в растворенном состоянии.

Моносахариды ($C_6H_{12}O_6$) представлены глюкозой и фруктозой. Эти сахара накапливаются преимущественно в плодах (яблоня, груша, виноград), а также в стеблях (кукуруза, сорго), листьях (лук) и других органах растений.

Дисахариды ($C_{12}H_{22}O_{11}$) встречаются обычно в виде тростникового или свекловичного сахара (сахарозы) и накапливаются в корнеплодах сахарной свеклы, стеблях сахарного тростника, плодах арбуза и других растений.

Белки. Запасные белки (*протеины*) являются простыми белками, состоящими только из аминокислот

и с трудом вступающими в различные реакции. Запасные белки откладываются в форме алейроновых (протеиновых) зерен (в семенах злаков, бобовых) или в виде кристаллоидов (в клубнях картофеля), которые отличаются от настоящих кристаллов способностью к набуханию и окрашиванию. Алейроновые зерна образуются из вакуолей в результате их обезвоживания, что наблюдается при созревании семян. Алейроновые зерна бывают простые (содержат аморфный белок) и сложные (кристаллоид белка и особое округлое тельце – глобоид, в состав которого входят кальций, магний и фосфор).

Жиры (жирные масла) – соединение жирных кислот с глицерином – запасаются в виде липидных капель в цитоплазме. Наиболее богаты ими семена и плоды растений.

Продукты распада (катаболиты) – вещества, не участвующие в дальнейших химических процессах. Они могут накапливаться в специальныхместилищах или выделяются в окружающую среду. К ним относятся эфирные масла, алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества, соли щавелевой кислоты, смолы, каучук и др.

Эфирные масла обладают летучестью и сильным специфическим запахом. Они встречаются в виде небольших капелек, скапливаются в различных частях растений и защищают его от поедания животными, многие из них обладают бактерицидными свойствами.

Алкалоиды – азотистые соли органических кислот (яблочной, лимонной, винной и др.), образующиеся во всех частях растений и имеющие защитное значение: предохраняют их от поедания животными, иногда играют роль запасных веществ, а также фитогормонов и стимуляторов, вызывающих усиление процессов обмена веществ на тех или иных фазах роста.

Гликозиды – соединения глюкозы со спиртами и другими безазотистыми веществами. Они имеют горь-

кий вкус и обладают ядовитыми свойствами, благодаря чему предохраняют растения от поедания животными.

Соли кальция (оксалаты) – конечный продукт жизнедеятельности протопласта, образующийся как приспособление для выведения из обмена веществ излишков кальция. Соли откладываются в основном в тех органах и тканях, которые периодически сбрасываются. Различают *одиночные кристаллы*, представляющие собой одиночные многогранники, *рафиды* – игольчатые кристаллы, часто образующие пучки, *кристаллический песок* – скопление множества одиночных кристаллов, *друзы* – шаровидные сростки призматических кристаллов. Все формы кристаллов локализуются в вакуолях. Благодаря образованию кристаллов щавелево-кислого кальция происходит нейтрализация щавелевой кислоты, обладающей ядовитыми свойствами.

Кроме оксалатов в растениях встречаются и карбонаты кальция, которыми пропитываются выросты клеточной оболочки, вдающиеся в полость клетки – формируются своеобразные гроздевидные образования – *цистолиты*.

Смолы являются комплексными соединениями, образующимися из углеводов в процессе нормальной жизнедеятельности клеток или в результате их разрушения. У одних растений смолы накапливаются в виде капель в клетках, у других выделяются в окружающую среду. Будучи нерастворимыми в воде, смолы не пропускают влагу, они непроницаемы для микроорганизмов, обладают антисептическими свойствами.

Дубильные (дубящие) вещества представляют собой сложные органические безазотистые вещества вяжущего вкуса. Они широко распространены среди высших растений, причем особенно богаты ими клетки коры де-

ревьев (дуб, ель, ива), листья чая, семена кофе. Обладают антисептическими свойствами.

Физиологически активные вещества обуславливают нормальную жизнедеятельность клетки и всего организма в целом. Они обладают специфическим действием и неразрывно связаны с метаболизмом клетки. К этим веществам принадлежат ферменты, витамины, фитогормоны, антибиотики, фитонциды и ингибиторы. Все эти вещества вырабатываются протопластом клетки.

Ферменты (энзимы) представляют собой сложные вещества белковой природы и являются биологическими катализаторами, присутствие которых необходимо для возбуждения и ускорения биохимических реакций, протекающих в клетке, способные сохранять активность вне живой клетки.

Витамины представляют собой органические вещества различной химической природы и почти исключительно растительного происхождения, действующие в очень малых дозах и совершенно необходимые для нормальной жизнедеятельности как растительных, так и животных организмов.

Фитогормоны – гормоны, вырабатываемые протопластом растительной клетки. Они представляют собой группу веществ, способных усиливать различные физиологические процессы: рост, размножение, деление клеток и др. *Ауксины, гиббереллины, цитокинины* – стимуляторы, *абсцизовая кислота, этилен* – ингибиторы.

Антибиотики и фитонциды – вещества разной химической природы, содержащиеся в клеточном соке и цитоплазме, имеющие защитное значение, действуют избирательно. *Фитонциды* вырабатываются клетками высших растений. *Антибиотики* синтезируются клетками грибов.

Самостоятельная работа

Изучить особенности деления ядра и клетки.

Теоретическая часть

Амитоз. Прямое деление интерфазного ядра путем перетяжки без образования хромосом вне митотического цикла. Такое деление свойственно преимущественно больным и специализированным, а также обреченным на гибель клеткам.

Митоз – форма деления ядра, характерная для соматических (вегетативных) клеток.

Период между двумя делениями получил название *интерфазы*. В интерфазе происходит важнейший процесс – редупликация молекулы ДНК и образование в каждой хромосоме двух дочерних хроматид. Одновременно идет усиленный синтез белков и накопление энергии в клетке в виде АТФ, используемой в процессе де-

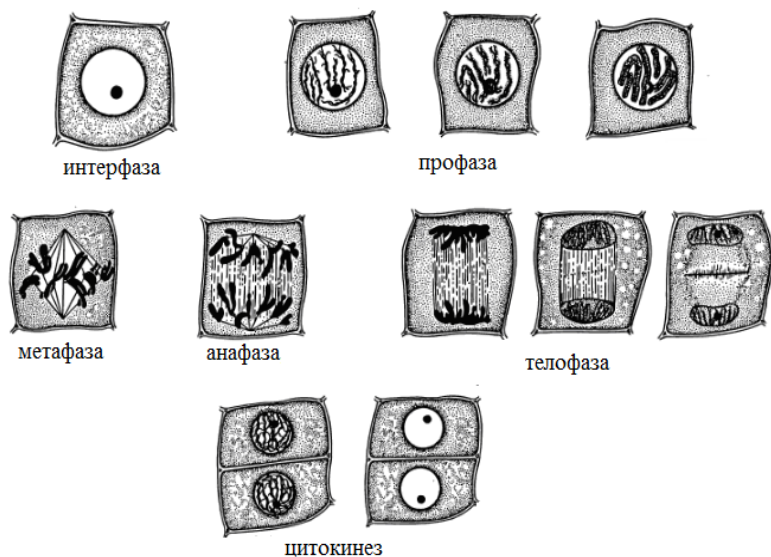


Рис. 8. Митоз

ления. В непрерывном процессе митотического деления различают 4 фазы: профазу, метафазу, анафазу, телофазу.

Профаза – ядро увеличивается в объеме, в нем становятся хорошо заметны уплотнения хромосом. В конце профазы исчезают ядрышки и ядерная оболочка, формируются нити веретена.

Метафаза – в клетке образуется веретено деления, состоящее из опорных и тянущих ахроматиновых нитей. Хромосомы располагаются по экватору клетки в виде экваториальной пластинки. Затем происходит разделение каждой хромосомы на 2 хроматиды (дочерние хромосомы). Опорные нити располагаются между полюсами клетки, а тянущие идут от полюсов и присоединяются к перетяжкам хроматид.

Анафаза – происходит расхождение хроматид к противоположным полюсам клетки благодаря сокращению тянущих нитей веретена. Опорные нити веретена уплотняются на экваторе, образуя бочонкообразную фигуру, называемую *фрагмопластом*.

В *телофазе* хромосомы становятся тоньше, удлиняются и постепенно утрачивают четкость своих контуров. Одновременно формируются одно или несколько ядрышек и ядерная оболочка.

Цитокинез – в экваториальной плоскости клетки из узелков, возникающих на фрагмопласте, образуется поперечная перегородка между дочерними клетками, и происходит разделение цитоплазмы. Возникшая перегородка состоит из двух первичных оболочек дочерних клеток и межклеточного вещества (срединной пластинки), заключенного между ними. В конце телофазы ядро переходит в интерфазное состояние. Характерной особенностью митоза является сохранение в дочерних клетках того числа хромосом, какое имела материнская клетка.

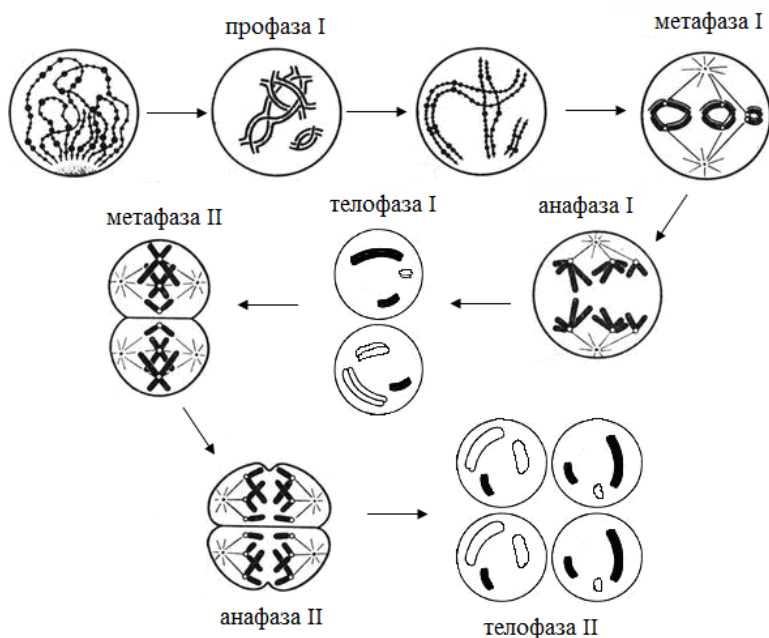


Рис. 9. Мейоз (редукционное деление)

Мейоз – процесс, состоящий из двух делений, следующих одно за другим: гетеротипное (уменьшение числа хромосом) и гомеотипное – обычным митозом. Каждое из них можно разделить на 4 фазы: профазу, метафазу, анафазу, телофазу.

В результате мейоза образуются четыре дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом. Мейоз (редукционное деление) наблюдается при образовании спор или гамет.

Первое мейотическое, или редукционное, деление.

Профаза I – наблюдается спирализация хромосом. Гомологичные хромосомы сближаются попарно, контактируя по всей их длине (конъюгируют), образуя пары – биваленты. Бивалент состоит из четырех хроматид двух

гомологичных хромосом. В бивалентах осуществляется кроссинговер – обмен гомологичными участками гомологичных хромосом. В это время происходит обмен блоками генов, что объясняет генетическое разнообразие потомства. К концу профазы исчезают ядерная оболочка и ядрышко, формируется ахроматиновое веретено.

Метафаза I – биваленты собираются в экваториальной плоскости клетки. К центромере каждой из хромосом присоединяется тянущаяся нить ахроматинового веретена. Две сестринские хроматиды не разделяются.

Анафаза I – к полюсам расходятся двуххроматидные хромосомы. На полюсах собирается половинное число (гаплоидный набор) хромосом материнской клетки. Именно в анафазе происходит редукция – уменьшение числа хромосом.

Телофаза I – эта фаза слабо обособлена от анафазы первого и второго мейотического деления. Она кратковременна.

Второе мейотическое деление.

Оно следует непосредственно за первым, минуя интерфазу, и проходит по типу митоза. Оба гаплоидных ядра делятся синхронно (*профаза II*). Образуется ахроматиновое веретено. Хромосомы собираются на экваторах (*метафаза II*), их центромеры делятся, и в *анафазе II* к полюсам уходят хроматиды. Число хромосом не меняется. В результате из двух гаплоидных ядер возникает четыре гаплоидных ядра (*телофаза II*).

Контрольные вопросы

1. Каково устройство микроскопа?
2. Чем временный препарат отличается от постоянного?

3. Какие части клетки можно рассмотреть в оптический микроскоп?
4. К каким двум группам сводится все многообразие клеток по форме?
5. Какие компоненты клетки называют производными протопласта?
6. Из каких органелл состоит цитоплазма? Каковы их структура и функции?
7. Как классифицируют пластиды?
8. Что такое естественная и искусственная мацерация?
9. Какие взаимопревращения возможны между пластидами?
10. Каковы структура и функции ядра?
11. Какой набор хромосом называют диплоидным, а какой – гаплоидным?
12. Как осуществляется связь между клетками?
13. В чем отличия между клетками растений и животных?
14. Какие существуют типы деления ядра и клетки?
15. Каков биологический смысл митоза и мейоза?
16. В чем разница между первичным и вторичным крахмалом?
17. Как образуются крахмальные зерна?
18. Как изменяется размер вакуоли в зависимости от возраста клетки?
19. Каков биологический смысл образования кристаллов в клетке?

Тема 2. ГИСТОЛОГИЯ. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Теоретическая часть

Растительные ткани – это группа однородных клеток, сходных по происхождению, строению и выполняемым функциям.

Образовательные ткани

Меристема – ткань, обуславливающая рост растения в длину и толщину в связи с делением клеток. Первичная меристема – ткань, образованная в самом начале роста проростка в виде конуса нарастания стебля и корня. Вторичная меристема (камбий) – ткань, возникающая из дифференцированной ранее ткани. Образовательные ткани могут быть *апикальные, латеральные, интеркалярные и раневые*.

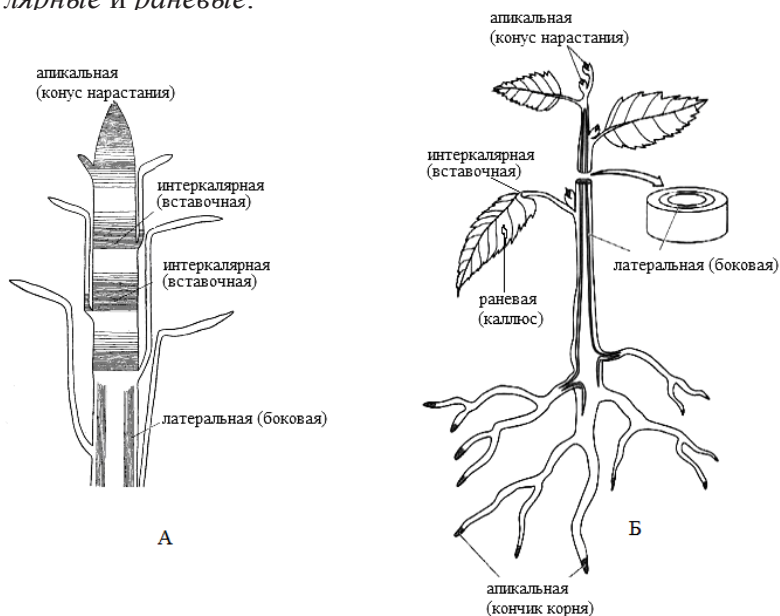


Рис. 10. Расположение образовательных тканей:

А – однодольные растения, Б – двудольные растения

Апикальные – меристемы, обеспечивающие рост растения в длину, первичны по происхождению, образуют конусы нарастания корня и побега.

Латеральные (боковые) – меристемы, обеспечивающие утолщение корня и стебля, располагаются по окружности осевых органов. *Первичные* боковые меристемы – прокамбий, перицикл – возникают непосредственно под апексами и в непосредственной связи с ними. *Вторичные* – камбий и феллоген (пробковый камбий) – формируются позднее из промеристем или постоянных тканей путем их дедифференцировки.

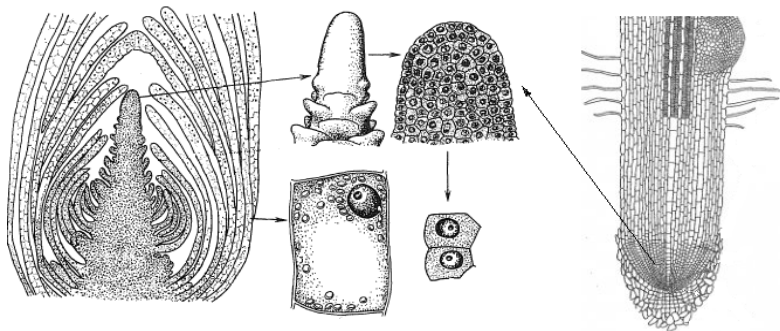
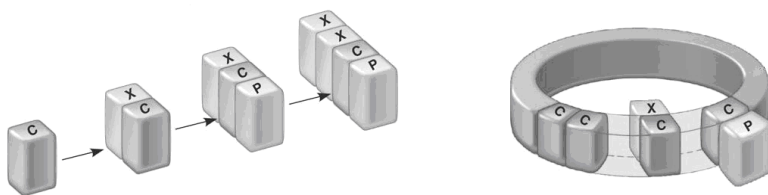


Рис. 11. Продольный разрез конуса нарастания

Интеркалярные (вставочные) – меристемы, находящиеся в стеблях злаков над узлами и в основании пластинки листа, что обуславливает рост этих органов.

Раневые меристемы образуются при повреждении тканей или органов. Живые клетки, окружающие пораженные участки, дедифференцируются и начинают делиться, т.е. превращаются во вторичную меристему – *каллюс*.



Процесс образования вторичной ксилемы и флоэмы
(вторичный рост)

Рис. 12. Тангентальное (периклинальное) деление клеток камбия:

С – камбий, X – ксилема, P – флоэма

Основные ткани

Основные ткани занимают в органах растений наибольший объем. По происхождению основные ткани почти всегда первичны, образуются из апикальных меристем. Клетки основных тканей живые, тонкостенные, паренхимные, расположенные довольно рыхло. Основные ткани связаны с синтезом, накоплением и использованием органических веществ.

В зависимости от выполняемых функций, происхождения и строения основные ткани делятся на несколько типов.

Основная (типичная) паренхима не имеет строго определенных функций, заполняет крупными массивами сердцевину стебля, внутренние слои коры стебля и корня. Ее клетки образуют вертикальные и горизонтальные лучи (тяжи), по которым в радиальном направлении перемещаются вещества. Из основной паренхимы могут возникать вторичные меристемы.

Ассимиляционная паренхима (хлоренхима) выполняет функцию фотосинтеза. Состоит из тонкостенных клеток, содержащих хлоропласты. Характерно наличие межклетников, облегчающих газообмен. Хлоренхима расположена под эпидермой в листьях (мезофилл) и зе-

ленных стеблях растений, а также в воздушных корнях некоторых эпифитов.

Запасающая паренхима приспособлена для накопления питательных веществ и главным образом представлена в клубнях, корневищах, луковицах, плодах, семенах и значительно реже в листьях. В зависимости от характера запасного вещества имеются отличительные особенности в строении. Если накапливается крахмал, в клетках много лейкопластов, если сахар или инулин – то крупные вакуоли, если белок – то много мелких вакуолей, образующих алеироновые зерна, если гемицеллюлоза – толстые клеточные стенки. Кроме того, в запасающей паренхиме обычно сосредоточены такие вещества, как алкалоиды, гликозиды, дубильные вещества и т.д.

У растений засушливых мест – суккулентов (агава, кактус, алоэ) – запасающая паренхима состоит из тонкостенных клеток, заполненных водой. В вакуолях таких клеток имеются слизистые вещества с высокой водоудерживающей способностью.

Воздухоносная паренхима (аэренхима) развивается у растений, произрастающих в условиях избыточного увлажнения. Ткань характеризуется большими межклетниками, заполненными кислородом, за счет которых осуществляются вентиляционные и отчасти дыхательные функции. У водных растений она способствует лучшей плавучести и уменьшает их плотность, помогая растениям удерживаться на поверхности воды.

Покровные ткани

Покровная ткань выполняет функцию защиты внутренних тканей от неблагоприятных внешних воздействий и осуществляет связь растений с окружающей средой. В связи с этим покровные ткани имеют следующие характерные особенности строения: 1) плотное

(без межклетников) соединение клеток; 2) клеточные оболочки часто утолщаются и претерпевают различные химические видоизменения, повышающие их защитные свойства; 3) для сообщения с внешней средой образуются устьица или чечевички.

В зависимости от происхождения и строения различают 3 основных типа покровных тканей – *эпидермис*, *перидерму*, *корку*.

Эпидермис (кожица) – образуется из первичной меристемы и является первичной покровной тканью. Кожица покрывает все органы растения в начале их развития. Кожицу листьев и стеблей называют *эпидермисом*, кожицу корня *эпibleмой*, так как они выполняют различные функции и характеризуются особенностями строения.

Эпидермис покрывает листья и стебли, состоит из паренхимных или несколько вытянутых, живых клеток, в центре которых находится крупная вакуоль. Клетки эпидермиса обычно имеют более или менее извилистые стенки, что обеспечивает особенно прочное их соедине-

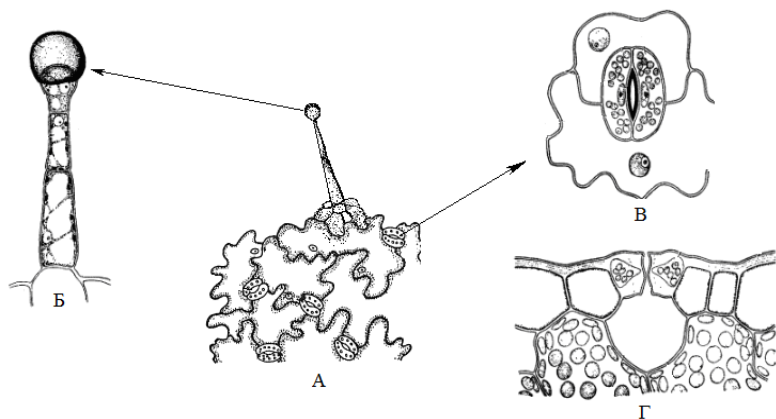


Рис. 13. Первичная покровная ткань (герань):

А – эпидермис, Б – железистый волосок, В – устьичный аппарат (Г – продольный разрез)

ние и эластичность ткани. Клетки эпидермиса у многих растений образуют волоски очень разнообразной формы. Одревеснение клеток волосков приводит к образованию шипов, которые являются защитным приспособлением. Защитное значение имеют также жгучие волоски, содержащие ядовитый клеточный сок. Если волоски эпидермиса очень короткие, их называют сосочками, они придают лепесткам и листьям бархатистость.

Для сообщения с внешней средой в эпидермисе образуются специальные приспособления – *устьица*, осуществляющие важнейшие физиологические процессы: газообмен и испарение воды (транспирация). Устьице представляет собой сложный аппарат, образованный двумя *замыкающими клетками*, между которыми остается межклетник – *устычная щель*. Сверху и снизу от устьичной щели имеются небольшие свободные пространства – передний и задний дворики, под устьищем расположена воздушная полость. Механизм работы устьиц определяется строением замыкающих клеток, которые имеют следующие особенности: наличие хлоропластов, неравномерное утолщение оболочки: внутренняя стенка, обращенная к устьичной щели, значительно толще внешней, особенно в углах.

Наряду с устьицами, предназначенными для газообмена и транспирации, у многих растений имеются водные устья – *гидатоды*, выделяющие воду в капельно-жидком состоянии.

Эпиблема корня является не только защитной тканью, но и выполняет функцию всасывания из почвы воды с растворенными в ней минеральными веществами. В связи с этим клетки эпиблемы имеют тонкую оболочку, хорошо пропускающую воду, и обладают способностью образовывать корневые волоски, которые тесно сопри-

касаются с частицами почвы. Для эпibleмы характерно отсутствие кутикулы и устьиц.

Феллема (пробка) – вторичная покровная ткань, заменяющая эпидермис (эпibleму) в конце первого вегетационного периода, не препятствующая росту органов в толщину. Несколько правильных радиальных слоев плотно сомкнутых мертвых клеток, стенки которых пропитаны суберином, делают пробку непроницаемой для воды и газов. Полости клеток при этом заполнены воздухом, дубильными или смолистыми веществами.

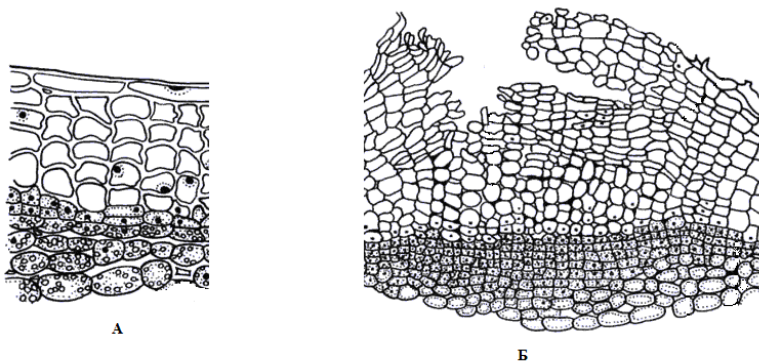


Рис. 14. Строение перидермы:

А – перидерма, Б – чечевичка

Образование пробки связано с деятельностью вторичной меристемы – *пробкового камбия (феллогена)*. В результате тангентального деления клеток кнаружи от феллогена формируется *феллема*, а к центру – *феллодерма* (хлорофилоносная паренхима).

Комплекс, состоящий из трех тканей: феллогена, феллемы и феллодермы – называется *перидерма*.

Для транспирации и газообмена в пробке образуются *чечевички*, закладывающиеся обычно под устьицами эпидермиса, который впоследствии отмирает и сбрасывается.

вается. Чечевичка заполнена округлыми рыхлорасположенными клетками.

В течение жизни большинства древесных растений формирование пробки происходит неоднократно, вследствие чего наружные слои изолируются от центральной части стебля, отмирают и деформируются. Таким образом, на стебле образуется *корка (ритидом)*, которую часто называют третичной покровной тканью.

Практическая часть

1. Рассмотреть на постоянном препарате конус нарастания стебля элодеи.

2. На временном препарате рассмотреть первичную покровную ткань.

С нижней стороны листа герани снимают кусочек эпидермы, захватив ее пинцетом с края надреза, кладут неповрежденной поверхностью вверх в каплю воды на предметное стекло и закрывают покровным стеклом. На самом прозрачном месте препарата (в один слой клеток) рассматривают структуру первичной покровной ткани – эпидермиса, строение устьичных аппаратов и выростов эпидермы (железистых волосков).

3. Вторичную покровную ткань рассматривают на постоянном препарате поперечного среза ветки бузины. Определяют слои перидермы по цвету и особенностям строения составляющих их клеток.

4. Строение корки изучают по постоянному препарату поперечного среза ветки сосны. Отмечают появление новых структурных элементов.

Механические ткани

Теоретическая часть

Механические ткани обеспечивают прочность растения, способность противостоять действию тяжести

собственных органов порывам ветра, дождю, снегу, вытаптыванию животными. Цитологической особенностью их клеток является утолщение стенок и плотное прилегание одной клетки к другой. Часто клеточные стенки пропитываются лигнином и древеснеют, что значительно повышает их прочность.

Выделяют три группы механических тканей: *колленхиму*, *склеренхиму* и *склереиды* (каменистые клетки).

Колленхима – первичная механическая ткань, служит для укрепления молодых растущих органов двудольных растений. Для колленхимы характерно неравномерное утолщение клеточных оболочек. Если утолщение происходит в углах клеток, образуется *угловая* колленхима, если утолщаются тангентальные стенки – *пластинчатая*. *Рыхлая колленхима* имеет хорошо выраженные межклетники. Утолщению подвергаются лишь те части оболочек, которые прилегают к межклетным пространствам. Клетки колленхимы живые, часто содержат хлоропласты и имеют паренхимную или вытянутую форму, длина их достигает иногда 1–2 мм.

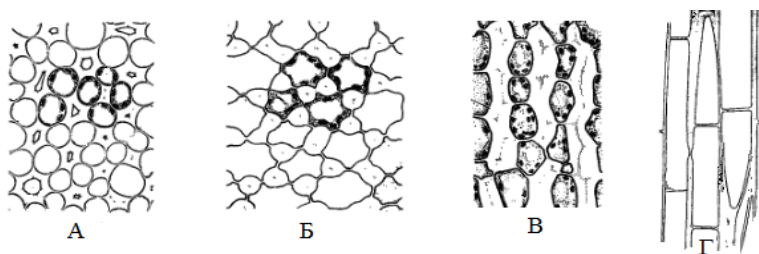


Рис. 15. Колленхима на поперечном (А-В) и продольном (Г) срезах:

А – рыхлая, Б, Г – угловая, В – пластинчатая

Склеренхима – мертвая механическая ткань, встречающаяся в органах почти всех высших растений. Ее прозенхимные клетки с равномерно утолщенными стенками

представляют собой длинные, очень плотно расположенные волокна с заостренными концами. В клеточных стенках склеренхимы по мере ее утолщения образуются четко выраженные поровые каналы. По происхождению склеренхима бывает *первичная* и *вторичная*.

По химическому составу стенки клетки различают два типа склеренхимы: *лубяные* и *древесинные волокна (либриформ)*. *Лубяные волокна* имеют целлюлозную или слегка одревесневшую клеточную стенку и отличаются значительной длиной. *Древесинные волокна* имеют длинну, не превышающую 2,5 мм, оболочки их всегда одревесневают.

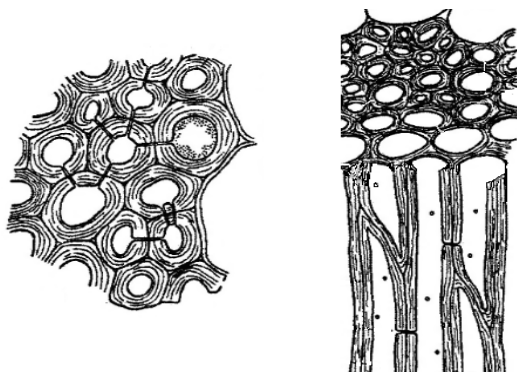


Рис. 16. Склеренхима стебля льна:

А – поперечный, Б – продольный срез

Склерейды (каменистые клетки) – мертвые клетки с толстой одревесневшей оболочкой разнообразной формы, с хорошо выраженной слоистостью и поровыми каналами в клеточной стенке. Встречаются в различных органах растений: листьях, плодах, корнях, располагаясь поодиночке или образуя скопления.

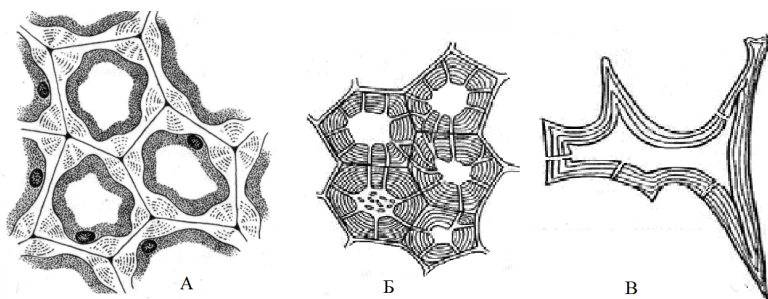


Рис. 17. Каменистые клетки:

А – толстостенные клетки скорлупы орехов, Б – склереиды груши (брахисклереиды), В – склереиды листа чая

Практическая часть

1. Угловую колленхиму рассматривают на поперечном срезе черешка свеклы. Для этого нужно приготовить временный препарат, рассмотреть при малом и большом увеличении. Отметить утолщения клеточной стенки по уголкам.

2. Склеренхиму можно рассмотреть на постоянных препаратах стебля льна, канатника, кенафа – поперечном и продольном. Отметить характер утолщения клеточных стенок.

3. Склереиды изучают на временном препарате из мякоти плодов груши.

Проводящие ткани

Теоретическая часть

В растении осуществляется транспортировка веществ в двух направлениях: от корней к листьям поднимается *восходящий* ток воды с минеральными веществами, от листьев к корням идет *нисходящий* ток органических веществ (ассимилянтов).

Каждый ток обслуживается своим видом проводящих тканей: восходящий – *трахеальные (ксилема)*, нисходящий – *ситовидные (флоэма)*.

Различают три группы проводящих тканей: *ситовидные трубки, сосуды (трахеи) и трахеиды*.

Сосуды (трахеи) формируются из вертикального ряда клеток (члеников) камбия. Членики формируют полые трубки за счет растворения поперечных стенок соприкасающихся клеток. Боковые стенки клеток одревесневают, живое содержимое в каждом членике отмирает. В зависимости от характера утолщения различают сосуды: *кольчатые, спиральные, сетчатые, лестничные и пористые*. Утолщения предохраняют водопроводящие элементы от сдавливания соседними тканями.

Стенки сосудов снабжены многочисленными порами, на поперечных стенках формируются одна или несколько *перфораций*.

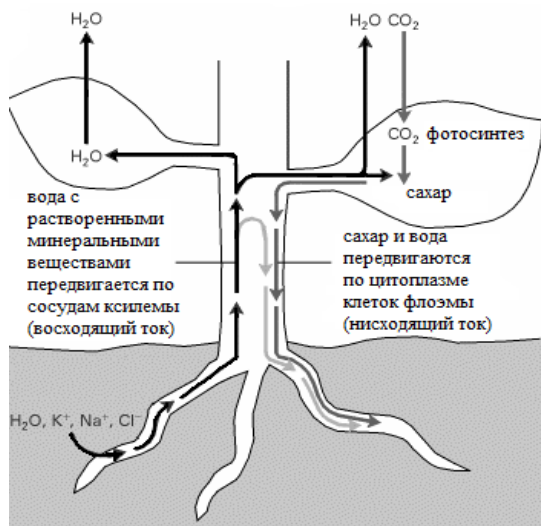


Рис. 18. Ток веществ в растении

При старении полость сосудов часто закупоривается *тиллами* – выростами соседних клеток через поры внутрь сосудов, они теряют способность к проводу воды и заменяются более молодыми.

Трахеиды – отдельные прозенхимные клетки с заостренными концами, по которым передвижение воды и минеральных веществ осуществляется через *окаймленные поры*.

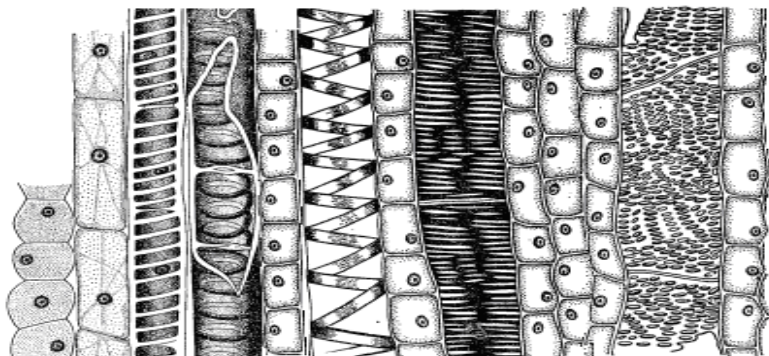


Рис. 19. Строение участка ксилемы двудольного растения

Трахеиды обычно встречаются у более древних представителей растительного мира (мхов, голосеменных).

Ксилема, кроме водных растворов минеральных веществ, иногда проводит и органику – *пасоку*, когда весной ферментированные органические вещества направляются из мест запаса к надземным органам, а также выполняет механическую функцию, придавая органам прочность.

Ситовидные трубки состоят из вертикального ряда живых клеток, у которых поперечные стенки пронизаны перфорациями (*ситовидные пластинки*). Клетки содержат хорошо выраженную цитоплазму, ядер нет. Рядом с ситовидными трубками обычно расположена одна или несколько *клеток-спутниц*, с которыми они связаны многочисленными плазмодесмами. В клетках-спутницах содержатся густая цитоплазма и хорошо выраженное ядро.

Ситовидные трубки обычно функционируют один вегетационный период. Осенью поры ситовидных пластинок закупориваются, и на них образуется мозолистое

тело, состоящее из особого вещества – *каллезы*. После отмирания трубки сплющиваются и рассасываются.

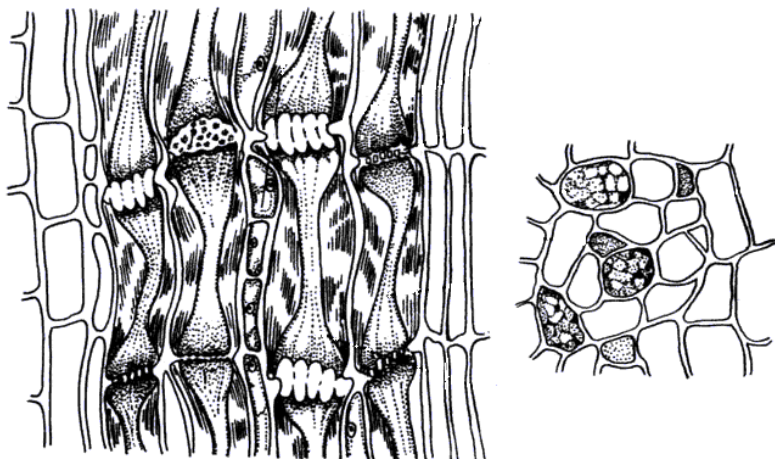


Рис. 20. Ситовидные элементы (флоэма) в стебле тыквы

Проводящие пучки

Проводящий пучок представляет собой комплекс тканей – *проводящей, механической и основной*.

Формирование пучков осуществляется на ранних стадиях развития органов растения за счет деятельности специальной образовательной ткани – *прокамбия*, который возникает из первичной меристемы конуса нарастания.

Проводящая ткань представлена *ксилемой (древесиной)*, обеспечивающей ток растворов минеральных веществ, и *флоэмой (лубом)*, служащей для проведения органики.

Обычно ксилеме сопутствуют *паренхима* и *древесинные волокна*.

Если между ксилемой и флоэмой имеется *камбий*, пучок называется *открытым*, если нет – *закрытым*.

Открытые пучки способны к дальнейшему росту и характерны для **двудольных** и **хвойных** растений, стебли и корни которых способны к утолщению. *Закрытые* пучки не способны к дальнейшему росту и обычно встречаются у **однодольных** растений.

Проводящие пучки в известной степени выполняют механическую функцию, придавая растениям прочность.

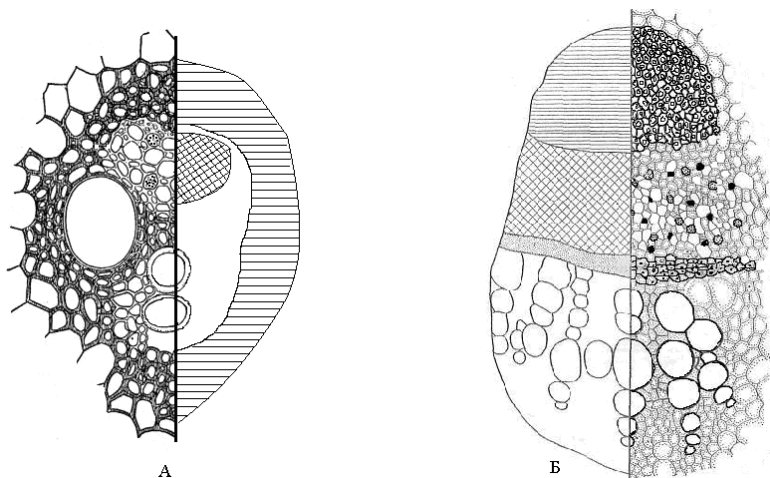


Рис. 21. Коллатеральные проводящие пучки:

А – закрытый, Б – открытый

Проводящие пучки классифицируются по взаимному расположению флоэмы и ксилемы на: *коллатеральные*, *биколлатеральные*, *радиальные* и *концентрические*.

В *коллатеральном* пучке флоэма и ксилема расположены бок о бок, при этом ксилема направлена к центру, флоэма – к периферии (у большинства семенных растений). В *биколлатеральных* пучках имеется добавочный участок внутренней флоэмы (семейства тыквенные, пасленовые).

В *радиальных* пучках флоэма и ксилема чередуются – между выступами ксилемы располагаются участ-

ки флоэмы. Радиальные пучки чаще всего встречаются в корнях и всегда являются закрытыми.

В *концентрических* пучках флоэма окружает ксилему – *амфикрибральный* (папоротники), или ксилема окружает флоэму – *амфивазальный* (ландыш, ирис). Концентрические пучки, как правило, наблюдаются в корневищах.

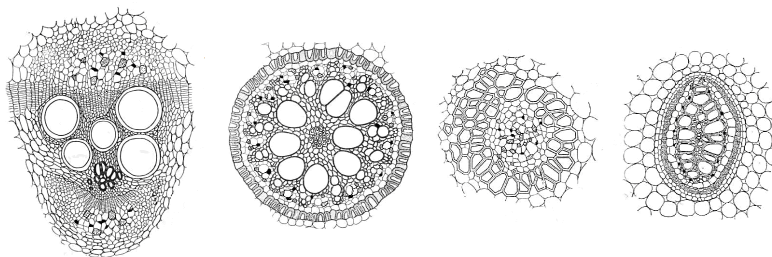


Рис. 22. Сосудисто-волокнистые пучки

Практическая часть

1. Изучить особенности строения ксилемы: сосудов (трахей) и трахеид.

На постоянных препаратах (продольный срез подсолнечника, кукурузы) рассмотреть трахеи. Отметить отличие молодых и старых трахей.

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

2. Изучить особенности строения флоэмы.

На постоянных препаратах продольного и поперечного среза стебля тыквы рассмотреть ситовидные трубки и клетки-спутницы.

3. Рассмотреть различные виды проводящих пучков.

На постоянных препаратах поперечного среза стебля кукурузы ознакомиться со строением закрытого коллатерального пучка; среза стебля тыквы – со строением биколлатерального пучка; среза стебля подсолнечника –

со строением открытого коллатерального пучка; среза корневища ландыша – со строением амфибазального пучка; среза корневища папоротника – со строением амфикрибального пучка; среза корня ириса – со строением радиального пучка.

Контрольные вопросы

1. Каковы характерные признаки меристематической ткани?
2. Как классифицируются меристемы по месту расположения?
3. В чем отличие первичной меристемы от вторичной?
4. Какие особенности строения эпидермиса определяют его функцию?
5. В чем отличия эпидермиса и эпиблемы?
6. Из каких компонентов состоит устьичный аппарат?
7. Какие образования усиливают защитную роль эпидермы?
8. Частью какого комплекса является пробка?
9. Когда и почему происходит замена эпидермиса на пробку?
10. В чем отличия между строением клеток пробки и эпидермиса?
11. Каковы функции основных тканей?
12. Как классифицируются основные ткани?
13. Каковы характерные признаки клеток механической ткани?
14. Какие типы механических тканей существуют и в чем их отличия?
15. Чем отличаются лубяные и древесинные волокна?
16. По каким проводящим тканям осуществляется нисходящий ток, и по каким – восходящий?

17. Какие гистологические элементы входят в состав ксилемы и флоэмы?

18. Чем отличаются трахеи и трахеиды?

19. Продолжительность деятельности сосудов и ситовидных трубок и с чем связано ее прекращение?

20. Какие ткани входят в состав проводящего пучка?

21. В чем отличие между открытым и закрытым проводящим пучком?

22. Как классифицируются пучки по расположению ксилемы и флоэмы?

23. Какие пучки характерны для стебля однодольных, стебля двудольных и для корня?

Тема 3. КОРЕНЬ. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Морфология и метаморфозы корня

Теоретическая часть

Корень является основным осевым вегетативным органом растения, который выполняет несколько функций. Корень закладывается уже в зародыше семени и при прорастании первым трогаются в рост.

Выделяют несколько типов корней: *главный, придаточные и боковые*. *Корневая система* – это совокупность всех корней растения. Система главного корня образует *стержневую* корневую систему, а придаточные корни – *мочковатую*.

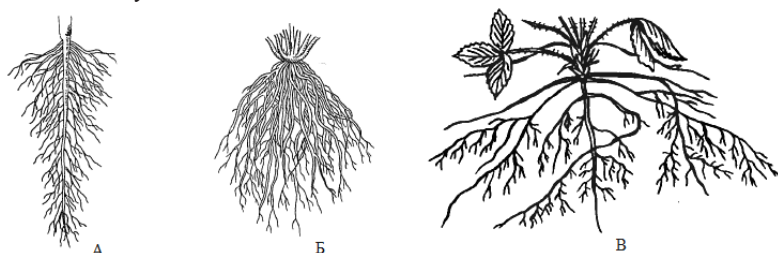


Рис. 23. Типы корневых систем:

А – система главного корня, Б – система придаточных корней, В – смешанная

На кончике корня выделяют четыре зоны: *деления, растяжения (роста), всасывания и проведения*.

К зоне деления относят часть конуса нарастания, где происходит деление клеток, а к зоне растяжения – часть, где происходит их интенсивный рост. Зона деления снаружи защищена *корневым чехликом*, который предохраняет ее от повреждения о частицы почвы и облегчает продвижение корня в почве.

На границе с зоной роста клетки поверхностного слоя – *эпидермы* – образуют *корневые волоски*, поглоща-

ющие из почвы раствор минеральных веществ, формируется зона всасывания.

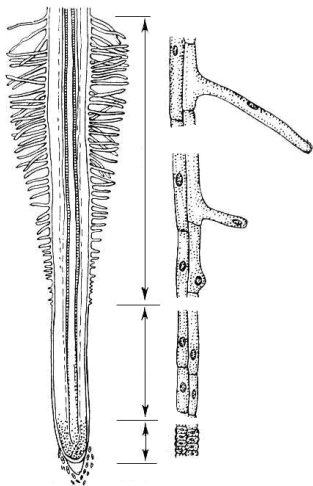


Рис. 24. Кончик корня проростка пшеницы

На границе с зоной проведения волоски отмирают, поэтому зона всасывания всегда находится вблизи кончика корня. Грибы снабжают растение водой, минеральными солями, растение поставляет грибу углеводы. Предполагается, что грибы поставляют растениям и важные стимуляторы, витамины.

Микориза может быть *экзотрофной*, если гифы расположены только снаружи корня, и *эндотрофной*, если они живут только в клетках корня.

Бактерии из рода *Rhizobium*, способные усваивать и связывать атмосферный молекулярный азот, находятся во взаимоотношениях с корнями бобовых растений. Внедрение бактерий в кору корня вызывает разрастание паренхимы в виде опухоли, называемой *корневым клубеньком*.

Зона проведения составляет наибольшую часть корня и заканчивается у корневой шейки. На этом участке корня происходит формирование боковых корней (ветвление).

Обычно вокруг корня за счет корневых выделений образуется благоприятный слой для почвенных микроорганизмов, называемый *ризосферой*.

Часто между корнями высших растений и грибами наблюдаются симбиотические отношения, получившие название *микориза*, или *грибокорень*.

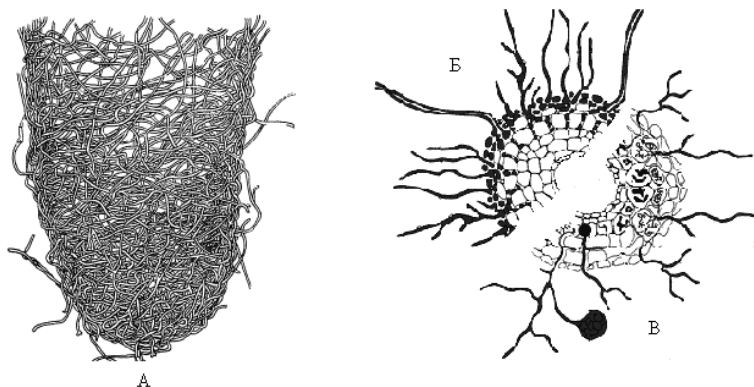


Рис. 25. Микориза на кончике корня:

А – внешний вид, Б – эктотрофная, В – эндотрофная

Метаморфозы корня – приспособление корня к окружающей среде. Выделяются запасующие корни, ходульные, водные, присоски (гаустории), воздушные и др.

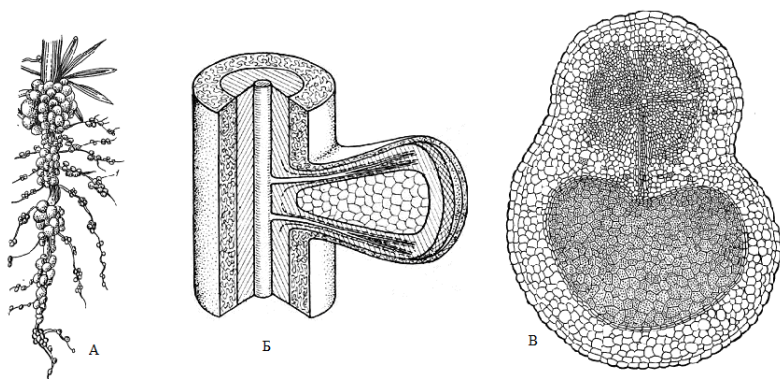


Рис. 26. Клубеньки на корнях люпина:

А – внешний вид, Б – продольный срез (схема), В – поперечный срез

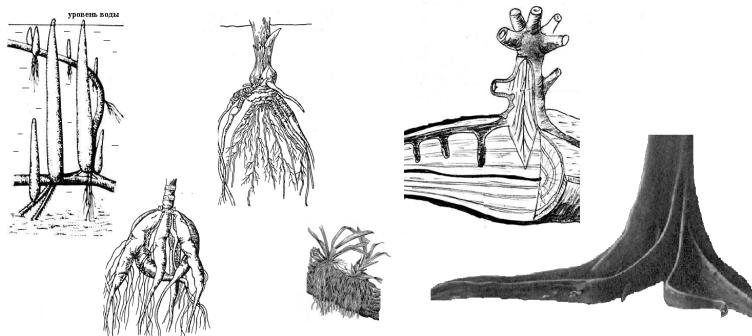


Рис. 27. Метаморфозы корня

Практическая часть

1. Работа с гербарными образцами.

По раздаточному гербарному материалу изучить типы корней и корневых систем.

2. На постоянных препаратах изучить клубеньки бобовых и корни-присоски в разрезе.

3. По таблицам и слайдам изучить микоризу и метаморфозы корня.

Анатомическое строение корня

Теоретическая часть

Все ткани в зоне всасывания первичные по происхождению, поэтому и строение корня в этой зоне называют *первичным*. Здесь в корне различают *центральный цилиндр* и *первичную кору*.

Первичная кора представляет собой комплекс из *экзодермы*, *мезодермы* и *эндодермы*. Клетки коры снабжают ризодерму пластическими веществами и сами участвуют в поглощении и проведении веществ.

Экзодерма, представленная плотно сомкнутыми многоугольными клетками с опробковевшими стенками, выполняет защитную функцию. В клетках мезодермы, составляющих большую часть первичной коры, могут

накапливаться большие запасы питательных веществ. Эндодерма состоит из одного ряда клеток с непроницаемыми подковообразными утолщенными стенками, направленными внутрь корня. Среди таких клеток имеются живые *пропускные клетки*, через которые вода и минеральные вещества поступают в центральный цилиндр.

Центральный цилиндр состоит из *перицикла* и *проводящей системы*, представленной радиальным пучком.

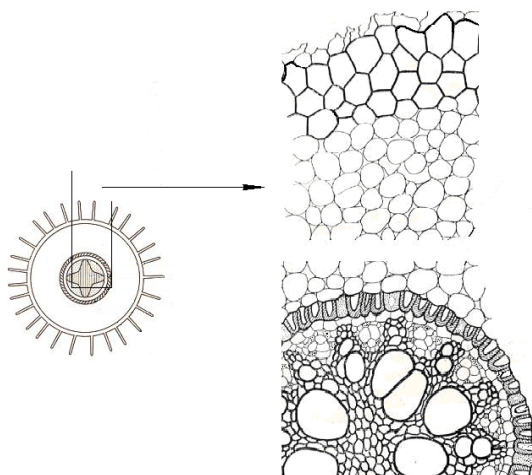


Рис. 28. Первичное анатомическое строение корня ириса

Перицикл состоит из одного ряда живых клеток, способных к делению, из которых образуются боковые корни. В радиальном пучке ксилема расположена в центре в виде острых лучеобразных выступов, между которыми лежат участки флоэмы.

При первичном строении в радиальном пучке отсутствует *камбий*, следовательно, он закрытый.

Первичное строение корня у однодольных растений наблюдается не только в зоне всасывания, но и в зоне проведения, следовательно, их корни не способны к утолщению.

Для двудольных растений в зоне проведения характерно *вторичное строение* корня, обеспечивающее его рост в толщину, которое начинается с образования вторичной меристемы – *камбия*.

Между ксилемой и флоэмой закладывается камбий, тангентальное деление клеток которого приводит к образованию *вторичной флоэмы* и *ксилемы*.

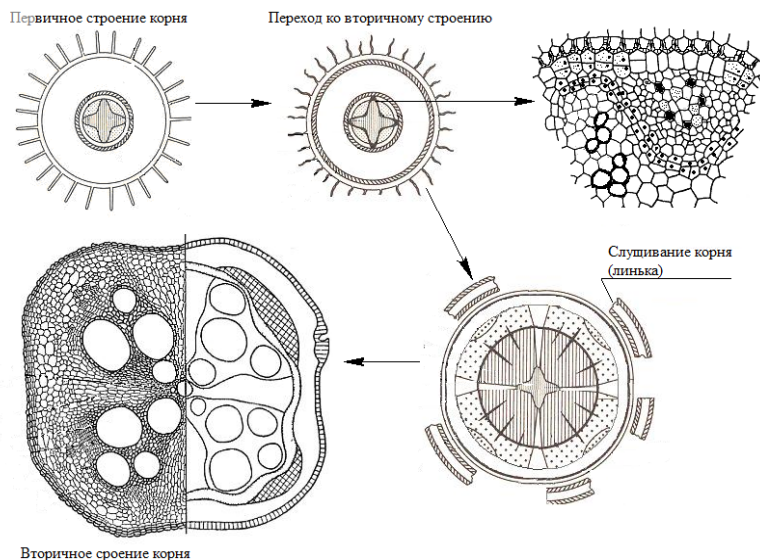


Рис. 29. Переход корня от первичного к вторичному строению

От лучей первичной ксилемы начинаются радиальные лучи, чередующиеся с широкими участками вторичной ксилемы с крупными сосудами. К периферии против каждого участка вторичной ксилемы находится вторичная флоэма.

Ткани, расположенные снаружи от камбия (флоэма, основная паренхима, феллодерма и феллоген), формируют *вторичную кору*.

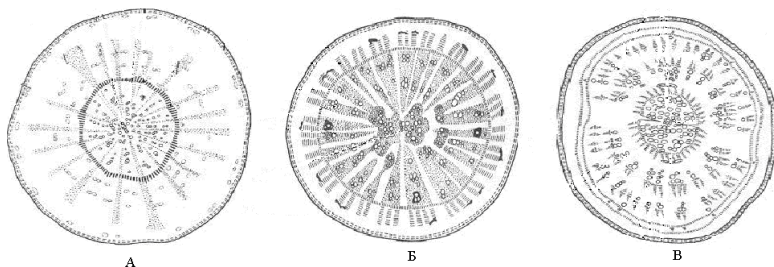


Рис. 30. Типы анатомического строения корнеплодов:

А – монокамбиальный флоэмный (морковь), Б – монокамбиальный ксилемный (редис), В – поликамбиальный (свёкла)

Корнеплоды формируются из главного корня, при этом образуется мощная паренхима, в которой откладываются питательные вещества. Отличие корнеплодов редьки и моркови состоит в том, что у моркови хорошо развита флоэма, а у редьки – ксилема.

Третичное строение – образование дополнительных слоев камбия и паренхимы, в которой откладывается сахар. Во время выбрасывания семядолей происходит «линька» корня.

Практическая часть

1. Изучить первичное и вторичное строение корня.

На постоянном препарате корня ириса рассмотреть первичное строение корня. На поперечном срезе корня тыквы заметно появление камбия в виде дуг, которые затем замыкаются, и образуются вторичные ксилема и флоэма. Корень приобретает вторичное строение (в зоне проведения).

2. Отметить особенности строения разных типов корнеплодов.

На срезах (кружочках) и постоянных препаратах рассмотреть строение корнеплодов моркови, редьки и свеклы.

Контрольные вопросы

1. Каково происхождение главного корня, бокового и придаточного?
2. Какие бывают типы корневых систем по происхождению и по форме?
3. Какие существуют метаморфозы корня?
4. Почему корень трогается в рост первым?
5. Из каких зон состоит корень?
6. Что представляет собой корневой волосок?
7. Какие ткани можно выделить при первичном строении корня?
8. У каких растений и почему происходит «линька корня»?
9. Какой тип пучка характерен для корня?
10. Из каких элементов состоит первичная кора и центральный цилиндр?
11. С чем связан переход корня от первичного к вторичному строению?
12. Из каких комплексов тканей состоит корень при вторичном строении?
13. В какой зоне корня двудольных растений наблюдается первичное строение, а в какой – вторичное?
14. В чем сходство и различие в строении корнеплодов моркови и редьки?
15. В чем заключается аномальность корнеплода свеклы?
16. Почему микоризу и клубеньки называют симбиозом?
17. Какую функцию выполняет микориза?
18. В чем отличие эктотрофной микоризы от эндотрофной?
19. Как происходит развитие клубенька в корне?
20. Какую пользу приносят клубеньковые бактерии растениям, в клетках которых они поселяются?

Тема 4. ПОБЕГ (СТЕБЕЛЬ). МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Морфология и метаморфозы стебля

Теоретическая часть

Побег – стебель с развивающимися на нем листьями и почками. *Стебель* – надземный осевой вегетативный орган, обладающий неограниченным ростом. На стебле формируются все составные части побега. При описании побега обращают внимание на: расположение почек и листьев, характер ветвления, форму поперечного сечения, направление роста и длину междоузлий, видоизменения.

Различают два вида стеблей: *деревянистый* – живет много лет (деревья, кустарники, полукустарники), и *травянистый* – живет один вегетационный период (у однолетних, двулетних и многолетних трав).

В типичных случаях стебель нарастает верхушкой – *верхушечный* рост. Но у некоторых растений встречается *вставочный (интеркалярный)* рост, когда нарастание осуществляется основанием каждого междоузлия (сем. Мятликовые).

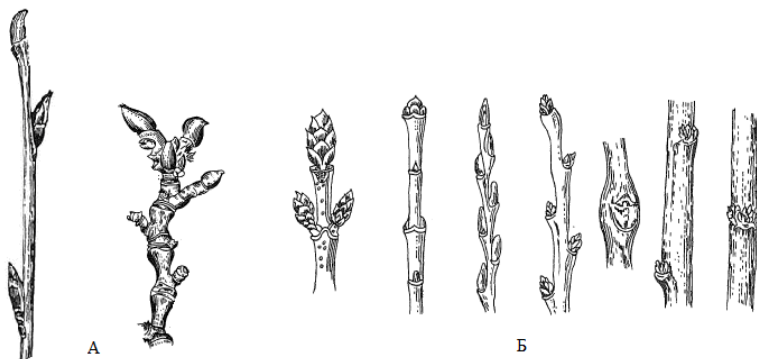


Рис. 31. Типы побегов:

А – по длине междоузлий, Б – по почкорасположению

По направлению роста или расположению побега относительно поверхности почвы различают *ортотропные* побеги, ориентированные перпендикулярно к поверхности почвы, и *плагитропные* – параллельно или наклонно.

По длине междоузлий различают побеги нескольких типов: с удлинненными междоузлиями (типичный побег) – *ауксибласт*, с укороченными – *брахибласт*, прикорневая и верхушечная розетка.

Побег растет в длину обычно верхушкой. Если наблюдается рост неопределенно долго за счет одной и той же верхушечной меристемы, то такое нарастание называют *моноподиальным*. Если рост продолжается ограниченное время (один вегетационный период), а в следующий сезон рост побега продолжается за счет ближайшей боковой почки – *симподиальным*.

Ветвление бывает двух типов: *верхушечное* и *боковое*. При определении типа ветвления учитывают расположение наиболее сильных боковых ветвей на материнских осях. Различают три основных варианта: *акротонию*, *мезотонию* и *базитонию*.

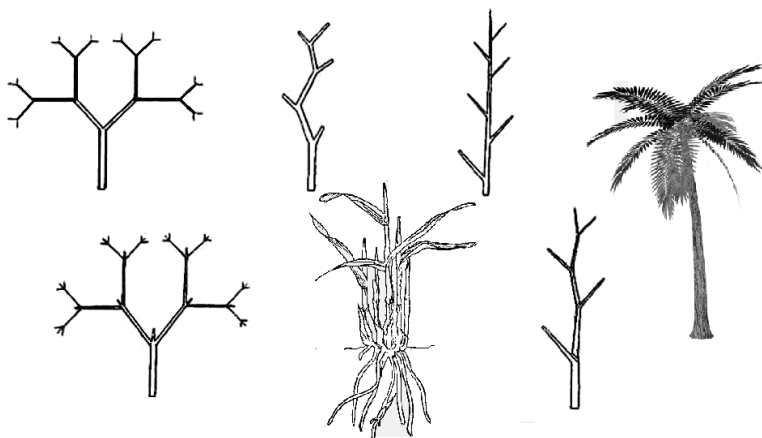


Рис. 32. Основные типы верхушечного и бокового ветвления

Акротония – наиболее сильные боковые ветви формируются ближе к верхушке материнского побега (деревья). *Базитония* – образование наиболее крупных и сильных ветвей в нижней части материнского побега (кустарники, кустарнички и многолетние травы, злаки). При *мезотонном ветвлении* наиболее сильные боковые ветви формируются в средней части материнского побега.

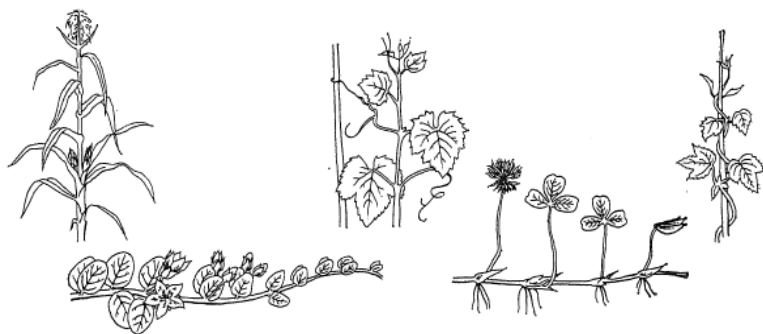


Рис. 33. Положение стебля в пространстве

Кущение злаков – одна из форм базитонии, приводящая к образованию куста. При кущении боковые ветви образуются только у основания материнского побега из приземных и подземных почек, формируется узел кущения.

По расположению в пространстве известны побеги: *прямостоячие*, *вьющиеся*, *цепляющиеся*, *лежачие (стелющиеся)*, *ползучие*.

Выделяют три основных типа листорасположения (филлотаксиса): *супротивное*, *мутовчатое* и *спиральное*. Наиболее сложное и распространенное – спиральное. При этом каждый вид растений имеет определенную цикличность в расположении листьев. Листовой цикл на побеге устанавливается с помощью *ортостихи*.

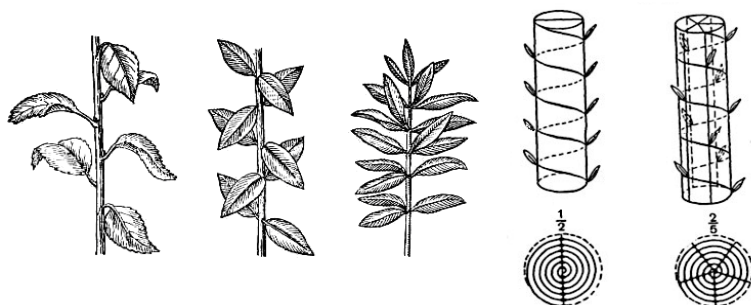


Рис. 34. Типы листорасположения (филлотаксис) и листового цикла

Ортостиха – воображаемая вертикальная прямая линия, которая соединяет места прикрепления листьев, расположенных друг над другом. *Листовой цикл* выражают числом витков спирали между парой смежных листьев, сидящих на одной ортостихе, и числом листьев, которые располагаются на этой спирали. При подсчете листьев, образующих цикл, не считают первый лист следующего цикла. Эту закономерность можно выразить **дробью**: числитель показывает число оборотов спирали в одном листовом цикле, знаменатель – число листьев в нем.

Иногда стебель бывает лишен листьев. В таких случаях он чаще всего имеет зеленую окраску, т.е. способен к фотосинтезу, увенчан цветком или соцветием, и называется *стрелкой*.

В связи с приспособлением растений к условиям существования наблюдается видоизменение побегов – метаморфозы. Наиболее часто встречаются: колючки – органы защиты (боярышник), клубни, корневища, луковицы – органы запаса питательных веществ, усы и плети – органы вегетативного размножения и т.д.

Часто видоизмененные органы растений, выполняющие одинаковую функцию, имеют различное происхождение.

2. Уяснить принцип определения листового цикла. На гербарных образцах определить листовые циклы.

3. По таблицам, гербариям и слайдам изучить метаморфозы побега, усвоить понятия аналогичных и гомологичных органов.

Анатомическое строение травянистого и древесного стеблей

Теоретическая часть

Стебель – это осевой орган, осуществляющий связь между надземными ассимилирующими органами и подземными органами (корнем).

Для стебля характерно наличие *центрального цилиндра*, который представляет собой систему проводящих, основных и механических тканей, расположенных к центру от первичной коры и отграниченных от нее энтодермой. Этот центральный стержень растения получил название *стелы*.

По анатомическому строению стебли однодольных растений отличаются от стебля двудольных. У **однодольных** пучковое строение с расположением проводящих пучков по «пальмовому» типу, пучки закрытые коллатеральные, один вид механической ткани – склеренхима.

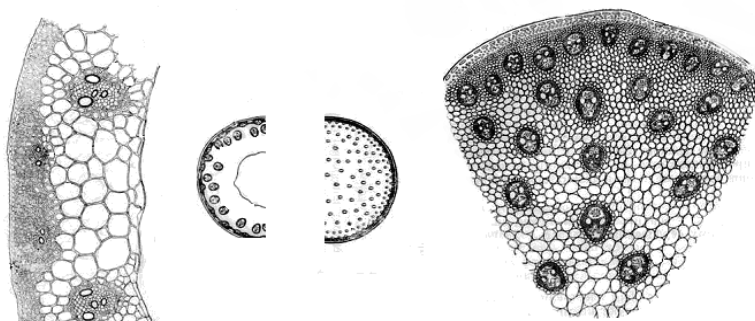


Рис. 36. Первичное строение стебля

У **двудольных** *пучковое* строение с расположением пучков по окружности, пучки открытые, коллатеральные, два вида механической ткани – колленхима и склеренхима. С появлением камбия происходит переход от первичного строения к вторичному. У некоторых двудольных растений (подсолнечника) имеется переход от *пучкового* строения к *непучковому*.

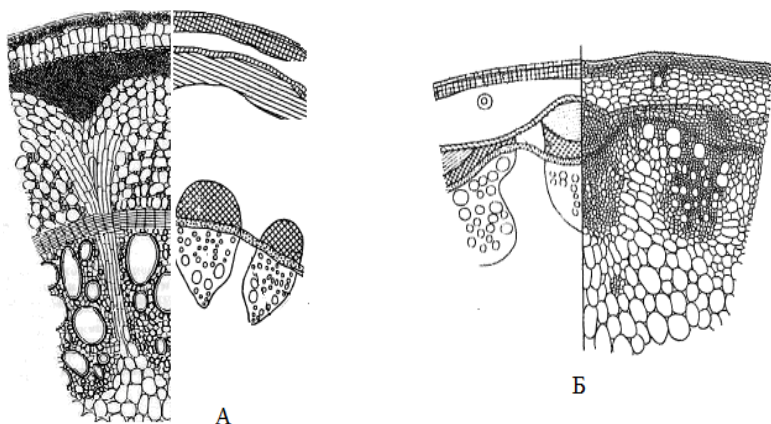


Рис. 37. Стебель двудольных растений:

А – кирказон, Б – подсолнечник

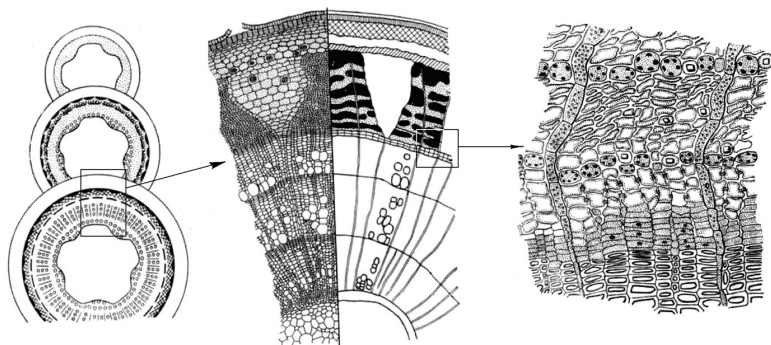


Рис. 38. Строение древесного стебля липы

У **древесных** растений прокамбий закладывается в апексе в виде сплошного цилиндра, который затем переходит в камбий, обеспечивая вторичное строение. Кнаружи от цилиндра камбия образуется цилиндр вторичной флоэмы, а внутрь – цилиндр вторичной ксилемы. Формируется непучковое строение. Деятельность камбия в течение года неравномерна. Это приводит к образованию годичных колец.

Клетки древесной паренхимы сильно одревесневают, содержание воды в них снижается, постепенно эти клетки отмирают. Во всех элементах древесины происходит отложение консервирующих веществ, часто окрашенных. В результате этих изменений центральная часть ствола резко выделяется по окраске и твердости. Нефункциональную ксилему называют *ядром* или *ядровой древесиной*, а окружающую ядро более молодую функционирующую часть древесины – *заболонью*.

Практическая часть

1. На постоянных препаратах рассмотреть первичное строение стебля кукурузы, ржи. Отметить характерные особенности строения их стебля.

2. На препаратах стебля подсолнечника и кирказона изучить расположение пучков, типы пучков, появление межпучкового камбия и переход к непучковому строению. Найти вторичные ткани: флоэмы и ксилемы.

3. На постоянных препаратах изучить строение стебля липы и сосны. На распилах сосны рассмотреть древесину, кору и годичные кольца. Посчитать на разных распилах сосны возраст растений.

Контрольные вопросы

1. Чем отличаются древесные стебли от травянистых?
2. Какие выделяют типы стеблей по направлению роста?
3. В чем отличие удлиненного побега от укороченного?
4. В чем отличие моноподиального нарастания побега от симподиального?
5. Как определяется листовой цикл при спиральном листорасположении?
6. В чем заключается разница между верхушечной и боковыми почками?
7. Какие почки называются спящими, адвентивными?
8. Какие существуют типы ветвления по расположению боковых ветвей?
9. Какие выделяют метаморфозы побега и с чем они связаны?
10. Какова структура стебля однодольных растений?
11. Какой стебель называют соломиной и как он формируется?
12. В чем заключаются особенности первичного и вторичного строения стебля двудольного растения?
13. Как происходит переход от пучкового к непучковому строению?
14. В чем заключается отличие анатомического строения стебля однодольных растений от двудольных?
15. В чем разница в структуре травянистого стебля и древесного?
16. По каким признакам микроскопической структуры можно отличить стебель от корня?
17. Каковы особенности структуры древесного стебля (на примере липы)?
18. Как образуется первичная и вторичная кора?

19. С чем связано образование годичных колец? От чего зависит их толщина?

20. Что такое заболонь, ядровая древесина?

21. Что такое сердцевинные лучи и какую роль они выполняют?

Тема 5. ЛИСТ. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Морфология и метаморфозы листа

Теоретическая часть

Лист – боковой орган растения, выполняющий определенные функции: фотосинтеза, транспирации, газообмена.



Рис. 39. Строение листа

Листья однодольных и двудольных растений имеют и другие отличия: у однодольных лист имеет листовое влагалище, язычок и ушки, у двудольных – черешок и листовую пластинку, могут также встречаться прилистники. Листья с совершенно цельными краями листовой пластинки называют *цельнокрайними*, с небольшими вырезами по краям, не достигающими четверти ширины пластинки, – *цельными*.

Если вырезы по краям листа достигают четверти ширины листовой пластинки, его называют *лопастным* (дуб, клен). Если надрезы заходят глубже четверти пластинки, лист *раздельный*, а если доходят почти до средней жилки или основания пластинки – *рассеченный*.

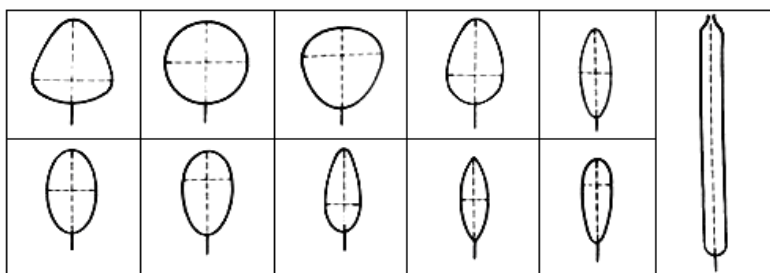


Рис. 40. Основные формы листовой пластинки

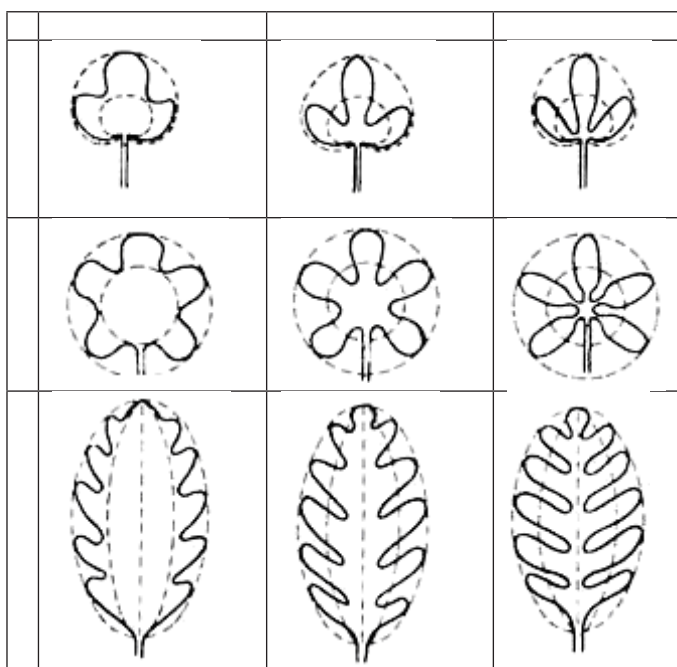


Рис. 41. Простые листья с расчлененной пластинкой

Расположение лопастей или глубоких надрезов на листе бывает *перистое, тройчатое, пальчатое*.

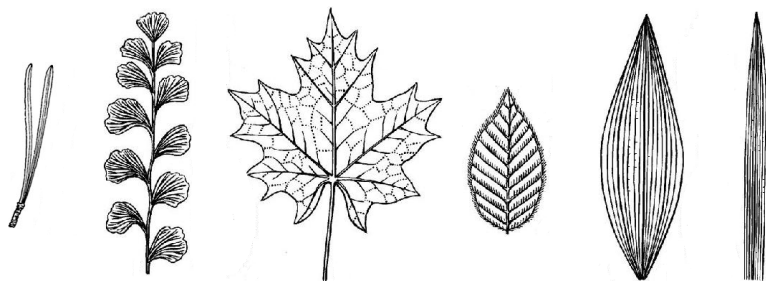


Рис. 42. Жилкование листьев

Сложные листья бывают тройчато-сложные (земляника), пальчато-сложные (люпин) или перистосложные (горох). Если в перистосложном листе на главном черешке его сидят не листочки, а черешки второго порядка, несущие на себе перисторасположенные листочки, то его называют дваждыперистосложным (мимоза). Бывают также дваждытройчато-сложные листья, триждытройчато-сложные, пальчато-перистосложные.



Рис. 43. Сложные листья

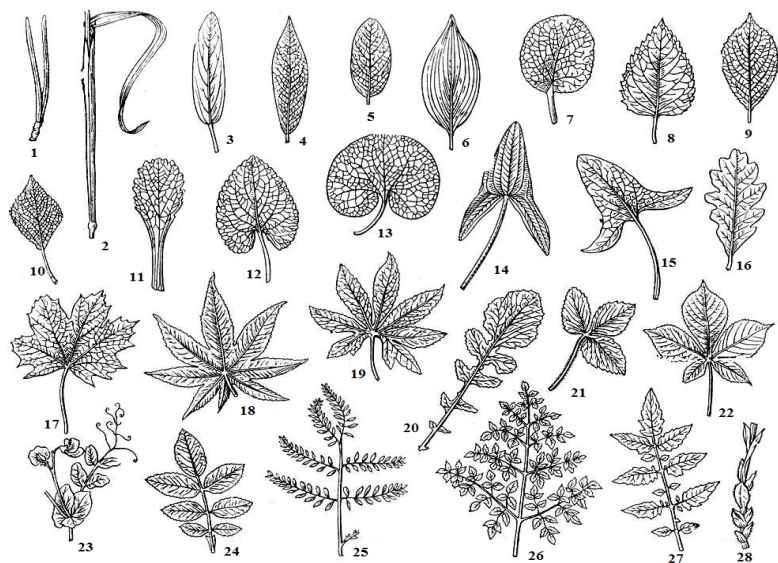


Рис. 44. Различные типы листьев

Анатомическое строение листа

Главная функция листа – *фотосинтез* – выполняется важнейшей его частью – *мезофиллом* (хлоренхима). Мезофилл занимает все пространство между верхним и нижним эпидермисом, остальные ткани обеспечивают его работу. *Эпидермис*, покрывающий лист, регулирует газообмен и транспирацию.

Система разветвленных *проводящих пучков* снабжает лист водой и обеспечивает отток веществ, выработанных клетками мезофилла. В проводящих пучках флоэма находится снизу, а ксилема – сверху. При переходе в листовую след флоэма окажется снаружи, ксилема внутри стебля. *Механические* ткани, придающие листу прочность, находятся не только в проводящих пучках, но и в виде склереид в мезофилле.

Дорзовентральный тип листа встречается у большинства покрытосеменных растений. Верхняя и нижняя его поверхности имеют различную структуру и выполняют разные функции. Мезофилл состоит из двух хорошо различных типов хлоренхимы: *палисадной (столбчатой)* и *губчатой*.

Фотосинтез в основном происходит в *палисадной* паренхиме, клетки которой расположены в один или несколько слоев под верхним эпидермисом, обращенным к солнцу. Клетки удлинненной формы лежат очень плотно перпендикулярно к поверхности листа и параллельно солнечным лучам, и содержат много хлоропластов. Под ними расположена *губчатая* паренхима, состоящая из рыхло расположенных клеток неправильной формы. Широкие межклетники сообщаются с воздушными полостями многочисленных устьичных аппаратов, находящихся на нижнем эпидермисе, и обеспечивают газообмен.

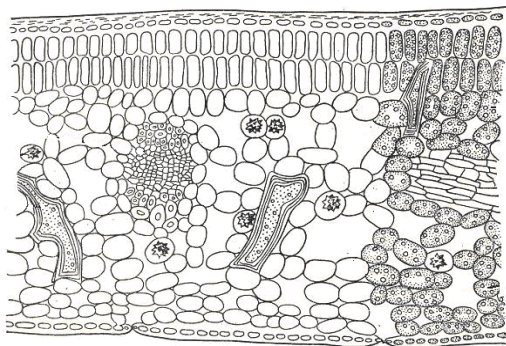


Рис. 45. Лист двудольного растения (камелия)

Ксилема и *флоэма* объединены в закрытые коллатеральные пучки. Крупные проводящие пучки сильно выдаются над поверхностью листа (жилкование), менее крупные полностью погружены в мезофилл.

Изолатеральный тип листа не имеет различия в хлоренхиме, встречается у однодольных, в частности у злаков.

Эпидермис злаков состоит из клеток двух типов: 1) длинные, вытянутые по длине пластинки, с ровными или извилистыми боковыми стенками; 2) короткие крупные клетки часто грушевидной формы – *пузыревидные*. Пузыревидные клетки располагаются в верхнем эпидермисе. Эти клетки часто называют *моторными*, считая, что они отвечают за свертывание листовых пластинок в сухую погоду, например, у ковыля, овсяницы и др.

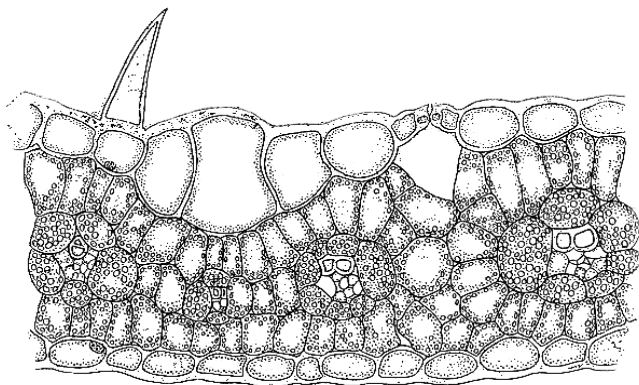


Рис. 46. Лист однодольного растения (кукурузы)

Мезофилл у злаков однородный, состоящий из округлых, угловатых, извилистых или слегка складчатых клеток. Часто между крупными пучками расположены более мелкие. Все пучки закрытые, коллатеральные, снабжены обкладочными клетками. По строению обкладок пучков листья злаков можно разделить на два типа: *кранцевой* и *обычный*. *Кранцевой* характеризуется наличием обкладки из крупных тонкостенных хлорофиллоносных клеток с радиальной ориентацией мезофилла вокруг пучков (кукуруза, просо). *Обычный* тип строения

имеет склеренхимную обкладку из клеток с утолщенными одревесневшими стенками.

Лист (хвоя) голосеменных. Хвоя имеет существенные особенности в строении. С поверхности хвоинка покрыта толстостенными, часто одревесневшими и сильно кутинизированными клетками эпидермиса. Ниже залегает *гиподерма*, выполняющая механическую функцию. *Устьища* расположены равномерно по хвоинке, погружены в гиподерму. Над устьичной щелью свисает наплыв кутикулы. Мезофилл состоит из паренхимных клеток, которые имеют складки, обращенные внутрь. Вдоль складок располагаются хлоропласты, что значительно увеличивает поверхность поглощения света. Такой мезофилл называется *складчатым*. В нем имеются смоляные ходы. Два проводящих пучка расположены в середине хвоинки и соединены между собой механической тканью – *лубом*.

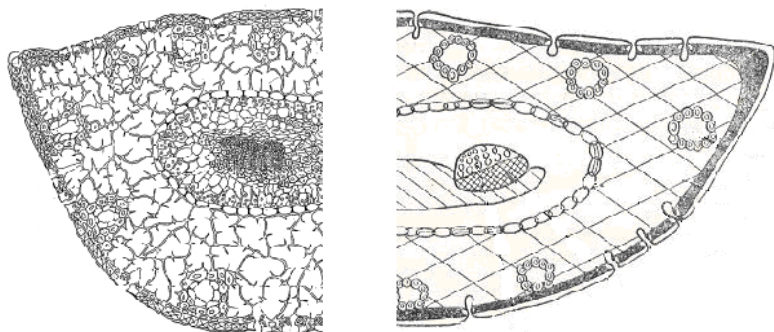


Рис. 47. Хвоя сосны

Практическая часть

1. На раздаточном материале, гербарных образцах и слайдах рассмотреть листья однодольных и двудольных растений.
2. Используя изученный материал, дать названия листьям, приведенным на рисунке 44.

3. Анатомическое строение листа двудольных и однодольных растений изучить на постоянных препаратах камелии, ржи, кукурузы и хвой.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается черешковый лист от сидячего?
2. Какие листья называют влагалищными?
3. Какие типы жилкования бывают у листьев?
4. Чем отличаются простые листья от сложных?
5. Как классифицируются простые листья с цельной листовой пластинкой?
6. Какие два признака положены в основу классификации простых листьев с расчлененной пластинкой?
7. Классификация сложных листьев.
8. В чем отличие микроскопического строения дорзовентрального листа от изолатерального?
9. Чем обусловлено формирование столбчатой и губчатой паренхимы?
10. Как расположены устьица на листьях однодольных и двудольных растений?
11. В чем особенность строения проводящего пучка листа?
12. Почему ксилема в пучке обращена кверху?
13. Какова функция обкладочных клеток?
14. В чем особенность строения мезофилла хвой?
15. Какую роль выполняют смоляные ходы в хвоинке?
16. Какие бывают видоизменения листьев?

НАДЦАРСТВО ПРЕДЪЯДЕРНЫЕ – PROCARIOTA

Тема 6. ЦАРСТВО ДРОБЯНКИ. ОТДЕЛ ЦИАНОБАКТЕРИИ – CYANOBACTERIA

Теоретическая часть

Цианобактерии (сине-зеленые водоросли) – древнейшие прокариотические представители растений. Общее число видов около 1400.

Это колониальные и многоклеточные, реже одноклеточные организмы разнообразной окраски, обусловленной пигментами, которые содержатся в клетках: фикоцианином (сине-зеленый), хлорофиллом (зеленый), каротиноидами и фикоэритрином (красный). Для цианобактерий характерно отсутствие обособленных ядра, хлоропластов, митохондрий и вакуолей с клеточным соком. Четырехслойная клеточная оболочка имеет муреиновый слой и легко ослизняется. Цитоплазму делят на два слоя: **хроматоплазму** – плотный постенный слой, содержащий мембраны с пигментами, и **центроплазму** – бесцветную центральную часть, содержащую ДНК. В клетках часто встречаются газовые вакуоли.

Протопласты соседних клеток соединены плазмодесмами. Рост нитей осуществляется за счет простого деления клеток. Нитчатые формы помимо однородных клеток имеют более крупные толстостенные клетки с желто-бурым содержимым – **гетероцисты**, способные фиксировать атмосферный азот.

Питание цианобактерий происходит автотрофно, но в некоторых случаях встречается миксотрофное (смешанное) и гетеротрофное питание.

Размножение цианобактерий происходит вегетативно путем дробления клетки на несколько частей, распада

нити у основания гетероцист на **гормогонии**. Половое размножение отсутствует. При неблагоприятных условиях из клеток формируются толстостенные споры **акинеты** с большим запасом питательных веществ.

Цианобактерии очень быстро приспосабливаются к неблагоприятным условиям. Они живут в пресных и морских водах, на почве и в почве, на голых скалах, в снегу и в горячих источниках. Некоторые планктонные виды вызывают «цветение» воды в загрязненных водоемах (род *анабена*), другие очищают воду, минерализуя продукты гниения. Почвенные виды из родов *формидиум* и *плектонема* способны усваивать атмосферный азот. В слизи, окружающей колонии видов рода *носток*, могут поселяться азотфиксирующие бактерии. Многие виды вступают в симбиоз с грибами, образуя лишайники.

Практическая часть

1. Приготовить временный препарат из тонкой пленки со стенок аквариума и рассмотреть осцилляторию.

Отметить колебательные движения нити водоросли, изучить её строение при малом и большом увеличении микроскопа.

2. Для изучения водоросли носток взять частичку слизистой колонии из банки и приготовить временный препарат.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть извилистое строение цепочки. Отметить наличие крупных бурых клеток – гетероцист и отдельных частей цепочки – гормогоний. После изучения препаратов зарисовать цианобактерии.

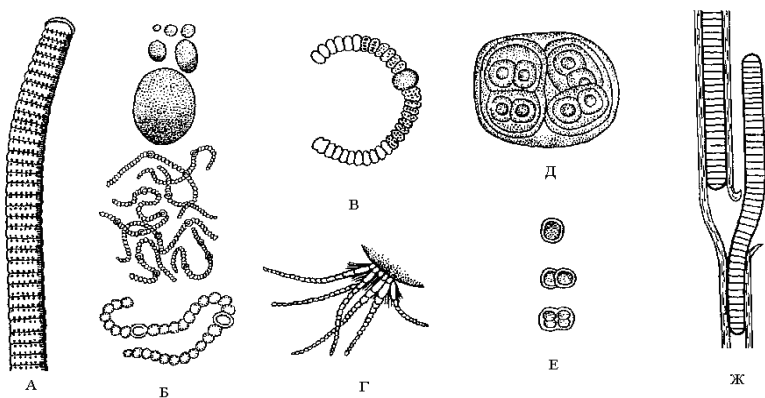


Рис. 48. Цианобактерии – *Cyanobacteria*:

А – осциллятория, *Б* – носток, *В* – анабена, *Г* – ривулярия, *Д* – глеокапса, *Е* – хроококк, *Ж* – лингбия

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются особенности строения цианобактерий?
2. Как размножаются цианобактерии?
3. Что такое гетероцисты и гормогонии?
4. В какой среде обитают цианобактерии и каковы способы их питания?
5. Разнообразие цианобактерий в природе и значение в жизни человека.

НАДЦАРСТВО ЯДЕРНЫЕ – EUCARIOTA, ЦАРСТВО ГРИБЫ

Тема 7. ГРИБЫ. СЛИЗЕВИКИ. ЛИШАЙНИКИ

Отдел Грибы

Теоретическая часть

Существует около 100 000 видов грибов, от микроскопически малых до гигантских организмов, клетки которых имеют признаки и растений, и животных, а также ряд особых черт. Тело грибов называют *мицелием* (*грибницей*). Мицелий состоит из тонких ветвящихся нитей – *гиф*. У *низших* грибов гифы без перегородок представляют как бы одну сильно разветвленную гигантскую клетку, у *высших* грибов они разделены поперечными перегородками (септами) на клетки. У высших грибов гифы часто плотно сплетаются и образуют ложную ткань – *плектенхиму*, из которой формируются плодовые тела. Соединяясь, гифы формируют шнуровидные тяжи – *ризоморфы*, достигающие иногда нескольких метров в длину.

Мицелий обычно погружен в субстрат, из которого поглощает пищу. Грибы – аэробные гетеротрофы, только некоторые из них, например, дрожжи, получают энергию в процессе брожения. Одни поселяются на мертвых остатках растений и животных (**сапротрофы**), другие питаются за счет живых организмов (**паразиты**), третьи (**симбионты**) участвуют в создании двух важнейших симбиозов – *микоризы* и *лишайников*. Все грибы нуждаются во влаге и тепле, оптимальная температура для большинства из них 20...25 °С. Свет грибам не нужен. Грибы размножаются:

– вегетативно – частями мицелия, хламидоспорами, почкованием;

– бесполом путем – при помощи различных спор:
зооспор, спорангиоспор, конидий;

– половым путем.

У низших грибов формы полового процесса разнообразные: *изогамия*, *гетерогамия*, *оогамия*, *гаметангиогамия* (*зигогамия*). Зигота всегда некоторое время находится в покое, затем делится путем мейоза и прорастает в зооспорангий или спорангий, образуя зооспоры. Жизнь большинства низших грибов проходит в гаплоидной фазе (n), диплоидна лишь зигота ($2n$).

У высших грибов формы полового процесса своеобразны: *гаметангиогамия*, *соматогамия*.

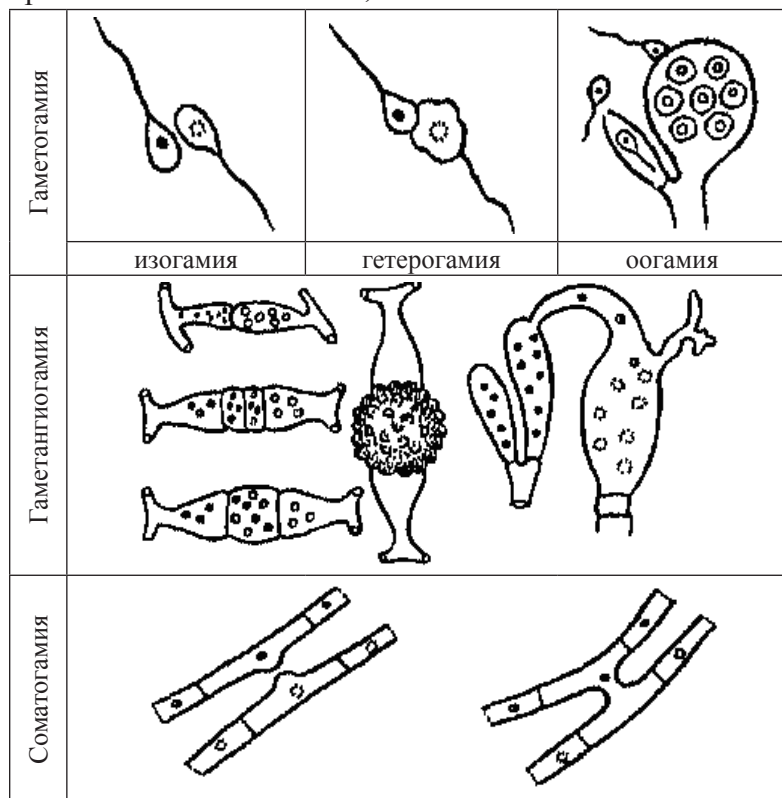


Рис. 49. Формы полового процесса у грибов (схема)

Перед слиянием ядра противоположных полов сначала располагаются парами, образуя **дикарионы**. В результате синхронного деления дикарионов их число увеличивается. Через некоторое время ядра сливаются. Диплоидное ядро делится *мейотически*, и гаплоидные ядра становятся ядрами спор, возникшими в результате полового процесса. Таким образом, у высших грибов в жизненном цикле чередуются три ядерные фазы: *гаплоидная, дикарионная и диплоидная*. Причем диплоидная фаза обычно кратковременна, а гаплоидная или дикарионная составляют основную часть жизненного цикла.

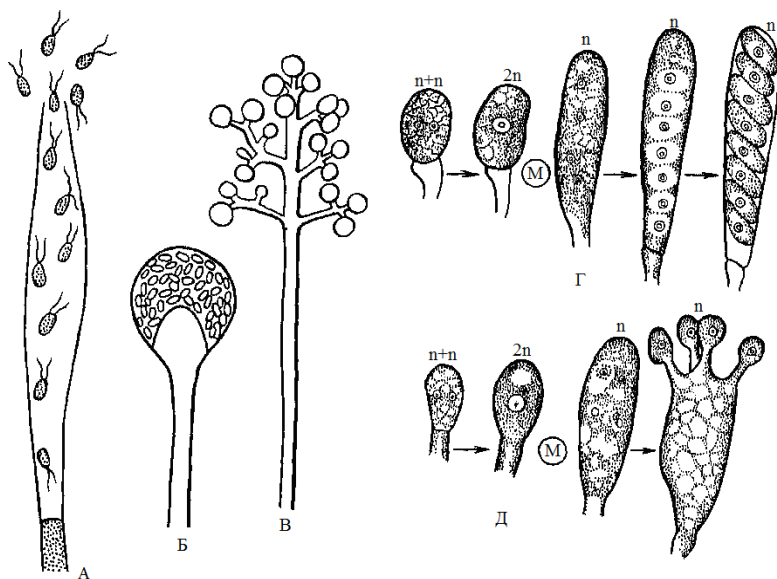


Рис. 50. Спороношение грибов (схема):

А – зооспорангий с зооспорами, *Б* – спорангий со спорангиоспорами, *В* – конидиеносец с конидиями, *Г* – образование аскоспор, *Д* – образование базидиоспор, *М* – мейоз

Споры, возникшие в результате полового процесса (после слияния ядер дикариона, мейоза и последующего митоза), могут быть *двух типов*:

– **аскоспоры (сумкоспоры)**, образующиеся эндогенно, большей частью по восемь, в особых клетках – *асках* (сумках);

– **базидиоспоры**, образующиеся экзогенно, большей частью по четыре, на особых клетках – *базидиях*.

Грибы делят на шесть классов: Хитридиомицеты, Оомицеты, Зигомицеты относят к низшим грибам; Аскомицеты, Базидиомицеты, Дейтеромицеты – к высшим.

Низшие грибы

Ольпидий капустный (*Olpidium brassicae*) паразитирует на капустной рассаде (или на других капустных), вызывая заболевание *черная ножка*. Многоядерный *плазмодий* ольпидия паразитирует в коре корня, при этом корневая шейка капусты чернеет. Чернота распространяется по главному корню, растение погибает. Плазмодий увеличивается в размерах, одевается оболочкой и целиком превращается в *зооспорангий* шаровидной формы, выходящий наружу. При этом каждое ядро с частью цитоплазмы становится *зооспорой*, имеющей длинный гладкий жгутик. Зооспоры, двигаясь в почвенной воде, приближаются к новому растению, прикрепляются к эпидерме и переливают в ее клетки содержимое. Проникая в клетки корня, развиваются в новый плазмодий, который затем превращается в зооспорангий. При благоприятных условиях жизненный цикл длится 2–3 дня. Половой процесс *изогамный*.

При задержке прорастания зооспорангия зооспоры сливаются и образуют *зиготу*, которая передвигается с помощью двух жгутиков. Зигота также проникает в растение, но затем покрывается толстой стенкой, превращается в *цисту* и зимует. Весной, после мейотического деления, зигота прорастает, образуя зооспорангий с многочисленными гаплоидными зооспорами.

Борьбу с ольпидием ведут уничтожением больных растений, уменьшением полива парников и дезинфекцией почвы.

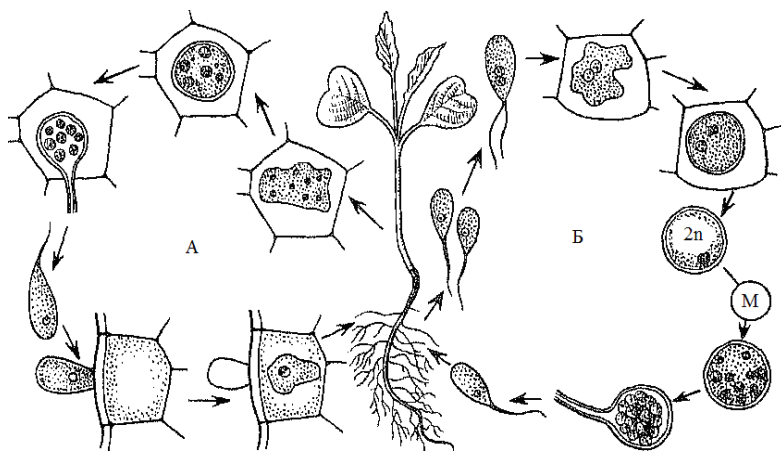


Рис. 51. Жизненный цикл ольпидия:

А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз

Фитофтора (*Phytophthora infestans*) – паразит ботвы и клубней картофеля, листьев и плодов томатов и других пасленовых. Мицелий разрастается по межклетникам и с помощью *гаусторий* проникает внутрь клеток, вызывая их отмирание. На листьях появляются темные пятна, а при сильном поражении погибает весь лист. Через устьица на нижней стороне листа выходят пучки ветвящихся спорангиеносцев с лимонovidными зооспорами, во влажную погоду образуя белый налет вокруг пятен. Зооспорангии переносятся на другие листья или с каплями дождя через почву на клубни.

В воде зооспорангий прорастает 8–16 двужгутиковыми зооспорами, которые развиваются в гифы, проникающие в здоровые листья или клубни. В сухую погоду зооспорангий прорастает непосредственно в гифу. По-

ловое размножение встречается редко и происходит на почве в отмирающих листьях. Оогонии и антеридии образуются лишь тогда, когда имеются два физиологически различных мицелия (гетероталлизм). Оплодотворенная яйцеклетка покрывается оболочкой и превращается в покоящуюся ооспору. По окончании периода покоя ооспора делится мейозом и прорастает в гифу с зооспорангием. Зимуют ооспоры и мицелий на растительных остатках и в клубнях. Заражение происходит через почву и клубни.

В дождливое лето заболевание распространяется более широко, так как при образовании зооспор темп размножения резко возрастает (за 7–10 дней ботва гибнет на десятках и сотнях гектаров). Вместе с водой зооспоры проникают и в почву, где заражают молодые клубни, которые продолжают гнить и во время хранения. Гриб может жить как сапротроф на растительных остатках, а при благоприятных условиях перейти к паразитизму.

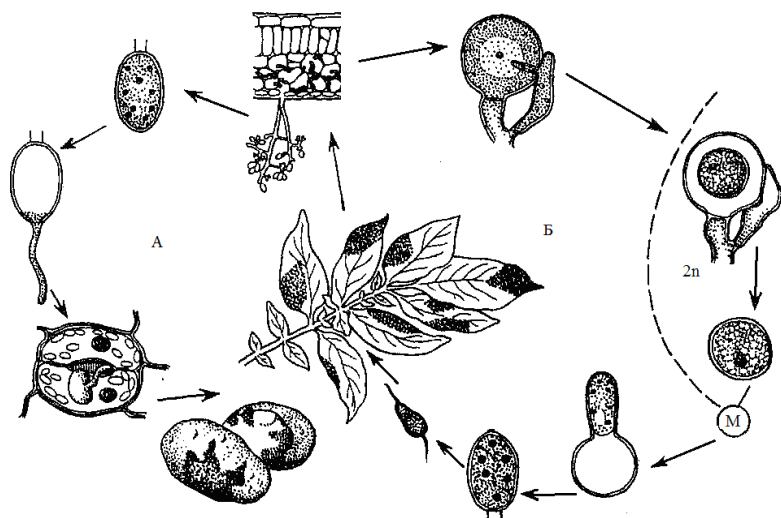


Рис. 52. Жизненный цикл фитофторы:

А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз

Для борьбы с фитофторой выводят устойчивые сорта. Необходимы тщательное соблюдение агротехники (уничтожение ботвы и др.), уборка и дезинфекция овощехранилищ.

Мукор (*Mucor mucedo*) – сапротроф, поселяющийся на пищевых продуктах, навозе и других органических субстратах. Гифы неклоточные, сильно ветвистые, многоядерные, образующие хорошо заметный белый налет. Бесполое размножение происходит при помощи спорангиоспор (до 10 тыс.), образующихся в шаровидных бурых спорангиях. Половой процесс – *зигогамия*, наблюдается сравнительно редко, когда рядом окажутся два физиологически различных, т.е. *гетероталличных* («+» и «-»), мицелия. Гифы мицелиев растут навстречу друг другу. Концы их утолщаются, отчленяются перегородками от остального мицелия; в месте соприкосновения оболочки между ними растворяются, и происходит слияние цитоплазмы и ядер разных знаков. Образовавшаяся *зигота* с диплоидными ядрами покрывается толстой темной

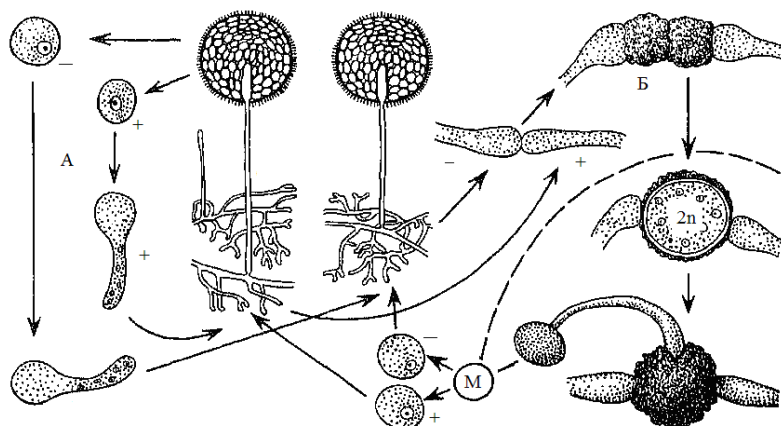


Рис. 53. Жизненный цикл мукора:

А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз

оболочкой, превращаясь в *зигоспору*. После периода покоя она мейотически делится и прорастает. Образуется зародышевая гифа со спорангием, содержащим гаплоидные споры. Спорангий вскрывается, споры прорастают в гетероталлические «+»- и «-»-мицелии.

Практическая часть

1. Рассмотреть гербарный материал: капусту, пораженную ольпидием, отметить характер поражения растения: черная ножка рассады. Зарисовать жизненный цикл ольпидия капустного.

2. Рассмотреть на гербарном материале и влажных препаратах характер поражения фитофторой, рассмотреть под микроскопом поперечный срез листа картофеля, пораженного фитофторой. Отметить наличие конидий на конидиеносцах. Зарисовать.

3. Изучить гриб мукор, выращенный на питательной среде в чашках Петри или на постоянных препаратах. Отметить разросшийся мицелий, наличие спорангиев со спорами. При большом увеличении рассмотреть неклеточное строение гиф. Зарисовать жизненный цикл мукора, отметить соматогамию

Высшие грибы

Теоретическая часть

Аскомицеты

Мицелий **аскомицетов** состоит из клеточных гиф, погруженных в субстрат. На поверхности образуются лишь органы полового размножения.

Бесполое размножение осуществляется конидиями. Половой процесс – *гаметангиогамия*. У большинства аскомицетов образуются дифференцированные органы полового размножения: женский *архикарп* и мужской *анте-*

ридий. Архикарп состоит из *аскогона* (нижняя расширенная часть) и *трихогины* (верхняя цилиндрическая часть).

Антеридий примыкает к трихогине, содержимое его переливается в архикарп, где и происходит слияние цитоплазмы. Ядра разного происхождения не сливаются, а сближаются попарно, образуя **дикарионы**. Далее из аскогона образуются ветвящиеся аскогенные гифы, куда переходят дикарионы, которые размножаются делением. Каждая клетка аскогенных гиф содержит по одному дикариону. В завершающей фазе полового процесса ядра дикарионов сливаются. Образуется зигота, в которой сразу же происходит *мейоз*, а затем *митоз*. В результате получается восемь (иногда четыре) гаплоидных клеток – **аскоспор**. Клетка с аскоспорами разрастается и превращается в аск (сумку).

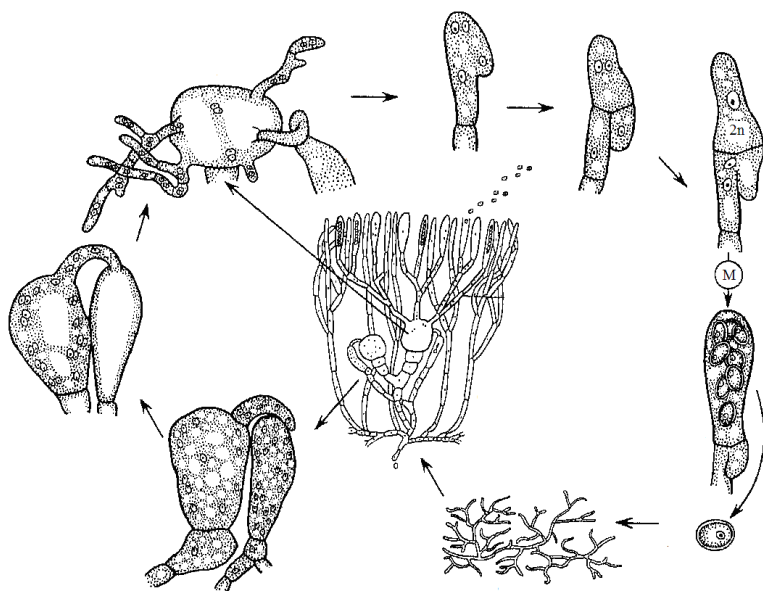


Рис. 54. Половой процесс аскомицетов

У аскомицетов в жизненном цикле чередуются три фазы: *гаплоидная* (большая часть цикла), *дикарионная* и очень непродолжительная *диплоидная*.

Между асками всегда находятся стерильные гифы – *парафизы*, выполняющие буферную роль, способствующие рассеиванию аскоспор.

Аскомицеты делятся на два подкласса: Голосумчатые и Плодосумчатые.

Подкласс Голосумчатые грибы (*Hemiascomycetidae*) – сумки располагаются на самом мицелии (дрожжи, тафрина).

Подкласс Плодосумчатые грибы (*Carpواسcomycetidae*) – сумки заключены в плодовых телах, образованных плотным сплетением парафиз и дикарионных (аскогенных) гиф. *Плодовые тела (аскокарпы)* бывают замкнутые – *клеистотеции*, полузамкнутые – *перитеции*, незамкнутые – *апотеции*.

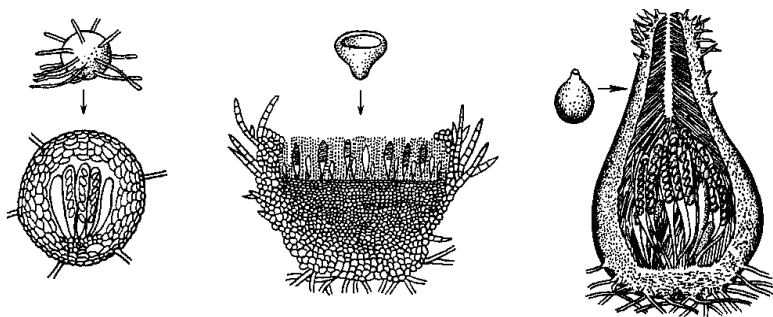


Рис. 55. Плодовые тела эуаскомицетов:

А – клеистотеций, Б – апотеций, В – перитеций

Клеистотеций – полностью замкнутое плодовое тело, обычно шаровидной формы, расположенное непосредственно на мицелии. Созревшие аскоспоры освобождаются после разрыва клеистотеция.

Пеницилл (кистевик) – *Penicillium*, плесневый гриб, поселяющийся на многих продуктах. Многоклеточный мицелий имеет вид белого паутинного налета, позднее приобретающего зеленоватый или голубоватый оттенок. На мицелии формируются прямостоячие конидиеносцы, заканчивающиеся ветвящимися кисточками, напоминающими кисть руки. Половое размножение идет с образованием клейстотеций 0,1 мм в диаметре.

Аспергилл (леечный гриб) – *Aspergillus*, сапрофит, реже паразит, широко распространен в почве, образует плесени (черная и зеленая плесень) на пищевых продуктах и других субстратах. Гриб характеризуется простыми конидиеносцами, вздутыми на вершине, и многочисленными конидиями, образующими веерообразные цепочки. Некоторые аспергиллы вызывают заболевания (аспергиллезы) животных и человека.

Пенициллы и аспергиллы широко используются для производства органических кислот (лимонной, фумаровой и др.), ферментов и антибиотиков.

Мучнистая роса злаков (*Erysiphe graminis*) – паразит, поражающий пшеницу, рожь, ячмень, овес. Многоклеточный мицелий внедряется в клетки эпидермы листьев и стеблей за счет гаусторий. На мицелии большое число конидий, которые разносятся ветром или осыпаются на месте, образуя мучнистый налет. В конце лета образуются клейстотеции с нитевидными придатками, служащими для закрепления на субстрате. Весной из них освобождаются аски и выбрасываются споры, прорастающие на распутившихся листьях в новый мицелий.

Перитеций – полузамкнутое, часто грушевидное плодовое тело с узким отверстием на вершине. Аски и парафизы пучком поднимаются со дна перитеция. Зрелый аск дорастает до отверстия, лопается, выбрасывая аскоспоры, затем падает вниз, а на его место поднимается другой.

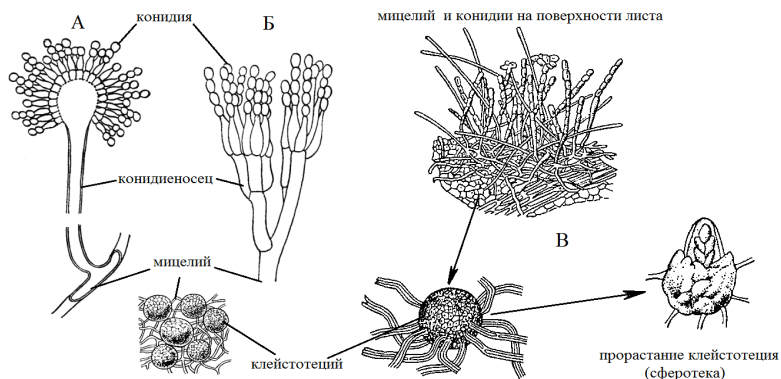


Рис. 56. Аскомицеты, формирующие клеистотеций:

А – пеницилл, Б – аспергилл, В – мучнистая роса злаков

Спорынья пурпурная (*Claviceps purpurea*) – паразит, развивающийся на ржи, пшенице, ячмене и дикорастущих злаках. К концу лета в колосьях вместо некоторых зерновок появляются крупные (длиной 1–5 см) рожки – *склероции* спорыньи. Это плотносплетенные обезвоженные гифы черно-фиолетовые снаружи, белые внутри.

Во время уборки склероции опадают на землю и зимуют. Весной на них прорастают головчатые стромы диаметром 1–1,5 мм, сидящие на желтых или красноватых ножках с погруженными в них перитециями. В каждом перитеции образуется до 100 асков с восемью нитевидными спорами. Споры переносятся ветром на цветущие злаки, где прорастают в гифы, внедряющиеся в завязь. Через несколько дней разросшийся мицелий начинает отчленять от себя конидии и выделять сладковатую жидкость (медвяную росу). Привлеченные таким образом насекомые переносят конидии на цветки здоровых растений и распространяют болезнь.

Склероции спорыньи содержат ядовитые алкалоиды, вызывающие резкое сокращение всех гладких мышц.

Употребление в пищу муки с примесью спорыньи вызывает отравление – *эрготизм*. Наиболее ядовиты свежие склероции, через год они практически утрачивают токсичность.

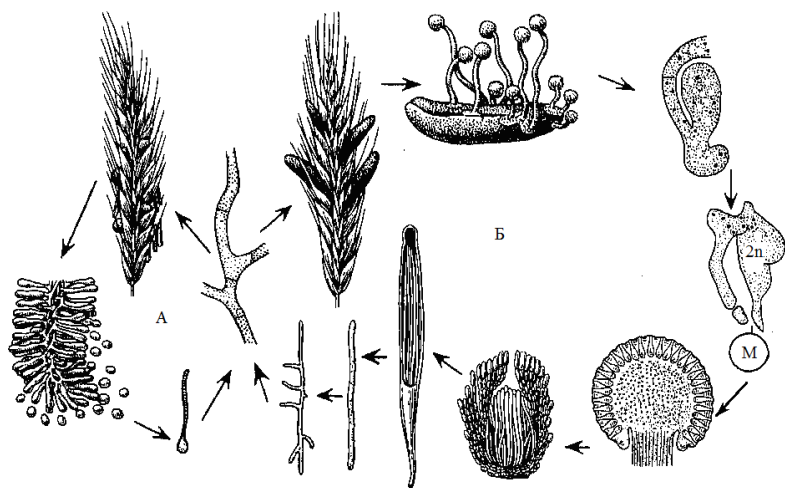


Рис. 57. Жизненный цикл спорыньи:

А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз

Апотеций – открытое плодовое тело обычно блюдцевидной 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 0,5–60 см. Крупные плодовые тела некоторых грибов из этой группы состоят из стерильной ножки и складчатой или лопастной шляпки.

Сморчки (*Morchella*) имеют шляпки яйцевидной или удлинненно-конической формы, желто-бурые, **строчки (*Gyromitra*)** – неправильно-яйцевидную или бесформенную бурую или темно-бурую, на толстой светлой ножке. Плодовые тела этих грибов образуются весной. Сморчок – съедобный гриб, строчок – условно съедобный, т.к. содержание токсина гиromетрина зависит от

условий произрастания: известны случаи отравления строчками, в то время как в других местах их едят без последствий.

К описанным грибам близки **трюфели**, подземные плодовые тела которых съедобны.

Базидиомицеты

Вегетативно базидиомицеты размножаются частями мицелия, оидиями и хламидоспорами. Бесполое размножение происходит с помощью конидий.

У базидиомицетов нет органов полового размножения. Половой процесс (*соматогамия*) осуществляется путем двухстадийного слияния клеток двух гаплоидных гиф – *плазмогамии* и *кариогамии*, разделенных во времени. У гетероталлических видов содержимое клетки одной гифы («-») переходит в клетку другой («+»). Образуется дикарионная клетка, из которой развивается дикарионный мицелий (у многих грибов многолетний). Половой процесс завершается слиянием ядер дикарионов, мейозом и образованием *базидии*. К этому времени в верхней ее части образуются четыре трубчатых выроста – *стеригмы*. В них переползают ядра с цитоплазмой и возникают четыре *базидиоспоры*. У гомоталлических видов могут сливаться гифы одного и того же мицелия.

В жизненном цикле базидиомицетов преобладает **дикарионная фаза**. **Гаплоидная фаза** – базидиоспоры и мицелий, выросший из них, протекает достаточно быстро. **Диплоидна** лишь молодая базидия до образования базидиоспор.

Базидии по строению бывают разные: *холобазидия* одноклеточная, булабовидная; *фрагмобазидия* (*телиобазидия*) разделена поперечными перегородками на четыре клетки, обычно образуется из толстостенной покоящейся клетки, называемой *телиоспорой*.

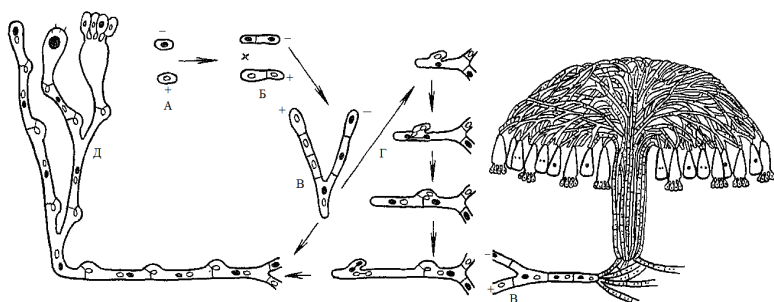


Рис. 58. Половой процесс базидиомицетов

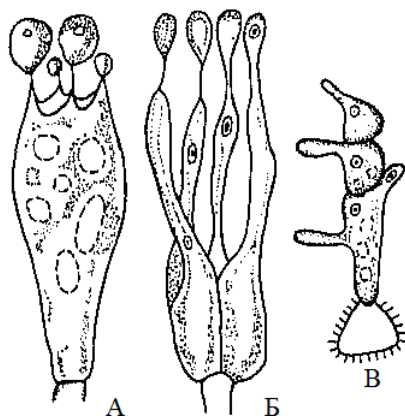


Рис. 59. Типы базидий:

A – холобазидия, Б – гетеробазидия, В – фрагмобазидия

По этому признаку все базидиальные грибы делятся на два подкласса: Холобазидиальные и Фрагмобазидиальные.

Базидии возникают или непосредственно на гифах, или в особых плодовых телах – базидиокарпах, имеющих вид пленок, копытообразных выростов на деревьях, а чаще всего шляпки на ножке (в обыденной жизни их и называют грибами).

Твердая головня пшеницы (*Tilletia tritici*) – гриб, цикл развития которого проходит за один вегетационный период.

Во время обмолота пораженные зерновки пшеницы разрушаются, *хламидоспоры* попадают на здоровые зерна. Заражение происходит весной во время прорастания зерновки. Хламидоспора выходит из состояния покоя, зигота делится мейотически, формируется мицелий. Затем образуются *фрагмобазидия* с гаплоидными *базидиоспорами*, не способные заражать растения.

После слияния двух гетероталлических базидиоспор образуется двухъядерная клетка, дающая начало дикарионной гифе. Мицелий проникает в проросток пшеницы (до образования у него третьего листа) и, продолжая свой рост внутри стебля и листьев, проникает в соцветие. В образующихся зерновках все содержимое пронизано гифами, но их покровы не повреждаются. Внешне колос не изменяется, только становится более легким.

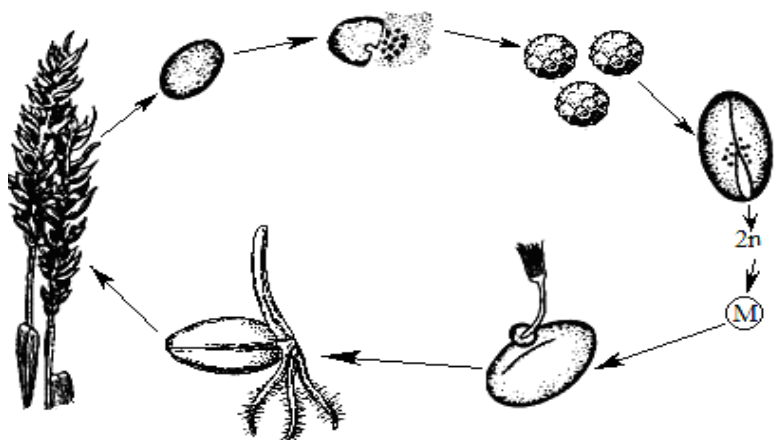


Рис. 60. Жизненный цикл твердой головни пшеницы:

М – мейоз

Гифы распадаются на дикарионные клетки, покрытые толстыми темноокрашенными оболочками – *хламидоспорами*. После слияния ядер хламидоспоры переходят в состояние покоя. При обмолоте хламидоспоры попадают на здоровые зерновки, и вместе с ними будут высеваться в почву.

Основной метод борьбы с твердой головней пшеницы – протравливание посевного материала.

Пыльная головня пшеницы (*Ustilago tritici*) – гриб, цикл развития которого проходит в течение двух вегетаций.

Заражение происходит во время цветения путем переноса *хламидоспор* ветром с зараженных на здоровые растения. Спора мейотически делится и прорастает в четырехклеточную фрагмобазидию. Соседние клетки формируют две дикарионные клетки, прорастающие в дикарионный мицелий. Гифы внедряются в завязь и развивающиеся зародыш и эндосперм. Не вызывая серьезных повреждений, мицелий прекращает рост и зимует в зерновке.

Пораженные зерновки не отличаются от здоровых и способны прорасти. При посеве, когда зародыш трогается в рост, начинается интенсивный рост мицелия. Гифы проникают в конус нарастания побега, пронизывают ткани формирующегося колоса и к моменту выколашивания распадаются на множество *дикарионных хламидоспор*. Колос, за исключением оси, превращается в пыльную сажистую массу из хламидоспор.

Метод борьбы: использование здорового материала. Термическая обработка достаточно трудоемка, протравливание нерезультативно, так как мицелий находится внутри зерновок.

Линейная ржавчина (*Puccinia graminis*) – гриб, цикл развития которого проходит в течение двух вегетаций в присутствии двух растений-хозяев.

Весной на листьях барбариса прорастают *базидиоспоры*, формируя гетероталичный гаплоидный мицелий в мезофилле листа. При этом на его верхней стороне возникают кувшинообразные вместилища – *пикниды*, содержащие два вида гиф: *конидиеносцы*, отчленивающие мелкие гаплоидные *пикноспоры*, и *воспринимающие* гифы. Пучки гиф, между которыми наружу выступает сахаристая пахучая жидкость, привлекающая насекомых, прорывают верхнюю эпидерму и выбрасываются наружу вместе с прилипшими пикноспорами.

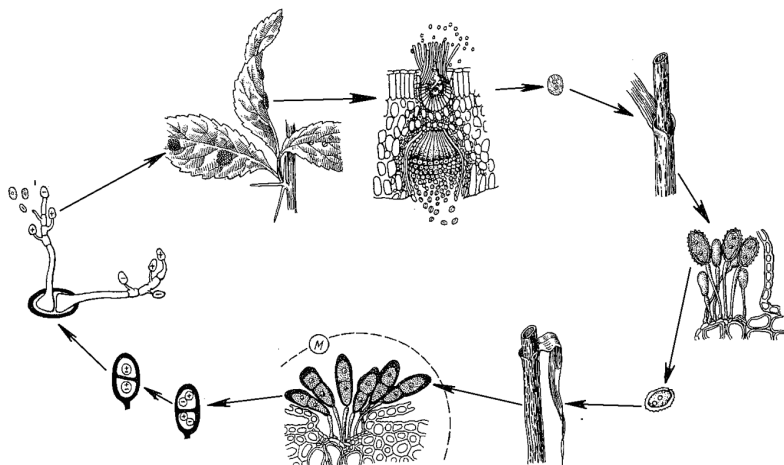


Рис. 61. Жизненный цикл линейной ржавчины

Насекомые переносят пикноспоры с одной пикниды на другую. Но сами пикноспоры не способны вызвать заражение здорового растения. Только при попадании на *воспринимающие* гифы пикниды другого знака они прорастают.

В результате образуется дикарионный мицелий, и на нижней стороне листа формируются особые шарообразные *эцидии*, выстланные гифами, образующие оран-

жевые одноклеточные *эцидиоспоры*. При созревании эцидии вскрываются и принимают вид урночек, эцидиоспоры разносятся ветром и заражают злаки. Таким образом, происходит смена растения-хозяина.

Из эцидиоспор развивается дикарионный мицелий, поражающий влагалища листьев и стебли злаков, что приводит к уменьшению ассимилирующей поверхности, усилению транспирации, нарушению водного баланса. Зерно на истощенных растениях плохо наливается, урожай снижается.

Через 5–7 дней на мицелии образуются двудерные одноклеточные сидящие на ножках *уредоспоры*, имеющие оранжевое содержимое, шиповатую оболочку, овальную форму. Их скопления имеют вид удлинённых ржаво-бурых подушечек. *Уредоспоры* разносятся ветром и заражают другие растения, прорастая в дикарионный мицелий, образующий уредоспоры. Так повторяется пять-шесть раз в течение лета.

В конце лета на злаках вместо ржаво-желтых полосок появляются черные скопления двухклеточных конидий с толстыми темными оболочками – *телейтоспор*. Каждая телейтоспора имеет два ядра, которые зимой сливаются. Телейтоспоры зимуют на почве, растительных остатках. Весной каждая диплоидная клетка телейтоспоры прорастает во фрагмобазидию. Вновь возникшие базидии поражают только барбарис.

Гифы и споры этого гриба содержат масло, окрашенное в оранжевый цвет пигментом, сходным с каротином. На пораженных растениях заметны пятна оранжевого цвета, поэтому заболевание называли ржавчиной.

Практическая часть

1. Рассмотреть и изучить в чашках Петри внешний вид аспергилла и пеницилла. В тонком слое питательной

среды рассмотреть под микроскопом гифы и конидиоспоры. Уяснить разницу между аспергиллом и пенициллом.

2. Рассмотреть склероции спорыньи, уяснить цикл развития.

3. По гербарному материалу рассмотреть характер поражения пыльной и твердой головней и ржавчиной. Уяснить цикл их развития, характер поражения растений и меры борьбы с заболеваниями.

4. Под микроскопом рассмотреть споры и базидиоспоры, плодовые тела и сумки сумчатых грибов.

5. Зарисовать с обозначениями в рабочую тетрадь все рассмотренные жизненные циклы.

Отдел Лишайники

Теоретическая часть

Лишайники (*Lichenes*) – симбиотические организмы, образованные грибом и водорослями или цианобактериями. Водоросль вырабатывает нужные для жизни организма углеводы, которые накапливаются в талломе, а гифы гриба поглощают и задерживают воду, столь же необходимую для жизни.

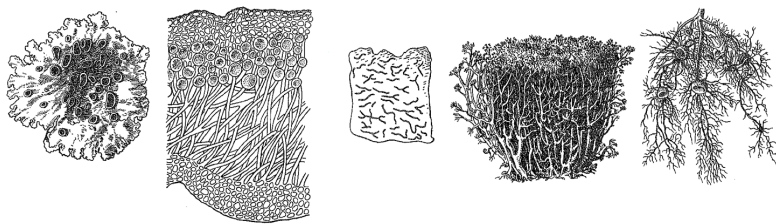


Рис. 62. Лишайники

Таллом (слоевище) лишайников образован переплетающимися гифами гриба, между которыми водоросли. Различают два вида таллома: **гомеомерный** – клетки водоросли расположены беспорядочно или же более или

менее равномерно по всей толще таллома (более древний); *гетеромерный* – водоросли сосредоточены в одном слое – *гонидиальном*.

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; к накипным лишайникам принадлежит около 80 % видов; *листоватые*: тело 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.

Лишайники размножаются только вегетативно:

– обломками таллома;

– *соредиями* – микроскопическими комочками, состоящими из двух или нескольких клеток одноклеточной водоросли, оплетенных гифами гриба. Они формируются в большом количестве преимущественно в гонидиальном слое у листоватых лишайников, реже в более глубоких слоях;

– *изидиями* – выростами на поверхности таллома, содержащими оба компонента лишайника.

Соредии и изидии распространяются ветром, водой, животными.

Практическая часть

1. Рассмотреть растения капусты, пораженные плазмодиофорой. Зарисовать особенности поражения растений, клетки корня с плазмодием и спорами.

2. Рассмотреть коллекцию лишайников, наиболее распространенных в наших условиях. На постоянных препаратах рассмотреть внутреннее строение лишайников.

Контрольные вопросы

1. Почему грибы выделили в отдельное царство?
2. По какому признаку грибы делятся на высшие и низшие?
3. На какие классы делятся низшие грибы?
4. Каков характер поражения растений низшими грибами?
5. Какие меры борьбы необходимо проводить с заболеваниями растений, вызываемыми низшими грибами?
6. Какую роль играют низшие грибы в природе и хозяйственной деятельности человека?
7. Чем отличаются аскомицеты от базидиальных грибов?
8. Как образуются аски со спорами?
9. Какие типы плодовых тел выделяют у сумчатых грибов?
10. По каким признакам отличить пеницилл от аспергилла?
11. Жизненный цикл спорыньи.
12. Что такое склероции?
13. Характеристика холобазидиальных и фрагмобазидиальных грибов и их отличие.
14. Как отличить по внешнему виду растения, пораженные пыльной и твердой головней?
15. В какой стадии зимует возбудитель заболеваний у сумчатых и базидиальных грибов?
16. Цикл развития ржавчинных грибов.
17. Роль аскомицетов и базидиомицетов в природе и хозяйственной деятельности человека.
18. В чем особенности организации и строения лишайника?
19. Классификация лишайников.

20. В чем отличие гетеромерных и гомеомерных талломов?

21. Способы размножения лишайников.

22. Значение лишайников в природе и народном хозяйстве.

ЦАРСТВО РАСТЕНИЙ. НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ

Тема 8. ВОДОРΟΣЛИ

**Отдел Желто-зеленые водоросли (*Xantophyta*),
Отдел Диатомовые водоросли (*Diatomophyta*)**

Теоретическая часть

Отдел Желто-зеленые водоросли объединяет около 2500 видов. Талломы их разнообразны: одноклеточные, колониальные, многоклеточные, неклеточные. Распространены желто-зеленые водоросли в водоемах с пресной, реже соленой водой, где они служат важным компонентом планктона, а иногда и бентоса, живут в почве, на камнях. Стенки их клеток чаще пектиновые, реже целлюлозные. Ядро в большинстве случаев одно, у неклеточных форм ядер много. *Хроматофоры*, кроме хлорофилла, содержат каротиноиды, придающие таллому желто-зеленую окраску. Пиреноиды встречаются редко. Запасные продукты накапливаются в виде жирного масла, иногда еще и в виде глыбок лейкозина и волютина. Вегетативное размножение осуществляется путем деления клеток или частями таллома. Половой процесс, встречающийся у немногих видов, изогамный, изредка оогамный. Одноклеточные особи, а также ооспоры и сперматозоиды имеют два жгутика неодинаковой длины: один из них короткий, прямой, гладкий, а другой длинный, перистый.

Вошерия (род *Vaucheria*). В природных условиях виды этого рода образуют скопления нитевидных темно-зеленых талломов в пресной стоячей и проточной воде, а также по берегам высыхающих водоемов, прикрепляясь к почве с помощью ризоидов. Таллом неклеточный, ветвистый, многоядерный, с многочисленными мелкими хроматофорами дисковидной формы.

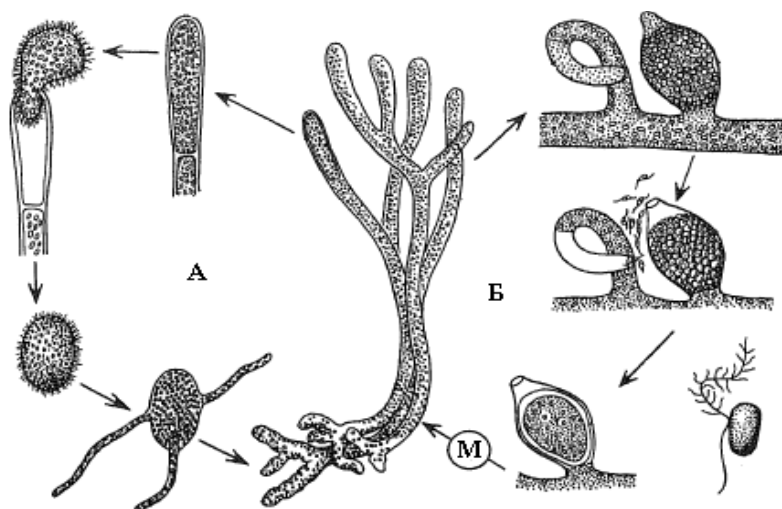


Рис. 63. Вошерия – *Vaucheria*:

А – вегетативное размножение, *Б* – половое размножение, *М* – мейоз

При бесполом размножении на конце нити образуется зооспорангий с одной большой зооспорой, снабженной многочисленными парными жгутиками. Зооспора некоторое время плавает в воде, а затем сбрасывает жгутики и прорастает в новый таллом. Половой процесс оогамный. Антеридии и оогонии одноклеточные. После периода покоя зигота делится путем мейоза и прорастает, образуя новую особь.

Отдел Диатомовые водоросли объединяет более 5000 ныне живущих видов и до 40 000 видов вымерших. Эти одноклеточные организмы микроскопических размеров распространены повсеместно. Они обитают в соленых и пресных водоемах, в иле и на дне, на влажной почве, скалах, корке стволов деревьев и т. д.

По форме клеток все диатомеи делятся на две группы:
– центрические (радиально-симметричные), в основном морские планктонные водоросли;

– пеннатные (двусторонне-симметричные), чаще бентосные или почвенные.

Некоторые из них способны к активному движению за счет секретирования фибриллярных веществ через шов, соединяющий две конечные поры (узелки). Сокращение фиброзных тяжей, прилипающих к субстрату, подтягивает клетку, оставляющую слизистый след как улитка.

Клеточные стенки диатомей состоят из кремнезема, образующего защитный двухстворчатый панцирь, сформированный из двух отдельных частей (*тека*), плотно надетых друг на друга: верхнюю *эпитеку* и нижнюю *гипотеку*. Каждая тека состоит из створки – плоской стороны с немного загнутыми краями, и пояска – узкого кольца, плотно соединенного со створкой.

В полости клетки расположены протопласт с одним ядром и вакуоли. Хроматофоры бурые за счет большого содержания каротиноидов и диатомина.

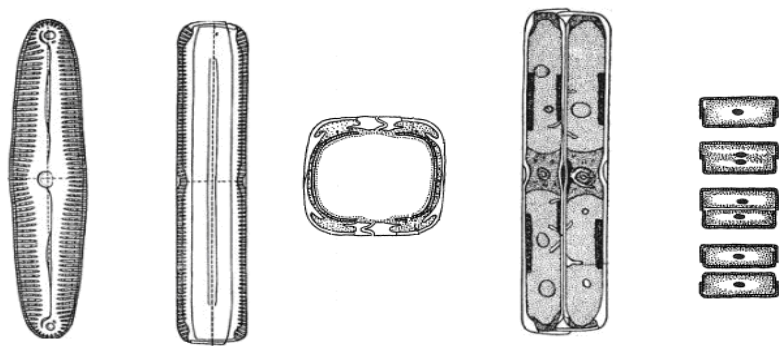


Рис. 64. Пиннулярия – *Pinnularia*

Пиннулярия (*Pinnularia*) – одноклеточные водоросли, живущие в иле на дне водоемов. Клетка имеет продолговатую форму с закругленными концами и более широкой средней частью. Посредине створки располо-

жен шов (щель), у концов его и в средней части имеются три утолщения, называемые узелками. Благодаря движению цитоплазмы, соприкасающейся через шов с водой, пиннулярия может передвигаться. На створке имеются поперечные штрихи, образовавшиеся вследствие неравномерного отложения кремнезема.

Вегетативное размножение осуществляется митотическим делением протопласта. Расходясь, каждый из дочерних протопластов достраивает новую **гипотеку**. Серия таких делений ведет к измельчению особей.

Половой процесс приводит не к численному увеличению особей, а к восстановлению их нормальных размеров. Измельченные особи приближаются, сбрасывают теки и покрываются слизью. Каждая из клеток делится мейотически с образованием тетрад (n), из которых две или три отмирают, а остальные сливаются попарно. Из зиготы (**ауксоспоры**) вырастает новая особь нормальных размеров. Жизненный цикл диатомовых водорослей проходит в диплоидной фазе ($2n$).

Практическая часть

1. Приготовить временные препараты из водорослей вошерии, пиннулярии, которые можно найти на стенках аквариума, или рассмотреть постоянные препараты при малом и большом увеличении микроскопа.

2. Зарисовать с обозначениями особенности строения и жизненных циклов изученных водорослей.

Отдел Зеленые водоросли – *Chlorophyta*

Теоретическая часть

Общее число видов в отделе Зеленые водоросли составляет около 20000. Распространены повсеместно, преимущественно в пресных водоемах, некоторые в морях и очень немногие в условиях периодического увлажнения.

нения на почве, стволах деревьев, заборах, цветочных горшках и т. д.

Это наиболее разнообразная группа водорослей как по строению, так и по жизненному циклу. Представлены все типы размножения и все виды полового процесса: изогамия, гетерогамия, оогамия, соматогамия (гологамия, конъюгация).

У зеленых водорослей встречаются все типы организации таллома: активно подвижный одноклеточный (*хламидомонада*) и колониальный (*вольвокс*); неподвижный одноклеточный (*хлорелла*) и колониальный (*педиаструм*); многоклеточный нитчатый (*спирогира*) и пластинчатый (*ульва*); сифонокладиевый (*каулерпа*).

Наиболее примитивна **Хламидомонада** – одноклеточная водоросль с двумя жгутиками на переднем конце, обитающая в мелких загрязненных водоемах. В нижней части хлоропласта имеется крупный пиреноид, окруженный гранулами запасного крахмала, а в верхней части **стигма** («глазок»). В цитоплазме, заполняющей углубление хлоропласта, находится ядро, а у основания жгутиков – пульсирующая вакуоль.

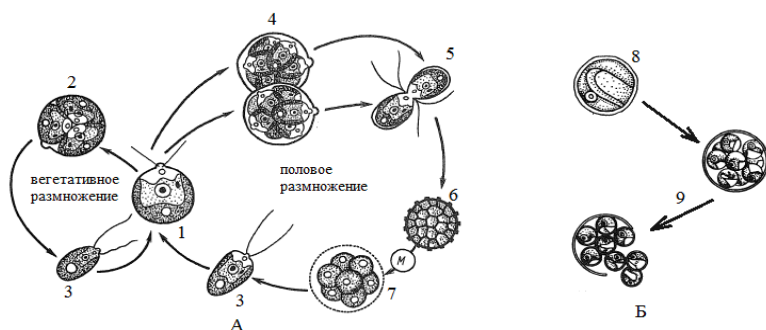


Рис. 65. Жизненные циклы:

А – хламидомонады: 1 – вегетативная особь, 2 – образование зооспор, 3 – зооспора, 4 – образование гамет, 5 – копуляция гамет, 6 – зигота, 7 – прорастание зиготы; Б – хлореллы: 8 – вегетативная особь, 9 – образование апланоспор

Бесполое размножение наблюдается при благоприятных условиях: протопласт делится митотически от 1 до 3 раз, из образованных частей в материнской клетке формируются зооспоры. При высыхании водоема хламидомонада сбрасывает жгутики и выделяет слизь, протопласт сохраняет способность к делению. С наступлением благоприятных условий вновь образовавшиеся клетки формируют жгутики, освобождаются от слизи и вырастают до обычных размеров.

Половой процесс чаще изогамный, однако у некоторых видов отмечена гетерогамия и даже оогамия. В клетках формируются гаметы, похожие на зооспоры, но в большем числе. После их слияния зигота наполняется запасными продуктами, одевается толстой стенкой, проходит стадию покоя, в конце которой происходит мейоз с образованием четырех новых гаплоидных особей.

Хлорелла (*Chlorella*) широко распространена в пресных водоемах, морях, в почве, на корке стволов деревьев. Иногда входит в состав лишайников. Таллом одноклеточный. Клетка округлой формы, по структуре напоминает хламидомонаду, но без жгутиков и пульсирующей вакуоли. Споры не имеют жгутиков – апланоспоры. В материнской клетке образуются восемь спор, которые, разрастаясь, освобождаются и пассивно переносятся током воды. Бесполое размножение у хлореллы осуществляется очень быстро. Половой процесс отсутствует. В клетках хлореллы накапливается много запасных продуктов, витаминов, антибиотиков, поэтому ее культивируют для использования в различных направлениях.

Улотрикс (*Ulothrix*). Виды этого рода распространены в реках. Нитчатый, неветвящийся таллом состоит из одного ряда одинаковых клеток, нарастает верхушкой, прикрепляется к субстрату бесцветной базальной клеткой.

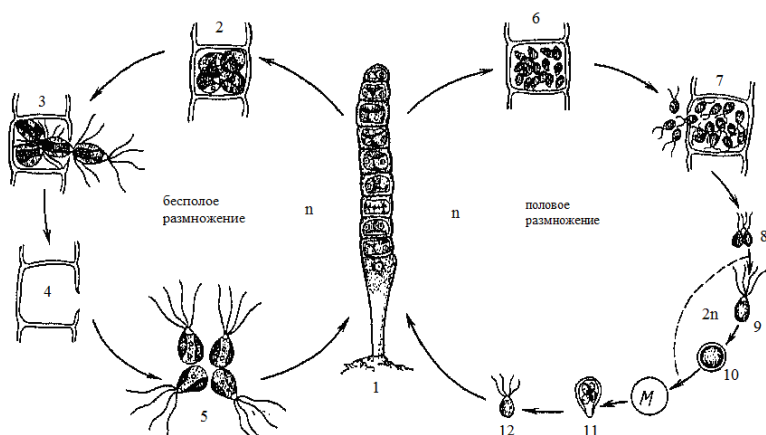


Рис. 66. Жизненный цикл улотрикса

При бесполом размножении в любой из клеток, кроме базальной, образуются четырехжгутиковые зооспоры. Половой процесс изогамный. Гаметы мелкие, двухжгутиковые, образуются также в любой из клеток. Копулируют только гаметы от разных особей (гетероталлизм). Зигота делится путем мейоза. В результате образуются четыре гаплоидные зооспоры, прорастающие во взрослые нити. Весь жизненный цикл проходит в гаплоидной фазе, диплоидна только зигота.

Спирогира (*Spirogyra*). Многочисленные виды этого рода живут в пресных водоемах, образуя тину. Нитчатый таллом состоит из одного ряда клеток. Хроматофоры по 1–2 в клетке, расположенные в постенном слое цитоплазмы, имеют вид спирально закрученных лент с пиреноидами, края которых часто зазубрены. Ядро находится в центре, вакуолей несколько.

Вегетативное размножение происходит обрывками таллома. Половое размножение по способу конъюгации: две гетероталлические нити располагаются параллельно; в их клетках возникают выпячивания стенок, растущие

навстречу друг другу; в месте стыка стенки расслизняются, образуется копуляционный канал, через который сжавшийся протопласт одной клетки в течение нескольких минут перемещается в другую. Протопласты сливаются, образуется шаровидная зигота, которая вырабатывает толстую стенку и запасные продукты в виде масла. После конъюгации клетки одной из нитей (физиологически женской) будут содержать зиготы, другой (физиологически мужской) останутся пустыми. После периода покоя зигота делится мейозом и прорастает в одну нить, три ядра из четырех при этом редуцируются. Таким образом, жизненный цикл спирогиры проходит в гаплоидной фазе, диплоидна только зигота.

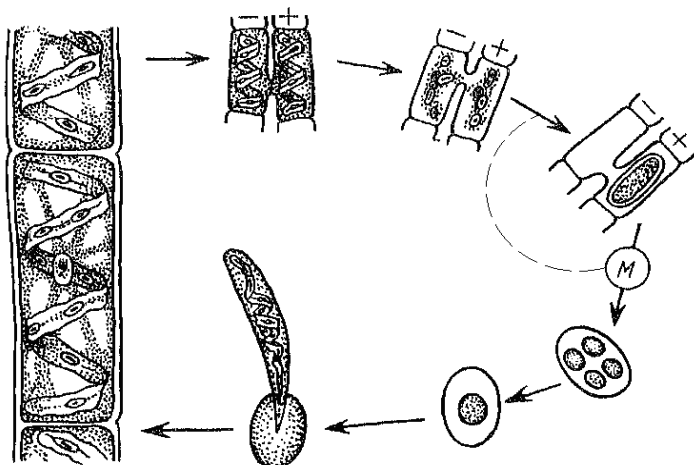


Рис. 67. Жизненный цикл спирогиры

Хара (*Chara*) имеет вертикально стоящие ветвящиеся талломы высотой 20–30 см (до 1 м). Мутовчатое ветвление придает им сходство с хвощами. С помощью ризоидов таллом прикрепляется к субстрату. Клетки одеты целлюлозно-пектиновой стенкой, в наружных слоях которой отлагается карбонат кальция. Хроматофоры мелкие, дисковидные.

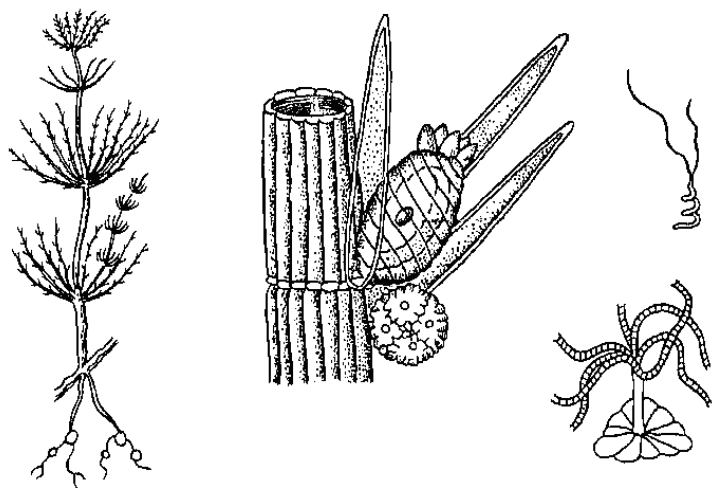


Рис. 68. *Хара*

Вегетативное размножение осуществляется клубеньками, образующимися на ризоидах, бесполого размножения нет.

При половом размножении (оогамии) в пазухах боковых ответвлений образуются *оогонии* и *антеридии*. Стенка шаровидного оогония состоит из спирально закрученных удлиненных клеток, заканчивающихся на вершине пятью короткими клетками (коронкой). Внутри формируется одна яйцеклетка.

Стенка антеридия образована восемью щитками — плоскими клетками, от которых внутрь отходят сперматогенные нити. Каждая нить состоит из 100–200 клеток, в которых образуется по одному сперматозоиду. В момент оплодотворения сперматозоид проникает к яйцеклетке под коронкой. Оплодотворенная яйцеклетка разрастается в зиготу (ооспору), которая одевается плотной оболочкой и вступает в период покоя. Прорастанию ее предшествует мейоз. Три сформированных ядра редуци-

руются, одно прорастает в гаплоидную короткую невестистую нить – *предросток*, из которой вырастает новое растение. Жизненный цикл проходит в гаплоидной фазе, диплоидна только зигота.

Практическая часть

1. Пипеткой взять немного слизи со стенок аквариума и приготовить временный препарат. Можно обнаружить большое количество зеленых водорослей: хламидомонаду, вольвокс, спирогиру. На увлажненной коре деревьев можно найти хроококк и другие водоросли.

2. На постоянных препаратах рассмотреть общий вид спирогиры, конъюгацию спирогиры, образование зиготы.

3. Хара изучается на постоянном препарате. Отмечают особенности ее строения. Очень важно отметить, что хара стоит на последней стадии эволюции среди низших растений, что видно по ее характерному строению таллома

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности строения таллома, образования зооспор и органов полового размножения у вошерии?

2. Каковы особенности строения клетки пиннулярии?

3. Как происходит бесполое размножение пиннулярии и когда наступает период полового размножения?

4. Какая фаза – гаплоидная или диплоидная – доминирует в жизненном цикле вошерии и пиннулярии?

5. Каковы направления эволюции таллома зеленых водорослей?

6. Что характерно для строения клетки представителей отдела зеленых водорослей?

7. Какую функцию выполняют хроматофоры и пиреноиды?
8. Какими способами размножаются зеленые водоросли?
9. Особенности строения, питания и размножения спирогиры.
10. Особенности строения и размножения хары.
11. Эволюционное положение Харовых в отделе Зеленые водоросли.
12. Значение зеленых водорослей в природе и хозяйственной деятельности человека.

ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Тема 9. ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

Отдел Моховидные – *Bryophyta*

Теоретическая часть

Отдел, объединяющий более 25000 видов травянистых растений с простой организацией тела, в жизненном цикле которых преобладает многолетний *гаметофит*. *Спорофит* развивается на гаметофите, получая от него растворы питательных веществ, т.е. фактически паразитирует.

У моховидных отсутствует дифференциация тела, и органы являются лишь имитацией – *филлидии* (лист), *каулидии* (стебель), *ризоиды* (корень). У примитивных мхов тело представлено слоевищем. Отсутствие водопроводящей системы обуславливает способность мхов впитывать воду всем телом, и, как следствие, его ограниченный рост в высоту.

Отдел делится на три класса: Антоцеротовые, Печеночные и Листостебельные мхи.

Представителем класса Печеночных мхов является **маршанция обыкновенная**, растущая на влажной лесной почве с нарушенным травянистым покровом. Гаметофит маршанции – напочвенный таллом (слоевище). Он имеет вид дихотомически ветвящейся стелющейся пластинки размером до 10 см.

С обеих сторон он покрыт эпидермой. Верхняя эпидерма имеет устьица. Нижняя эпидерма дает выросты – одноклеточные ризоиды. Таллом маршанции имеет *дорсивентральное* строение: под верхней эпидермой расположена палисадная хлоренхима, ниже – слой тонкостенных бесхлорофильных паренхимных клеток.

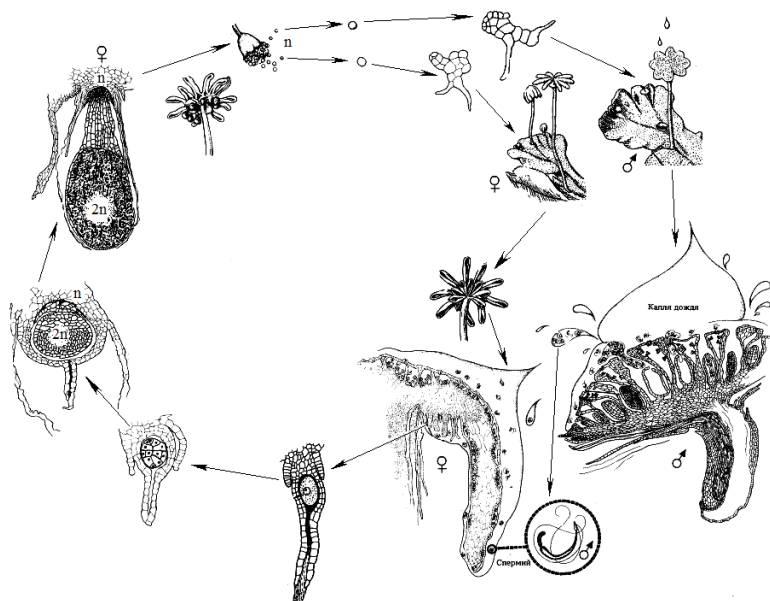


Рис. 69. Жизненный цикл маршанции обыкновенной

Маршанция – двудомное растение. На верхней стороне таллома образуются особые подставки, на которых формируются органы полового размножения. На одних экземплярах подставки имеют форму сидящей на ножке девятилучевой звездочки, между лучами которой на нижней стороне расположены архегонии, в брюшке которого образуется яйцеклетка. На других подставки имеют форму сидящего на ножке восьмиугольного щитка, на верхней стороне которого расположены антеридии. После слияния яйцеклетки и сперматозоида из зиготы образуется *спорогон*.

Спорогон – коробочка на короткой ножке, прикрепленная к гаметофиту гаусторией. Внутри коробочки из спорогенной ткани в результате мейоза образуются гаплоидные споры со спирально закрученными **элатерами**, служащими для разрыхления массы спор и выбрасывания их из коробочки.

При благоприятных условиях из споры развивается *протонема* (недоросток) – небольшая нить, из верхушечной клетки которой вырастает новый таллом маршанции.

Вегетативное размножение осуществляется выводковыми тельцами линзовидной формы, имеющими зеленый цвет. Они образуются на верхней стороне таллома в особых корзиночках в результате деления клеток, выстилающих их дно.

Из Зеленых мхов наиболее известный вид **кукушкин лен (политрих обыкновенный)**. Наиболее часто встречается на сырой почве в лесах, на лугах и болотах. Гаметофит представлен прямостоячей стеблевидной осью – *каулидием*, покрытой листовидными выростами – *филлидиями*. На нижней части стебля образуются многоклеточные ризоиды. Каулидий прямостоячий неветвистый (высотой 15–20 см).

Гаметофит двудомный. На верхушке мужских особей развиваются антеридии, окруженные красно-бурыми листьями, на верхушках женских архегонии. Между архегониями и антеридиями имеются стерильные нити *парафизы*.

Оплодотворение происходит подвижными двугутиковыми сперматозоидами в дождливую погоду или при сильной росе. После оплодотворения на женском гаметофите из зиготы образуется *спорогон*, состоящий из длинной ножки и коробочки. Коробочка, снаружи прикрытая колпачком из остатков архегония, состоит из *урночки* и *крышечки*. Нижняя часть урночки сужена в *шейку*. В центре урночки расположена *колонка*, которая у крышечки расширяется и формирует *эпифрагму* – тонкостенную перегородку, закрывающую урночку. Вокруг колонки расположен *спорангий*, где после мейоза образуются споры.

Урночка имеет специальное приспособление для рассеивания спор – *перистом*, представляющий собой ряд зубчиков с тупыми верхушками, расположенных по ее краю. Между зубцами, способными к гигроскопическим движениям, и эпифрагмой имеются отверстия, через которые в сухую погоду высыпаются споры. Из споры вырастает протонема в виде зеленой ветвящейся нити. На ней формируются почки, из которых со временем развиваются взрослые гаметофиты.

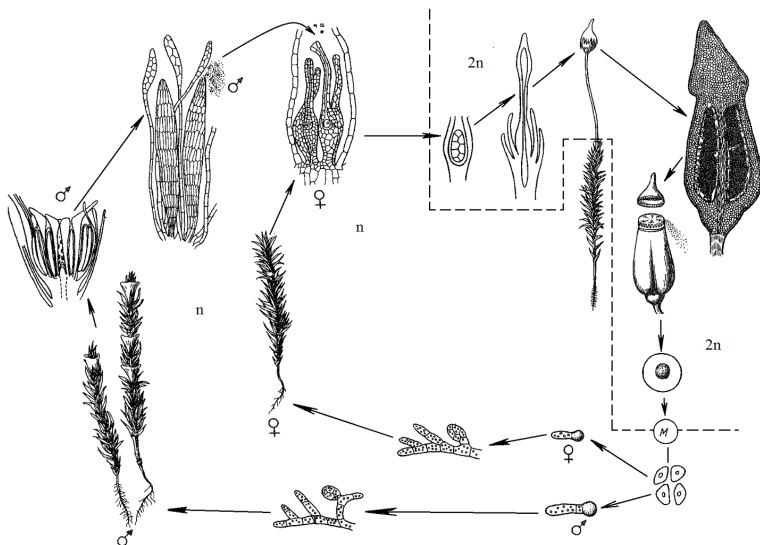


Рис. 70. Жизненный цикл политриха обыкновенного

Эти побеги вместе с протонемой представляют гаплоидное поколение – гаметофит, коробочка на ножке – диплоидное – спорофит.

Практическая часть

1. По гербарным образцам и постоянным препаратам составить описание различных видов мхов.

2. Изучить схему жизненного цикла маршанции и политриха.

Отдел Плауновидные – *Lycopodiophyta*

Плауновидные – наиболее древняя группа, включающая ископаемые и ныне живущие формы. Сохранилось около 1000 видов, представленных вечнозелеными многолетними травами, реже полукустарниками. Для большинства плауновидных характерно наличие побегов со спирально расположенными листьями и хорошо развитыми придаточными корнями. Подземные и наземные оси ветвятся *дихотомически*.

Спорофиллы, чередуясь со стерильными листьями, образуют на протяжении стебля *спороносные зоны* или собраны в расположенные на концах ветвей спороносные колоски – *стробилы*. Среди плаунов есть *равноспоровые* и *разноспоровые* растения.

Гаметофиты (заростки) равноспоровых обоеполые, подземные, мясистые, длиной до 20 мм. Они ведут сапрофитный образ жизни и созревают в течение 1–15 лет. Гаметофиты разноспоровых однополые, развиваются в течение нескольких недель за счет питательных веществ споры. При достижении зрелости лишь слегка выступают наружу, за пределы оболочки споры.

Оплодотворение совершается при наличии капельно-жидкой воды, и из зиготы, не впадающей в состояние покоя, вырастает новое бесполое растение – *спорофит*.

Выделяют два современных класса: плауновые (*Lycopodiopsida*) и полушниковые (*Isoetopsida*).

Плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*) – представитель класса равноспоровых Плауновых – многолетнее вечнозеленое травянистое растение.

Спорофит представлен длинным (до 3 м) стелющимся дихотомически ветвящимся побегом, густо уса-

женным мелкими жесткими листьями. От стебля отходят тонкие придаточные корни.

В середине лета на вертикальных побегах появляются по два (реже по 3–5) булавовидных *спороносных колоска* на довольно длинных ножках.

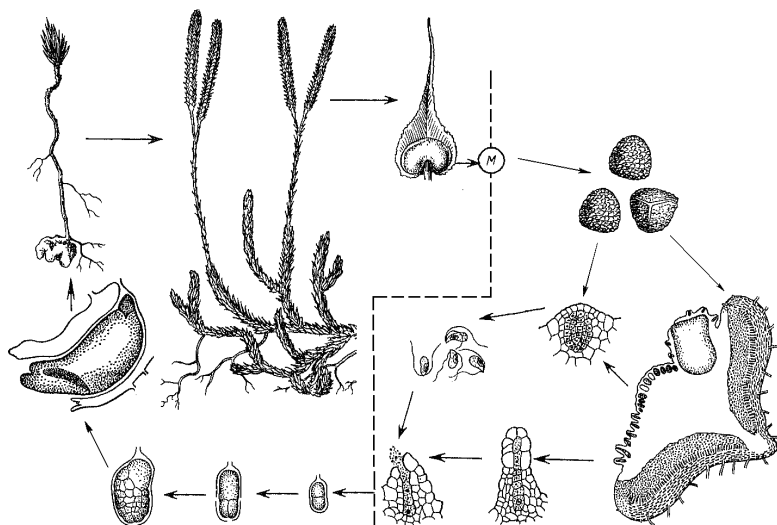


Рис. 71. Жизненный цикл плауна булавовидного

Колосок цилиндрической формы, состоит из оси с плотно сидящими *спорофиллами* – чешуевидными треугольными листьями с заостренными верхушками. На верхней стороне спорофилла расположен на короткой ножке почковидный *спorangий* со спорами. После мейоза в нем образуются гаплоидные *споры* одинаковой величины с толстой желтой оболочкой. После созревания спорангий растрескивается поперечной щелью, споры падают на землю.

На глубине нескольких сантиметров из них медленно, в течение 6–12 (иногда 20) лет, развивается гапло-

идный заросток – *гаметофит*. Это очень маленький (в диаметре 2–5 мм), по форме напоминающий луковицу, бесцветный таллом. От нижней его поверхности отходят ризоиды, через которые в заросток врастают гифы гриба, образуя своеобразную микоризу. Такой симбиоз обеспечивает питание заростка, не способного к фотосинтезу.

На верхней стороне заростка образуются *антеридии* и *архегонии* обычного строения, погруженные в паренхимную ткань, только длинные шейки архегониев выдаются наружу. Оплодотворение яйцеклетки двужгутиковым сперматозоидом происходит в присутствии воды. Из зиготы в брюшке архегония развивается зародыш спорофита, первое время питающийся за счет заростка. После образования корней начинается самостоятельная жизнь спорофита.

Селагинелла селлагинелловидная (*Selaginella selaginoides*) – представитель класса разноспоровых Полушниковых.

Это нежные многолетние травянистые растения, требующие высокой влажности. Спорофит по внешнему виду похож на спорофит плауна, но в отличие от него характеризуется разноспоровостью.

На верхушках побегов расположены спороносные колоски, у которых в пазухах спорофиллов на коротких ножках сидят *мега-* и *микроспорангии*, дающие два вида спор. В *мегаспорангии* образуются четыре **мегаспоры**, в *микроспорангии* – множество **микроспор**.

Освободившись из спорангиев, мега- и микроспоры в благоприятных условиях прорастают. Из микроспоры образуется *мужской* гаметофит, состоящий из одной вегетативной клетки и одного крайне редуцированного антеридия, внутри которого образуются двухжгутиковые сперматозоиды.

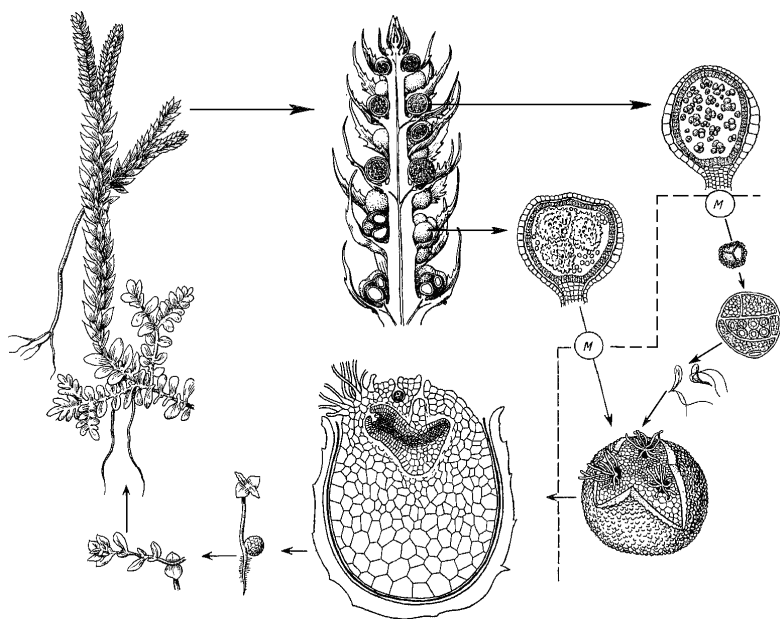


Рис. 72. Жизненный цикл селлагинеллы селлагинелловидной

Женский гаметофит, развиваясь, разрывает покровы мегаспоры, но не покидает оболочки мегаспоры. Через трехлучевую щель выдвигается часть тела гаметофита, на которой образуются архегонии и ризоиды.

Оплодотворение связано с водой. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш, а затем новый спорофит.

У селлагинеллы наблюдается резкая половая дифференцировка – от спор до однополых гаметофитов. Редукция гаметофита, связанная с разнospоровостью, представляет собой основное направление эволюции высших растений.

Отдел Хвощевидные – *Equisetophyta*

В современной флоре в отделе Хвощевидные сохранился только один род – хвощ (*Equisetum*), пред-

ставленный 25 травянистыми космополитными видами. Хвощи – многолетние травы с хорошо развитым корневищем, от которого отходят придаточные корни и надземные побеги. Фотосинтезирующие ребристые побеги состоят из четко выраженных члеников, от узлов которых отходят мутовки бурых чешуевидных листьев. Ветвление боковое с мутовчатым размещением боковых побегов.

Споры образуются на спороносных колосках, развивающиеся в зависимости от вида на ассимилирующих или на специализированных спороносных бесхлорофильных побегах. На оси колоска находятся *спорангиофоры*, имеющие вид щитка на ножке, к которому прикреплены 8–10 *спорангиев*. Споры имеют две лентовидные *элатеры*.

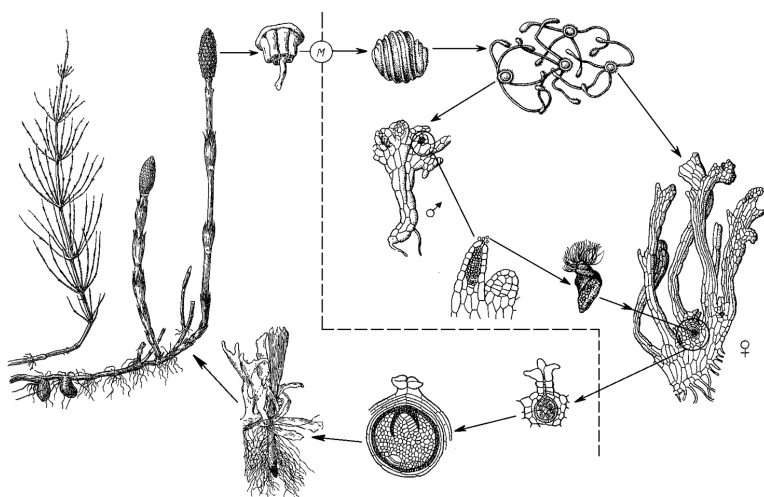


Рис. 73. Жизненный цикл хвоща полевого

Хвощ полевой (*Equisetum arvense*) – многолетнее травянистое растение, подземная часть которого представлена корневищем, проникающим в почву на глубину до 1 м. Некоторые укороченные боковые разветвления

корневища превращаются в клубни, заполненные запасным крахмалом. В узлах надземных побегов мутовками расположены листовые влагалища и придаточные корни.

Надземные побеги двух видов: *спороносные*, возникающие ранней весной, и *стерильные*, образующиеся позже и вегетирующие до поздней осени. У других видов хвоща надземные побеги одинаковы. Стерильный побег зеленый (фотосинтезирующий), ребристый, в узлах несет сросшиеся в трубку редуцированные листовые пластинки.

Спороносные побеги бурые, без хлорофилла, неветвистые, высотой 15–30 см, охваченные в узлах трубчатыми влагалищами. Спороносные колоски образуются на верхушке. После спороношения эти побеги отмирают.

Спорангиофор состоит из шестигранного *щитка*, *ножки*, прикрепляющей щиток к оси колоска, мешковидных *спорангиев*, расположенных по нижнему краю щитка. Споры одинаковой величины. *Элатеры* имеют вид спирально закрученных лент с ложковидными расширениями на концах.

На почве из спор вырастают хлорофиллоносные *гаметофиты* в виде лопастных пластинок, физиологически различные. Одни из них мужские, с *антеридиями*, формирующими многожгутиковые *сперматозоиды*, другие *женские*, с *архегониями*. Оплодотворение связано с водой. Зародыш спорофита не имеет периода покоя.

Таким образом, морфологическая равноспоровость у этого вида сочетается с физиологической разноспоровостью.

Практическая часть

1. Рассмотреть спорофит плауна булавовидного по гербарным образцам, постоянный препарат колоска под микроскопом.

2. Сравнить колосок плауна с колоском селлагинеллы.
3. Приготовить временный препарат из спор плауна булавовидного, рассмотреть под микроскопом.
4. Изучить по гербарному материалу хвощ полевой, строение спороносного колоска, под микроскопом рассмотреть споры.
5. Изучит схемы жизненного цикла плауна, селлагинеллы, хвоща, выделить спорофазу (2n) и гаметофазу (n).

Отдел Папоротниковидные – *Polypodiophyta*

Теоретическая часть

В настоящее время в отделе Папоротниковидные насчитывается более 10000 видов. В жизненном цикле преобладает спорофит, являющийся самым развитым среди высших споровых растений.

Спорофит представлен мощным корневищем или стволом с ярко выраженной корневой системой, крупнолистностью (мегафиллией) и отсутствием спороносного колоска. Листья папоротников называют *вайями*, сохраняющими длительное время верхушечный рост, образуя при этом характерно разворачивающуюся «улитку».

Спорангии чаще образуются на нижней поверхности листа. В большинстве случаев они собраны кучками (*сорусами*) и защищены покрывальцем (*индузием*).

Щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*) равноспоровый представитель класса Полиподиопсидов, широко распространенный лесной папоротник, спорофит которого представлен многолетним травянистым растением до 1 м высотой. От верхней части толстого короткого корневища, покрытого бурыми чешуями, отходит пучок дваждыперистых листьев, от нижней – тонкие придаточные корни.

Листья крупные. Черешок густо покрыт бурыми пленками. Развивающиеся молодые листья свернуты

в улитку, так как нижняя поверхность вайи на ранней стадии развития растет быстрее, чем верхняя. На поверхности почвы листья появляются на третий год, когда заканчивается их развитие, и к осени увядают.

На нижней стороне листа вдоль средних жилок расположены группы спорангиев – *сории*, покрытые сверху пленчатым покрывальцем (*индузием*) почковидной формы, прикрепленным к выросту листа – *плаценте*. Спорангий на длинной ножке прикрепляется к плаценте. В спорангиях из спорогенной ткани в результате мейоза происходит формирование одинаковых спор овальной формы с бугорчатой поверхностью.

Среди тонкостенных клеток оболочки спорангия имеются клетки с подковообразными утолщениями, узкой полосой опоясывающие спорангий. За счет сжатия таких клеток при подсыхании спорангия происходит разрыв его оболочки и освобождение спор.

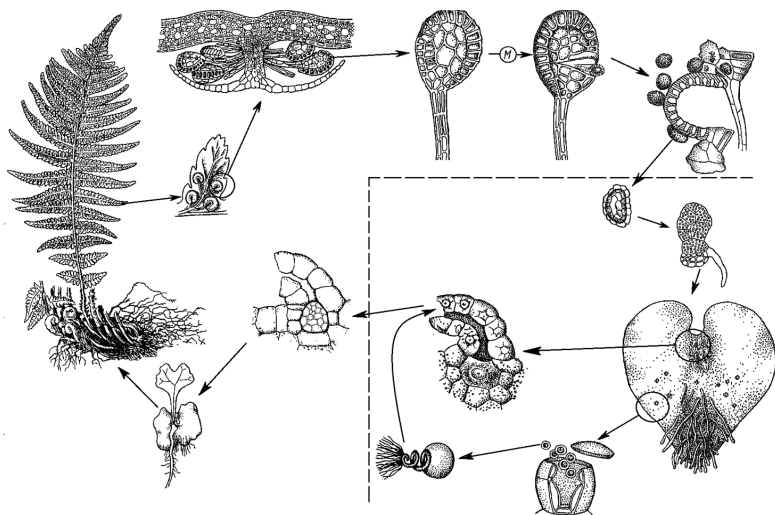


Рис. 74. Жизненный цикл щитовника

Из споры, попавшей в благоприятные условия, вырастает **обоеполый** гаметофит (**заросток**), имеющий вид зеленой округло-сердцевидной пластинки, диаметром до 4 мм, прикрепленный к почве ризоидами. На нижней стороне, вблизи от выемки, расположены *архегонии* с брюшком, погруженным в ткань гаметофита, а в ризоидальной части округлые *антеридии*. Оплодотворение происходит штопорообразными многожгутиковыми сперматозоидами в присутствии воды. Из зиготы развивается *проросток спорофита*, питающийся в начале своего существования за счет *заростка*. После формирования растения заросток отмирает.

Сальвиния плавающая (*Salvinia natans*) – разноспоровый представитель класса Полиподиопсидов. Это небольшие (до 15 см) плавающие травянистые растения с мутовками из трех листьев на каждом узле тонкого стебля. Два листа цельные, овальные, зеленые, плавающие, с несмачиваемой поверхностью, в мезофиле имеются многочисленные воздушные полости. Третий лист каждой мутовки подводный, рассечен на 8–12 нитевидных долей, покрытых многоклеточными волосками, выполняющими функции корней.

У основания подводных листьев прикрепляются гроздья шаровидных замкнутых *сорусов (сорий)*. Одни из них содержат *микроспорангии* с *микроспорами* (обычно 64), другие *мегаспорангии* с *мегаспорами*, из которых жизнеспособна только одна.

Сорусы со спорангиями осенью погружаются на дно. Весной после гнивания индузия освобожденные спорангии всплывают. Гаметофиты образуются внутри спорангиев. Из микроспор образуются мужские гаметофиты, состоящие из двух вегетативных клеток и двух антеридиев с четырьмя сперматозоидами каждый. Раз-

растаясь, мужские гаметофиты разрывают оболочку спорангия и выходят наружу.

Женский заросток развивается из мегаспоры, не покидая мегаспорангия, лишь разрывая его оболочку. Он имеет вид маленькой зеленой треугольной пластинки с 3–5 архегониями. После оплодотворения развивается зародыш, состоящий из стебля и листа, а затем взрослый спорофит.

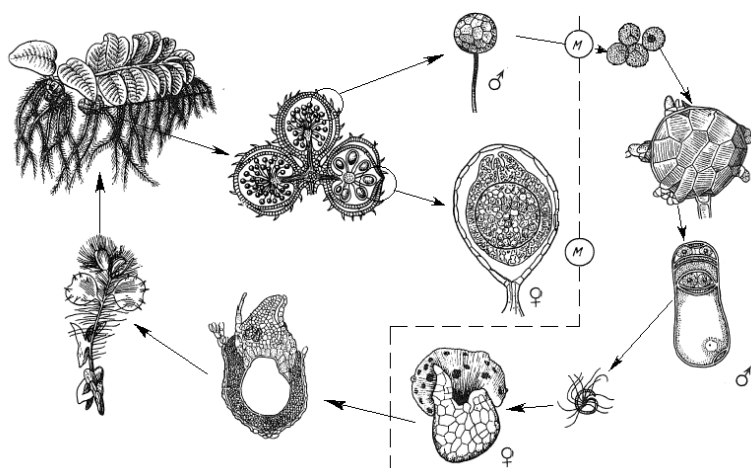


Рис. 75. Жизненный цикл сальвинии

Практическая часть

1. Рассмотреть гербарные образцы папоротника, сравнить с представителями предыдущих отделов.
2. Рассмотреть особенности возникновения и строения вайи (листа) папоротника.
3. Под микроскопом рассмотреть сорусы и их строение. Исследовать заросток.
4. Составить и сравнить схемы жизненных циклов щитовника мужского и сальвинии плавающей.

Контрольные вопросы

1. Какие черты строения и особенности жизненного цикла моховидных свидетельствуют об их близости к водорослям?

2. На каких признаках основана классификация моховидных?

3. Каков жизненный цикл маршанции? Как осуществляется ее вегетативное размножение?

4. Каков жизненный цикл политриха? Каково соотношение диплофазы и гаплофазы в нем?

5. Какие признаки примитивного строения имеют сфагновые мхи?

6. Какой жизненный цикл у плауна булавовидного?

7. Каково строение спороносного колоска, спорангиев и спор у плауна булавовидного и селлагинеллы?

8. Какой жизненный цикл у селлагинеллы?

9. В чем эволюционное значение появления разноспоровости?

10. Какие отличительные признаки имеют представители отдела Хвощевидные?

11. Какой жизненный цикл у хвоща полевого?

12. Какое строение имеют спороносный колосок, спорангии и споры у хвоща?

13. Каково строение гаметофита хвоща полевого?

14. В чем отличие папоротниковидных от других современных высших споровых?

15. Каково строение гаметофита и спорофита щитовника мужского?

16. Каково соотношение диплофазы и гаплофазы в жизненном цикле щитовника?

17. Какие особенности строения спорофита и гаметофита характерны для раздоспоровых папоротников (на примере сальвинии плавающей)?

Тема 10. ВЫСШИЕ СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Отдел Голосеменных (Сосновые) – *Gymnospermae* (*Pinophyta*)

Теоретическая часть

Важная отличительная черта Голосеменных – наличие семязачатка и образующегося из него семени.

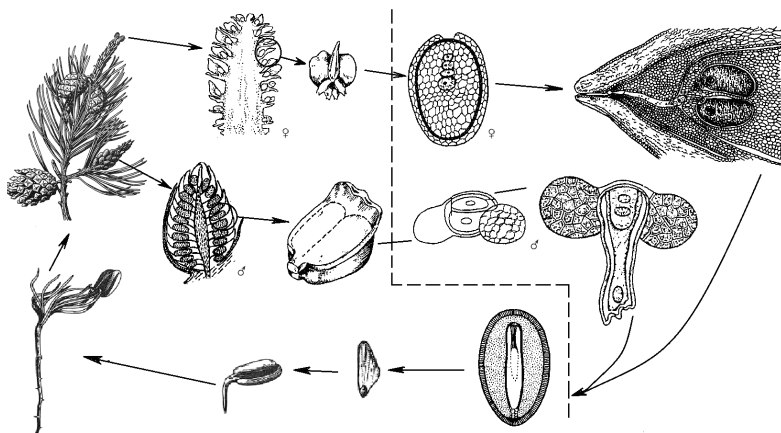


Рис. 76. Жизненный цикл хвойных

Семязачаток состоит из нуцеллуса (мegasпорангий) и интегумента (покров) с микропиле (пыльцевход). В мегаспорангии образуются 4 мегаспоры, 3 из которых отмирают, а 1 прорастает в женский гаметофит – *первичный эндосперм*. На микропилярном полюсе эндосперма образуются два архегония.

Мужской гаметофит – это пылинка, сформировавшаяся из микроспоры внутри микроспорангия и состоящая из нескольких проталлиальных клеток и одной антерадимальной. Антеридиальная клетка в результате деления дает генеративную клетку и клетку трубки.

Семязачатки и микроспорангии возникают на особых побегах – *шишках*. Семязачатки лежат открыто на видоизмененных листьях – *семенных чешуйках*.

Образование женского гаметофита и зародыша семени происходит на *спорофите* после процесса оплодотворения. Зародыш семени дифференцирован на следующие части: *зародышевый корешок*, *зародышевый стебелек* (подсемядольное колено), *почечку* и *семядоли*.

У большинства голосеменных вокруг зародыша сохраняется *эндосперм* (n). Питательные вещества нуцеллуса расходуются в процессе формирования зародыша. В семени от нуцеллуса сохраняется только тонкая пленка. Из интегументов образуется *спермодерма* (кожура), иногда очень твердая. Так из семязачатки образуется семя.

Голосеменные представлены только деревьями и кустарниками. Они широко распространены на всех континентах, в холодной зоне, а также в горах формируют мощные леса, имеющие большое народно-хозяйственное значение.

Практическая часть

1. Ознакомиться по гербарным образцам и препаратам с представителями Голосеменных.

2. Рассмотреть женские и мужские шишки, хвою, изучить семена.

3. Рассмотреть цикл развития сосны обыкновенной, выделить спорофит и гаметофит.

Отдел Покрытосеменные (Магнолиевые) – *Angiospermae (Magnoliophyta)*

Теоретическая часть

Для покрытосеменных растений характерно наличие *пестика* и *плода*. Образование спор на спорофите происходит на видоизмененных побегах – *цветках*.

Микроспоры формируются в гнездах пыльника тычинки, мегаспоры – в семязачатках, находящихся внутри завязи пестика.

Споры прорастают в гаметофиты внутри спорангиев. Мужской гаметофит – *пыльца* – состоит из двух клеток, женский – *зародышевый мешок* – имеет восемь клеток. В результате **двойного оплодотворения** из семязачатка образуется семя с *эндоспермом*, имеющим триплоидный набор хромосом ($3n$), а из пестика и других частей цветка – *плод*.

Жизненные формы покрытосеменных – деревья, лианы, кустарники, травы (много-, дву-, однолетние). Микроскопическая структура вегетативных органов отличается большим разнообразием тканей, имеются не только трахеиды, но и сосуды. Продолжительность жизни от двух-трех недель до нескольких тысяч лет. У многолетних травянистых растений образуются видоизмененные подземные вегетативные органы – клубни, луковицы и корневища, позволяющие переносить неблагоприятные периоды года.

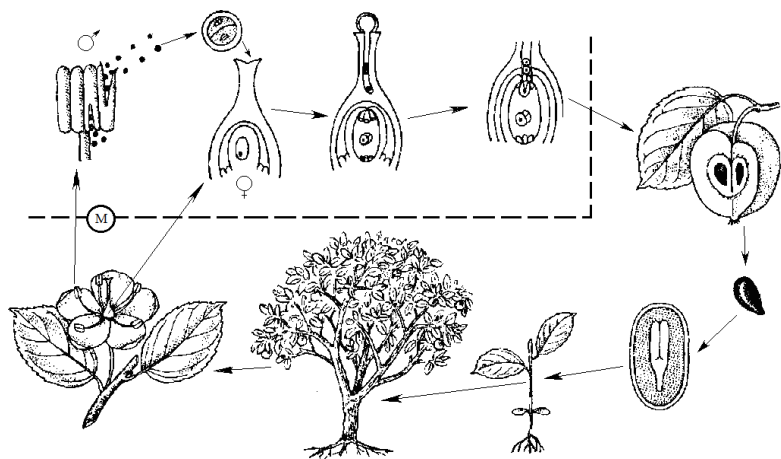


Рис. 77. Жизненный цикл покрытосеменных растений

Покрытосеменные имеют важное значение в жизни природы и человека. К ним относятся практически все сельскохозяйственные растения.

Контрольные вопросы

1. Каковы наиболее важные признаки, отличающие голосеменные от высших споровых растений?
2. Какие признаки сближают голосеменные с другими высшими споровыми?
3. Каков жизненный цикл голосеменных на примере сосны обыкновенной?
4. Каково строение мужской шишки хвойных?
5. Как образуется и что представляет собой мужской гаметофит хвойных?
6. Каково строение женской шишки хвойных?
7. Каково строение семязачатка хвойных?
8. Как образуется и что представляет собой женский гаметофит хвойных?
9. Как образуется семя? Каково его строение?
10. В чем эволюционное значение появления семян у растений?

Тема 11. РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Репродуктивные, или *генеративные*, органы растений предназначены для полового или собственно бесполого размножения. У покрытосеменных к ним относят цветок и его производные – семя и плод.

Теоретическая часть

Цветок

Цветок (flos) – это видоизмененный спороносный побег, приспособленный для образования спор, гамет, для оплодотворения, образования плодов и семян.

Стеблевая часть цветка представлена *цветоножкой* и *цветоложем*. Форма цветоложа варьирует от конической до плоской и даже вогнутой в виде бокала. На цветоложе мутовками располагаются видоизмененные листья: *чашелистики*, *лепестки*, *тычинки*, *пестики*. Расположение их может быть круговым, спиральным.

Чашечка и венчик составляют *околоцветник*. Околоцветник, имеющий различно окрашенные чашечку и венчик, называют *двойным*, а окрашенный одинаково – *простым*.

Чашечка (calyx) чаще всего состоит из одного круга *чашелистиков*, которые могут быть свободными или более или менее сросшимися. Чашечка выполняет защитную функцию, предохраняя цветок от усыхания, а иногда и от низких температур.

Венчик (corolla) состоит из более или менее окрашенных лепестков. В зависимости от срастания венчики бывают двух типов: *свободнолепестные (раздельнолепестные)* и *сростнолепестные*. Срастание лепестков определяют так: тянут за один из лепестков и следят, не отрывается ли при этом весь венчик или хотя бы два или больше лепестков.

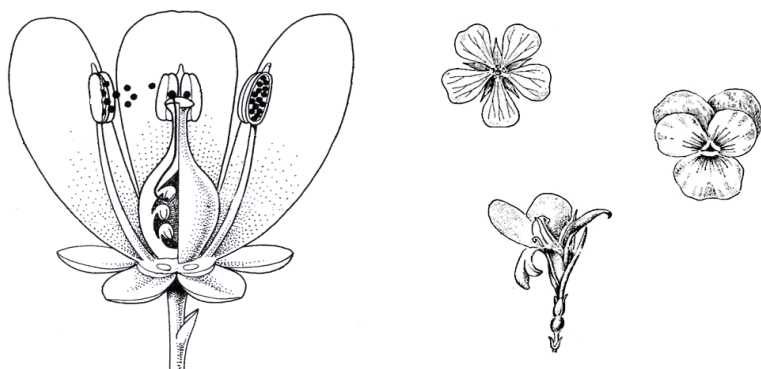


Рис. 78. Строение цветка

По типу симметрии венчики, как и чашечки, можно разделить на две группы: *актиноморфные* (правильные): через венчик можно провести две или более плоскостей симметрии, и *зигоморфные* (неправильные): через цветок можно провести только одну плоскость симметрии.

Актиноморфные сростнолепестные венчики классифицируют в зависимости от соотношения длины трубки, формы и величины отгиба: *колесовидный* – трубка мала или отсутствует, а отгиб развернут почти в одной плоскости (незабудка, вербейник); *воронковидный* – трубка крупная воронковидная, отгиб сравнительно небольшой (табак, дурман); *колокольчатый* – трубка сферическая, чашеобразная, постепенно переходящая в малозаметный отгиб (ландыш, колокольчик); *трубковидный* – трубка цилиндрическая с прямостоячим, более или менее коротким отгибом (подсолнечник и другие астровые); *блюдцевидный* – близок к трубковидному, но имеет широкий отгиб, придающий цветку блюдцевидную форму (сирень); *колпачковый* – лепестки срастаются верхушками (виноград); *шпористый* – лепестки образуют полый вырост, именуемый шпорцем (водосбор).

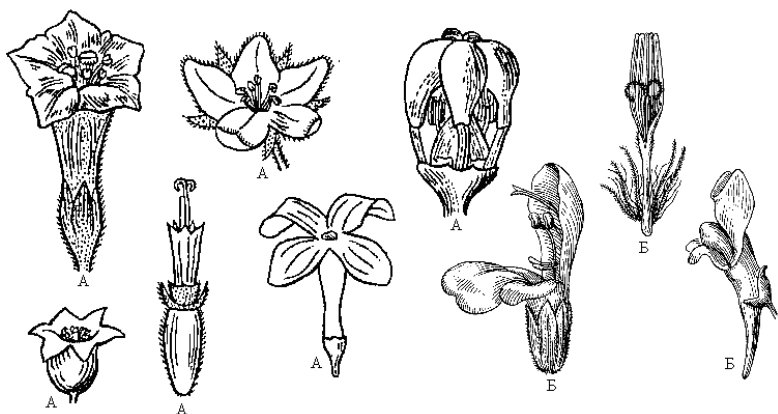


Рис. 79. Сrostнолепестные венчики:

А – актиноморфные, Б – зигоморфные

Среди **зигоморфных** сrostнолепестных венчиков наиболее часто встречаются: *двугубый* – отгиб состоит из двух неравноценных частей; верхней и нижней губ (яснотковые, многие норичниковые); *язычковый* – от трубки отходят сросшиеся лепестки, имеющие вид язычка (астровые); *шпоровидный* – лепестки образуют шпорец (льнянка, сокирки).

Соцветия

Соцветие – это побег или система побегов, несущих цветки. К репродуктивным органам соцветия можно отнести лишь условно.

Появление соцветий повышает гарантию опыления, уменьшается вероятность повреждения цветков при неблагоприятных условиях окружающей среды, что обусловлено их постепенным распусканием.

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)* – ось заканчивается цветком, а распускание цветков идет от верхушки к боковым ветвям;

– *моноподиальные (ботрические)* – ось нарастает неопределенно долго, распускание цветков идет от основания к верхушке.

Наиболее часто встречаются следующие *симподиальные соцветия*:

1. *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*, если они отходят попеременно то в одну, то в другую сторону, то образуется *извилина*.

2. *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 ветвления, и т. д.

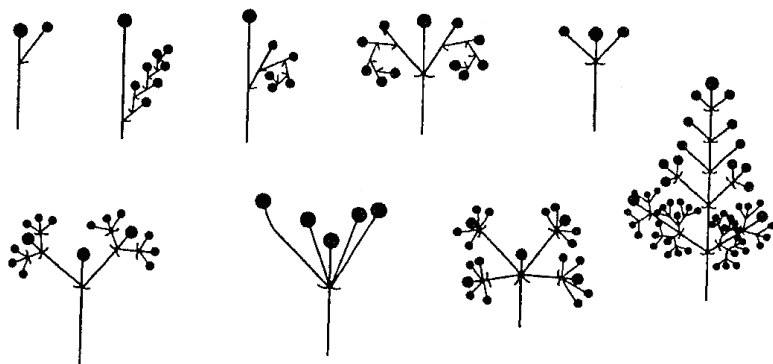


Рис. 80. Типы цимозных (симподиальных) соцветий

3. *Плейохазий* – от главной оси соцветия, несущей один верхушечный цветок, отходят несколько подцветочных осей, образующих мутовку из монохазиев или дихазиев.

4. *Тирс* – на главной оси располагается любое из указанных выше соцветий, обычно имеет пирамидальную форму.

К *моноподиальным соцветиям* относят следующие:

1. *Метелка* – сильно разветвленное соцветие, нижние боковые разветвления ветвятся сильнее, чем верхние; в целом оно имеет пирамидальное очертание;

2. *Щиток* – метелка, у которой нижние разветвления длиннее верхних, вследствие чего цветки располагаются в одной плоскости;

3. *Сложный колос* – от главной оси отходят разветвления, на которых расположены цветки без цветоножек; разветвления называют колосками;

4. *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.

Простые соцветия в зависимости от расстояния между цветками делят на соцветия с удлинённой и укорочённой осью.

К *простым соцветиям с удлинённой осью* относят следующие:

1. *Кисть* – на оси первого порядка расположены цветки с цветоножками обычно одинаковой длины;

2. *Колос* – цветки не имеют цветоножек и сидят на оси первого порядка;

3. *Сережка* – колос с мягкой осью, после цветения сережки обычно опадают;

4. *Початок* – колос с сильно утолщённой осью, окружен одним или несколькими листьями, так называемым *покрывалом*.

К простым соцветиям с укороченной осью относят следующие:

1. *Зонтик* – цветоножки, имеющие почти одинаковую длину, отходят от верхушки оси, расстояние между цветоножками укорочены;

2. *Головка* – зонтик, у которого цветки или без цветоножек, или они очень короткие;

3. *Корзинка* – верхушка главной оси разрастается в виде *ложки* и к нему прикрепляются плотно сомкнутые цветки; верхушечные листья скучены и образуют *обвертку*.

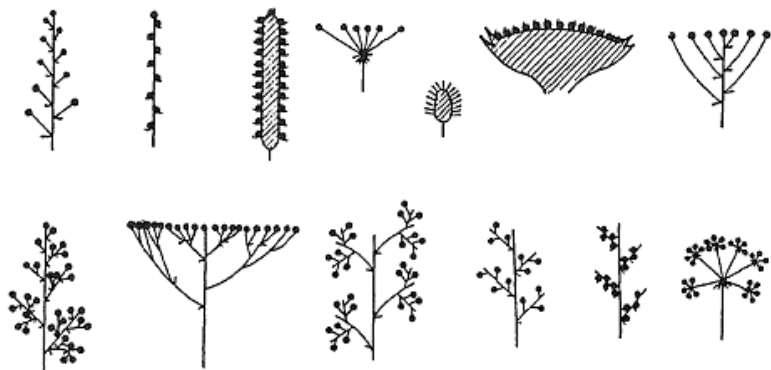


Рис. 81. Типы ботрических (моноподимальных) соцветий

Практическая часть

1. На предложенном раздаточном материале и по таблицам изучить строение цветка, форму, расположение завязи.

2. Написать формулы предложенных законсервированных цветков.

3. На раздаточном материале рассмотреть различные типы соцветий.

Теоретическая часть

Андроцей

Тычинки служат для образования микроспор, из которых формируется *пыльца* (мужской гаметофит). Совокупность тычинок называют *андроцеем*.

Часто цветки имеют не сросшиеся между собой тычинки – *свободный* андроцей. По длине тычиночных нитей выделяют: *двусильный* – две тычинки длиннее остальных, *четырёхсильный* – четыре длинные, другие короткие.

Если тычинки срастаются между собой, андроцей называют *сросшимся*. Различают *однобратственный* андроцей – срастаются все тычинки; *двубратственный* – одна тычинка остается свободной; *многобратственный* – тычинки срастаются в несколько групп.

В типичном случае каждая *тычинка* состоит из тычиночной нити и пыльника.

Обычно *пыльник* состоит из двух *тек*, соединенных *связником*. Каждая тека включает два *гнезда* (*пыльцевые мешки*), являющихся гомологами *микроспорангиев*, где образуются *микроспоры*, а затем *пыльца*.

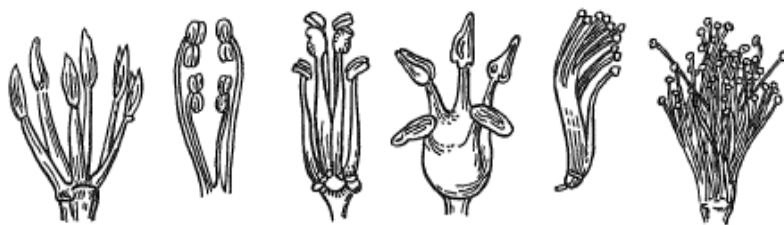


Рис. 82. Типы андроцея

По строению *пыльца* довольно однородна, но структура ее покрова – *спородермы* – отличается большим разнообразием.

Наружный слой пыльника – *эпидерма*. Под ней лежит *фиброзный слой*, состоящий из крупных, рано теряющих содержимое, клеток, у которых обращенная внутрь стенка несет утолщения.

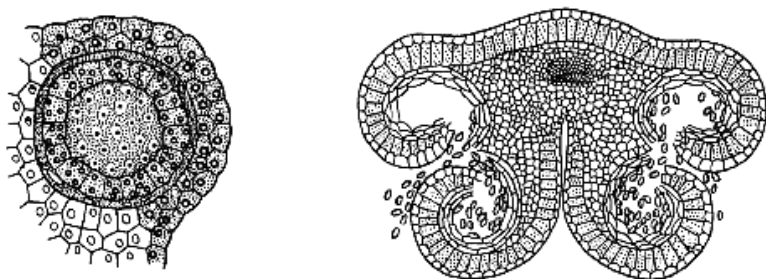


Рис. 83. Поперечный разрез пыльника

Этот слой способствует вскрытию пыльника. За фиброзным слоем расположен *дегенерирующий слой*. Самый внутренний слой пыльника – *выстилающий*, или *тапетум*. Клетки его крупные, с густой цитоплазмой и с несколькими ядрами. По мере созревания пыльника клетки тапетума и дегенерирующего слоя частично или полностью исчезают, так как их содержимое используется для питания растущими микроспорами и пыльцой.

Центральную часть гнезда пыльника занимают *спорогенные* клетки. Они делятся путем мейоза, и в результате из каждой клетки образуются четыре гаплоидные *микроспоры*.

Микроспора имеет плотную цитоплазму и крупное ядро. Микроспоры обычно еще внутри пыльника прорастают и образуют *пыльцу* (*пыльцевые зерна*). При прорастании микроспора делится путем митоза. В результате образуются маленькая *генеративная клетка* и большая *клетка-трубка*.

Снаружи пыльцевое зерно покрыто *спородермой*, состоящей из двух слоев: наружного – *экзины* и внутреннего – *интины*.

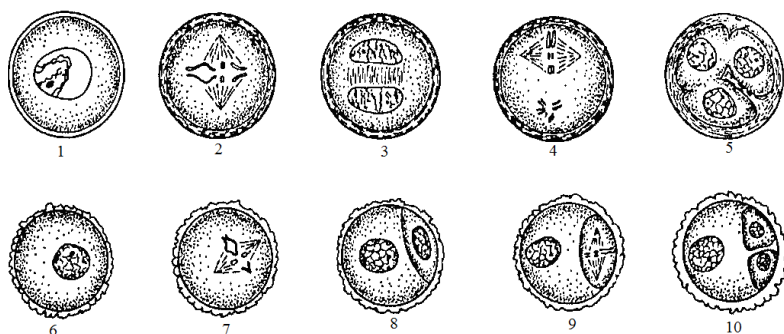


Рис. 84. Микроспорогенез (1–5), микрогаметогенез (6–10)

Гинецей

Гинецеем называют совокупность *плодолистиков* (*мегаспорофиллов*) одного цветка, образующих один или несколько *пестиков*. Гинецей, состоящий из одного плодolistика, образующего один пестик, называют *одночленным*, а состоящий из нескольких плодolistиков – *многочленным*.

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

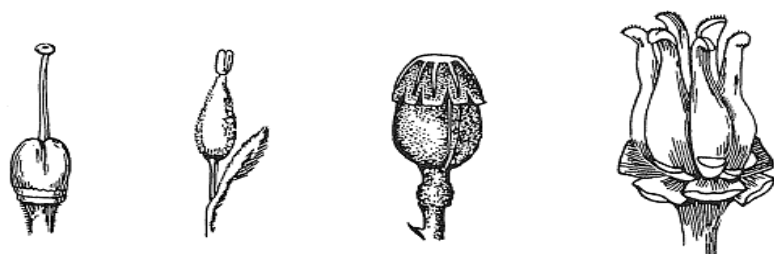


Рис. 85. Гинецей

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

– *синкарпный* – имеет многогнездную завязь, формирующуюся в результате срастания пестиков боковыми стенками;

– *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.

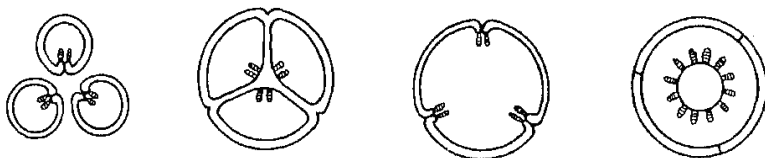


Рис. 86. Типы гинецеев

Пестик – закрытоеместилище для семязачатков, образованное вследствие срастания одного или нескольких плодолистиков, состоящее из *завязи* – вздутой части, в которой находятся семязачатки; *столбика* (одного или нескольких) и рыльца, воспринимающего пыльцу. Иногда столбик отсутствует (мак), тогда рыльце сидит на завязи (сидячее рыльце).

В зависимости от положения по отношению к другим частям цветка и срастания с ними различают *верхнюю*, *нижнюю* и *полунижнюю* завязи.

Верхняя завязь располагается свободно на плоском выпуклом или вогнутом цветоложе. Она образована только плодолистиками и легко отделяется от цветоложа.

В образовании *нижней завязи* кроме плодолистиков принимают участие и другие части цветка, что не позволяет отпрепарировать иглой нижнюю завязь.

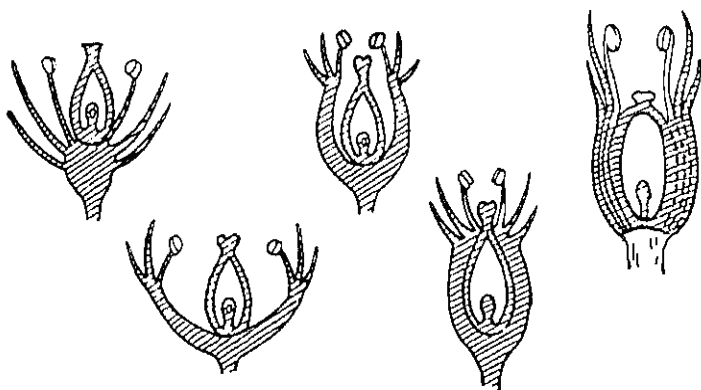


Рис. 87. Типы завязей (схема)

Полунижняя завязь формируется в том случае, когда по крайней мере нижняя ее часть срастается с другими частями цветка. При этом нижняя часть завязи лежит ниже уровня прикрепления тычинок, а верхняя, свободная ее часть располагается выше уровня прикрепления тычинок.

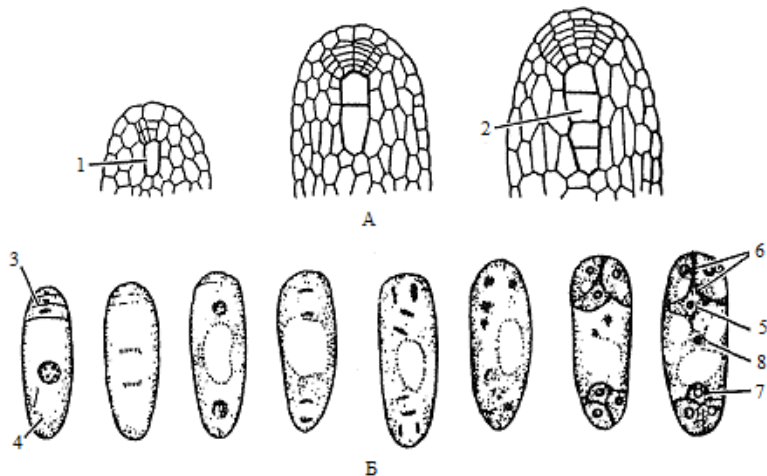


Рис. 88. Мегаспорогенез (А) и мегагаметогенез (Б):

1 – одна клетка археспория, 2 – тетрада мегаспор, 3 – отмирающие мегаспоры, 4 – зародышевый мешок, 5 – яйцеклетка, 6 – синергиды, 7 – антиподы, 8 – вторичное ядро зародышевого мешка

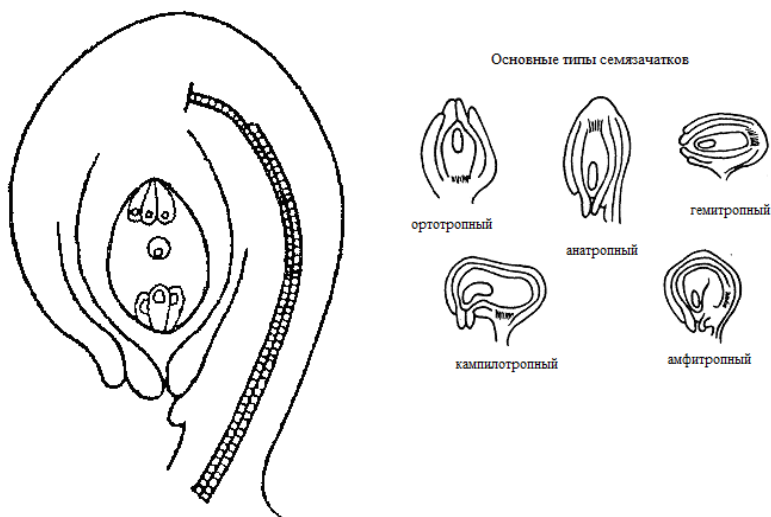


Рис. 89. Строение семязачатка

Семязачаток прикрепляется к плаценте *фуникулусом*, или *семяножкой*. Снаружи семязачаток покрыт одним-двумя *интегументами*, которые на верхушке не смыкаются, образуя отверстие – *микропиле*, или *пыльцевход*. Основание семязачатка, противоположное микропиле, называют *халазой*.

Под интегументами расположен многоклеточный *нуцеллус*, являющийся гомологом *мегаспорангия*. В нем из *мегаспоры* формируется *зародышевый мешок* (*женский гаметофит*). Одна из клеток *нуцеллуса*, называемая *археспориальной*, делится путем мейоза и образует четыре гаплоидные *мегаспоры*. В дальнейшем три мегаспоры отмирают и только одна сохраняется. Ядро мегаспоры претерпевает три последовательных митотических деления. После первого деления образуются два ядра, которые перемещаются к противоположным полюсам, где осуществляются два последующих деления. В результате на каждом из полюсов образуется по четыре ядра. Все восемь ядер гаплоидны (n).

Три ядра у каждого полюса обособляются в клетки. Напротив микропиле зародышевого мешка имеются три клетки: наиболее крупная – *яйцеклетка* и две *синергиды*. На противоположном полюсе находятся три клетки – *антиподы*. В центре размещается *вторичное ядро центральной клетки*, которое образовалось в результате слияния двух полярных ядер и поэтому диплоидно. Так формируется **зародышевый мешок**.

Двойное оплодотворение

Оплодотворение – процесс слияния двух половых клеток (*гамет*). Мужскую гамету у покрытосеменных называют *спермием*, женскую *яйцеклеткой*. Одна из клеток пыльцы, попавшей на рыльце пестика, вытягивается через пору экзины в длинную *пыльцевую трубку*, достигающую иногда нескольких сантиметров. В ней за счет деления генеративной клетки образуются *два спермия*.

Пыльцевая трубка растет сквозь рыхлую ткань рыльца и столбика в направлении завязи пестика, входит в семязачаток обычно через *микропиле*. Затем пыльцевая трубка проникает внутрь синергиды и лопается, освобождая спермии. Один из них сливается с яйцеклеткой, образуя зиготу ($2n$), второй сливается с центральной клеткой зародышевого мешка, образуя триплоидную клетку ($3n$). Так происходит **двойное оплодотворение**, свойственное только покрытосеменным.

Строение семени

После двойного оплодотворения из зиготы образуется *зародыш* ($2n$): из триплоидной клетки *эндосперм* (запасаящая ткань, $3n$), из интегументов *спермодерма* (семенная кожура), а из всего семязачатка *семя*. Синергиды и антиподы обычно разрушаются, а нуцеллус используется как питательный продукт при формировании зародыша, реже он превращается в запасаящую ткань – *перисперм*.

Различают четыре типа семян в зависимости от того, где накапливаются запасные продукты: в эндосперме и перисперме, в эндосперме, в перисперме, в зародыше.

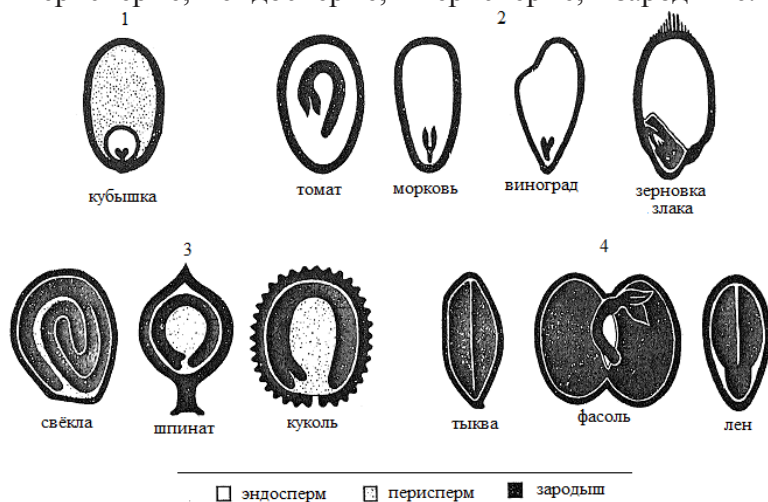


Рис. 90. Типы семян:

1 – с эндоспермом и периспермом, 2 – с эндоспермом, 3 – с периспермом, 4 – без эндосперма и перисперма

Зерновка овса – пример семени с эндоспермом. Снаружи расположен тонкий пленчатый слой *околоплодник*, сросшийся с спермодермой. Внутри находятся маленький зародыш и эндосperm.

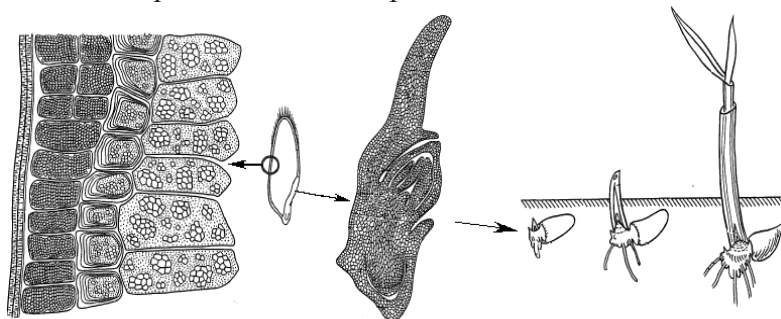


Рис. 91. Зерновка и проросток овса

Зародыш состоит из первичной меристемы и имеет зачатки вегетативных органов будущего растения: *зародышевый корешок* с корневым чехликом, корневое влагалище – *колеоризу*, *зародышевый стебелек* (*гипокотиль*) и *почечку*. Наружный зародышевый лист называют *колеоптилем*. Он защищает почечку при прохождении через почву. Единственная семядоля прилегает к эндосперму и называется *щитком*. На стебельке со стороны, противоположной щитку, расположен *эпибласт*, представляющий собой вторую редуцированную семядолю.

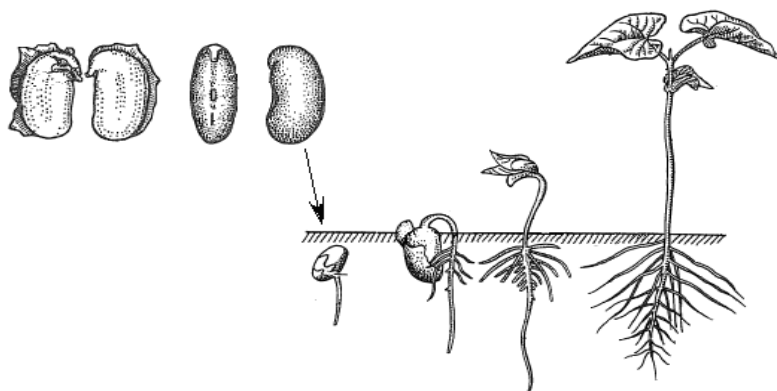


Рис. 92. Семя и проросток фасоли

Эндосперм в периферической части имеет ряд клеток, содержащих гранулы белка – *алейроновые зерна*. Это алейроновый слой. Клетки под ним (в центре зерновки) заполнены сложными крахмальными зернами.

При прорастании 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.

Примером семени с запасными продуктами в зародыше служит семя фасоли.

Снаружи имеется довольно толстая спермодерма. На узкой вогнутой стороне семени находится *рубчик* – место прикрепления семени к семяножке. На одной линии с рубчиком расположено *микропиле*, через которое вода и газы поступают внутрь семени. Небольшой бугорок над микропиле образован зародышевым корешком. С противоположной от микропиле стороны к рубчику примыкает *семенной шов* – след от срастания семязачатка с семяножкой. Под спермодермой находится зародыш, состоящий из двух крупных *семядолей* почковидной формы, *зародышевого корешка*, *зародышевого стебелька* и *почечки*.

Эндосперма в семени нет. Питательные продукты эндосперма были поглощены зародышем. Клетки семядолей заполнены крахмальными и алейроновыми зернами.

При прорастании семени семядоли выносятся на поверхность почвы, зеленеют и временно выполняют функцию листьев. Границу между корнем и стеблем называют *корневой шейкой*. Часть стебля между семядолями и корневой шейкой называют *гипокотилем* (*подсемядольное колено*). 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*.

Строение и классификация плодов

Плод образуется из пестика цветка после двойного оплодотворения, что характерно только для покрытосеменных растений. Это орган, предназначенный для защиты семян, а нередко и для их распространения.

В отличие от плодов соплодия образуются из нескольких цветков, сросшихся между собой (свекла), или из всего соцветия (ананас).

Плод состоит из *околоплодника (перикарпа)* и *семян*. Околоплодник состоит из трех слоев: наружного – *экзокарпа*, среднего – *мезокарпа* и внутреннего – *эндокарпа*.

Разнообразие плодов очень велико.

Плод называют *простым*, если в его образовании принимает участие только один пестик. Если плод распадается по гнездам на части – *дробный*, разламывается по поперечным (ложным) перегородкам на односемянные членики – *членистый*. Плод, образованный несколькими пестиками одного цветка, называют *сборным*.

В основу дальнейшей классификации простых и сборных плодов положены следующие признаки: *консистенция* околоплодника (сухой или сочный), *число семян* (много или одно), *вскрывание* околоплодника (нераскрывающийся или раскрывающийся, способ раскрытия), *число плодолистиков*, образующих плод.

Выделяют следующие группы плодов: *коробочковидные*, *ореховидные*, *ягодовидные*, *костянковидные*.

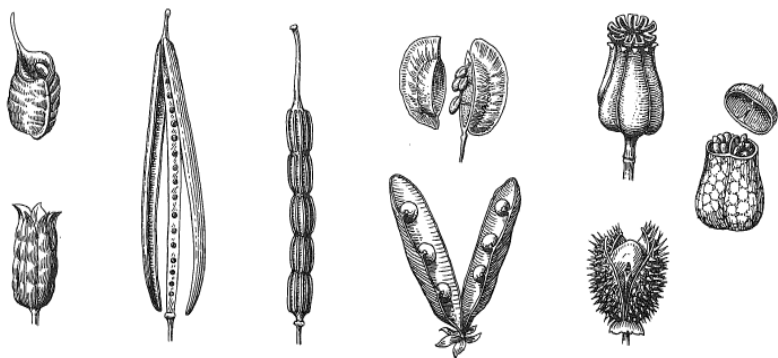


Рис. 93. Коробочковидные плоды

Коробочковидные плоды – это плоды с сухим околоплодником, многосемянные, обычно раскрывающиеся:

– *листовка* – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается одной щелью по брюшному шву (линии срастания краев плодолистика); из апокарпного гинецея образуется *сборная* листовка;

– *боб* – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается двумя щелями: по брюшному шву и по средней жилке плодолистика;

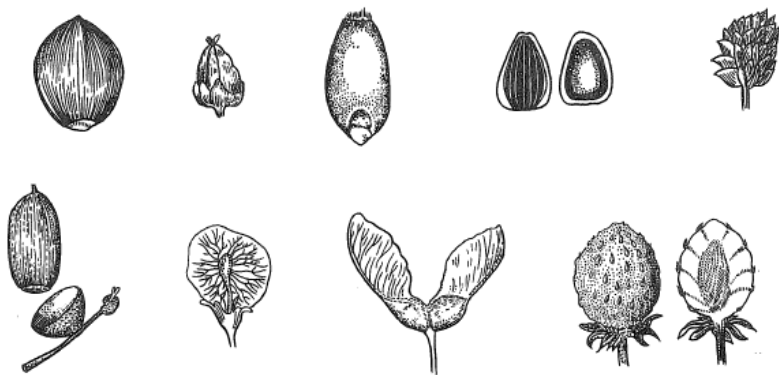


Рис. 94. Ореховидные плоды

– *стручок* – двухгнездный плод, образованный двумя плодолистиками, семена прикрепляются к продольной перегородке, вскрывается двумя швами; *стручочек* отличается от стручка соотношением длины и ширины: если у стручка длина превышает ширину в 4 раза и более, то у стручочка длина превышает ширину не более чем в 2–3 раза; стручки могут быть членистыми;

– *коробочка* – плод, образованный несколькими плодолистиками; существуют различные способы вскрытия коробочки: дырочками, крышечкой, зубчиками, створками и т. д.

Ореховидные плоды – это плоды с сухим околоплодником, односемянные, нераскрывающиеся:

– *орех, орешек* – околоплодник жесткий, деревянистый; орешек отличается от ореха меньшим размером; из апокарпного гинецея образуется сборный орешек;

– *желудь* – околоплодник менее жесткий, чем у ореха, у основания плод окружен чашевидной плюской (защитным покровом);

– *семянка* – околоплодник кожистый, не слипается со спермодермой;

– *крылатка* – семянка, околоплодник которой имеет кожистый или перепончатый крыловидный вырост;

– *зерновка* – околоплодник кожистый, слипшийся со спермодермой.

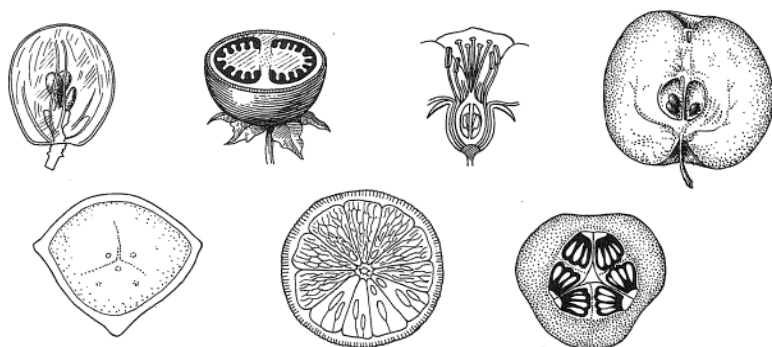


Рис. 95. Ягодовидные плоды

Ягодовидные плоды – это плоды с сочным околоплодником, большей частью многосемянные:

– *ягода* – околоплодник, за исключением тонкого экзокарпа, сочный, мясистый;

– *яблоко* – в образовании его, кроме завязи, принимают участие нижние части тычинок, лепестков, чашелистиков, а также цветоложе;

– *тыква* – образуется из нижней завязи, состоящей из трех плодолистиков; экзокарп жесткий, деревянистый, мякоть плода образована в основном разросшимися плацентами;

– *гесперидий*, или *померанец* – экзокарп с вместилищами эфирного масла; мезокарп сухой, губчатый, белый; эндокарп сочный, мясистый.



Рис. 96. Костянкovidные плоды

Костянкovidные плоды. К ним относятся плоды с деревянистым эндокарпом, чаще односемянные:

– *костянка* – околоплодник дифференцирован на тонкий экзокарп, мясистый мезокарп и более или менее толстый деревянистый эндокарп; из апокарпного гинецея образуется сборная костянка; изредка бывает сухая костянка.

Практическая часть

1. Изучить на постоянных препаратах строение пыльника, завязи и семяпочки.

2. На раздаточном материале рассмотреть коллекции плодов. Разобрать предложенные образцы плодов по группам, дать название.

3. Рассмотреть семена однодольных и двудольных растений, отметить их отличия. На постоянных препаратах изучить внутреннее строение. На живых образцах рассмотреть семена однодольных и двудольных растений, отметить их отличия.

Контрольные вопросы

1. Что такое цветок?
2. Каких типов бывают цветоложа?

3. В чем отличие двойного околоцветника от простого?

4. Какие венчики называют актиноморфными, зигоморфными, асимметричными?

5. Что такое андроцей?

6. Из каких частей состоит тычинка?

7. Какой формы может быть тычиночная нить?

8. Что такое плодолистик, гинецей, пестик?

9. Как устроен семязачаток?

10. Что такое зародышевый мешок? Из чего он образуется, из каких клеток состоит?

11. Что такое соцветие?

12. В чем отличие простых соцветий от сложных?

13. Какие бывают соцветия?

14. В чем заключается сущность двойного оплодотворения?

15. Из каких частей семязачатка образуются спермодерма, зародыш, эндосперм?

16. По какому признаку классифицируют семена?

17. В чем отличия семени однодольных и двудольных растений?

18. Как устроены зародыши фасоли и овса?

19. Что такое корневая шейка?

20. Какие части стебля называются гипокотиль, эпикотиль, coleoptиль?

21. Из чего образуется плод? Какова его структура?

22. В чем разница между простыми и сборными плодами? Что такое соплодие?

23. По каким признакам классифицируют простые плоды?

24. Какие плоды называют дробными, а какие членистыми?

25. Как классифицируют сборные плоды?

Тема 12. СИСТЕМАТИКА ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ

Покрытосеменные подразделяют на два класса: Двудольные (Dicotyledoneae) и Однодольные (Monocotyledoneae). Отличительные признаки этих классов приведены в таблице.

Отличительные признаки двудольных и однодольных

Двудольные	Однодольные
1. Зародыш имеет две семядоли 2. Зародышевый корешок вырастает в главный корень, несущий боковые ответвления; корни способны к вторичному утолщению; корневая система по форме чаще стержневая 3. Стебель по мере роста растения утолщается, так как проводящие пучки открытые; на поперечном разрезе стебля они расположены по кругу или имеется единый проводящий цилиндр 4. Листья простые и сложные с сетчатым жилкованием 5. Число членов компонентов цветка кратно пяти, реже – четырем	1. Зародыш с одной семядолей 2. Зародышевый корешок более или менее рано отмирает, вместо главного корня образуются придаточные; корни не способны к вторичному утолщению; корневая система чаще мочковатая 3. Стебель не утолщается, проводящие пучки закрытые, на поперечном разрезе стебля они расположены как бы беспорядочно 4. Листья простые с параллельным или дуговым жилкованием 5. Число членов компонентов цветка кратно трем

Схема описания покрытосеменного растения.

Растение:

а) древесное, кустарниковое, травянистое (многолетнее, двулетнее, однолетнее);

б) однодольное, двудольное.

Корневая система:

а) происхождение – система главного корня, придаточных корней, смешанная и др.;

б) форма – стержневая, мочковатая, ветвистая.

Стебель:

а) прямостоячий, вьющийся, цепляющийся, ползучий, стелющийся и др.;

б) ветвистый, неветвящийся;

в) опушенный, голый;

г) форма поперечного сечения – округлая, четырехгранная, трехгранная и др.;

д) видоизменения побега:

корневище – горизонтальное, вертикальное, длинное, короткое, толстое и др.;

луковица – пленчатая, чешуйчатая;

клубни – подземные, надземные;

усы; колючки и др.

Листья:

а) простые:

черешковые, сидячие, влагалищные, нисбегающие, без прилистников, с раструбом;

форма листовой пластинки;

форма края листа – цельная, пильчатая, зубчатая, городчатая;

жилкование – перистое, пальчатое, параллельное, дуговое и др.;

б) сложные:

без прилистников, с прилистниками;

форма листа;

форма листочка;

форма края листочка – цельная, пильчатая, зубчатая, городчатая;

число листочков;

в) листорасположение – очередное, мутовчатое, супротивное, прикорневая розетка;

г) видоизменения – колючки, усики, филлодии и др.

Соцветие:

а) сложное:

симподиальное – монохазий (завиток, извилина),
дихазий, плейохазий, тирс;

моноподиальное – сложный колос, сложный зон-
тик, метелка, щиток;

б) простое:

с удлиненной осью – кисть, колос, сережка, початок;

с укороченной осью – зонтик, головка, корзинка.

Цветок:

а) актиноморфный, зигоморфный;

б) околоцветник – двойной, простой (венчиковид-
ный, чашечковидный), цветок голый;

в) чашечка – свободная, сросшаяся:

форма срастания;

число долей;

г) венчик – свободный, сросшийся:

форма срастания;

число долей;

окраска;

имеется – шпорец, нектарий, шлем;

д) андроцей:

свободный – тычинки одинаковой длины, двусиль-
ные, четырехсильные и др.;

сросшиеся – однобратственный, двубратственный,
многобратственный;

число тычинок;

е) гинецей:

одночленный, многочленный (апокарпный, цено-
карпный);

число плодолистиков или пестиков;

ж) пестик:

завязь – верхняя, нижняя, полунижняя;

число столбиков;

з) формула цветка.

Плод:

а) простой:

сухой многосемянный – листовка, боб, стручок, стучочек, коробочка;

сухой односемянный – орех, орешек, семянка, крылатка, зерновка, желудь;

сочный многосемянный – ягода, яблоко, тыква, померанец;

сочный односемянный – костянка (сухая, сочная);

б) сборный – сборная листовка, сборная семянка, сборный орешек, сборная костянка;

в) соплодие.

Выполнить рисунки соцветия, цветка и его частей, плода, листорасположения, листа и других органов. Затем перейти к определению растения. Для этого используют определитель растений, соответствующий тому району, где производился сбор растений. Вместе с преподавателем определить семейство, род и вид на русском и латыни. Ход определения записать по следующей схеме:

Ход определения семейства _____

Семейство _____

Ход определения рода _____

Род _____

Ход определения вида _____

Вид _____

Двудольные (Магнолиописиды) – *Dicotyledoneae* (*Magnoliopsida*)

Подкласс Ранункулиды представлен травянистыми растениями со спиральными или циклическими цветками. Подкласс объединяет 13 семейств.

Семейство Лютиковые – Ranunculaceae

Насчитывает около 2000 видов (66 родов), распространенных в областях холодного и умеренного климата Северного полушария. В основном многолетние травы, реже однолетники. Листья простые, очередные, без прилистников. Цветки разнообразно устроенные, бывают одиночные или в соцветиях, обоеполые, актиноморфные, за исключением нескольких родов. Околоцветник простой или двойной. Андроцей и гинецей неопределенные.

Формула цветка: $*\frac{\text{♀}}{\text{♂}}\text{Ca}_{0-\infty}\text{Co}_{0-\infty}\text{A}_{\infty}\text{G}_{1-\infty}$.

Плоды – сборные листовки или орешки.



Рис. 97. Представители семейства Лютиковые:

А – калужница болотная, Б – водосбор обыкновенный, В – аконит аптечный, Г – лютик едкий

Лютиковые характеризуются накоплением алкалоидов и гликозидов, что обуславливает их ядовитые свойства. Многие виды семейства используются как лекарственные: адонис – *Adonis*, борец – *Aconitum*, живокость – *Delphinium*. Многие представители данного семейства используются как декоративные: водосбор – *Aquilegia*, ломонос – *Clematis*, аконит – *Aconitum*, дельфиниум – *Delphinium*.

В нашей зоне многие виды семейства являются одними из наиболее рано цветущих растений: калужница – *Calta*, прострел – *Pulsatilla*, купальница – *Trollius*, ветреница – *Anemone*.

Подкласс Кариофиллиды представлен травами, реже кустарниками. Цветки циклические с простым околоцветником. Насчитывает 19 семейств. Кариофиллиды произошли от Ранункулид, являются более приспособленными к условиям пустынь и полупустынь. Представители семейства Гвоздичные распространены в умеренных зонах. Преобладают травы: гвоздики, смолевки, куколь – злейший сорняк.

Семейство Гвоздичные – Caryophyllaceae

Данное семейство насчитывает около 2000 видов. В нашей зоне все представители данного семейства травянистые растения. Листья простые, цельные, сидячие, без прилистников, супротивно расположенные. Цветки правильные, обоеполые, пятичленные, ярко окрашенные. У многих цветки с приятным запахом. Чашечка спайнолистная, тычинок 5–10, пестик 1 и 5 столбиками и раздельным рыльцем.

Формула цветка: $*\overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{♀}}}\overset{\wedge}{\underset{\wedge}{\text{♂}}}\text{Ca}_5\text{Co}_5\text{A}_{5+5}\text{G}_{(2-5)}$.

Насекомоопыляемые растения. Плод – многосемянная коробочка. Семена с периспермом. В основном используются как декоративные растения.

В нашей зоне наиболее распространены два рода: звездчатка – *Stellaria* и гвоздика – *Dianthus*.

Семейство Маревые – *Chenopodiaceae*

В семействе насчитывается 1600 видов (105 родов). Представлены травами, кустарниками, редко деревьями. Распространены в засушливых районах на засоленных почвах. Стебли часто почти безлистные, с мучнистым налетом, иногда совсем безлистные. Листья очередные, простые, иногда мясистые, редуцированные до чешуек, без прилистников. Характерно образование добавочных слоев камбия в стебле и корне.

Цветки мелкие, невзрачные, зеленоватые, собраны в клубочки, а клубочки в метельчатые или колосовидные соцветия. Цветки правильные, с простым чашечковидным околоцветником, обоеполые или однополые. Тычинок 5, пестик 1 из 2–3 плодолистиков, завязь верхняя.

Формула цветка: $*\frac{\text{♀}}{\text{♂}}\text{P}_{(5)}\text{A}_5\text{G}_{(2-5)}$.

Плод – орешек. Семена с периспермом.

Наиболее многочисленные роды: марь – *Chenopodium*, лебеда – *Atriplex*. Наибольшее народно-хозяйственное значение имеет свекла обыкновенная – *Beta vulgaris*.

Семейство Гречишные – *Polygonaceae*

Насчитывается около 850 видов (30 родов). Распространены по всему Земному шару. Во внетропических областях Северного полушария преимущественно травы: одно- и многолетние. Листья очередные с раструбом, образованным из прилистников. Стеблевые узлы вздутые.

Цветки актиноморфные, обоеполые или однополые, собраны в колосья, кисти или метелки. Околоцветник простой из 3–6 листочков: чашечковидный у ветроопыляемых, венчиковидный у насекомоопыляемых. Тычинок 6–9, пестик ценокарпный из 2–4 плодолистиков. Завязь верхняя.

Формула цветка: $*\overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{P}}}\overset{\wedge}{\text{Ca}}_{3-6}\text{Co}_{3-9}\text{A}_5\text{G}_{(2)-(4)}$.

Плод – орешек.

Во флоре региона наиболее многочисленные роды: горец – *Polygonum*, щавель – *Rumex*. Большинство видов – сорные растения. Гречиха посевная – *Fagopyrum esculentum*, ценное пищевое и медоносное растение.

Подкласс Гамамелидиы представлен кустарниками и деревьями. Цветки голые или с простым околоцветником. Насчитывает 22 семейства. Это очень древняя группа растений, восходящая от древних Магнолиевых. Цветки появляются раньше листьев, упрощенные, околоцветник редуцирован. Опыляются ветром. Цветки чаще однополые, в сережках или кистях. Число чашелистиков и тычинок одинаково, противостоят друг другу. Гинецей простой из 2–6 плодолистиков, завязь нижняя, плод ореховидный, односемянный. Наличие халазогамии.

Семейство Буковые – *Fagaceae*

Включает в себя 900 видов (8 родов). Листопадные и вечнозеленые деревья, реже кустарники. Листья простые, очередные, с рано опадающими прилистниками. Цветки правильные, мелкие, невзрачные, однополые, собраны в головки или сережки. Околоцветник простой из 4–7 долей. Тычинки в мужских цветках свободные, их вдвое больше, чем частей околоцветника. Гинецей в женских цветках ценокарпный из 3–6 плодолистиков. Завязь нижняя.

Формула цветка: $*\overset{\wedge}{\text{P}}_{(6...8)}\text{A}_{6...10}\text{G}_0$ и $*\overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{P}}}_{3+3}\text{A}_0\text{G}_{(3)}$.

Плод – орех, окруженный у основания плюской.

Во флоре России данное семейство представлено тремя родами: бук – *Fagus*, дуб – *Quercus*, каштан – *Castanea*.

Семейство Березовые – *Betulaceae*

Включает 150 видов (6 родов). Листопадные деревья и кустарники. Растения однодомные. Цветки мелкие, правильные или неправильные, собраны в соцветия сережки или головки. Околоцветник из 2–4 листочков или отсутствует. Число тычинок у мужских цветков равно числу листочков. Женские цветки голые. Пестик из 2 плодолистиков.

Формула цветка: $*\overset{\circ}{P}_2A_2G_0$ и $*\overset{\circ}{P}_0A_0G_{(2)}$.

Плод – односемянный орешек.

В России данное семейство представлено четырьмя родами: береза – *Betula*, ольха – *Alnus*, лещина – *Coryllus*, граб – *Carpinus*.

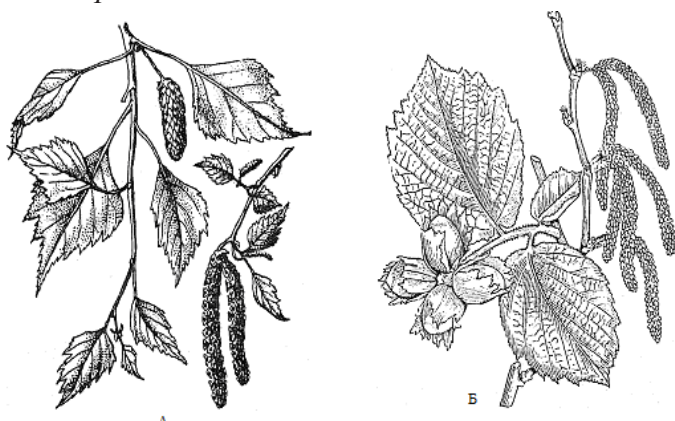


Рис. 98. Представители семейства Березовые:

А – береза повислая, Б – лещина

Дилленииды наиболее крупный подкласс, насчитывающий 97 семейств, 30 порядков. Жизненные формы самые разнообразные, цветки разных типов, с двойным околоцветником. Расположение частей цветка спиральное, а также циклическое и гемициклическое.

Семейство Тыквенные – Cucurbitaceae

Насчитывает около 700 видов (90 родов). Представители данного семейства распространены в странах тропического и субтропического климата. Большинство видов – однолетние травы с лазающими или стелющимися побегами. Листья простые, без прилистников. Характерно наличие усов побегового происхождения.

Цветки у большинства представителей однополые, актиноморфные. Растения однодомные или двудомные. Околоцветник двойной. Чашечка пятизубчатая, венчик спайнолепестный, пятичленный. Тычинок в цветке 5, образуют трехбратственный андроцей. Пестик образован 3 плодолистиками, с нижней завязью.

Формула цветка:

$$*\overset{\circ}{\text{Ca}}_{(5)}\text{Co}_{(5)}\text{A}_{(2),(2),1}\text{G}_0;$$

$$*\overset{\circ}{\text{Ca}}_{(5)}\text{Co}_{(5)}\text{A}_0\text{G}_{(3)}.$$

Плод – тыква, иногда ягода или коробочка.

Среди тыквенных наибольшее значение имеют бахчевые и овощные растения со съедобными плодами. Наиболее распространены представители родов огурец – *Cucumis*, арбуз – *Citrullus*, тыква – *Cucurbita*, дыня – *Melo*.



Рис. 99. Огурец посевной – Cucumis sativus

Семейство Капустные (Крестоцветные) – *Brassicaceae (Cruciferae)*

Крупное семейство, насчитывающее 3000 видов, распространенных в умеренных и холодных областях Северного полушария. Большинство Капустовых однолетние и многолетние травы, редко кустарнички и кустарники. Листья очередные, простые, часто расчлененные, без прилистников. Цветки актиноморфные, обоеполые, собраны в простые или сложные кисти. Околоцветник двойной. Венчик из 4 раздельных лепестков, чашечка из 4 чашелистиков. Лепестки чередуются с чашелистиками. Тычинок 6, из них 2 короткие, 4 длинные. Пестик один из 2 плодолистиков с верхней завязью.

Формула цветка: $*\overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{♂}}}\overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{♀}}}\text{Ca}_4\text{Co}_4\text{A}_{2+4}\text{G}_{(2)}$.

Плод – стручок или стручочек.

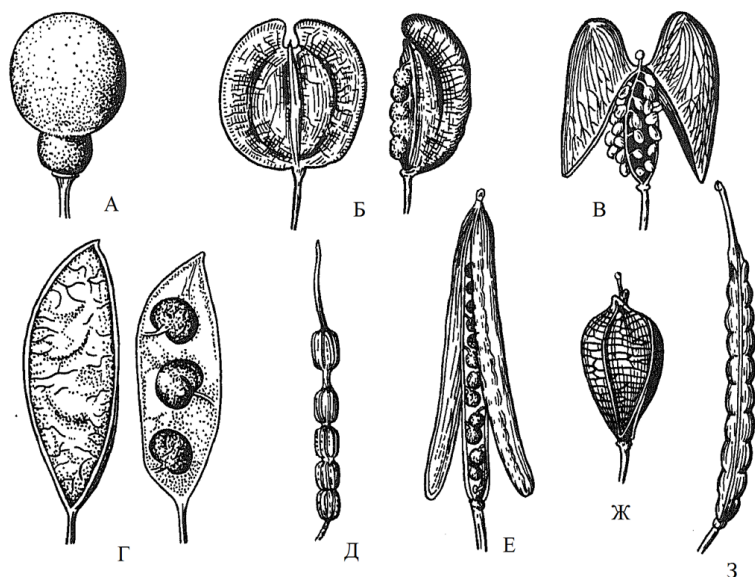


Рис. 100. Плоды капустных:

А – катран морской, Б – ярутка полевая, В – пастушья сумка, Г – лунник многолетний, Д – редька дикая, Е – желтофиоль садовый, Ж – рыжик посевной, З – брюква

Многие представители данного семейства культивируются как овощные, кормовые, декоративные, масличные и технические растения. Наиболее широко выращиваются представители рода капуста – *Brassica*: капуста огородная, рапс, брюква, турнепс. Основные представители: горчица – *Sinapis*, рыжик – *Camelina*, редька – *Raphanus*, сурепка – *Barbarea*, гулявник – *Sisymbrium*, ярутка – *Thlaspi*, пастушья сумка – *Capsella*. Многие Капустовые широко распространенные сорные растения.

Семейство Мальвовые – *Malvaceae*

Насчитывает 1500 видов. Во внетропических странах представлено однолетними и многолетними травами. Листья очередные простые, с опадающими прилистниками, пальчатораздельные или пальчатолопастные. Цветки крупные, околоцветник двойной. Чашечка из 5 сросшихся чашелистиков с подчашием. Венчик из 5 лепестков. Андроцей неопределенный, нити тычинок сращены в трубку. Пестик ценокарпный из 5 плодолистиков. Завязь верхняя.

Формула цветка: $* \overset{\text{♂}}{\underset{\text{♀}}{\bigcirc}} \text{Ca}_{3+(5)} \text{Co}_5 \text{A}_{(\infty)} \text{G}_{(5)}$.

Плод – коробочка.

Важнейший род семейства – хлопчатник – *Gossypium*. В нашем регионе семейство представлено родами хатьма – *Lavatera*, просвирник, мальва – *Malva*, алтей – *Althaea*.

Подкласс Розиды характеризуется некоторыми примитивными признаками, близкими к семейству Магнолиевые: есть общее в строении цветка, семян и плодов; в жизненных формах: кустарники и деревья; в микроскопической структуре вегетативных органов, гистологических элементов. Однако в эволюционном плане подкласс Розиды является более совершенным, стоящим на более высокой ступени развития: наблюдается переход от дре-

весных форм к кустарникам и травам, проводящие пучки более совершенные, ветвление симподиальное, переход от актиноморфных цветков к зигоморфным, постоянному числу частей цветка, от апокарпных плодов к ценокарпным, завязь нижняя.

Семейство Розовые – Rosaceae

Насчитывает более 3000 видов (100 родов) деревьев, кустарников и трав. Листья очередные, с прилистниками. Цветки актиноморфные одиночные или собранные в разнообразные соцветия. Околоцветник двойной. Чашечка из 5 чашелистиков. Венчик из 5 лепестков. Андроей неопределенный. Число плодолистиков от 1 до большого числа. Они свободные или сросшиеся. Завязь верхняя или нижняя.

Характерной особенностью цветка является наличие гипантия блюдцевидной, чашевидной или бокальчатой формы, образованного из разросшегося цветоложа и цветочной трубки. На основании строения цветка и типов плодов данное семейство подразделяется на 7 подсемейств, из которых рассматриваются 4 основных: шиповниковые, спирейные, яблоневые и сливовые.

Формула цветка: (п/с Спирейные) $* \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Ca}}}_5 \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Co}}}_5 \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{A}}}_\infty \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{G}}}_{\underline{5}}$;
 (п/с Розовые) $* \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Ca}}}_{(5)} \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Co}}}_5 \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{A}}}_\infty \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{G}}}_{\underline{5}}$;
 (п/с Яблоневые) $* \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Ca}}}_{(5)} \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Co}}}_5 \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{A}}}_\infty \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{G}}}_{(1-5)}$;
 (п/с Сливовые) $* \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Ca}}}_{(5)} \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{Co}}}_5 \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{A}}}_\infty \overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{G}}}_{\underline{1}}$.

Плоды разнообразные: простые (яблоко, костянка) или сборные (сборная листовка, сборный орешек, сборная костянка).

К данному семейству относятся большинство плодово-ягодных растений нашей флоры. Кроме того, представители семейства используются в качестве декоративных, лекарственных растений.

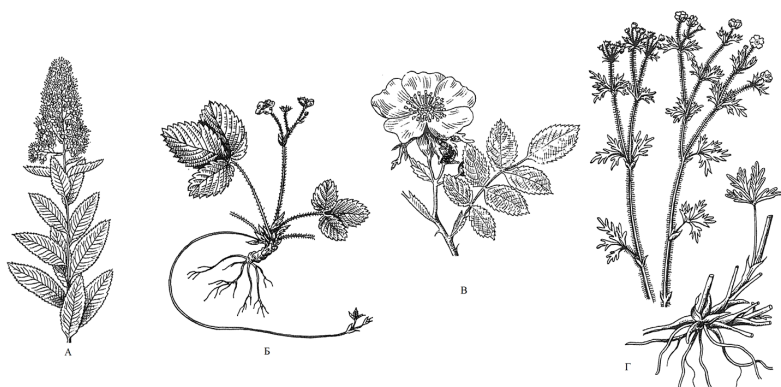


Рис. 101. Представители семейства Розовые:

А – спирея ивови́стая, Б – земляника лесная, В – роза собачья, Г – лапчатка серебристая

Семейство Бобовые – *Fabaceae*

Одно из крупнейших семейств, насчитывающее около 18000 видов (650 родов). Распространены по всему Земному шару. Представлены деревьями, кустарниками, полукустарниками и травами. Листья сложные, очередные, с прилистниками. Соцветия простые моноподиальные – кисть, головка или колос. Цветки чаще зигоморфные, обоеполые, пятичленные, с двойным околоцветником. Тычинок 10, свободные или сросшиеся. Гинецей простой, апокарпный. Завязь верхняя.

Формула цветка: $*\overset{\circ}{\underset{+}{\text{♂}}}\text{Ca}_{(5)}\text{Co}_{(2)+2+1}\text{A}_{(9)+1}\text{G}_{\underline{1}}$.

Плод – боб.

Характерной особенностью семейства является то, что растения вступают в симбиоз с азотфиксирующими клубеньковыми бактериями, обогащающими почву азотными соединениями. Многие бобовые введены в культуру. Человек использует их как пищевые, кормовые, декоративные, лекарственные, технические растения.

Основные представители: астрагал – *Astragalus*, остролодочник – *Oxytropis*, чина – *Lathyrus*, вика – *Vicia*,

клевер – *Trifolium*, люцерна – *Medicago*, горох – *Pisum*, соя – *Glycine*.



Рис. 102. Представители семейства Бобовые:

А – горох посевной, Б – люцерна посевная

Семейство Сельдерейные (Зонтичные) – *Apiaceae* (*Umbelliferae*)

Общие число видов более 3000 (300 родов). Распространены преимущественно во внетропических частях Северного полушария. Преобладают многолетние травы. Листья простые, очередные, в разной степени расчлененные. Цветки мелкие, собранные в соцветие сложный зонтик, пятичленные, актиноморфные. Чашечка редуцирована и представлена 5 зубцами. Лепестки свободные, белые или зеленовато-желтоватые. Тычинок 5. Пестик 1 из 2 плодолистиков. Завязь нижняя.

Формула цветка: $*\overset{\uparrow}{\sigma}\overset{\downarrow}{\rho}Ca_{(5)}Co_5A_5G_{(2)}$.

Плод – двусемянка или вислоплодник.

Практическое применение основано на богатстве сельдерейных эфирными маслами. Среди них много ви-

дов, используемых как овощные, пряно-ароматические и лекарственные растения. Сильно ядовитыми являются болиголов крапчатый – *Conium maculatum* и вех ядовитый – *Cicuta virosa*. Основные рода: морковь – *Daucus*, сельдерей – *Apium*, петрушка – *Petroselinum*, укроп – *Anethum*, купырь – *Anthriscus*, сныть – *Aegopodium*, борщевик – *Heraclеum*.

Подкласс Ламииды представлен деревьями, кустарниками, полукустарниками и травами. Листья простые и супротивные, без прилистников. Эволюция шла по пути приспособления к опылению посредством насекомых. Цветки от актиноморфных к зигоморфным. Подкласс представлен 52 семействами. Предки Ламиидов – Розиды.

Семейство Пасленовые – *Solanaceae*

В семействе насчитывается 2900 видов (90 родов). Преимущественно травянистые растения. Листья очередные, без прилистников. Соцветия – завитки. Цветки слегка зигоморфные, с двойным околоцветником. Чашечка спайнолистная, пятичленная. Венчик сростнолепестный из 5 лепестков. Тычинок 5. Пестик 1, у большинства из 2 плодолистиков. Завязь верхняя.

Формула цветка:

$*\overset{\text{♂}}{\circ}\overset{\text{♀}}{\circ}Ca_{(5)}Co_{(5)}A_5G_{(2)-(5)}$

Плод – ягода или коробочка.

Среди пасленовых много хозяйственно-ценных растений (пищевых, технических, кормовых,



Рис. 103. Морковь дикая – *Daucus carota*

лекарственных). Среди пищевых наиболее ценными являются картофель, томат, перец, баклажан. Как технические используют картофель – *Solanum tuberosum*, табак настоящий – *Nicotiana tabacum* и махорку – *Nicotiana rustica*. В качестве лекарственного растения большое значение имеет красавка, или белладонна – *Atropa belladonna*.

Семейство Вьюнковые – Convolvulaceae

В семейство входят около 1600 видов (58 родов) травянистых, вьющихся растений. Распространены в тропиках всего мира. Листья очередные, цельные, без прилистников. В листьях и стеблях содержится млечный сок. Цветки одиночные, правильные, с двойным околоцветником. Чашечка из 5 сросшихся чашелистиков, венчик из 5 лепестков. Тычинок 5. Пестик 1, из 2 плодолистиков. Завязь верхняя.

Формула цветка: $*\overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{♂}}}\overset{\circ}{\underset{\circ}{\text{♀}}}\text{Ca}_{(5)}\text{Co}_{(5)}\text{A}_5\text{G}_{(2)}$.



Рис. 104. Представители семейства Пасленовые:

А – картофель, Б – махорка

Плод – коробочка.

В нашем регионе семейство представлено 2 родами: вьюнок – *Convolvulus* и повой – *Calystegia*. В южных районах большое значение как крахмалоносная культура имеет батат – *Ipomaea batatus*.

Семейство Яснотковые (Губоцветные) – *Lamiaceae (Labiatae)*

Объединяет около 4000 видов (200 родов). Представлено травами, кустарниками, полукустарниками. Стебель четырехгранный. Листья простые, без прилистников. Цветки обоеполые, неправильные, со сростно-листной чашечкой и двугубым венчиком (верхняя губа из 2 лепестков, нижняя из 3). Тычинок 4, из них 2 передние длиннее задних. Пестик 1 из 2 плодолистиков с верхней четырехдольчатой завязью.



Рис. 105. Представители семейства Яснотковые:

А – шалфей луговой, Б – яснотка белая

Формула цветка: $\uparrow \overset{\circ}{\sigma} \overset{\circ}{\oplus} \text{Ca}_{(5)} \text{Co}_{(2,3)} \text{A}_{4 \dots 2} \text{G}_{(2)}$.

Плод распадается на 4 односемянных орешка.

Почти все яснотковые богаты эфирными маслами.

Многие виды этого семейства разводят в культуре. В пищевой промышленности в качестве пряных растений используют мяту – *Mentha*, базилик – *Ocimum basilicum*, майоран – *Majorana hortensis*, Melissa – *Melissa officinalis*. В медицине используют душицу – *Origanum*, чабрец – *Thymus serpyllum*, пустырник – *Leonurus*, шалфей – *Salvia*.

Подкласс Астериды – очень крупный, представлен травами, реже полукустарниками. Имеют запасной углевод *инулин*. Многие виды имеют млечники. Цветки правильные и неправильные, венчик сростнолепестный, завязь нижняя. Астериды произошли от вымерших Розид.

Семейство Астровые (Сложноцветные) – Asteraceae (Compositae)

Крупнейшее семейство двудольных растений, насчитывающее 20000–25000 видов (1250–1300 родов). Распространены по всему Земному шару, но преимущественно в умеренной зоне. В нашем регионе представлены травами и полукустарниками. Листья простые, без прилистников. Характерный признак семейства – соцветие корзинка. Каждая корзинка состоит из множества цветков. У одних все цветки в корзинке одинаковые, у других – разные. Цветок имеет двойной околоцветник. Чашечка редуцирована и представлена у большинства видов пучком волосков, образующих хохолок (папус). Венчик пятичленный, сростнолепестный. Венчики могут быть трубчатыми (правильными), язычковыми, воронковидными, ложноязычковыми (все неправильные). Тычинок 5, сросшиеся пыльниками. Пестик 1 из 2 плодолистиков с нижней завязью.

Формула цветка: трубчатый $\ast \overset{\circ}{\text{♂}} \overset{\circ}{\text{♀}} \text{Ca}_{\infty} \text{Co}_{(5)} \text{A}_{(5)} \text{G}_{(2)}$;
 язычковый $\uparrow \overset{\circ}{\text{♂}} \overset{\circ}{\text{♀}} \text{Ca}_{\infty} \text{Co}_{(5)} \text{A}_{(5)} \text{G}_{(2)}$;
 ложноязычковый $\uparrow \overset{\circ}{\text{♂}} \overset{\circ}{\text{♀}} \text{Ca}_{\infty} \text{Co}_{(3)} \text{A}_0 \text{G}_{(2)}$;
 воронковидный $\uparrow \text{Ca}_{\infty} \text{Co}_{(5)} \text{A}_0 \text{G}_0$.

Плод – семянка.

В зависимости от типов цветков в соцветии семейства подразделяется на два подсемейства: Латуковидные (Языкоцветные) – цветки только язычковые, Астровидные (Трубноцветные) – цветки либо только трубчатые, либо краевые ложноязычковые или воронковидные, а срединные трубчатые.

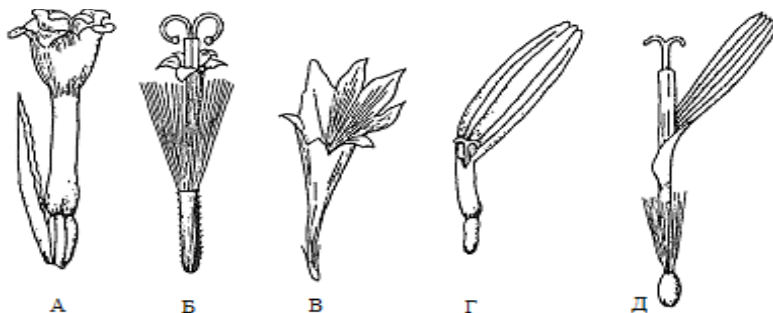


Рис. 106. Типы цветков семейства Астровые:

А, Б – трубчатые, В – воронковидный, Г – ложноязычковый, Д – язычковый

Представители: подсолнечник – *Helianthus*, полынь – *Artemisia*, сушеница – *Gnaphalium*, череда – *Bidens*, календула – *Calendula*, одуванчик – *Taraxacum*, мать-и-мачеха – *Tussilago*, ромашка – *Chamomilla*, лопух – *Arc-tium*, бодяк – *Cirsium*, осот – *Sonchus*, василек – *Centaurea*.

Значение семейства огромно: с одной стороны, растения используют как пищевые, технические, лекарственные, кормовые, медоносные и декоративные, с другой – многие являются злостными сорняками полей и огородов.



Рис. 107. Представители семейства Астровые:

А – одуванчик обыкновенный, Б – бодяк полевой, В – полынь горькая

Однодольные (Лилиопсиды) – *Monocotyledonae* (*Liliopsida*)

Класс Однодольные насчитывает около 104 семейств, 3000 родов, 63000 видов. Систематика подкласса Лилииды находится в стадии разработки, поэтому очень условна. Имеются большие расхождения в численности видов и родов.

Семейство Луковые – *Alliaceae*

Семейство объединяет около 750 видов (32 рода). Наибольшего разнообразия они достигают в Северном полушарии. Многолетние луковичные и корневищные растения. Листья сидячие, трубчатые или линейные. Листорасположение очередное. Цветки в зонтиковидном цимозном соцветии. Околоцветник простой, венчиковидный или чашечковидный, шестичленный. Тычинок 6. Пестик из 3 плодолистиков с верхней завязью.

Формула цветка: $*\overset{\circ}{\underset{+}{\circ}}\overset{\circ}{\underset{+}{\circ}}P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$.

Плод – коробочка.

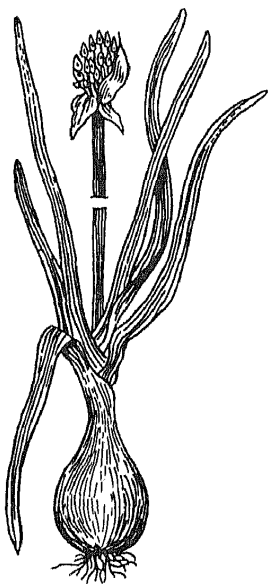


Рис. 108. Лук репчатый –
Allium cepa

Наибольшее значение имеет род Лук – *Allium*. В регионе широко культивируются лук репчатый – *Allium cepa*, чеснок – *A. sativum*, черемша – *A. victoreale*.

Семейство Осоковые – *Cyperaceae*

Включает 5600 видов (120 родов). Космополиты, но наибольшего значения в природе достигают в странах с холодным и умеренным климатом. Это многолетние корневищные травы, имеющие трехгранный выполненный стебель, без вздутых узлов. Листья линейные, сидячие, с замкнутыми влагалищами. Цветки мелкие, невзрачные, одно- или обоеполые, собраны в колосовидные соцветия, которые, в свою очередь, соединены в более сложные колосовидные, метельчатовидные или зонтиковидные соцветия. Околоцветник простой, из 6 пленок или щетинок или вообще редуцирован. Тычинок чаще 3, хотя их может быть больше или меньше. Пестик из 3 плодолистиков с верхней завязью.

Формула цветка: $*P_{0-6}A_{0-6}G_{(2)-(3)}$.

Плод – орешек, заключенный в мешочек, имеющий важное систематическое значение.

Практическое значение представителей данного семейства невелико. В регионе наиболее распространены представители родов: осока – *Carex*, камыш – *Scirpus*, болотница – *Eleocharis*, пушица – *Eriophorum*.

Семейство Мятликовые (Злаковые) – Poaceae (Gramineae)

Включает около 11000 видов (около 900 родов). Распространены по всему Земному шару. Стебель злаков – соломина со вздутыми узлами и полыми междоузлиями. Стебли почти у всех злаков ветвятся в нижней части под землей, образуя узел кущения. Листья у большинства линейные, простые, влагалищные, очередные. Соцветия – сложный колос, метелка или султан. Цветки анемофильные, мелкие, невзрачные, обоеполые, реже однополые, всегда собраны в простые колоски. В основании колоска находятся обычно 2 колосковые чешуйки (видоизмененные листья). Цветок имеет нижнюю цветковую чешуйку (прицветник) и простой околоцветник, состоящий из верхней цветковой чешуи и 2 пленочек (лодикул). Тычинок обычно 3, свободные. Пестик из 2 плодолистиков, реже из 3. Завязь верхняя.



Рис. 109. Представители семейства Мятликовые (А, Б) и Осоковые (В-Д):

А – пырей ползучий, Б – тимофеевка луговая, В – осока пузырчатая, Г – пушица влагалищная, Д – осока лесная

Формула цветка: $*\overset{\circ}{\sigma}\overset{\circ}{\pi}P_0A_3G_{(2)}$.

Плод – зерновка, у которой срослись околоплодник с семенной оболочкой.

Семейство Мятликовые имеет исключительную практическую ценность. Они составляют основу питания и корма для скота. Кроме того, злаки используются как технические, лекарственные и декоративные растения.

Представители: пшеница – *Triticum*, ячмень – *Hordeum*, рожь – *Secale*, овес – *Avena*, кукуруза – *Zea*, просо – *Panicum*, рис – *Oriza* и др.

Контрольные вопросы

1. В чем суть теории соматической эволюции Покрытосеменных?

2. Каковы принципы классификации покрытосеменных?

3. Каковы признаки примитивной и высокоорганизованной структуры цветка?

4. Каковы признаки двудольных?

5. Как классифицируют двудольные?

6. Каковы признаки однодольных?

7. Как классифицируют однодольные?

После изучения каждого из семейств Покрытосеменных необходимо ответить на следующие **вопросы**:

1. Какое место в эволюционном ряду занимает семейство?

2. Каково географическое распространение представителей семейства?

3. В каких экологических условиях встречаются представители семейства?

4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства?

5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?

6. Каково хозяйственное значение представителей семейства?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Андреева И. И.* Ботаника / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – М.: КолоС, 2003. – 528 с.
2. *Воронова О. Г.* Ботаника (морфология и анатомия растений): учеб. пособие / О. Г. Воронова, М. Ф. Мельникова. – Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2006. – 228 с.
3. *Зитте П.* Ботаника / П. Зитте, Э. В. Вайлер, Й. В. Кадерайт, А. Брезински, К. Кёрнер. – М.: Академия, 2007. – 256 с.
4. *Хржановский В. Г.* Ботаника / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Агропромиздат, 1988. – 383 с.
5. *Хржановский В. Г.* Практикум по курсу общей ботаники / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М.: Агропромиздат, 1989. – 416 с.
6. *Яковлев Г. П.* Ботаника: учеб. для вузов / Г. П. Яковлев, В. А. Челомбитько. – СПб.: СпецЛит, Изд-во СПХФА, 2001. – 680 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Список растений Новосибирской области, рекомендуемых для государственной охраны

Адонис весенний – *Adonis vernalis*
Башмачок настоящий – *Cypripedium calceolus*
Башмачок крупноцветковый – *Cypripedium macranthon*
Башмачок пятнистый – *Cypripedium guttatum*
Кандык сибирский – *Erythronium sibiricum*
Ковыль перистый – *Stipa pennata*
Кувшинка четырехугольная – *Nymphaea tetragona*
Кувшинка чистобелая – *Nymphaea candida*
Лилия кудреватая, саранка – *Lilium pilosiusculum*
Очеретник белый – *Rhynchospora alba*
Пион уклоняющийся (марьин корень) – *Paeonia anomala*
Солодка уральская – *Glycyrrhiza uralensis*
Ятрышник шлемоносный – *Orchis militaris*

Список растений Новосибирской области, рекомендуемых для местной охраны

Адонис сибирский – *Adonis sibirica*
Ветреница алтайская – *Anemone altaica*
Гнездовка клобучковая – *Neottianthe cucullata*
Гребенщик рыхлый – *Tamarix laxa*
Дремлик болотный – *Epipactis palustris*
Живокость редкоцветная – *Delphinium laxiflorum*
Калина обыкновенная – *Viburnum opulus*
Касатик русский – *Iris ruthenica*
Касатик сибирский – *Iris sibirica*

Котовник украинский – *Nepeta ucrainica*
Купальница азиатская – *Trollius asiaticus*
Липа сердцелистная – *Tilia cordata*
Любка двулистная – *Platanthera bifolia*
Наяда морская – *Najas marina*
Овсяница высочайшая – *Festuca altissima*
Осока колючковатая – *Carex muricata*
Рогоз Лаксмана – *Typha laxmannii*
Сирения стручковатая – *Syrenia siliculosa*
Тайник яйцевидный – *Listera ovata*
Телорез алоэлистный – *Stratiotes aloides*
Черемуха обыкновенная – *Padus avium*

**Список растений, наиболее распространенных
в районе Приобья Новосибирской области**

Семейство Плауновые – *Lycopodiaceae*

1. Плаун булавовидный – *Lycopodium clavatum*
2. Дифазияструм уплощенный – *Diphasiastrum complanatum*

Семейство Хвощевые – *Equisetaceae*

3. Хвощ зимующий – *Equisetum hyemale*
4. Хвощ лесной – *Equisetum sylvaticum*
5. Хвощ луговой – *Equisetum pratense*
6. Хвощ полевой – *Equisetum arvense*

Семейство Оноклеевые – *Onocleaceae*

7. Страусник чернокоренной – *Matteuccia struthiopteris*

Семейство Кочедыжниковые – *Athyriaceae*

8. Кочедыжник женский – *Athyrium filix-femina*

Семейство Щитовниковые – *Aspidiaceae*

9. Щитовник мужской – *Dryopteris filix-mas*

10. Семейство Гиполеписовые – *Hypolepidaceae*

11. Орляк обыкновенный – *Pteridium aquilinum*

Семейство Сосновые – *Pinaceae*

12. Ель сибирская – *Picea obovata*
13. Лиственница сибирская – *Larix sibirica*
14. Сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris*
15. Сосна сибирская – *Pinus sibirica*
16. Пихта сибирская – *Abies sibirica*

Семейство Лютиковые – *Ranunculaceae*

17. Лютик едкий – *Ranunculus acris*
18. Лютик ползучий – *Ranunculus repens*
19. Василистник простой – *Thalictrum simplex*
20. Ветреница лесная – *Anemone sylvestris*

21. Адонис весенний – *Adonis vernalis*
22. Прострел раскрытый – *Pulsatilla patens*
23. Живокость высокая – *Delphinium elatum*
24. Борец северный – *Aconitum septentrionale*
25. Калужница болотная – *Caltha palustris*
26. Купальница азиатская – *Trollius asiaticus*

Семейство Гвоздичные – *Caryophyllaceae*

27. Звездчатка средняя – *Stellaria media*
28. Звездчатка злчаная – *Stellaria druminea*
29. Звездчатка Бунге – *Stellaria bungeana*
30. Дрема белая – *Melandrium album*
31. Хлопушка обыкновенная – *Oberna behen*
32. Гвоздика разноцветная, степная – *Dianthus ver-*

sicolor

33. Смолевка поникающая – *Silene nutans*

Семейство Щирицевые – *Amaranthaceae*

34. Щирица запрокинутая – *Amaranthus retroflexus*

35. Семейство Маревые – *Chenopodiaceae*

36. Марь сизая – *Chenopodium glaucum*
37. Марь белая – *Chenopodium album*
38. Лебеда стреловидная – *Atriplex sagittata*
39. Аксирис щирицевидный – *Axyris amaranthoides*

Семейство Гречишные – *Polygonaceae*

40. Щавель обыкновенный – *Rumex acetosa*
41. Щавель конский – *Rumex confertus*
42. Щавель курчавый – *Rumex crispus*
43. Щавель воробьиный – *Rumex acetosella*
44. Гречиха посевная – *Fagopyrum esculentum*
45. Гречиха татарская – *Fagopyrum tataricum*
46. Спорыш птичий – *Polygonum aviculare*
47. Гречишка вьюнковая – *Fallopia convolvulus*
48. Горец земноводный – *Persicaria amphibia*
49. Горец развесистый – *Persicaria lapathifolia*

50. Горец шероховатый – *Persicaria scabra*

Семейство Березовые – *Betulaceae*

51. Береза повислая – *Betula pendula*

52. Береза белая – *Betula alba*

Семейство Зверобойные – *Clusiaceae (Hypericaceae)*

53. Зверобой продырявленный – *Hypericum perforatum*

Семейство Брусничные – *Vacciniaceae*

54. Брусника – *Vaccinium vitis-idaea*

55. Черника – *Vaccinium myrtillus*

56. Клюква болотная – *Oxycoccus palustris*

Семейство Ивовые – *Salicaceae*

57. Осина (тополь дрожащий) – *Populus tremula*

58. Тополь черный – *Populus nigra*

59. Тополь бальзамический – *Populus balsamifera*

60. Тополь серебристый – *Populus alba*

61. Ива белая – *Salix alba*

62. Ива трехтычинковая – *Salix triandra*

63. Ива корзиночная – *Salix viminalis*

64. Ива козья – *Salix caprea*

Семейство Капустовые – *Brassicaceae*

65. Клоповник густоцветковый – *Lepidium densiflorum*

66. Ярутка полевая – *Thlaspi arvense*

67. Гулявник Лезелиев – *Sisymbrium loeselii*

68. Капуста полевая – *Brassica campestris*

69. Пастушья сумка обыкновенная – *Capsella bursa –
pastoris*

70. Икотник серый – *Berteroa incana*

71. Редька дикая – *Raphanus raphanistrum*

Семейство Мальвовые – *Malvaceae*

72. Хатьма тюрингинская – *Lavatera thuringiaca*

73. Просвирник приземистый – *Malva pusilla*

Семейство Коноплевые – *Cannabaceae*

74. Конопля посевная – *Cannabis sativa*

75. Хмель обыкновенный – *Humulus lupulus*

Семейство Крапивные – *Urticaceae*

76. Крапива двудомная – *Urtica dioica*

77. Крапива жгучая – *Urtica urens*

78. Крапива коноплевидная – *Urtica cannabina*

Семейство Молочайные – *Euphorbiaceae*

79. Молочай лозный – *Euphorbia virgata*

Семейство Розовые – *Rosaceae*

80. Ежевика – *Rubus caesius*

81. Костяника каменистая – *Rubus saxatilis*

82. Малина обыкновенная – *Rubus idaeus*

83. Рябина сибирская – *Sorbus sibirica*

84. Боярышник кроваво-красный – *Crataegus sanguinea*

85. Клубника – *Fragaria viridis*

86. Земляника лесная – *Fragaria vesca*

87. Лапчатка гусиная – *Potentilla anserina*

88. Лапчатка серебристая – *Potentilla argentea*

89. Лапчатка прямостоячая – *Potentilla erecta*

90. Гравилат алеппский – *Geum aleppicum*

91. Гравилат речной – *Geum rivale*

92. Лабазник обыкновенный – *Filipendula vulgaris*

93. Лабазник вязолистный – *Filipendula ulmaria*

94. Репейничек волосистый – *Agrimonia pilosa*

95. Кровохлебка обыкновенная – *Sanguisorba officinalis*

96. Шиповник майский – *Rosa majalis*

97. Шиповник иглистый – *Rosa acicularis*

98. Черемуха – *Rodus avium*

Семейство Бобовые – *Fabaceae*

99. Люцерна посевная – *Medicago sativa*

100. Люцерна серповидная – *Medicago falcata*

101. Донник белый – *Melilotus albus*

102. Донник лекарственный – *Melilotus officinalis*

103. Клевер люпиновый – *Trifolium lupinaster*

- 104. Клевер луговой – *Trifolium pratense*
- 105. Клевер гибридный – *Trifolium hybridum*
- 106. Клевер ползучий – *Trifolium repens*
- 107. Карагана древовидная – *Caragana arborescens*
- 108. Астрagal датский – *Astragalus danicus*
- 109. Астрagal сладколистный – *Astragalus glycyphyllos*
- 110. Горошек однопарный – *Vicia unijuga*
- 111. Горошек приятный – *Vicia amoena*
- 112. Горошек заборный – *Vicia sepium*
- 113. Горошек мышиный – *Vicia cracca*
- 114. Чина весенняя – *Lathyrus vernus*
- 115. Чина луговая – *Lathyrus pratensis*
- 116. Чина гороховидная – *Lathyrus pisiformis*
- 117. Чина Гмелина – *Lathyrus gmelinii*
- 118. Чина клубневая – *Lathyrus tuberosus*

Семейство Гераниевые – *Geraniaceae*

- 119. Герань луговая – *Geranium pratense*
- 120. Герань лесная – *Geranium sylvaticum*
- 121. Герань двулистная – *Geranium bifolium*
- 122. Герань сибирская – *Geranium sibiricum*
- 123. Журавельник цикutowый – *Erodium cicutarium*

Семейство Сельдерейные – *Apiaceae*

- 124. Синеголовник плосколистный – *Eringium planum*
- 125. Борщевик сибирский – *Heracleum sibiricum*
- 126. Володушка золотистая – *Vupleurum aureum*
- 127. Сныть обыкновенная – *Aegopodium podagraria*
- 128. Вех ядовитый – *Cicuta virosa*
- 129. Тмин обыкновенный – *Carum carvi*
- 130. Бедренец камнеломковый – *Pimpinella saxifraga*

Семейство Пасленовые – *Solanaceae*

- 131. Паслен черный – *Solanum nigrum*
- 132. Паслен Китагавы – *Solanum kitagawae*
- 133. Белена черная – *Hyoscyamus niger*

Семейство Вьюнковые – *Convolvulaceae*

134. Вьюнок полевой – *Convolvulus arvensis*

Семейство Бурачниковые – *Boraginaceae*

135. Синяк обыкновенный – *Echium vulgare*

136. Медуница мягчайшая – *Pulmonaria dacica*

137. Незабудка подражающая – *Myosotis imitata*

138. Незабудка болотная – *Myosotis palustris*

139. Незабудка дернистая – *Myosotis caespitosa*

140. Нонея темно-бурая – *Nonea pulla*

141. Липучка щетинистая – *Lapula squarrosa*

Семейство Норичниковые – *Scrophulariaceae*

142. Коровяк медвежье ухо – *Verbascum thapsus*

143. Лянка обыкновенная – *Linaria vulgaris*

144. Вероника Крылова – *Veronica krylovii*

145. Вероника колосистая – *Veronica spicata*

146. Вероника дубравная – *Veronica chamaedrys*

147. Вероника длиннолистная – *Veronica longifolia*

148. Зубчатка обыкновенная – *Odontites vulgaris*

Семейство Подорожниковые – *Plantaginaceae*

149. Подорожник большой – *Plantago major*

150. Подорожник средний – *Plantago media*

151. Подорожник Урвилла, степной – *Plantago urvillei*

Семейство Яснотковые (Губоцветные) – *Lamiaceae*

152. Будра плющевидная – *Glechoma hederacea*

153. Змееголовник поникающий – *Dracocephalum nutans*

154. Змееголовник тимьяноцветный – *Dracocephalum thymiflorum*

155. Черноголовка обыкновенная – *Prunella vulgaris*

156. Зопник клубненосный – *Phlomis tuberosa*

157. Пикульник двунадрезной – *Galeopsis bifida*

158. Пустырник пятилопастной – *Leonurus quinquelobatus*

159. Яснотка белая – *Lamium album*

160. Чистец болотный – *Stachys palustris*
161. Душица обыкновенная – *Origanum vulgare*
162. Мята полевая – *Mentha arvensis*
Семейство Колокольчиковые – *Campanulaceae*
163. Колокольчик сибирский – *Campanula sibirica*
164. Колокольчик сборный – *Campanula glomerata*
165. Колокольчик олений – *Campanula cervicaria*
166. Бубенчик лилиелистный – *Adenophora liliifolia*
Семейство Астровые – *Asteraceae*
167. Мелколепестник канадский – *Erigeron canadensis*
168. Девясил британский – *Inula britannica*
169. Девясил иволистный – *Inula salicina*
170. Черда трехраздельная – *Bidens tripartita*
171. Тысячелистник азиатский – *Achillea asiatica*
172. Нивяник обыкновенный – *Leucanthemum vulgare*
173. Пижма обыкновенная – *Tanacetum vulgare*
174. Ромашка душистая – *Chamomilla suaveolens*
175. Полынь серая – *Artemisia glauca*
176. Полынь Сиверса – *Artemisia sieversiana*
177. Полынь обыкновенная – *Artemisia vulgaris*
178. Полынь эстрагон, тархун – *Artemisia dracunculus*
179. Мать-и-мачеха обыкновенная – *Tussilago farfara*
180. Крестовник Якова – *Senecio jacobaea*
181. Лопух войлочный – *Arctium tomentosum*
182. Лопух большой – *Arctium lappa*
183. Бодяк щетинистый – *Cirsium setosum*
184. Василек синий – *Centaurea cyanus*
185. Василек шероховатый – *Centaurea scabiosa*
186. Осот полевой – *Sonchus arvensis*
187. Одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale*
188. Скерда кровельная – *Crepis tectorum*
189. Скерда сибирская – *Crepis sibirica*
Семейство Осенниковые – *Melanthiaceae*
190. Чемерица черная – *Veratrum nigrum*

191. Чемерица Лобеля – *Veratrum lobelianum*
Семейство Касатиковые – *Iridaceae*
192. Касатик русский – *Iris ruthenica*
Семейство Лилейные – *Liliaceae*
193. Лилия саранка – *Lilium pilosiusculum*
Семейство Ландышевые – *Convallariaceae*
194. Майник двулистный – *Maianthemum bifolium*
195. Купена душистая – *Polygonatum odoratum*
Семейство Спаржевые – *Asparagaceae*
196. Спаржа лекарственная – *Asparagus officinalis*
Семейство Триллиевые – *Trilliaceae*
197. Вороний глаз четырехлистный – *Paris quodrifolia*
Семейство Осоковые – *Cyperaceae*
198. Камыш лесной – *Scirpus sylvaticus*
199. Болотница болотная – *Eleocharis palustris*
200. Осока ранняя – *Carex praecox*
201. Осока острая – *Carex acuta*
202. Осока дернистая – *Carex cespitosa*
203. Осока большехвостая – *Carex macraura*
Семейство Мятликовые – *Poaceae*
204. Пырей ползучий – *Elytrigia repens*
205. Кострец безостый – *Bromopsis inermis*
206. Овес пустой, овсюг – *Avena fatua*
207. Вейник наземный – *Calamagrostis epigeios*
208. Полевица гигантская – *Agrostis gigantea*
209. Тимофеевка луговая – *Phleum pratense*
210. Тимофеевка степная – *Phleum phleoides*
211. Лисохвост луговой – *Alopecurus arvensis*
212. Овсяница луговая – *Festuca pratensis*
213. Мятлик луговой – *Poa pratensis*
214. Мятлик однолетний – *Poa annua*
215. Мятлик узколистый – *Poa angustifolia*
216. Ежа сборная – *Dactylis glomerata*

217. Ковыль волосатик – *Stipa capillata*
218. Ежовник обыкновенный – *Echinochloa crusgalli*
219. Щетинник зеленый – *Setaria viridis*
Семейство Рогозовые – *Typhaceae*
220. Рогоз широколистный – *Typha latifolia*
221. Рогоз узколистный – *Typha angustifolia*

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Тема 1. Цитология. Растительная клетка	6
Тема 2. Гистология. Растительные ткани.....	21
Тема 3. Корень. Морфологическое и анатомическое строение	39
Тема 4. Побег (стебель). Морфологическое и анатомическое строение	47
Тема 5. Лист. Морфологическое и анатомическое строение	57
НАДЦАРСТВО ПРЕДЪЯДЕРНЫЕ – <i>PROCARIOTA</i>	65
Тема 6. Царство дробянки. Отдел цианобактерии – <i>Cyanobacteria</i>	65
НАДЦАРСТВО ЯДЕРНЫЕ – <i>EUCARIOTA</i> , ЦАРСТВО ГРИБЫ....	68
Тема 7. Грибы. Слизевики. Лишайники.....	68
ЦАРСТВО РАСТЕНИЙ. НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ.....	91
Тема 8. Водоросли.....	91
ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ.....	102
Тема 9. Высшие споровые растения.....	102
Тема 10. Высшие семенные растения	117
Тема 11. Репродуктивные органы цветковых растений	121
Тема 12. Систематика покрытосеменных	142
Библиографический список	167
Приложения	168

Составители:
Вышегуров Султан Хаджибикарович
Пальчикова Елена Васильевна

ПРАКТИКУМ ПО БОТАНИКЕ

Учебное пособие

Издание второе

Редактор *Н. К. Крупина*
Компьютерная вёрстка *Т. А. Измайлова*

Подписано в печать 22 сентября 2016 г. Формат 60 × 84 $\frac{1}{16}$.
Объем 9,6 уч.-изд. л., 11,25 усл. печ. л.
Тираж 100 экз. Заказ № 1657.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267–09–10. E-mail: 2134539@mail.ru