

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический
университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Н.Л. Колясникова, И.Н. Кузьменко

БОТАНИКА

Учебно-методическое пособие

Пермь
ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ
2023

УДК 581.3
ББК 28.533

К 629

Рецензенты:

Л.В. Новоселова, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и генетики растений ФГАОУ ВО ПГНИУ.

О.В. Харитоновна, кандидат биологических наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

К 629 Колясникова, Н.Л.

Ботаника: учебно-методическое пособие / Н.Л. Колясникова, И.Н. Кузьменко; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2023. – 195с.

В учебно-методическом пособии представлены сведения по анатомии и морфологии растений, дана характеристика отделов ядерных организмов, а также важнейших семейств покрытосеменных растений. Имеется необходимый табличный материал для лабораторных работ, самостоятельной работы обучающихся.

Учебно-методическое пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 35.03.01 Лесное дело. Может быть использовано при изучении отдельных тем дисциплины «Ботаника» по направлениям подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство, 06.03.01 Биология, 35.03.10 Ландшафтная архитектура.

УДК 581.3

ББК 28.533

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию методической комиссией института фундаментальных и прикладных агроэкобиотехнологий и лесного хозяйства ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ (протокол № 9 от 05.12.2023 г.)

©ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2023

©Колясникова Н.Л., 2023

©Кузьменко И.Н., 2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА.....	6
2. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ.....	21
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ	21
ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ.....	23
ОСНОВНЫЕ ТКАНИ	25
МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ.....	26
ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ И ПРОВОДЯЩИЕ ПУЧКИ	28
ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ	34
3. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ	40
МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ КОРНЯ.....	40
МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ СТЕБЛЯ.....	55
МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ЛИСТА.....	69
4. ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ	82
ЦВЕТОК, СОЦВЕТИЕ	82
ПЛОД.....	93
5. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ.....	102
НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ – ВОДОРΟΣЛИ.....	102
ГРИБЫ.....	109
ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ	125
ВЫСШИЕ СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ	137
6. ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	176
7. ГЕОГРАФИЯ РАСТЕНИЙ.....	189
Заключение	192
Список рекомендуемой литературы	193
Список использованной литературы.....	194

ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие содержит материалы для лабораторных работ, самостоятельной работы обучающихся при изучении дисциплины «Ботаника» по направлению подготовки 35.03.01 Лесное дело. Может быть использовано при изучении отдельных тем дисциплины «Ботаника» по направлениям подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство, 06.03.01 Биология, 35.03.10 Ландшафтная архитектура.

Цель данного учебно-методического пособия – дать представление по всем традиционным вопросам ботаники. С учётом современных данных составлены разделы, посвященные анатомии, морфологии и размножению растений. В разделе «Систематика растений» рассматриваются три царства: водоросли, грибы и растения.

Учебно-методическое пособие включает введение, шесть основных разделов, заключение, список рекомендуемой литературы. Задания по выполнению лабораторных работ позволяют эффективнее подготовиться к занятиям. Контрольные вопросы помогут систематизировать и закрепить полученные знания.

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с рабочей программой дисциплины «Ботаника».

БОТАНИКА – наука, изучающая царство растений. Слово «ботаника» происходит от греческого *botane*, что означает зелень, овощ, трава.

Ботаника является комплексной фундаментальной наукой и подразделяется на серию более частных и конкретных наук, каждая из которых изучает определенные закономерности жизни растений.

Морфология растений изучает общие закономерности строения растений, форму, внешнее строение и взаимосвязь органов, а также их видоизменения.

Анатомия растений – наука о внутреннем строении растительной клетки и системах растительных тканей, изучает их строение, развитие и функции.

Систематика растений изучает создание классификации растений на основе их эволюции.

Физиология растений изучает обмен веществ (метаболизм) растительных клеток.

География растений занимается вопросами видового разделения флоры по географическим широтам Земли.

Палеоботаника изучает растительность минувших геологических эпох по ископаемым остаткам.

Фитоценология – наука о растительных сообществах – фитоценозах, которые исторически сложились в процессе развития растительных формаций.

Экология растений изучает взаимосвязь растений с окружающей их средой.

Систематика растений – это раздел ботаники, который занимается объединением растений, населяющих планету Земля, в определенные систематические группы на основании сходства их морфологических признаков и однородности происхождения.

1. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА

В 1665 году англичанин Роберт Гук с помощью микроскопа впервые обнаружил клетку. В 1839 году чешский физиолог Пуркинье ввел для обозначения живого содержимого клетки термин – протоплазма. В это же время ботаник Шлейден и зоолог Шванн сформулировали клеточную теорию:

1. Клетки представляют собой основные элементы жизни – мельчайшие единицы, которые еще можно назвать живыми.

2. Все организмы состоят из одной или из многих клеток.

В 1855 году Рудольф Вирхов добавил следующее обобщение:

3. Все клетки образуются только в результате деления других клеток.

Клетка – элементарная, структурная и функциональная единица живой материи, обладающая всеми характерными особенностями живого организма и составляющая основу развития и строения растений и животных; является сложной, целостной, саморегулирующейся и самовоспроизводящейся микроскопической живой системой. Клетка формировалась в процессе эволюции, первые клетки появились на Земле около 3,5 млрд. лет тому назад (Протерозойская эра).

Все компоненты растительной клетки можно разделить на две группы: а) органоиды (органеллы) – живые компоненты, составляющие протопласт (рис. 1) и б) производные протопласта – продукты жизнедеятельности органоидов [9].

Живые компоненты – протопласт

1. Цитоплазма. Мезоплазма – основная толща цитоплазмы, заключенная между плазмалеммой и тонопластом. В ней находятся: а) гиалоплазма (матрикс) – бесструктурная часть цитоплазмы, б) эндоплазматическая сеть (ретикулум), в) рибосомы, г) диктиосомы (аппарат

Гольджи), д) митохондрии, е) сферосомы, ж) лизосомы, з) пластиды.

2. Ядро. Различают ядерную оболочку, кариолимфу, хроматин, ядрышки.

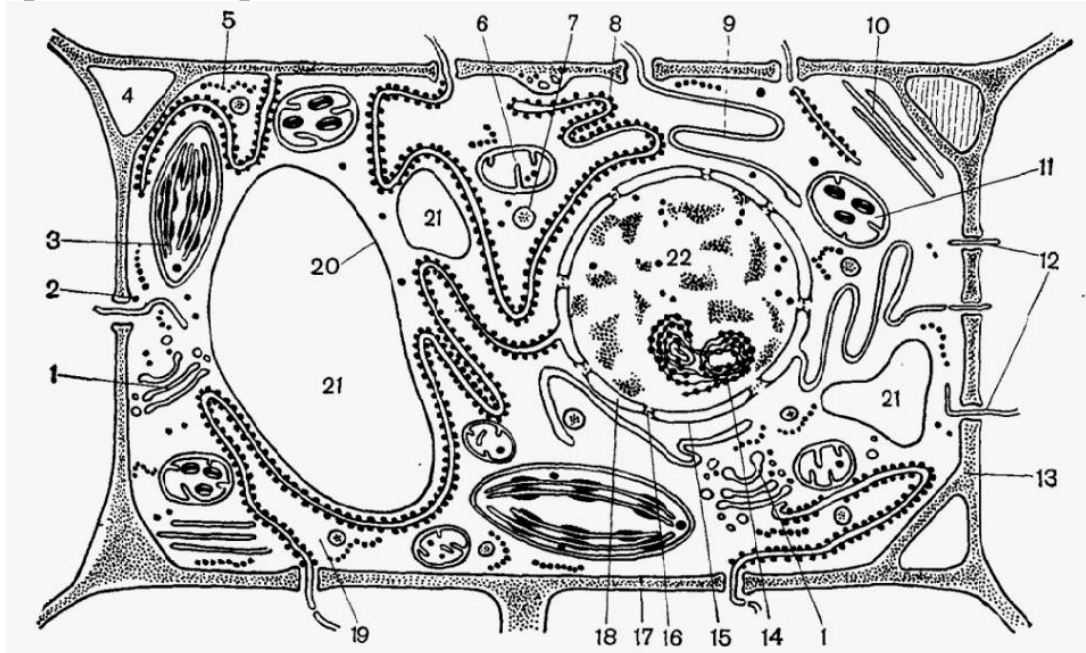


Рисунок 1. Современная (обобщенная) схема строения растительной клетки, составленная по данным электронно-микроскопического исследования разных растительных клеток: 1 - аппарат Гольджи; 2 - свободно расположенные рибосомы; 3 - хлоропласты; 4 - межклеточные пространства; 5 – поли-рибосомы (несколько связанных между собой рибосом); 6 - митохондрии; 7 - лизосомы; 8 - гранулированная эндоплазматическая сеть; 9 – гладкая эндоплазматическая сеть; 10 - микротрубочки; 11 - пластиды; 12 - плазмодесмы, проходящие сквозь оболочку; 13 - клеточная оболочка; 14 - ядрышко; 15, 18 - ядерная оболочка; 16 - поры в ядерной оболочке; 17 - плазмалемма; 19 - гиалоплазма; 20 - тонопласт; 21 - вакуоли; 22 - ядро.

Производные протопласта

1. Физиологически активные вещества – витамины, ферменты, фитогормоны, фитонциды.

2. Клеточная оболочка.

3. Продукты обмена веществ – включения в оформленном виде (кристаллы, крахмальные зерна, алейроновые зерна и др.) и включения, растворенные в клеточном соке и цитоплазме [10].

Растительная клетка отличается от животной характерными особенностями: наличием целлюлозной клеточной оболочки, пластид, вакуолей, формой и составом запасных питательных веществ.

Размеры клеток у растений неодинаковы. Наряду с одноклеточными организмами (диаметр клетки от 0,5 до 10 микрон) существуют клетки гиганты (клетки лубяных волокон достигают до 40 - 50 мм).

Форма клеток очень разнообразна. Одноклеточные водоросли и бактерии могут быть спиральной, круглой, овальной, палочковидной формы. У многоклеточных организмов форма клетки бывает кубической, призматической, цилиндрической и др. Для унификации используют термины «паренхимная» клетка – клетка овально–округлой формы и «прозенхимная» – клетка веретеновидной формы.

Структура протопласта

Протопласт – живое содержимое клетки, представленное сложной системой органоидов, взаимодействие которых обуславливает ее жизненный процесс. В состав протопласта входит цитоплазма и одно или несколько ядер. По химическому составу протопласт содержит белки (до 20%), жиры (до 3%), углеводы, минеральные вещества (до 1%) и до 75 - 85% воды. Белки могут быть связаны с другими органическими соединениями и образовывать сложные соединения – протеиды: нуклеопротеиды, липопротеиды, гликопротеиды и т.д. Все метаболические процессы идут при участии биологических катализаторов – ферментов.

Мезоплазма состоит из гиалоплазмы, в которой размещены органоиды клетки. Гиалоплазма неоднородна, она состоит из системы трубочек и канальцев, обеспечивающих взаимосвязь органоидов клетки. Гиалоплазма – основное вещество клетки, масса ее зависит от уровня развития клетки, в молодой клетке она заполняет все пространство, в старой объем ее уменьшается и представляет собой тонкую пленку. Центральная часть клетки заполнена вакуолью.

Гиалоплазма – многофазная гидрофильная коллоидная система, обладающая такими свойствами, как: обратимость коагуляции, гидрофильность коллоидов, набухание и др.

Мембранная организация цитоплазмы – основа в регуляции обмена веществ. Биомембраны – это пленки толщиной 4 - 40 нм. Они состоят из двойного слоя липидных (в основном фосфолипиды) молекул (толщина 10 нм). В биомембраны вкраплены белковые молекулы, в основном это молекулы ферментов. Биомембраны обладают избирательной проницаемостью (легче проходят вещества, растворимые в липидах).

Биомембраны – живые компоненты клетки, из них построены внутренние и внешние структуры органоидов, они обособляют протопласт и регулируют внутриклеточные обменные процессы.

Цитоплазма постоянно находится в движении. Интенсивность его зависит от температуры, влажности, освещения и др.

Пластиды

Пластиды присущи только автотрофам. Автотрофы – это организмы, способные синтезировать необходимые им органические питательные вещества из неорганических. Почти все растения – автотрофы.

Пластиды по содержанию пигментов и функциям делятся на три группы: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

Хлоропласты бывают по форме округлыми, овальными, дископодобными. Они содержат хлорофилл – пигмент зелёного цвета, который обуславливает зелёную окраску растений. Размеры хлоропластов 4 - 24 мкм. В клетке содержится от 15 до 50 хлоропластов.

Хлоропласт имеет наружную и внутреннюю биомембраны, окружающие центральную область – строму, в которой находится множество растворимых ферментов. Хлоропласт имеет третью биомембрану – тилакоидную, которая отделяет строму от тилакоидного пространства. В тилакоидной биомембране находятся все энергетические системы хлоропласта. Тилакоидная биомембрана формирует

группу уплощенных дисковидных мешочков-тилакоидов, содержащих хлорофилл. Граны – стопки тилакоидов. Хлорофилл покрывает тилакоиды мономолекулярным слоем, находящимся в комплексной связи с липидами. Граны связаны между собой межгранными тилакоидами (рис. 2) в единую систему. В хлоропластах идет процесс фотосинтеза.



Рисунок 2. Хлоропласт в клетках мезофилла листа кукурузы

Хлоропласты обладают полноценной генетической системой, они содержат ДНК, РНК и рибосомы.

Симбиотическая гипотеза предполагает, что первые растительные клетки возникли в процессе эволюции в результате симбиоза эукариотических клеток и цианобактерий (будущих хлоропластов).

Хромопласты – двумембранные органоиды, содержат в своих стромах каротиноиды (их известно около 60) и придают окраску лепесткам, плодам, старым листьям (каротин – розово-красного цвета, ксантофилл – жёлтого). Каротиноиды участвуют в процессе фотосинтеза, окислительно-восстановительных процессах. Форма хромопластов разнообразна – палочковидная, округлая и пр.

Лейкопласты – бесцветные пластиды, округлой формы. Встречаются в листьях, корневищах, молодых стеблях. В них глюкоза превращается в крахмал, синтезируются белки и

жиры и запасаются питательные вещества: амилопласты – запасники крахмала, протеинопласты содержат белок, олеопласты – жиры. Размножаются пластиды простым делением. В амилопластах образуются крахмальные зерна. Они имеют разнообразную форму, размеры и внутреннюю структуру (рис. 3)

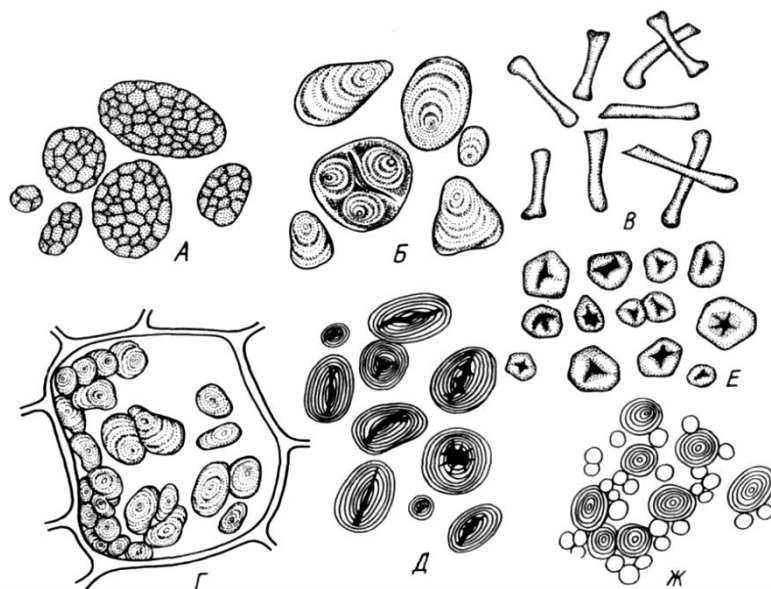


Рисунок 3. Крахмальные зерна: А – овса; Б– картофеля; В – молодая; Г – в клетках черешка герани; Д – фасоли; Е – кукурузы; Ж – пшеницы

Вакуоли

Присущи только растительным клеткам, они имеют форму капле, наполнены клеточным соком, в котором растворены углеводы, гликозиды, органические кислоты, соли, пигменты, образовавшиеся в процессе метаболизма. Каждая вакуоль ограничена тонопластом, через который идет обмен веществ. В старых клетках вакуоль занимает всю центральную часть клетки. Клеточный сок – содержимое вакуолей. Это водный раствор углеводов (глюкоза, фруктоза, сахароза, инулин и пр.), органических кислот (лимонная, винная, щавелевая и др.), солей органических и минеральных кислот, пигментов и других веществ. Твердые включения чаще всего представлены кристаллами щавелевокислого кальция – одиночными кристаллами, друзами и рафидами (рис. 4).

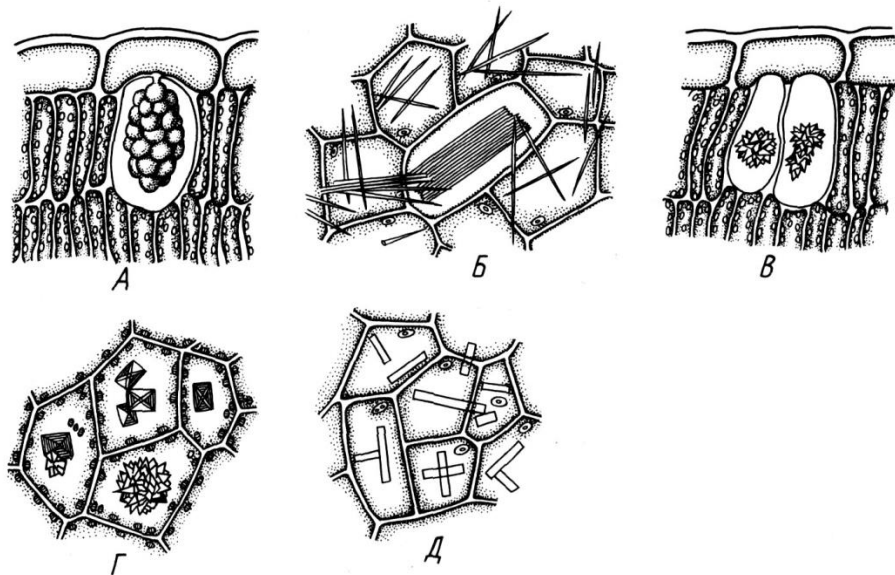


Рисунок 4. Кристаллы и скопления минеральных солей в клетках: А– цистолит в клетке эпидермы листа инжира; Б– рафиды в клетках листа традесканции; В – друзы в клетках палисадной ткани листа инжира; Г – друзы и одиночные кристаллы в клетках черешка бегонии; Д – одиночные кристаллы в клетках эпидермы чешуи луковицы лука

Клеточная оболочка

Клеточные оболочки имеют все растения. Формируются они за счёт протопласта. Основную роль в их построении играет аппарат Гольджи и плазмалемма. Первичная клеточная оболочка состоит из пектина и целлюлозы. После окончания роста клетки на внутреннюю сторону первичной оболочки откладывается вторичная оболочка. В процессе жизнедеятельности клетки, особенно при выполнении ею специальной функции, происходят видоизменения клеточной оболочки. Одревеснение (лигнификация) – это процесс пропитывания клеточной оболочки углеводом лигнином, придающим ей твердость и хрупкость. При опробковении (суберинизации) происходит пропитывание оболочки суберином – жироподобным веществом. Живое содержимое клетки при этом отмирает, а весь комплекс клеток становится непроницаемым для воды, газа и пр. Кутинизация заключается в пропитывании клеточной оболочки жироподобным веществом кутином. При этом на поверхности эпидермы откладывается прозрачная пленка –

кутикула. Минерализация основана на способности некоторых растений (осоков, злаков) накапливать в клеточных оболочках эпидермы минеральные вещества – кремнезем и углекислый кальций. Ослизнение связано с образованием в стенках клеток слизи и камеди. В водной среде эти вещества набухают и разжижаются [9, 10].

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Микроскоп и правила работы с ним. Методика приготовления микропрепаратов и срезов

Устройство микроскопа

Биологический микроскоп – это оптический прибор, с помощью которого можно получить увеличенное обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения.

Микроскоп позволяет рассматривать клетку и ее компоненты с увеличением до 1350 раз.

Основными частями любого микроскопа являются: оптическая система, осветительная система и механическая система (табл.1).

Таблица 1

Основные части микроскопа

№	Системы	Основные части	Значение
1	2	3	4
1.	Механическая	1. Штативы: а) основание б) тубусодержатель в) макровинт (кремальера) г) коробка микрометрического механизма д) револьвер 2. Предметный столик 3. Тубус	Придает устойчивость. Держит тубус и револьвер. Служит для грубой наводки. Служит для точной наводки объективов. Держит объективы и позволяет их быстро менять. Предназначен для расположения на нем препарата. Держит окуляр.

Окончание таблицы 1

2.	Оптическая	Объективы на 8, 20, 40, 90 Окуляры на 7х, 10х, 15х	Увеличивают объект. Дают возможность рассматривать изображение предмета, полученное от объектива.
3.	Осветительная	1. Зеркало 2. Конденсор 3. Ирисовая диафрагма	Направляет свет в желаемую сторону. Концентрирует лучи света, идущие от зеркала, позволяет регулировать чёткость освещения объекта. Регулирует поток света.

Правила работы с микроскопом

1. Ставят микроскоп у края стола так, чтобы окуляр находился против левого глаза и в течение работы его не передвигают. Необходимое оборудование, альбом, карандаши располагают справа от микроскопа. Работу с микроскопом всегда начинают с малого увеличения! Поставить объектив 8х в рабочее положение. О правильности установки объектива следует судить по щелчку, который ощущается при вращении револьвера. Расстояние между объективом и предметным столиком должно быть около 1 см.
2. Открыть полностью диафрагму. Поднять конденсор до уровня предметного столика. Глядя левым глазом в окуляр, при помощи вогнутого зеркала навести свет так, чтобы все поле зрения было освещено ярко и равномерно. В качестве источника света лучше всего использовать рассеянный дневной свет, матовую лампу или лампу дневного света.
3. Приготовленный микропрепарат положить на предметный столик так, чтобы один из срезов был расположен точно под объективом. Для фиксации микропрепарата предметное стекло прижать клеммами.
4. С помощью макровинта установить необходимое фокусное расстояние (9,2 мм) для получения четкого

изображения в микроскопе. При работе с малым увеличением использовать только макровинт!

5. Плавно передвигая микропрепарат (с помощью специальных винтов, либо руками), найти наиболее удачное место на изучаемом объекте и расположить его точно в центре поля зрения микроскопа.

6. Не меняя положения тубуса, осторожно установить объектив большого увеличения (x20, x40). Необходимо помнить, что микрометрический винт можно вращать в одну сторону не более, чем наполовину оборота.

7. При рассмотрении объекта на большом увеличении левой рукой следует осторожно вращать микрометрический винт, чтобы сфокусировать необходимую часть поля зрения.

8. После окончания работы перевести микроскоп на малое увеличение и только после этого снять микропрепарат с предметного столика. Категорически запрещается снимать микропрепарат из-под объектива большого увеличения, т.к. можно поцарапать фронтальную линзу!

9. Оставить микроскоп после работы абсолютно чистым и сухим, закрыть колпаком для защиты от пыли.

Приготовление срезов и микропрепаратов

Объект необходимо взять в левую руку так, чтобы он возвышался над уровнем пальцев на 3 - 4 мм. Правой рукой держат лезвие безопасной бритвы, зажимая ее большим пальцем сверху, а указательным и средним – снизу в этом же месте, оставляя свободным лезвие, обращенное влево.

Поверхность объекта предварительно выравнивают так, чтобы плоскость среза была перпендикулярна оси органа. Срезы делают одним скользящим движением бритвы на себя от нижней части лезвия к верхней. Необязательно делать срез через весь орган, а достаточно срезать узкую полоску, проходящую через наружные и внутренние ткани органа. При этом наиболее тонкие и ровные срезы получаются, если срез начинают не от края объекта, а положив лезвие бритвы на поверхность разреза. Полученные срезы опускают в чашку с водой.

На середину предметного стекла пипеткой наносят 2 - 3 капли воды и при помощи препаровальной иглы переносят в

неё наиболее тонкие срезы. После этого их закрывают покровным стеклом. Опускать его следует осторожно, расположив предварительно под углом 45° к предметному стеклу и прикоснувшись нижним краем к воде. Если жидкости много и она вытекает из-под покровного стекла, удаляют избыток её кусочками фильтровальной бумаги. Если же под покровным стеклом остались места, заполненные воздухом, добавляют жидкость, поместив каплю ее рядом с краем покровного стекла. Подготовленный микропрепарат помещают на предметный столик и приступают к его изучению. В процессе работы надо следить, чтобы срезы постоянно находились в жидкой среде, иначе ткани исследуемого объекта высыхают и деформируются.

Кроме временных микропрепаратов для исследования объектов используют постоянные, для приготовления которых в качестве среды применяют глицерин с желатином. Такие препараты могут сохраняться много лет.

Задание 2. Строение растительной клетки

Объект изучения: эпидерма сочной чешуи лука репчатого (*Allium cepa*).

Порядок выполнения задания. Поставить микроскоп в рабочее положение.

Предметное стекло протереть салфеткой, затем на середину стекла нанести 1 - 2 капли реактива Люголя. Препаровальной иглой снять небольшой кусочек кожицы с наружной стороны мясистой чешуи лука репчатого и погрузить в каплю реактива. После этого осторожно закрыть объект покровным стеклом. Избыток реактива убрать фильтровальной бумагой.

Рассмотреть микропрепарат при малом и большом увеличении микроскопа. Обратит внимание на окрашивание реактивом Люголя ядер и цитоплазмы. Зарисовать 2 - 3 клетки и обозначить: оболочку клетки, ядро с ядрышком, цитоплазму, вакуоль.

Задание 3. Свойства живой цитоплазмы: движение и полупроницаемость

Объект изучения: кусочек живого листа валлиснерии (*Vallisneria sp.*).

Порядок выполнения задания. Нанести на предметное стекло 2-3 капли воды, поместить в нее небольшой кусочек листа валлиснерии и закрыть покровным стеклом.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть строение клеток листа валлиснерии. Пронаблюдать за движением цитоплазмы, установить вид движения. Зарисовать несколько клеток. Обозначить: оболочку клетки, цитоплазму, хлоропласты. Стрелками показать направление движения.

Убрать препарат с предметного столика, снять покровное стекло и добавить 2 - 3 капли 5%-го раствора KNO_3 . Закрывать объект покровным стеклом. Избыток жидкости убрать полоской фильтровальной бумаги. При большом увеличении микроскопа рассмотреть плазмолизированные клетки. Зарисовать клетку в состоянии плазмолиза. Для проведения реакции деплазмолиза кусочек листа поместить в ванночку с водой на 10 мин. Снова рассмотреть объект под микроскопом. Убедиться в прохождении деплазмолиза. Зарисовать клетку в обычном состоянии и в состоянии плазмолиза.

Задание 4. Пластиды растительной клетки

Объекты изучения: лист элодеи канадской (*Elodea canadensis*), плод рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia*)

Порядок выполнения задания. Нанести 2 - 3 капли воды на предметное стекло. Поместить в воду лист элодеи и накрыть покровным стеклом. Изучить строение клеток листа, обратив внимание на размеры, форму и положение хлоропластов, их количество в клетке. Зарисовать 1 - 2 клетки листа элодеи, обозначив клеточную оболочку, цитоплазму и хлоропласт.

Для изучения хромопластов приготовить препарат из мякоти созревшего плода рябины обыкновенной. Остриём препаровальной иглы достать немного мякоти, перенести её в каплю воды на предметное стекло, разрыхлить и накрыть покровным стеклом. В крупных паренхимных клетках плода видны оранжевые палочковидные тела – хромопласты. После изучения следует зарисовать 2 - 3 клетки плода с хромопластами.

Задание 5. Запасные питательные вещества растительной клетки

Объекты изучения: клубень картофеля (*Solanum tuberosum*). Смесь крахмальных зёрен картофеля, пшеницы (*Triticum aestivum*), овса (*Avena sativa*), фасоли (*Phaseolus vulgaris*). Микропрепараты зерновки пшеницы и семени подсолнечника (*Helianthus annuus*), клещевины (*Ricinus communis*).

Порядок выполнения задания. Поместить на предметное стекло небольшое количество смеси крахмальных зёрен картофеля, пшеницы, овса, фасоли, окрасить слабым раствором йода в йодистом калии и накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть под микроскопом крахмальные зерна, сравнить форму и размеры крахмальных зёрен разных растений. Зарисовать по 2 - 3 крахмальных зерна каждого растения, указав тип (простое, полусложное, сложное), слоистость (концентрическая, эксцентрическая).

Затем на препарате зерновки пшеницы найти алейроновый слой. Зарисовать участок зерновки, показав в клетках алейронового слоя алейроновые зёрна, содержащие запасной белок, и глубже лежащие клетки с крахмалом.

Рассмотреть препарат семени подсолнечника. Зарисовать крупные паренхимные клетки с капельками жира, окрашенными в оранжевый цвет красителем «Судан III».

Под рисунками отметить действие реактивов на крахмал, белок, жир.

Задание 6. Клеточная стенка

Объекты изучения: лубяные волокна льна (*Linum usitatissimum*). Мякоть плода груши (*Pyrus communis*).

Порядок выполнения задания. Приготовить препарат из лубяных волокон льна. Для этого тонкий пучок волокон положить на предметное стекло и препаровальной иглой разделить на элементарные волокна. Окрасить препарат хлор-цинк-йодом, накрыть покровным стеклом и изучить под микроскопом при большом увеличении. Зарисовать часть волокна. Обозначить первичную и вторичную оболочки, поры, полость клетки.

Затем приготовить препарат из каменистых клеток мякоти плода груши. Выделить каменистые клетки из мякоти и перенести их на сухое предметное стекло. Комплексы клеток раздробить плоской стороной ножа или скальпеля, окрасить флороглюцином и соляной кислотой (реактивом на одревеснение) и изучить под микроскопом при большом увеличении. Зарисовать 2 - 3 клетки. Обозначить первичную и вторичную оболочки, поры, полость клетки.

Под рисунками отметить действие реактивов на целлюлозу и лигнин.

Задание 7. Включения растительной клетки

Объекты: шелуха лука репчатого (*Allium cepa*), лист традесканции (*Tradescantia sp.*), постоянный микропрепарат «Стебель кирказона».

Порядок выполнения задания. Поместить в каплю воды на предметное стекло кусочек шелухи лука репчатого. Рассмотреть, зарисовать одиночные и крестообразные кристаллы. Затем выдавить на предметное стекло каплю сока из листа традесканции. Рассмотреть рафиды и зарисовать. Далее на постоянном микропрепарате «Стебель кирказона, поперечный срез» рассмотреть друзы и зарисовать.

Вопросы по разделу «Растительная клетка»

1. Клетка как основная структурная и функциональная единица живой материи.
2. История изучения клетки. Форма и величина растительных клеток.
3. Основные особенности растительных клеток, их отличия от животных. Протопласт и его производные.
4. Цитоплазма. Её физические свойства и химический состав.
5. Основные органоиды, их строение и функции: эндоплазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи.
6. Пластиды как органоиды специфические для зелёных растений. Субмикроскопическое строение хлоропластов, лейкопластов, хромопластов; пигменты пластид, значение ламеллярных структур.

7. Ядро. Физико-химические особенности. Структурная система ядра: ядерная оболочка, ядерный сок, хромосомно-ядрышковый комплекс. Ядрышко, его образование, строение и функции. Функция ядра.
8. Деление ядра и клетки (кариокинез и цитокинез). Митотический цикл. Митоз и мейоз, их биологическое значение. Амитоз.
9. Производные протопласта. Физиологически активные вещества клеток. Вакуоль, их значение и образование, роль в жизнедеятельности клетки.
10. Запасные продукты: белки, жиры, углеводы. Типы крахмальных зёрен в связи со структурой лейкопластов. Алейроновые зёрна простые и сложные.
11. Клеточная оболочка. Понятие об осмотическом давлении и тургоре.

2. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Тело высших растений состоит из разнообразных клеток. Это разнообразие определяется специализацией органов растения и его частей в зависимости от выполняемых ими функций. Возникают объединения клеток, определяющих эту специализацию – ткани.

Ткани – это повторяющиеся комплексы клеток, сходные по происхождению, строению и приспособленные к выполнению одной или нескольких функций.

По современной классификации выделяют 6 типов тканей: образовательные, покровные, основные, механические, проводящие и выделительные.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Для растений характерен длительный (неограниченный) рост с образованием новых органов и тканей на протяжении всей жизни. Рост обеспечивают образовательные ткани – меристемы. Меристемы состоят из недифференцированных (т.е. неспециализированных и по внешнему виду одинаковых) клеток, способных многократно делиться. Возникающие из меристем клетки (производные меристемы) дифференцируются и дают начало всем органам и тканям.

Различают меристемы первичные (составляют тело зародыша, образуют все тело растения) и вторичные (возникают в сформированном растении из первичных меристем или других живых тканей). За их счет формируются вторичные постоянные ткани, и увеличивается масса растения.

Меристемы состоят из живых тонкостенных клеток паренхимной формы, 3/4 всего объема клетки занимает ядро. Остальные органоиды развиты слабо.

Меристемы могут сохраняться очень долго (у некоторых деревьев тысячи лет), т.к. содержат некоторое число инициальных клеток, способных делиться неограниченное число раз.

В растении выделяют следующие типы меристем:

* Верхушечные (апикальные). Это меристемы первичные, эмбрионального происхождения, закладываются

в зародыше. Верхушечные меристемы расположены на концах стеблей и корней, они наращивают в длину корень и побег (рис. 5).

* Боковые (латеральные) меристемы образуют в осевых органах слои (первичные меристемы – прокамбий и перицикл, вторичные меристемы – камбий и пробковый камбий), на поперечных срезах имеющие вид колец или дуг.

* Вставочные (интеркалярные) меристемы – это активно растущие участки у оснований стеблевых междоузлий. Они имеют временный характер и постепенно превращаются в постоянные ткани.

* Раневые (травматические) возникают при заживлении повреждённых тканей и органов. Они развиваются из живых паренхимных клеток, которые в месте повреждения приобретают меристематические свойства [7].

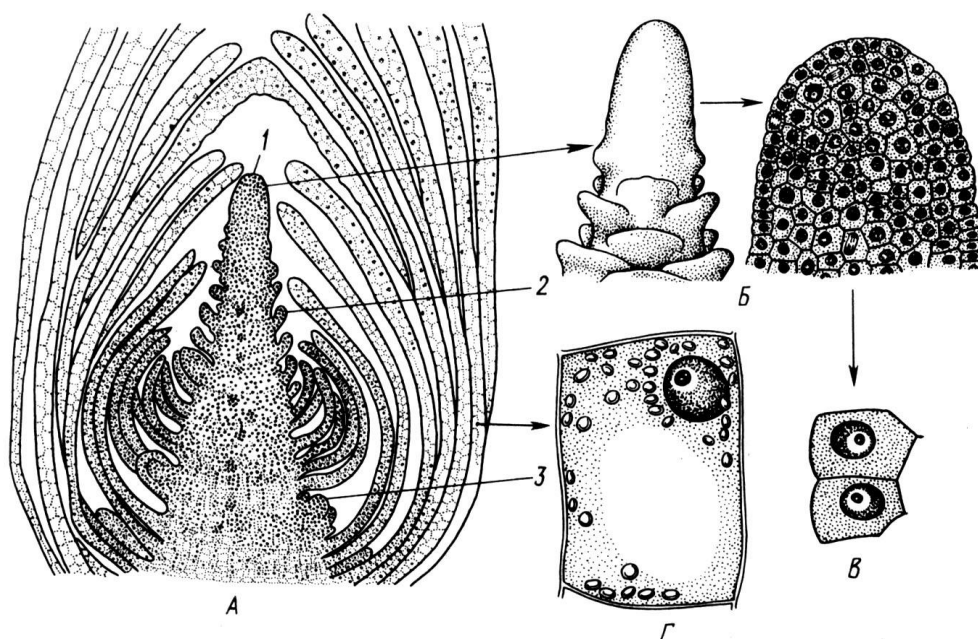


Рисунок 5. Верхушечная меристема побега элодеи:

- А – продольный срез (1 – конус нарастания; 2 – зачаток листа; 3 – бугорок пазушной почки); Б – конус нарастания (внешний вид и продольный срез); В – клетки первичной меристемы; Г – паренхимная клетка сформировавшегося листа

ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

Покровные ткани располагаются на поверхности органов и выполняют защитную функцию. По происхождению их делят на первичные и вторичные.

* Эпидерма – живая покровная ткань, первичного происхождения, тонкая прозрачная кожица, одноклеточным слоем покрывающая молодые побеги, листья и плоды (рис. 6). Клетки эпидермы расположены сплошным слоем. Боковые стенки клеток часто извилистые (принцип зубчатки) для прочности. Поверхность эпидермы покрыта сплошной кутиновой пленкой – кутикулой. Эпидерма – сложная ткань. Состоит из основных клеток и устьичного аппарата.

Фотосинтез, дыхание и газообмен растений происходят с помощью устьичного аппарата. Устьица (100 - 300 на 1 мм²) состоят из двух замыкающих клеток, разделённых устьичной щелью. Щель ведёт в крупную воздушную полость.

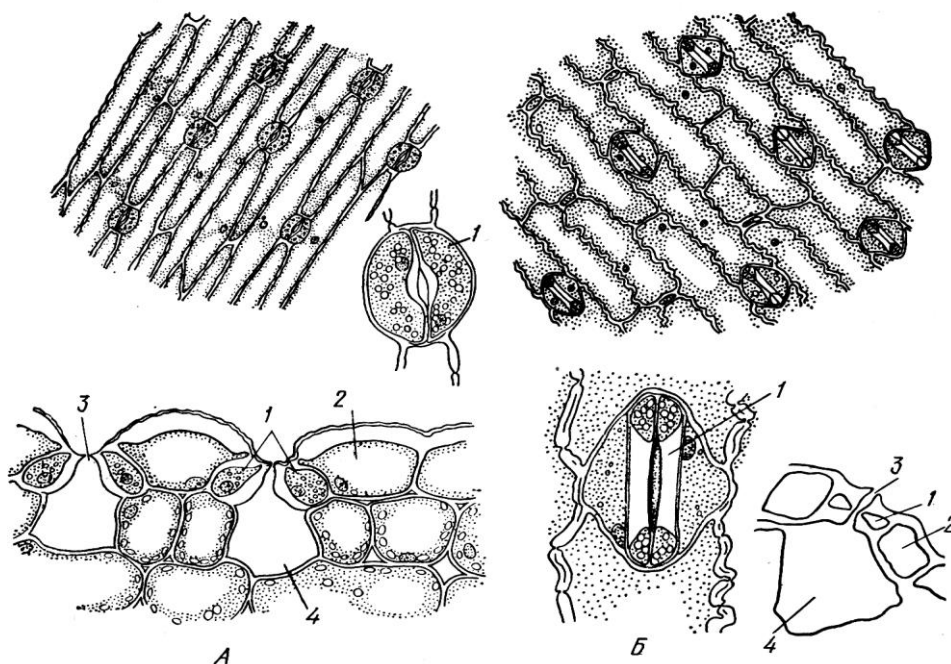


Рисунок 6. Эпидерма: А – лист ириса; Б – лист кукурузы
(1 – замыкающие клетки; 2 – побочные клетки;
3 – устьичная щель; 4 – воздухоносная полость)

Трихомы – производные эпидермальных клеток в виде волоскови выростов (рис. 7). Бывают одноклеточными и многоклеточными, мёртвыми и живыми. Мёртвые трихомы

заполнены воздухом и придают растению белый цвет. Форма трихом разнообразна (головчатые, звёздчатые, крючковатые), иногда трихомы подвергаются минерализации.

* Эпиблема (ризодерма) – первичная покровная ткань корня в зоне всасывания. Она однослойная и клетки её имеют выросты – корневые волоски (см. рис. 22, стр. 44).

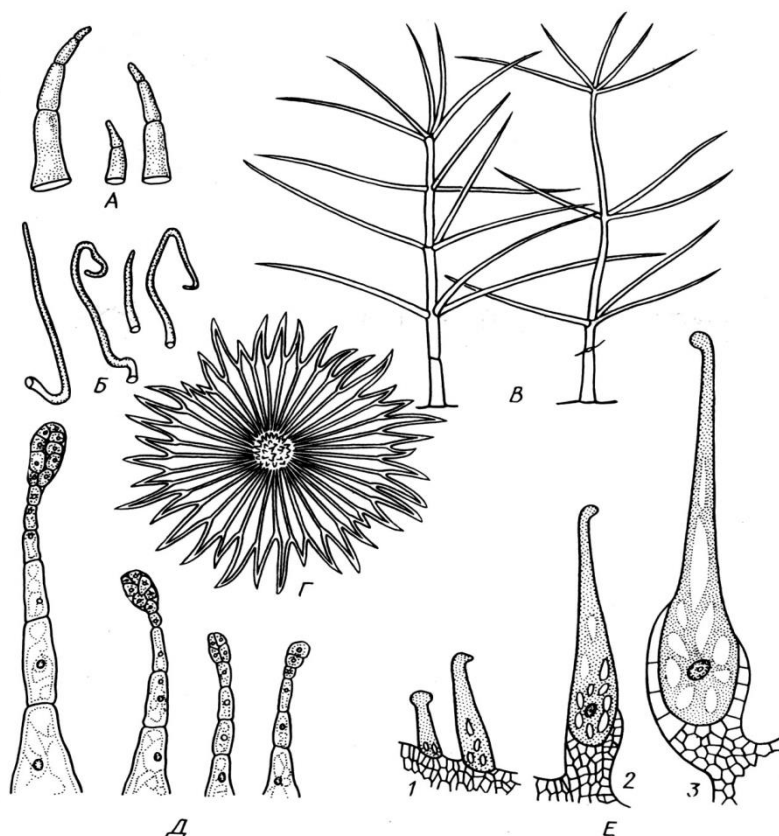


Рисунок 7. Крючкие, железистые волоски на эпидерме у:
 А – картофеля; Б – яблони; В – коровяка; Г – лоха;
 Д – табака; Е – крапивы

* Перидерма – вторичная покровная ткань. Возникает у многолетних растений на смену первичной покровной ткани – эпидерме. Перидерма состоит из комплекса клеток:

1. Пробка (феллема) – омертвевшая многослойная ткань, в клетках которой идёт суберинизация оболочек.

2. Пробковый камбий (феллоген) – за счёт его деления пробка нарастает в толщину.

3. Феллодерма – ткань, питающая феллоген.

На перидерме роль устьиц выполняют чечевички – отверстия для газообмена внутренних живых тканей. В

чечевичках пробковые слои разорваны, расположены рыхло и чередуются с паренхимными клетками, газообмен осуществляется через межклеточники (рис. 8).

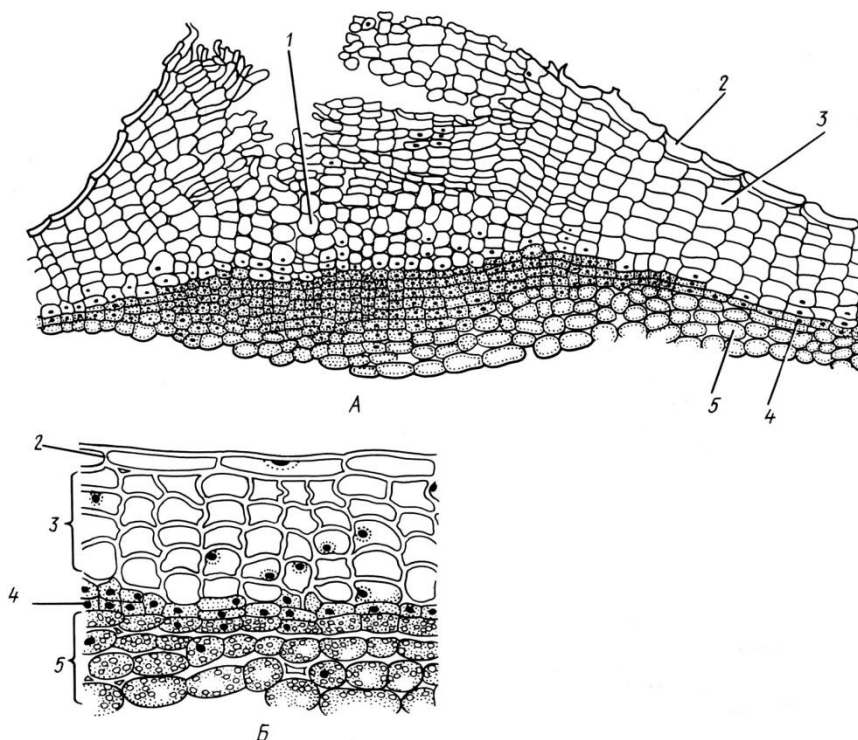


Рисунок 8. Перидерма стебля бузины: А –чечевичка; Б – участок перидермы (1 – выполняющая ткань; 2 – остатки эпидермы; 3 – пробка (феллема); 4 – феллоген; 5 – феллодерма)

* Кorka (ритидом). На смену гладкой перидерме у древесных пород приходит корка (у яблони на 6 - 8 году). Имеет сложный гистологический состав: слои пробки чередуются с другими отмершими тканями. Корка выполняет защитную функцию на многолетних стволах [7].

ОСНОВНЫЕ ТКАНИ

* Ассимиляционная паренхима (хлоренхима). Главная функция – фотосинтез. Её можно обнаружить во всех органах (кроме корня), подверженных освещению. Ассимиляционная паренхима состоит из однородных тонкостенных паренхимных клеток, содержащих хлоропласты (70 - 80% всего объёма) в постенном слое цитоплазмы. В теле растения она залегает непосредственно под эпидермой, что

обеспечивает хорошее освещение и газообмен. Придаёт растению зелёный цвет.

* Запасающая паренхима. Вещества, синтезированные растением, откладываются в виде запасных в паренхимных клетках. У однолетних растений запасные питательные вещества находятся в семенах, у многолетних – в корнях, клубнях, побегах, луковицах. Сахара накапливаются в виде растворов в корнеплодах свеклы и моркови; крахмал и белки – в виде твердых зёрен и т.д. Засухоустойчивые растения имеют водозапасающие ткани. В их клетках содержатся слизи, помогающие удержать воду.

* Аэренхима – воздухозапасающая паренхима. Это ткань с сильно развитыми межклетниками, выполняет вентиляционную функцию. Хорошо развита у водных и болотных растений. Она обеспечивает органы кислородом и способствует плавучести растений.

* Перемещающая (воспринимающая) паренхима способствует передаче воды с растворёнными в ней минеральными веществами из эпидермы в сосуды центрального цилиндра корня. По положению соответствует мезодерме корня [7].

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Механические ткани в растении обеспечивают прочность и устойчивость органов. Они разнообразны, но общим для них является утолщение клеточных оболочек. Различают два типа механических тканей: 1) колленхиму, 2) склеренхиму и склереиды (каменистые клетки).

* Колленхима имеет утолщения клеточных оболочек не по всей поверхности равномерно, а местами: по уголкам клеток – уголковая колленхима; по тангентальным стенкам – пластинчатая колленхима. Это ткань живая, она не препятствует росту органа и хорошо сопротивляется на изгиб (рис. 9).

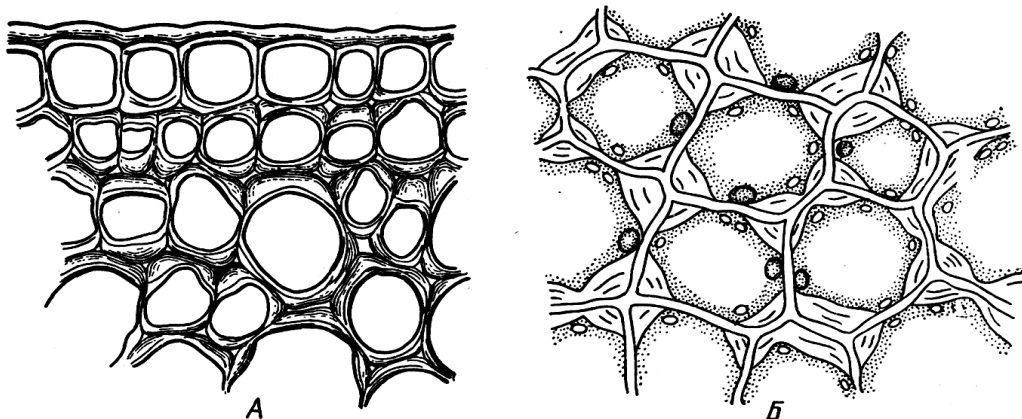
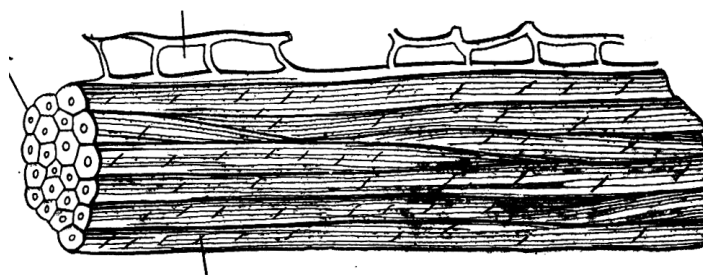


Рисунок 9. Типы колленхимы (поперечные срезы):
 А – пластинчатая (осот); Б – уголковая (свекла)

* Склеренхима представлена толстостенными прозенхимными мёртвыми клетками. Она составляет основной скелет растения. По местоположению в органе различают лубяную и древесинную склеренхимы. Лубяная склеренхима носит название лубяных волокон, а древесинная – древесинных волокон или либриформа. Лубяные волокна прядильных растений используются в текстильной промышленности (рис. 10).

2



1

Рисунок 10. Склеренхима: 1 – щелевидная пора;
 2 – паренхимные клетки

* Склереиды – мертвые клетки паренхимной формы с утолщенными одревесневшими оболочками. Они часто встречаются в мякоти незрелых плодов и слагают эндокарп косточковых (рис. 11).

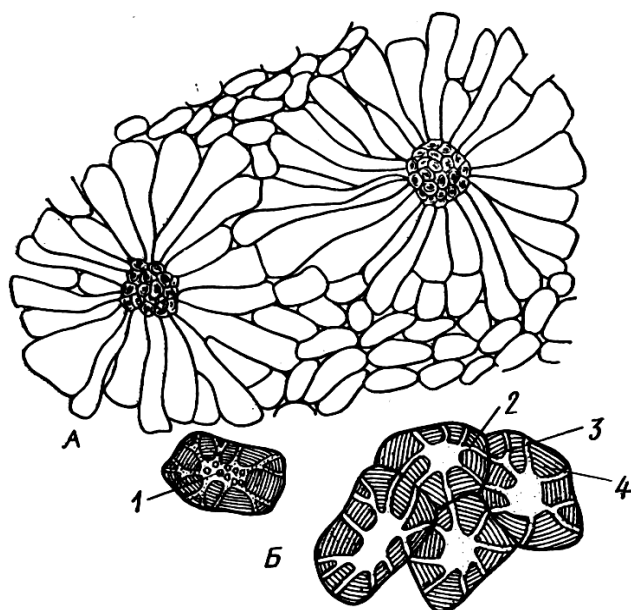


Рисунок 11. Каменистые клетки мякоти плода груши:
 А – группы каменистых клеток (малое увеличение); Б – каменистые клетки при большом увеличении (1 – поровые каналы в плане; 2 – поровые каналы в продольном разрезе; 3 – замыкающая пленка; 4 – вторичная оболочка)

ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ И ПРОВОДЯЩИЕ ПУЧКИ

Проводящие ткани обеспечивают движение веществ в теле растения. Они сформировались в процессе эволюции после выхода растений на сушу, когда возникло два типа питания: воздушное и почвенное. Возникли и две проводящие системы, по которым вещества движутся в противоположных направлениях. Нисходящий поток (отток ассимилянтов) осуществляется по ситовидным трубкам. Восходящий поток (подъем воды с растворёнными в ней минеральными веществами) осуществляется по сосудам – трахеям и трахеидам.

* Ситовидные трубки – это система вертикально расположенных клеток, между которыми находятся перегородки с перфорациями – ситовидные пластинки (рис. 12). Ситовидные трубки имеют живой протопласт. Они активно проводят пластические вещества – ассимилянты.

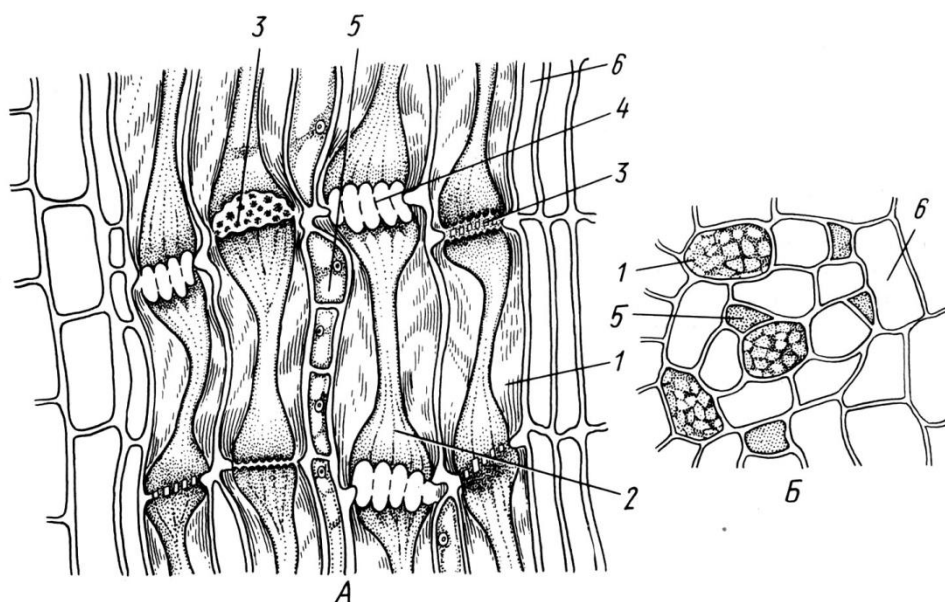


Рисунок 12. Ситовидные элементы во флоэме тыквы:
 А – продольный; Б – поперечный срезы (1 – функционирующий членок ситовидной трубки; 2 – членок ситовидной трубки с закупоренной ситовидной пластинкой; 3 – не закупоренная ситовидная пластинка; 4 – закупоренная ситовидная пластинка; 5 – клетка-спутница; 6 – лубяная паренхима)

Клетки-спутницы тянутся вдоль ситовидной трубки. Их клеточные оболочки пронизаны плазмодесмами. Они имеют ядро, весь набор клеточных органоидов. Клетки-спутницы участвуют в транспорте ассимилянтов, т.к. этот процесс требует затрат энергии.

* Трахеи (сосуды) – это мёртвые (без протопласта) водопроводящие элементы в виде микроскопических капиллярных трубок. Трубки формируются из расположенных вертикальными рядами клеток в результате разрушения поперечных перегородок между ними. В зависимости от характера утолщения боковых стенок различают кольчатые, спиральные, сетчатые и пр. сосуды (рис. 13).

* Трахеиды – это мёртвые прозенхимные клетки с утолщенными одревесневшими стенками. Одновременно с водопроводящей функцией трахеиды выполняют опорную функцию.

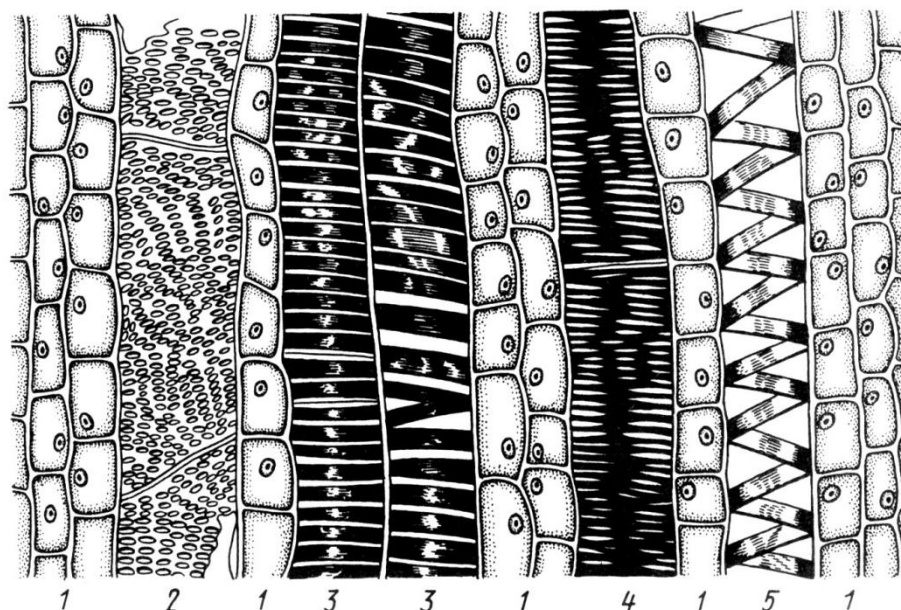


Рисунок 13. Типы сосудов:

1 – древесинная паренхима; 2 – точечный сосуд; 3 – кольчатый сосуд; 4 – лестничный сосуд; 5 – спиральный сосуд

Проводящие ткани обычно входят в системы тканей (узлы), которые называют проводящими или сосудисто-волоконными пучками. В проводящем пучке сочетаются сосуды, трахеиды, ситовидные трубки, склеренхимные волокна и основная паренхима. Все эти ткани расположены закономерно. Та часть проводящего пучка, в которую входят ситовидные трубки, называется лубом или флоэмой, а та, в которую входят сосуды и трахеиды – древесиной или ксилемой.

В зависимости от взаимного расположения флоэмы и ксилемы различают пучки четырех типов: коллатеральный, биколлатеральный, концентрический и радиальный (рис. 14).

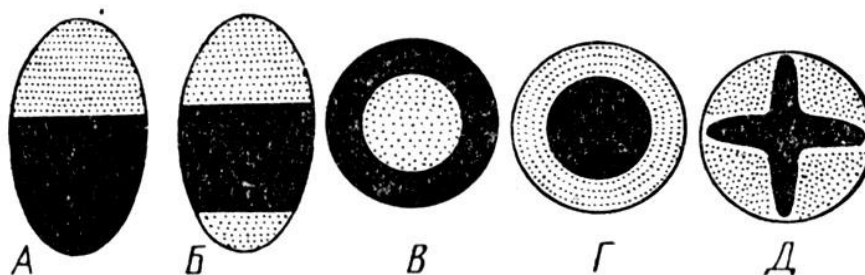


Рисунок 14. Сосудисто-волоконные пучки: А – коллатеральный; Б– биколлатеральный; В, Г – концентрические; Д – радиальный. Ксилема зачернена, флоэма показана точками.

По наличию или отсутствию камбия между флоэмой и ксилемой в пучках их делят на открытые (пучок может разрастаться) и закрытые (пучок не может разрастаться):

- коллатеральные (закрытые) – между флоэмой и ксилемой нет камбия (рис. 15);

- коллатеральные (открытые) – между флоэмой и ксилемой залегает камбий (рис. 16);

- биколлатеральный – между двумя участками флоэмы (внешней и внутренней) расположена ксилема (рис. 17);

- концентрические – флоэма окружает ксилему и наоборот (рис.18);

- радиальные – флоэма и ксилема чередуются по радиусам (рис. 19).

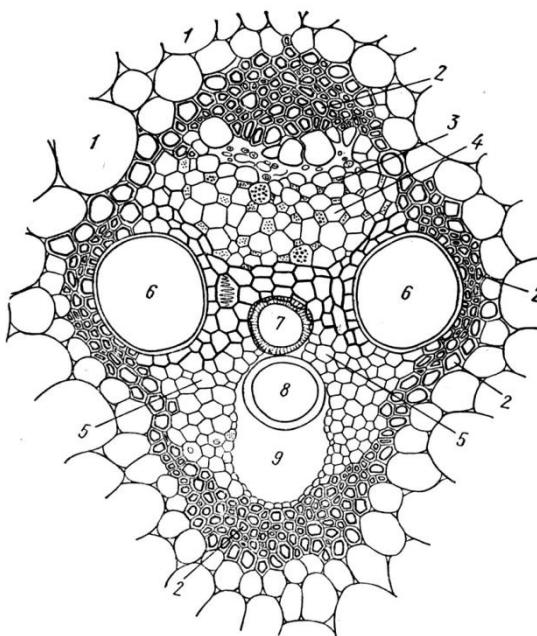


Рисунок 15. Коллатеральный закрытый проводящий пучок стебля кукурузы: 1 – паренхима; 2 – склеренхима; 3 – сопровождающая клетка; 4 – ситовидная трубка; 5 – древесинная паренхима; 6 – сетчатые сосуды; 7 – кольчато-спиральный сосуд; 8 – кольчатый сосуд; 9 – воздушная полость

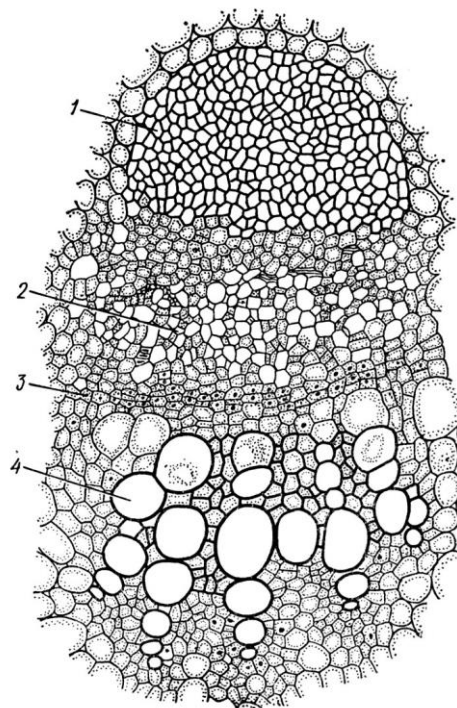


Рисунок 16. Коллатеральный открытый проводящий пучок стебля подсолнечника: 1 – склеренхима; 2 – флоэма; 3 – камбий; 4 – сосуды ксилемы

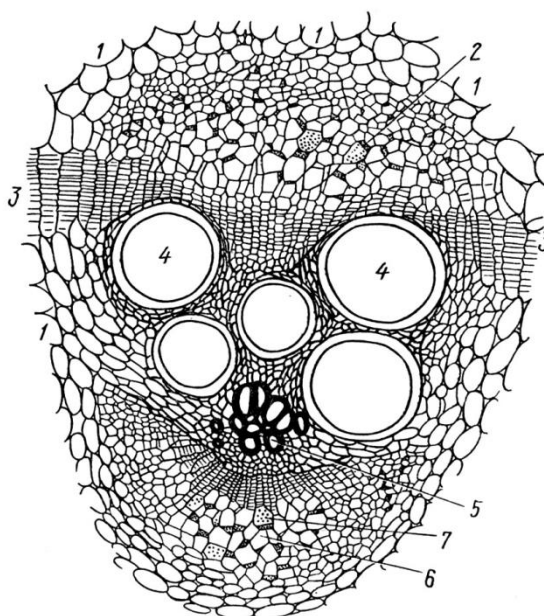


Рисунок 17. Биколлатеральный проводящий пучок стебля тыквы: 1 – паренхима; 2 – наружная флоэма; 3 – камбий; 4 – вторичная ксилема; 5 – первичная ксилема; 6 – внутренняя флоэма; 7 – ситовидная пластинка

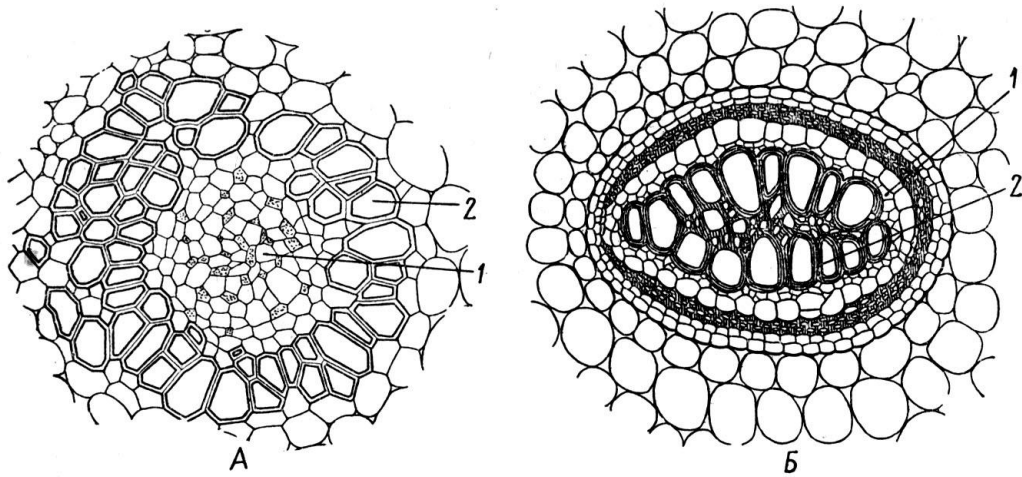


Рисунок 18. Концентрические пучки: А – в корневище касатика; Б – в корневище папоротника орляка (1 – флоэма; 2 – ксилема)

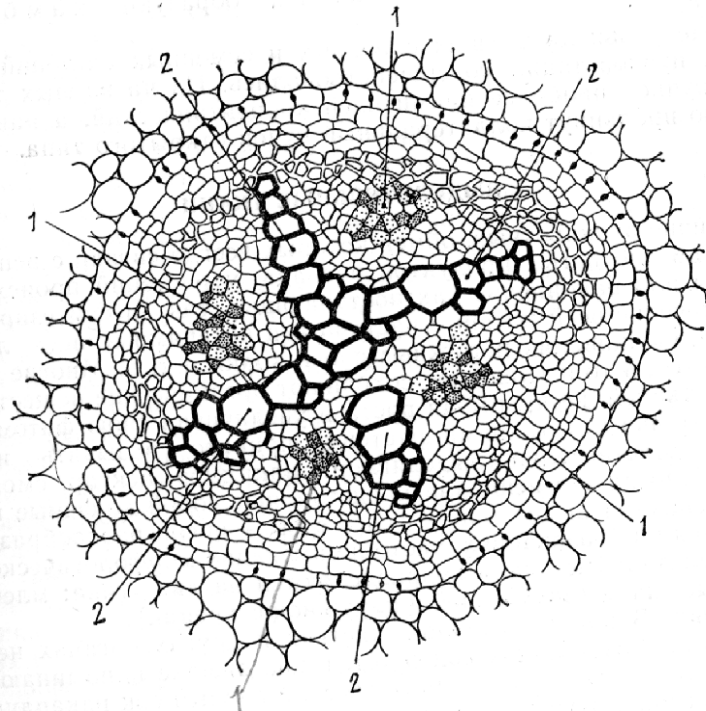


Рисунок 19. Радиальный пучок корня конских бобов: 1 – флоэмные участки 2 – ксилемные участки

ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Назначение этих тканей – выделение на поверхность органа (экзогенно) или во внутрь органа (эндогенно) различных продуктов жизнедеятельности клеток:

1. Экзогенные
 - а) железистые волоски (трихомы);
 - б) нектарники;
 - в) гидатоды (водяные устьица).
2. Эндогенные
 - а) многоклеточные вместилища выделений – смоляные ходы, эфиромасличные каналы;
 - б) млечники – системы живых клеток, содержащих в вакуолях млечный сок [9].

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Строение верхушечной почки элодеи канадской

Объект изучения: побег элодеи канадской (*Elodea canadensis*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа верхушечную почку живого побега элодеи канадской или готовый микропрепарат. Зарисовать конус нарастания. Сделать следующие обозначения: конус нарастания, зачаток листа, бугорок пазушной почки.

Рассмотреть при большом увеличении конус нарастания. Зарисовать 2 - 3 клетки конуса нарастания. Сделать обозначения: оболочка клетки, ядро, цитоплазма.

Задание 2. Строение пучкового камбия на поперечном срезе стебля кирказона

Объект изучения: постоянный микропрепарат поперечного среза стебля кирказона (*Aristolochia* sp.).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть микропрепарат при малом и большом увеличении, найти камбий. Зарисовать. Обратить внимание на расположение клеток камбия.

Задание 3. Строение эпидермы листа однодольных и двудольных растений

Объекты изучения: лист традесканции (*Tradescantia sp.*) и лист герани (*Pelargonium sp.*).

Порядок выполнения задания. Приготовить поверхностные микропрепараты эпидермы листьев 2 растений. Для этого снять с нижней стороны листьев с помощью препаровальной иглы или пинцета небольшие кусочки эпидермы (5 x 5 мм). Поместить их в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным. При малом увеличении найти участок эпидермы (без мякоти листа). Рассмотреть при большом увеличении микроскопа. Сделать рисунки и обозначить: клетки эпидермы, замыкающие клетки устьиц, устьичную щель, околоустьичные клетки.

Задание 4. Трихомы (выросты) эпидермы

Объекты изучения: крапива двудомная (*Urtica dioica*), облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides*), коровяк медвежье ухо (*Verbascum thapsus*), герань зональная (*Pelargonium sp.*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть трихомы растений. Лезвием безопасной бритвы срезать небольшие кусочки эпидермы со всех объектов и поместить их в каплю воды на предметное стекло, закрыть покровным. Рассмотреть трихомы при малом и большом увеличении микроскопа. Зарисовать, сделать обозначения: жгучий волосок крапивы двудомной, простой волосок крапивы двудомной, железистый волосок герани зональной (1 – головка; 2 – ножка), чешуйка облепихи, ветвистый многолучевой волосок коровяка медвежье ухо.

Задание 5. Строение вторичной покровной ткани (перидермы) ветки бузины

Объект изучения: постоянный микропрепарат поперечного среза ветки бузины (*Sambucus sp.*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть макропрепарат – ветку бузины. Найти чечевички. Обратить внимание на окраску покровной ткани. На готовом микропрепарате «Ветка бузины на поперечном срезе» изучить строение перидермы и чечевички. Рассмотреть при малом увеличении, затем при большом увеличении микроскопа. Зарисовать фрагмент перидермы и чечевички.

Сделать следующие обозначения: остатки эпидермы, пробка (феллема), пробковый камбий (феллоген), паренхима перидермы (феллодерма), разрыв пробки, выполняющая ткань чечевички.

Задание 6. Строение основной ткани

Объекты изучения: лист фикуса (*Ficus sp.*), семя гороха (*Pisum sativum*), стебель людвигии (*Ludvigia sp.*), корень лука репчатого (*Allium cepa*).

Порядок выполнения задания. Каждому студенту изучить 4 самостоятельно сделанных микропрепарата:

1. Сделать тонкий срез листа фикуса. Рассмотреть при малом и большом увеличении. Установить разновидность основной ткани. Отметить на рисунке характерные особенности клеток этой разновидности.

2. Сделать тонкий срез семени гороха. Добавить 2 - 3 капли реактива Люголя. Рассмотреть при малом и большом увеличении. Установить разновидность основной ткани. Отметить на рисунке характерные особенности клеток этой разновидности.

3. Сделать тонкий поперечный срез стебля людвигии. Рассмотреть при малом увеличении, установить разновидность основной ткани. На рисунке отметить характерные особенности этой разновидности.

4. Сделать тонкий поперечный срез корня лука репчатого в зоне всасывания. Рассмотреть при малом и большом увеличении. Найти мезодерму первичной коры, представленную клетками основной ткани. Установить разновидность основной ткани. Зарисовать.

Задание 7. Колленхима уголковая в черешке листа свёклы

Объект изучения: черешок свёклы (*Beta vulgaris*).

Порядок выполнения задания. Сделать тонкий поперечный срез черешка. Рассмотреть при малом и большом увеличении клетки колленхимы. Зарисовать и обозначить: неутолщенную часть оболочки, утолщенную часть оболочки, полость клетки.

Задание 8. Колленхима пластинчатая в стебле подсолнечника однолетнего

Объект изучения: постоянный микропрепарат поперечного среза стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть при малом и большом увеличении клетки колленхимы. Зарисовать и обозначить: неутолщенную часть оболочки, утолщенную часть оболочки, полость клетки.

Задание 9. Склеренхима в стебле липы мелколистной

Объект изучения: микропрепарат поперечного среза липы мелколистной (*Tilia cordata*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть готовый микропрепарат поперечного среза ветки липы. Найти лубяные и древесинные волокна (либриформ). Зарисовать 2-3 клетки на поперечном разрезе с препарата и на продольном с таблицы. Обозначить: полость клетки, утолщенную оболочку.

Задание 10. Лубяные волокна в стебле льна культурного

Объект изучения: постоянный микропрепарат поперечного среза стебля льна культурного (*Linum usitatissimum*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть готовый микропрепарат поперечного среза льна. Найти лубяные волокна. Зарисовать 2 - 3 клетки поперечного среза. Обозначить: полость клетки, утолщенную часть оболочки.

Задание 11. Каменистые клетки (склереиды) в мякоти плода груши

Объект изучения: кусочек плода груши (*Pyrus communis*).

Порядок выполнения задания. Кусочек мякоти плода (не более 30 мм в диаметре) размять на предметном стекле. Добавить 2 - 3 капли сернокислого анилина. Найти окрасившиеся в жёлтый цвет каменистые клетки. Рассмотреть при малом и большом увеличении. Зарисовать и обозначить: полость клетки, утолщенную оболочку, поровый канал.

Цветные реакции на обнаружение лигнина:

1. Сернокислый анилин окрашивает пропитанную лигнином оболочку в золотисто-лимонный цвет.

2. Флороглюцин с соляной кислотой окрашивают пропитанную лигнином оболочку в малиново-красный цвет.

Задание 12. Строение сосудов

Объекты изучения: постоянные микропрепараты продольных срезов стеблей тыквы (*Cucurbita pepo*) и подсолнечника (*Helianthus annuus*).

Порядок выполнения задания. На постоянных микропрепаратах стеблей рассмотреть строение сосудов разных типов. Зарисовать и сделать обозначения: спиральный сосуд, кольчатый сосуд, сетчатый сосуд, сетчато-пористый сосуд.

Задание 13. Строение ситовидных трубок

Объекты изучения: постоянные микропрепараты поперечного и продольного срезов стебля тыквы (*Cucurbita pepo*).

Порядок выполнения задания. На постоянных микропрепаратах «Стебель тыквы на поперечном срезе» и «Стебель тыквы на продольном срезе» рассмотреть строение ситовидных трубок. Зарисовать и обозначить: ситовидную трубку, ситовидную пластинку, клетку-спутницу.

Задание 14. Проводящие пучки

Объекты изучения: микропрепараты стеблей: кукурузы (*Zea mays*), тыквы (*Cucurbita pepo*), кирказона (*Aristolochia sp.*); корневищ: папоротника – орляка (*Pteridium aquilinum*), ландыша (*Convallaria majalis*); корня ириса (*Iris sp.*).

Порядок выполнения задания: Рассмотреть 6 готовых микропрепаратов.

Вопросы по разделу «Растительные ткани»

1. Понятие о тканях. Классификация тканей.
2. Система меристематических или образовательных тканей: апикальные, латеральные, интеркалярные, раневые. Первичные и вторичные меристемы.
3. Система покровных тканей. Первичная покровная ткань – эпидерма (кожица), устьица, придатки эпидермы. Вторичная покровная ткань – пробка. Покровные комплексы – перидерма, корка. Чечевички.

4. Система основных (паренхиматических) тканей: поглощающая паренхима, фотосинтезирующая паренхима, запасаящая, воздухоносная.
5. Система механических или арматурных тканей. Колленхима. Склеренхима. Склереиды (каменистая ткань и идиобласты).
6. Система проводящих тканей. Трахеиды и трахеи (сосуды). Ситовидные трубки. Образование тилл и каллозы. Гистологический состав ксилемы и флоэмы. Проводящие пучки.
7. Система выделительных тканей. Ткани внешней секреции: железистые волоски, секреторные желёзки, нектарник, осмофоры, гидатоды. Ткани внутренней секреции: смоляные и слизистые вместилища и ходы, млечники, выделительные клетки. Продукты внешней и внутренней секреции: эфирные масла, смолы, камеди.

3. ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Морфология и анатомия корня

Организм высшего растения состоит из органов. Различают вегетативные (побег, корень) и генеративные органы (цветок, семя, плод).

Вегетативные органы образуют вегетативное тело высшего растения. У семенных растений вегетативные органы возникают из зародыша семян, где они находятся в зачаточном состоянии; генеративные – из новообразований на стебле после прохождения растением соответствующих этапов роста и развития.

Проросток

Основные вегетативные органы заложены уже в зародыше семени. При прорастании семени первым трогаются в рост корень, который прорывает спермодерму, внедряется в почву и начинает выполнять свои основные функции. У двудольных растений зародышевый корешок вырастает в главный корень, у большинства однодольных базальная часть стебелька сразу формирует придаточные корни, а зародышевый корешок не вырастает в хорошо выраженный главный корень. Вслед за корнем начинает расти побег, выносящий на поверхность семядоли и почку. Семядоли зеленеют и выполняют функцию листьев. Почка продолжает расти вверх, образуя стебель и первые настоящие (ювенильные) листья, которые отличаются от листьев взрослого растения. Границу между корнем и стеблем называют корневой шейкой. Часть стебля до семядолей называют гипокотилем (подсемядольное колено), выше, от семядолей до первого настоящего листа, находится эпикотиль (надсемядольное колено) [8].

Семядоли не у всех растений выносятся на поверхность, короткий гипокотиль может оставаться в почве (горох, дуб). У злаков при прорастании единственная семядоля остаётся в семени и поглощает запасные вещества эндосперма. Через почву пробивается почка, защищённая зародышевым листом

– колеоптилем, и первый настоящий лист выходит наружу, прорывая колеоптиль.

Принято выделять два основных типа проростков, типичных для однодольных и двудольных растений. В первом случае (например, у пшеницы) базальная часть стебелька сразу формирует придаточные корни; во втором – зародышевый корешок вырастает в главный корень. Отличия могут наблюдаться и в положении семядолей (семядоли) относительно поверхности почвы (рис. 20).



Рисунок 20. Прорастание семян фасоли (А – Г), гороха (Д), зерновки пшеницы (Е): 1 – главный корень; 2 – гипокотиль; 3 – эпикотиль; 4 – семядоли; 5 – первые листья; 6 – почка; 7 – колеоптиль; 8 – придаточные корни; 9 – первый лист

Корень

Корень – осевой вегетативный орган растения, выполняющий функцию почвенного питания. Он обладает радиальной симметрией, растёт неограниченно долго, благодаря верхушечной меристеме и имеет положительный

геотропизм. От стебля отличается тем, что на нем никогда не образуются листья, в клетках его тканей отсутствуют хлоропласты, и апикальная меристема всегда прикрыта корневым чехликом – калиптрой.

Функции корня:

- всасывает из почвы воду с растворёнными в ней питательными веществами;
- укрепляет растение в субстрате;
- синтезирует различные вещества (алкалоиды, витамины, гормоны), которые затем передаются в остальные части растения;
- служит вместилищем, куда могут откладываться запасные питательные вещества;
- взаимодействует с микроорганизмами и грибами в почве;
- может быть органом вегетативного размножения растений.

Корень возник у растений после их выхода на сушу в связи с обособлением двух полюсов питания – верхнего (фотосинтетического) и нижнего (всасывающего). Формирование корня как специализированного органа почвенного питания сопровождалось перестройкой его структуры и появлением специализированных тканей.

Анатомическое строение корня

Кончик корня покрывает корневой чехлик – калиптра, состоящий из живых, постоянно обновляющихся за счёт образовательной ткани калиптрогена клеток. Клетки калиптры вырабатывают слизь, необходимую для снижения трения корня о почву.

Зона деления корня (1 - 2 мм), находящаяся под чехликом, представлена меристемой. За ней следует зона роста (растяжения) клеток. Ещё выше расположена зона дифференциации клеток, постепенно переходящая в зону всасывания (рис. 21).

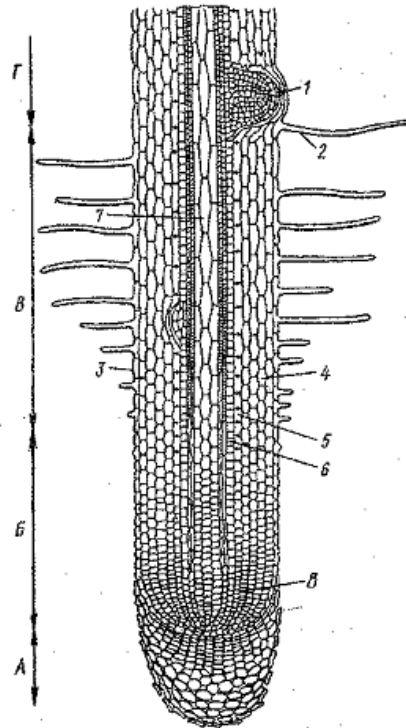


Рисунок 21. Кончик корня. А – корневой чехлик; Б – зона роста и растяжения; В – зона корневых волосков; Г – начало зоны ветвления: 1 – начало роста бокового корня; 2 – корневые волоски; 3 – эпиблема; 4 – кора корня; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – центральный цилиндр; 8 – меристема

Первичное строение корня

В зоне всасывания (рис. 22) корень покрыт эпиблемой с корневыми волосками, или ризодермой. Ризодерма – это эпидерма корня, через неё идет всасывание питательных веществ. Клетки ризодермы содержат большое количество митохондрий и рибосом, так как процесс всасывания сопровождается затратой энергии, освобождаемой в процессе дыхания. Ризодерма формируется из дерматогена – наружного слоя меристематических клеток конуса нарастания корня.

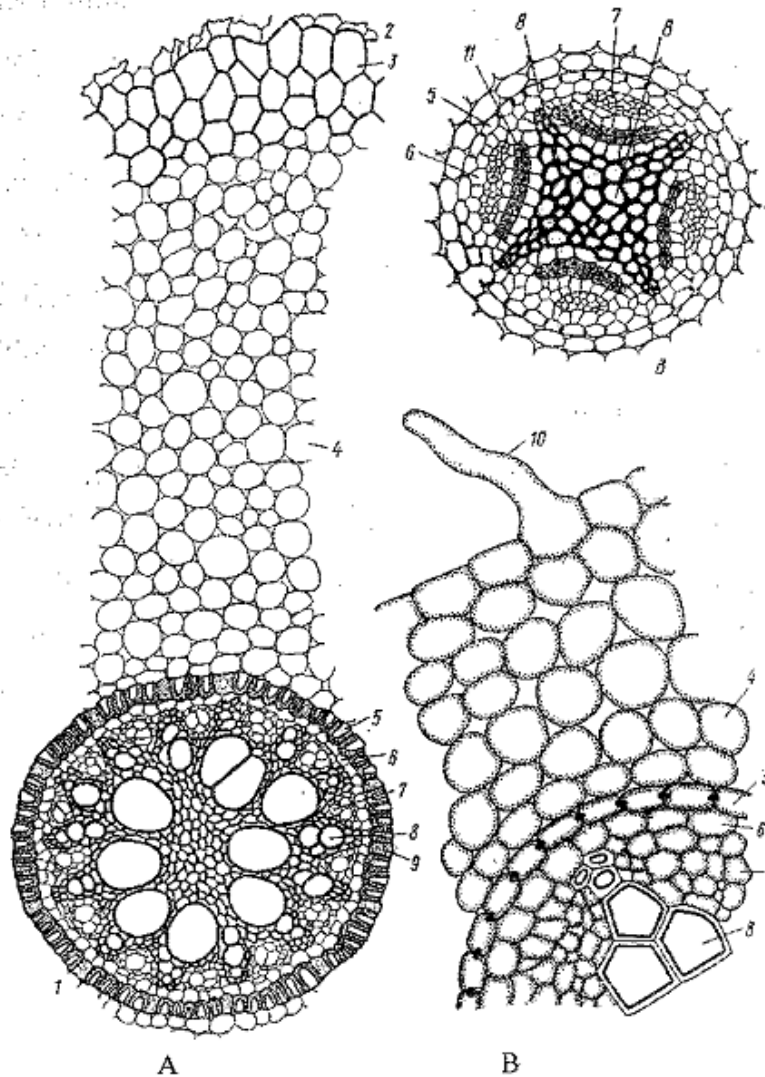


Рисунок 22. Первичное строение корня:

А – касатика; Б – табака; В – начало заложения камбия в центральном цилиндре корня двудольного (1 – центральный цилиндр; 2 – остатки эпиблемы; 3 – экзодерма; 4 – мезодерма; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – флоэма; 8 – сосуды ксилемы; 9 – пропускные клетки эндодермы; 10 – корневой волосок; 11 – камбий)

В корне первичного строения выделяют две основные части (помимо эпиблемы) – первичную кору и центральный цилиндр. Первичная кора состоит из экзодермы – (один или несколько слоев клеток со слегка утолщенными оболочками), мезодермы, представленной рыхло расположенными тонкостенными клетками, которая выполняет функцию перемещающей паренхимы и эндодермы – внутреннего слоя первичной коры. Обычно эндодерма однослойна, оболочки её клеток, за исключением участка, обращённого к

мезодерме, утолщены и пропитаны суберином. В кольце эндодермы против лучей ксилемы находятся пропускные клетки с тонкими целлюлозными оболочками. Первичная кора формируется из периблемы – среднего слоя меристематических клеток конуса нарастания корня.

Центральный цилиндр имеет внешний однослойный перицикл. Это – первичная меристема, дающая начало боковым корням, а у двудольных растений при вторичных изменениях клетки перицикла преобразуются в пробковый камбий. Весь центральный цилиндр занят многолучевым радиальным закрытым проводящим пучком. Центральный цилиндр формируется из плеромы – центрального слоя меристематических клеток конуса нарастания корня.

У однодольных растений первичное строение корня сохраняется в течение всей жизни без изменений, лишь в зоне проведения сбрасывается эпиблема, и функцию покровной ткани берет на себя экзодерма. У большинства двудольных растений со временем первичное строение корня заменяется вторичным.

Вторичное строение корня

Переход к вторичному строению начинается в центральном цилиндре, где паренхимные клетки, расположенные между участками флоэмы и лучами ксилемы, приобретают способность делиться и дают начало камбию – вторичной меристеме, образующему либо сплошное камбиальное кольцо (формируя лучистое строение у большинства древесных и кустарниковых растений), либо открытые проводящие пучки (рис. 23), что характерно для травянистых растений.

Камбий откладывает к периферии вторичную флоэму, а по направлению к центру – вторичную ксилему. Первичная ксилема оттесняется вторичной к центру, а первичная флоэма оттесняется вторичной флоэмой к периферии корня (рис. 24).

В состав вторичной ксилемы входят сосуды, трахеиды и древесные волокна, которых особенно много в многолетних корнях древесных и кустарниковых растений.

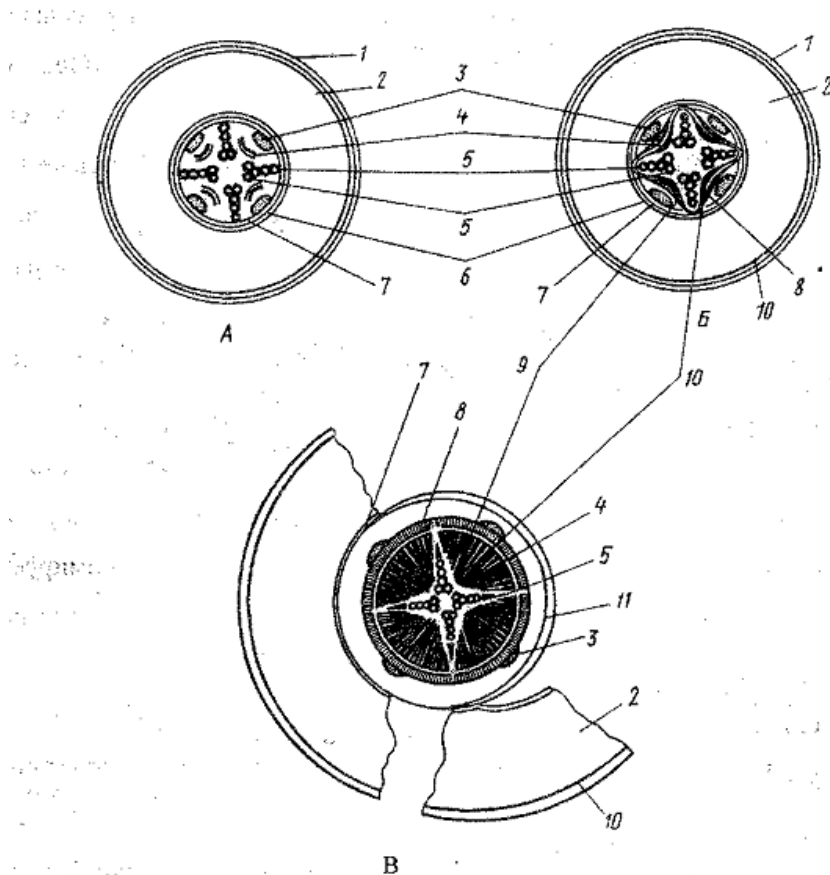


Рисунок 23. Поперечные срезы, показывающие последовательные стадии вторичного роста в корне двудольных растений (А – В) (1 – эпидерма; 2 – первичная кора; 3 – первичная флоэма; 4 – камбий; 5 – первичная ксилема; 6 – эндодерма; 7 – перицикл; 8 – вторичная флоэма; 9 – вторичная ксилема; 10 – экзодерма; 11 – перидерма)

Вторичная флоэма (вторичная кора) корня – это комплекс из ситовидных трубок с клетками-спутницами, механической ткани и паренхимных клеток с запасом питательных веществ, в основном, углеводов. За счет этих запасов развивается корневая поросль (при гибели надземных побегов) или возобновляется весенний рост (у травянистых многолетников). Во вторичной коре синтезируются органические соединения: витамины, каротиноиды, белки, алкалоиды, гликозиды, каучук и гуттаперча (в млечниках).

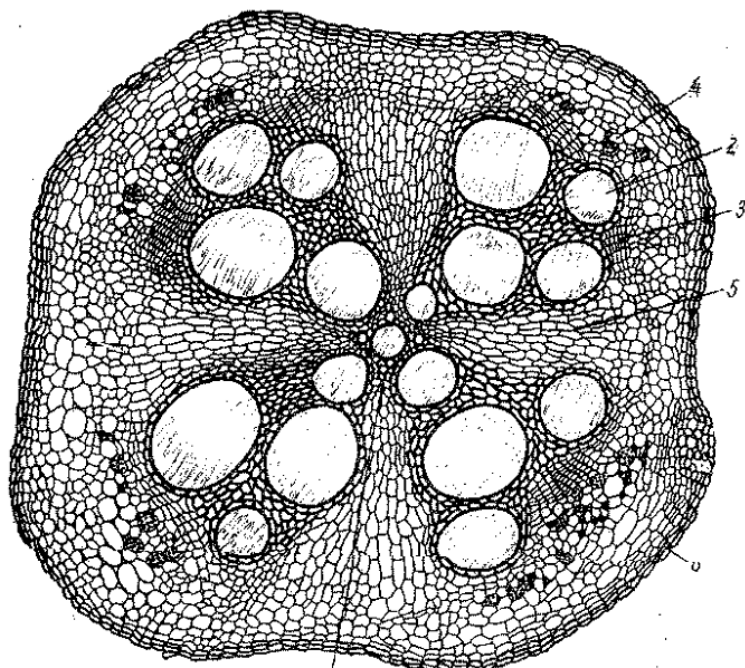


Рисунок 24. Вторичное строение корня тыквы:
 1 – остаток первичной ксилемы; 2 – сосуды и трахеиды
 вторичной ксилемы; 3 – камбий; 4 – вторичная флоэма;
 5 – сердцевинный луч; 6 – покровная ткань

Перицикл, преобразовавшийся в феллоген, продуцирует вторичную покровную ткань – перидерму. Она становится барьером между центральным цилиндром и первичной корой, которая вскоре отмирает и сбрасывается.

Особенности строения корнеплодов

Корнеплоды – это сильно утолщенные главные корни. В их образовании может принимать участие также корневая шейка (корнеплод типа редьки) и даже нижняя часть стебля (корнеплод типа моркови). Формируются корнеплоды обычно у двулетних растений, их образование носит приспособительный характер, в них откладывается масса питательных веществ. У моркови преобладает хорошо развитая первичная кора (флоэмная паренхима), а у редьки – зона ксилемы, где скапливаются питательные вещества в сердцевинных лучах и древесинной паренхиме (рис. 25, 26). Корнеплод свёклы представляет собой поликамбиальный тип, при развитии корнеплода свёклы первичное строение

заменяется вторичным, затем из-за интенсивного накопления питательных веществ и нарастания в ширину в корнеплоде появляются добавочные слои камбия, формирующие третичное строение.

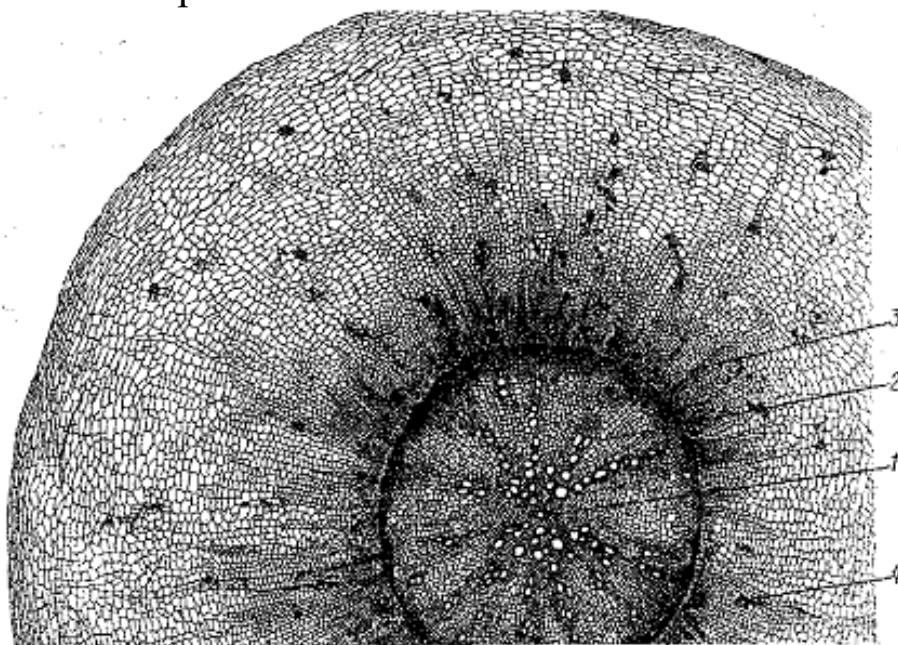


Рисунок 25. Корень моркови: 1 – первичная ксилема; 2 – вторичная ксилема; 3 – камбий; 4 – флоэма

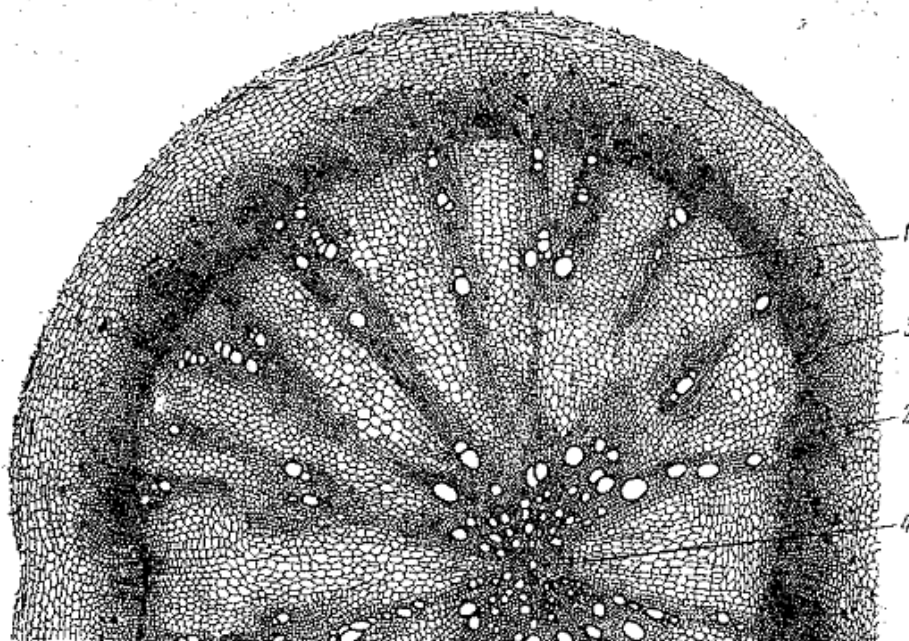


Рисунок 26. Корень редьки:
1 – вторичная ксилема; 2 – флоэма; 3 – камбий;
4 – первичная ксилема

Типы корней и корневых систем

Корневая система – это совокупность всех корней одной особи, образующая единое морфологическое и физиологическое целое. Она формируется при участии разных типов корней (рис. 27):

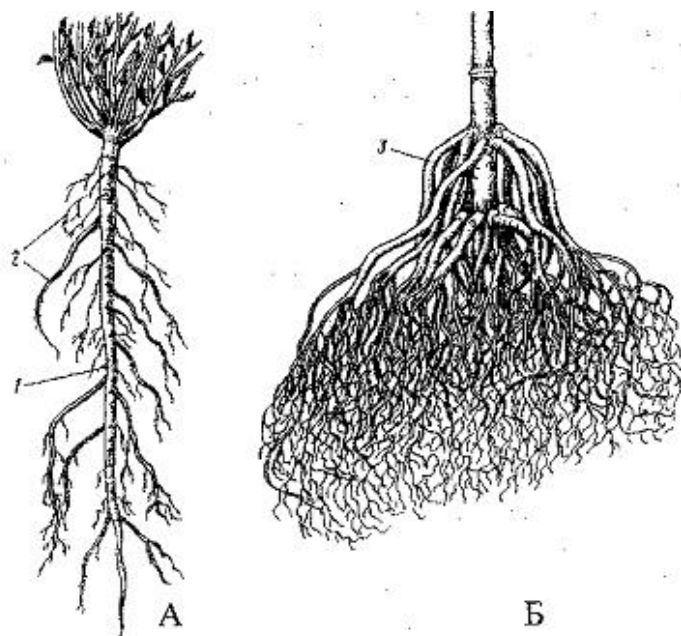


Рисунок 27. Корневые системы: А – стержневая; Б – мочковатая (1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – придаточные корни)

Главный корень всегда развивается из зародышевого корешка, а боковые корни возникают на главном корне при участии перicycle, на некотором расстоянии от зоны роста корня. Придаточные корни появляются на стебле, листьях и корнях в процессе регенерации.

Различают два основных типа корневых систем – стержневую и мочковатую (рис. 28).

Стержневая система: главный корень сильно развит и хорошо выделяется между остальными корнями. Она типична для двудольных растений;

Мочковатая система: главный корень отсутствует или незаметен между придаточными корнями. Она типична для однодольных растений.

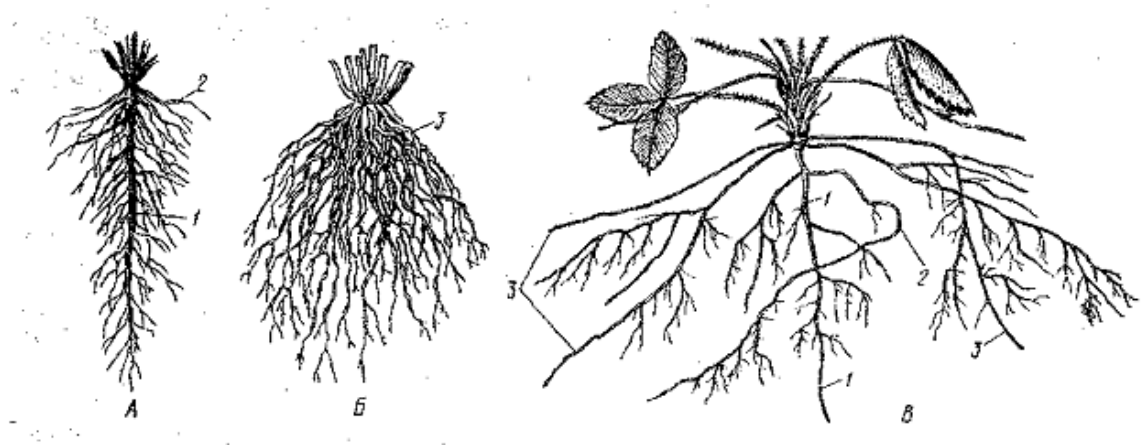


Рисунок 29. Типы корневых систем.

А – главного корня (стержневая); Б – придаточных, корней (мочковатая); В – смешанного типа у сеянца земляники (1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – придаточные корни)

По характеру расположения в почве выделяют несколько разновидностей корневых систем:

- главный и боковые корни развиваются в глубину;
- главный корень замирает, а боковые или придаточные развиваются горизонтально;
- корни развиваются в обоих направлениях.

Корни многих древесных, кустарниковых и травянистых растений часто формируют на горизонтальных ответвлениях придаточные почки, которые образуют надземные побеги (корнеотпрысковые растения – сирень, малина и др.). Растения засушливых местообитаний обладают сильно развитой стержневой системой. Верблюжья колючка имеет корень длиной до 15 м. У джужгуна песчаного главный корень уходит на 2 м, а боковые – образуют радиус до 20 метров (приспособление для удерживания на барханных песках).

По адаптации к условиям произрастания растения корневые системы делятся на несколько групп, которые принято называть метаморфозами.

Основные из них:

* Водяные (плавающие) корни. Они не так сложны по строению, как типичные грунтовые, имеют сильно развитую аэренхиму, плавают в толще воды (элодея).

* Воздушные корни. Они – придаточные по происхождению, растут от веток и способны поглощать воду водяных паров воздуха и атмосферных осадков. Развиваются у тропических растений (баньян) и у растений эпифитов (орхидеи).

* Дыхательные корни. У некоторых растений переувлажненных местообитаний придаточные корни растут из почвы вверх, что позволяет им получать кислород из воздуха.

* Ходульные корни. Эти корни развиваются у тропических растений, затопляемых океаническим приливом.

* Корнеклубни (корневые шишки) – утолщения придаточных корней, служащие для отложения питательных веществ (георгина, аконит, батат).

* Корни-присоски (прицепки). Развиваются у тропических растений для поддержания вертикального положения и получения питательных веществ от растения-опоры.

Симбиозы корней

Многие высшие растения при помощи корней вступают в симбиоз с грибами и бактериями. Симбиоз корней с грибами – микориза (грибокорень) взаимовыгоден, так как гифы гриба, внедряясь в корни, поставляют им воду и минеральные вещества, частично заменяя функцию корневых волосков, а растения дают грибам безазотистые органические вещества (рис. 29).

Различают наружную, или эктотрофную микоризу, при которой грибница окружает корень в виде плотного чехла и внутреннюю или эндотрофную, при которой грибница проникает вглубь корня. Первая разновидность типична для древесных растений, (береза, липа, дуб, осина и др.), вторая встречается чаще у травянистых.

Симбиоз с клубеньковыми бактериями усиливает азотное питание растений (рис.30). Физиологическая роль этих бактерий заключается в том, что они могут усваивать и связывать свободный азот воздуха, к чему не способны высшие растения. Клубеньковые бактерии (*Rhizobium sp.*) образуют на корнях наросты в виде клубеньков, размеры

которых колеблются от нескольких миллиметров до крупной горошины. Для каждого вида бобовых растений специфичны определённые расы клубеньковых бактерий [3].

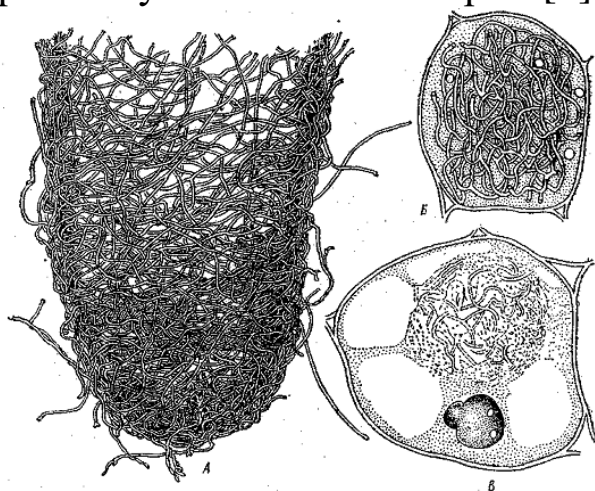


Рисунок 29. Микоризы; А –эктотрофная дуба черешчатого; Б, В – эндотрофная ятрышника пятнистого

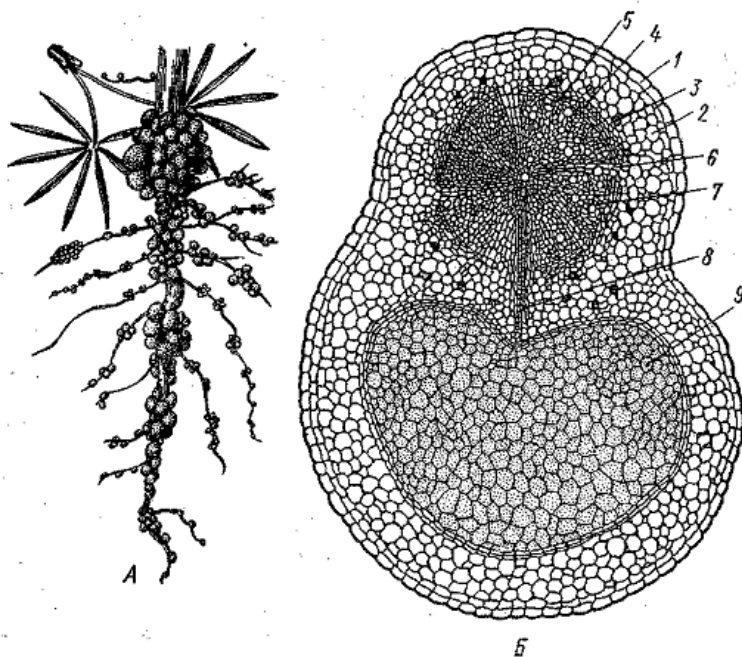


Рисунок 30. Клубеньки на корнях люпина:

А – корни люпина; Б – поперечный срез клубенька (1 – покровная ткань; 2 – кора; 3 – пучки лубяных волокон; 4 – флоэма; 5 – камбий; 6 – сердцевинный луч; 7 – ксилема; 8 – проводящий пучок; 9 – бактериоидная ткань)

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Типы корневых систем

Объекты изучения: корневые системы фасоли (*Phaseolus vulgaris*), кукурузы (*Zea mays*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть и зарисовать стержневую и мочковатую корневые системы. Отметить на рисунках главный корень, боковые и придаточные корни.

Задание 2. Зоны корня первичного строения

Объект изучения: трехдневный проросток пшеницы (*Triticum sp.*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть невооруженным глазом корень трехдневного проростка пшеницы. Затем отрезать кончик корня длиной 1 - 1,5 см и поместить в каплю воды на предметное стекло. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа. Зарисовать, на рисунке обозначить корневой чехлик, зону роста и зону всасывания.

Задание 3. Анатомическое строение корней. Первичное строение корня

Объект изучения: постоянный микропрепарат поперечного среза корня ириса (*Iris sp.*) в зоне всасывания.

Порядок выполнения задания. Рассмотреть микропрепарат при малом и большом увеличении микроскопа. Зарисовать секторальный участок первичной коры и полностью – центральный цилиндр. Обозначить на рисунке эпиблему, экзодерму, мезодерму, эндодерму с пропускными клетками, перицикл, паренхиму, сосуды ксилемы и элементы флоэмы.

Задание 4. Переход от первичного строения корня ко вторичному

Объект изучения: постоянный микропрепарат «Появление камбия в молодых корнях».

Порядок выполнения задания. Рассмотреть микропрепарат при большом увеличении микроскопа. Найти в центральном цилиндре дуги камбия между первичной флоэмой и ксилемой. Нарисовать схему, обозначить дуги камбия.

Задание 5. Вторичное строение корня

Объект изучения: постоянный микропрепарат поперечного среза корня тыквы (*Cucurbita pepo*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть микропрепарат при малом увеличении микроскопа. Найти

первичную и вторичную ксилему и флоэму, камбий и сердцевинные лучи. Нарисовать схему и сделать соответствующие обозначения.

Задание 6. Анатомическое строение корнеплодов. Строение корнеплода типа моркови

Объект изучения: поперечный срез корнеплода моркови (*Daucus carota*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть макропрепарат. Найти коровую часть, камбий, вторичную и первичную ксилему. Нарисовать схему и сделать соответствующие обозначения.

Задание 7. Строение корнеплода типа редьки

Объект изучения: поперечный срез корнеплода редьки (*Raphanus sativus*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть макропрепарат. Найти коровую часть, камбий и древесину с сердцевинными лучами из паренхимных клеток. Нарисовать схему и сделать соответствующие обозначения.

Задание 8. Строение корнеплода типа свёклы

Объект изучения: поперечный срез корнеплода свёклы (*Beta vulgaris*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть макропрепарат. Найти коровую часть с дополнительными камбиальными кольцами и проводящими пучками, формирующими третичное строение. Нарисовать схему и сделать соответствующие обозначения.

Задание 9. Клубеньки на корнях бобовых

Объекты изучения: макропрепарат корня люпина (*Lupinus polyphyllus*) и постоянный микропрепарат поперечного среза клубенька на корне люпина.

Порядок выполнения задания. Рассмотреть макро- и микропрепарат при малом увеличении микроскопа. Зарисовать внешний вид корней с клубеньками и схему поперечного среза клубенька, где отметить все ткани, проводящий пучок корня и бактериоидную ткань.

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ СТЕБЛЯ

Побегом называется стебель с листьями и почками. Настебле выделяются стеблевые узлы и междоузлия (рис. 31).

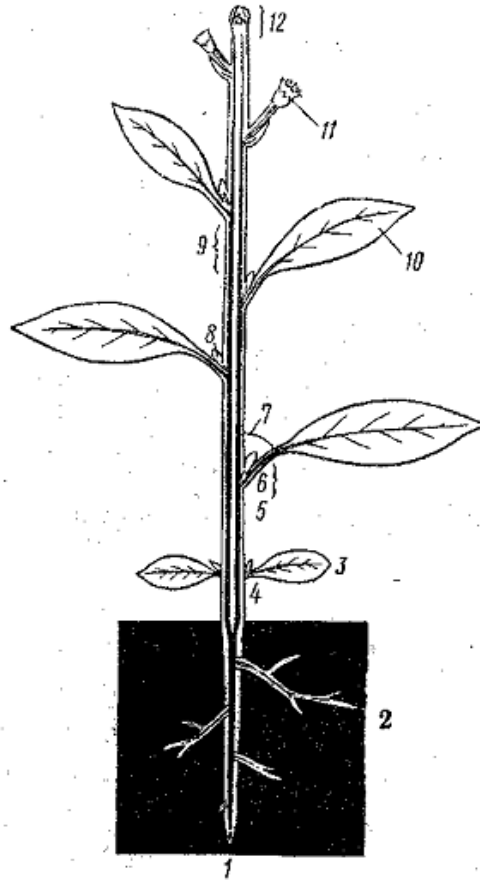


Рисунок 31. Строение двудольного растения:

- 1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – семядоли; 4 – гипокотиль;
5 – эпикотиль; 6 – узел; 7 – пазуха листа; 8 – пазушная почка;
9 – междоузлие; 10 – лист; 11 – цветок; 12 – верхушечная почка

Почка

Побег развивается из вегетативной почки, которая является зачатком побега. Из верхней части конуса нарастания образуется стебель, из первичного бугорка – лист, а из вторичного бугорка – пазушная почка. Почки различают вегетативные и вегетативно – генеративные (смешанные).

Наружные чешуи почки в результате пропитки кутином и смолоподобными веществами играют защитную физиологическую роль.

Почки располагаются на стебле по-разному и отличаются физиологическими особенностями. Различают

верхушечные, или апикальные, и боковые, или пазушные почки. Боковые почки на следующий год после их формирования образуют новый побег. Такие почки активные. Некоторые почки не распускаются в течение многих лет, они ежегодно нарастают, образуя в толще ствола скрытую ветку. Эти почки называются спящими. Спящие почки приходят в деятельное состояние при удалении вышерасположенной части стебля, а также при снижении жизнедеятельности почек возобновления – покоящихся почек, образующихся на тех органах, которые не отмирают на зиму, т.е. на корневищах, у основания стеблей и т.п. Кроме спящих почек часто развиваются придаточные. Они могут формироваться на всех частях и органах растения. Благодаря деятельности придаточных почек на корнях многих растений образуются корневые отпрыски, а у основания стеблей – пнёвая поросль.

Побег

Побеги бывают нормальные (типические) и видоизменённые (метаморфизированные). Нормальные делятся в зависимости от длины междоузлия на удлинённые и укороченные (рис. 32).

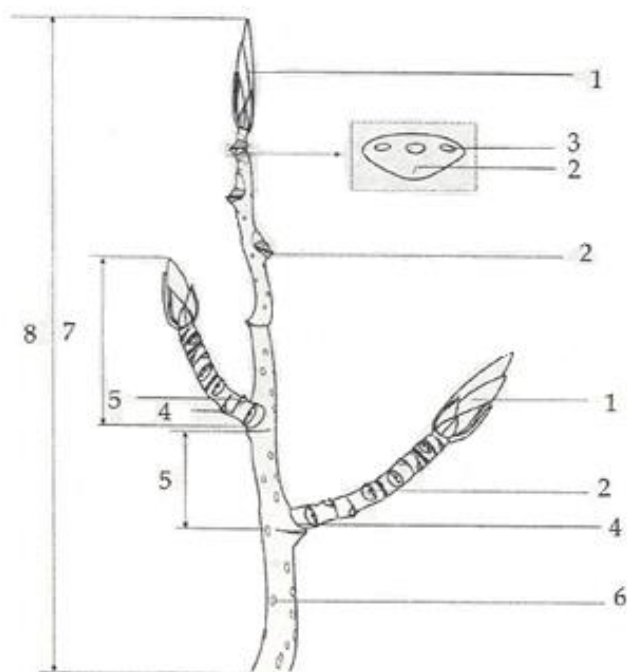


Рисунок 32. Многолетний побег тополя: 1 – терминальная почка, 2 – листовый рубец, 3 – листовый след, 4 – узел, 5 – междоузлие, 6 – чечевичка, 7 – укороченный побег, 8 – удлиненный побег

По направлению роста побеги различают прямостоячие (ортотропные), восходящие (анизотропные), лежачие (плагиотропные), ползучие, цепляющиеся и вьющиеся (рис. 33). Для большинства побегов характерен положительный гелиотропизм (*gelios*— солнце) — направленность роста к солнцу.

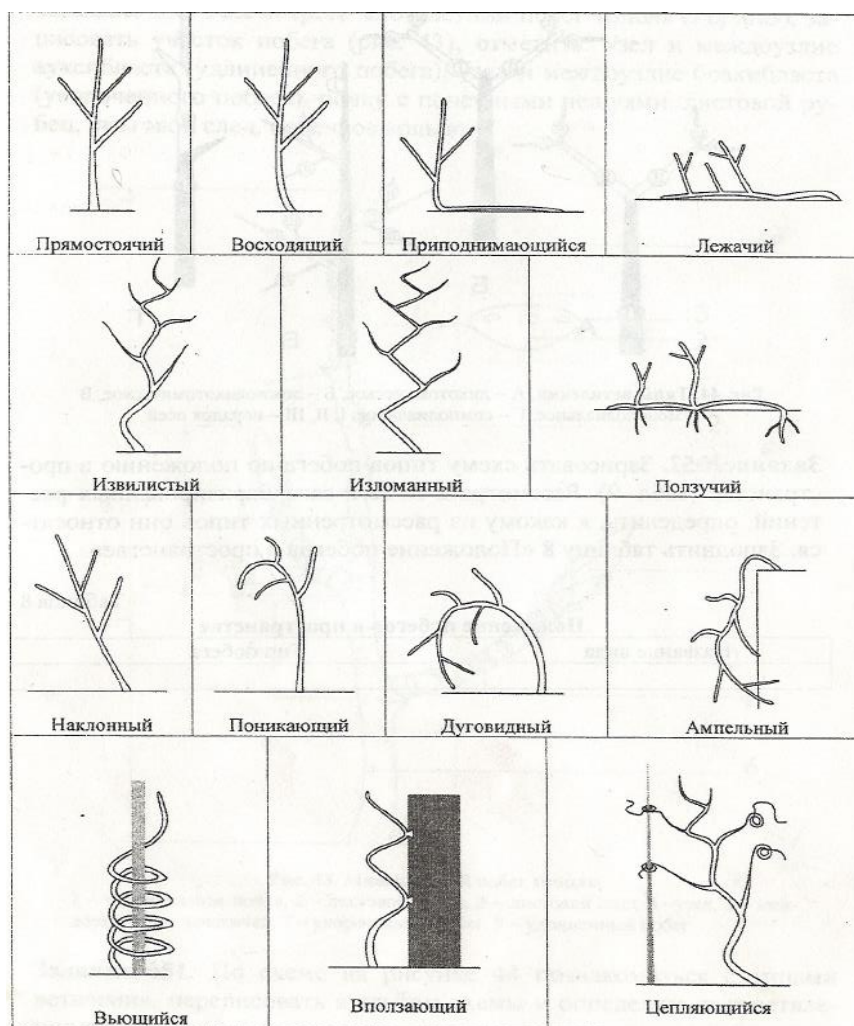


Рисунок 33. Классификация побега по положению в пространстве

Побег (стебель) обладает способностью ветвиться. Определенным группам растений присущ свой тип ветвления (рис. 34).

При дихотомическом ветвлении точка роста раздваивается, от верхушки оси 1-го порядка отходят 2 оси 2-го порядка, которые тоже раздваиваются и т.д. При моноподиальном ветвлении главный стебель развивается из

зародыша семени и сохраняет точку роста. Главная ось – моноподий (*monos*– один) – имеет неограниченный рост. При симподиальном ветвлении точка роста главной оси растения рано перестает функционировать. Продолжает главную ось боковая ветвь (ось 2-го порядка), ее конус нарастания тоже ограничен в росте. Затем развивается боковая ось 3-го порядка и т.д.

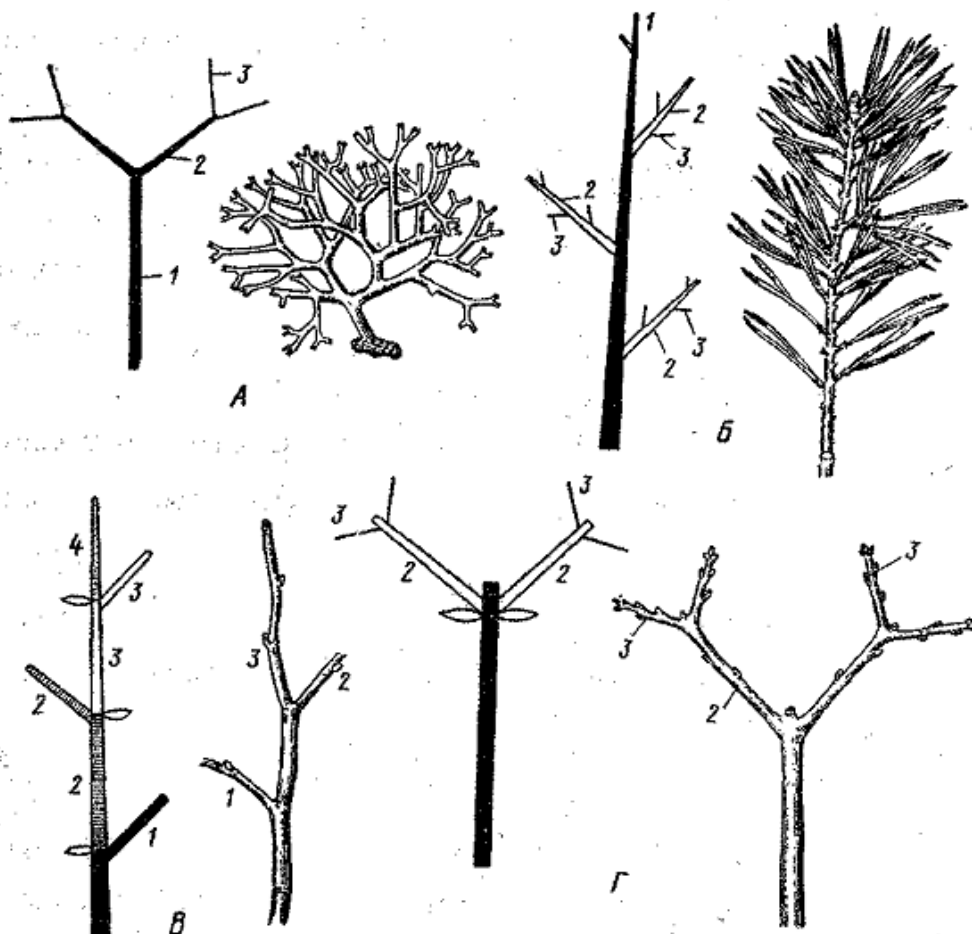


Рисунок 34. Ветвление:

А – дихотомическое; Б – моноподиальное;
 В – симподиальное; Г – ложнодихотомическое
 (1,2,3 – осипервого и последующих порядков)

Ложнодихотомическое ветвление – это вариант симподиального. После отмирания конуса нарастания главной оси одновременно развиваются не одна, а две пазушные почки. Эволюционно древним является дихотомическое ветвление (водоросли, споровые растения), а

эволюционно молодым – симподиальное, характерное для большинства травянистых растений.

Особый способ ветвления имеют злаки. Ветвление их происходит у поверхности почвы, формируя узел (зона) кущения. Различают плотнокустовые злаки, у них разветвления растут вертикально и, рыхлокустовые злаки, их разветвления растут горизонтально или под углом, потом погибают вверх. У корневищных злаков корневище растет горизонтально (рис. 35).

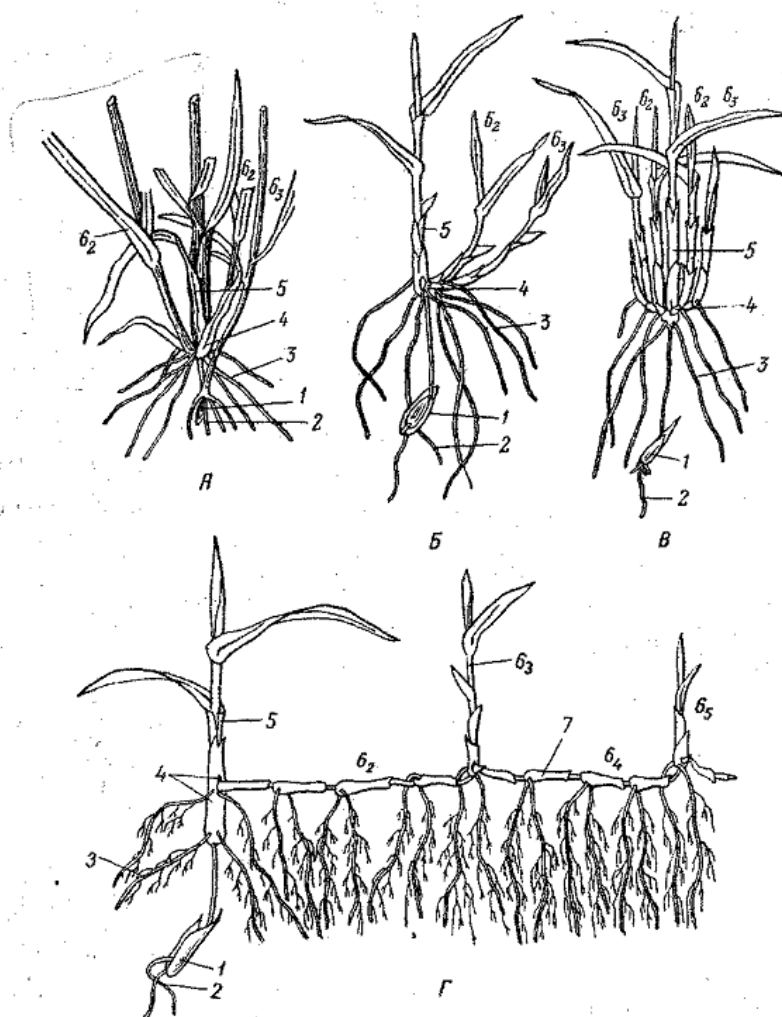


Рисунок 35. Кущение злаков:

А – рыхлокустового – ежи сборной; Б – рыхлокустового – мятлика однолетнего; В – плотнокустового – щучки дернистой; Г – корневищного – пырея ползучего (1 – зерновка; 2 – зародышевый корень; 3 – придаточные корни; 4 – узел кущения; 5 – главный побег (ось 1-го порядка); 6₂ 6₃, 6₄, 6₅ – боковые побеги 2-го и последующих порядков; 7 – корневище)

Стебель (часть побега) цветковых растений отличается большим разнообразием по форме поперечного сечения. У большинства растений стебель на поперечном сечении имеет форму окружности, т.е. представляет из себя цилиндр; различают стебли ребристые, трёхгранные, четырёхгранные, крылатые и т.д. У древесных растений стебли чаще бывают цилиндрическими, для злаков типична соломина – полый внутри цилиндрический стебель (рис. 36).



Рисунок 36. Поперечное сечение стебля

Метаморфозы побега

Одновременно со сменой основной функции побега могут меняться его облик и характер роста. Метаморфозам могут подвергаться части побега (листья, стебель) и весь побег, а иногда и почки (рис. 37).

Различают подземные метаморфозы: корневища, клубни картофеля и надземные: стеблевые клубни, луковицы, усики, филлоклады.

Кочан капусты – это метаморфизированная почка, окруженная мясистыми, тоже метаморфизированными листьями.

Смена интенсивности роста междоузлий дает укороченные и удлиненные побеги. Примером укороченных междоузлий являются розеточные растения.

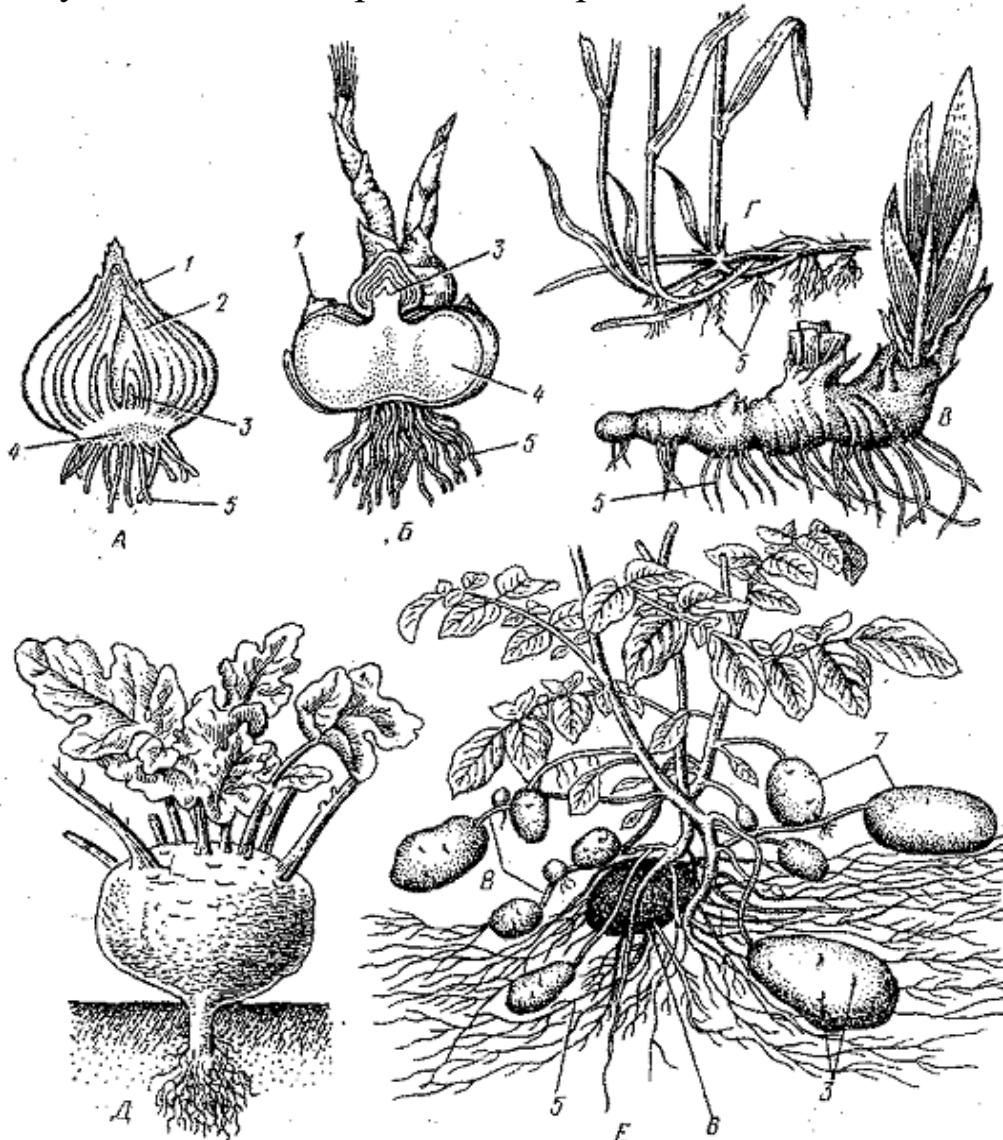


Рисунок 37. Видоизменения побега:

А – луковица лука; Б – клубнелуковица шафрана;
 В – корневище касатика; Г – корневище пырея; Д – надземный
 стеблевой клубень кольраби; Е – подземные клубни картофеля
 (1 – сухие чешуйки; 2 – сочные чешуйки; 3 – почка; 4 – донце;
 5 – придаточные корни; 6 – материнский клубень; 7 – молодые клубни;
 8 – столоны)

Анатомическое строение стеблей

Стебель – это основная структурная часть побега. Его главные функции – опорная и проводящая, он связывает основные органы питания – корень и лист.

Стебель однодольных характеризуется рассеянным («беспорядочным») расположением коллатеральных закрытых проводящих пучков по всей внутренней толще. Все ткани образованы первичными меристемами, камбий отсутствует. Первичная кора большей частью не выражена. Снаружи стебель (на примере кукурузы) покрыт эпидермой, под нею в виде цилиндра (кольцо на поперечном срезе) располагается склеренхима. Основная часть стебля занята запасящей паренхимой, в которой находятся проводящие пучки (рис. 38).

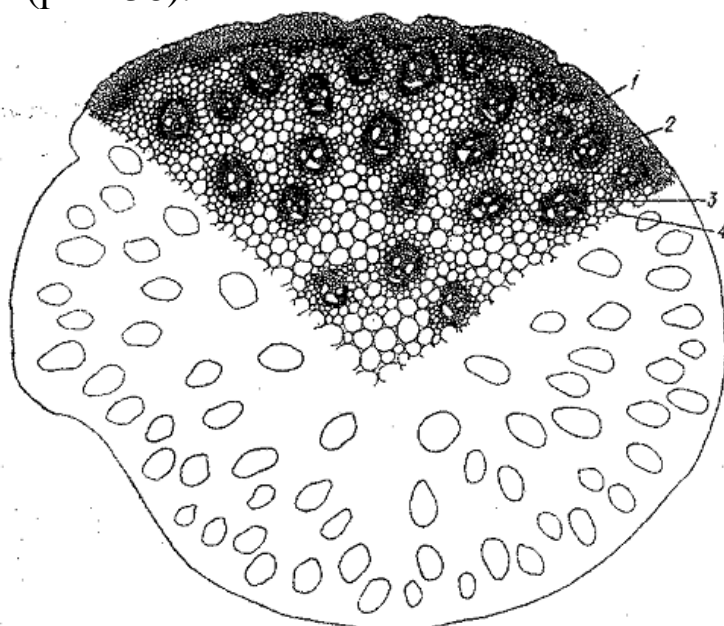


Рисунок 38. Стебель кукурузы: 1 – эпидерма; 2 – механическая ткань; 3 – закрытые сосудисто-волокнистые пучки; 4 – паренхима центрального цилиндра

Соломина злаков имеет сходное строение, но в ней хорошо выражена полость (рис. 39).

Стебель двудольных растений образуется за счет деятельности первичных и вторичных меристем, бывает пучкового и непучкового строения. При пучковом строении проводящие пучки располагаются по кольцу, на более или менее одинаковом расстоянии от оси стебля; тип пучка – коллатеральный открытый, у некоторых растений – биколлатеральный. При непучковом строении в объемном изображении флоэма и ксилема образуют цилиндры,

разделенные камбием, а на поперечном срезе – кольцевые участки (рис. 40).

Более подробно строение стебля двудольного травянистого растения можно рассмотреть на примере подсолнечника однолетнего (рис. 41). В стебле выделяются кора и центральный цилиндр. Снаружи стебель покрыт эпидермой, под которой (на поперечном сечении кольца) находится колленхима в виде цилиндра. Большая часть коры состоит из запасящей паренхимы, внутренний слой коры представлен эндодермой, которую можно рассматривать как крахмалоносное влагалище. Центральный цилиндр снаружи окружен перициклом, клетки которого частично представлены перициклической склеренхимой. В центральном цилиндре расположены коллатеральные открытые проводящие пучки с камбием между флоэмой и ксилемой. В центре стебля – сердцевина, представленная запасящей паренхимой. Иногда сердцевина частично разрушается, при этом образуется внутренняя полость. При вторичных изменениях в стебле подсолнечника клетки паренхимы сердцевинных лучей способны превращаться в камбий, при этом образуются дополнительные проводящие пучки.

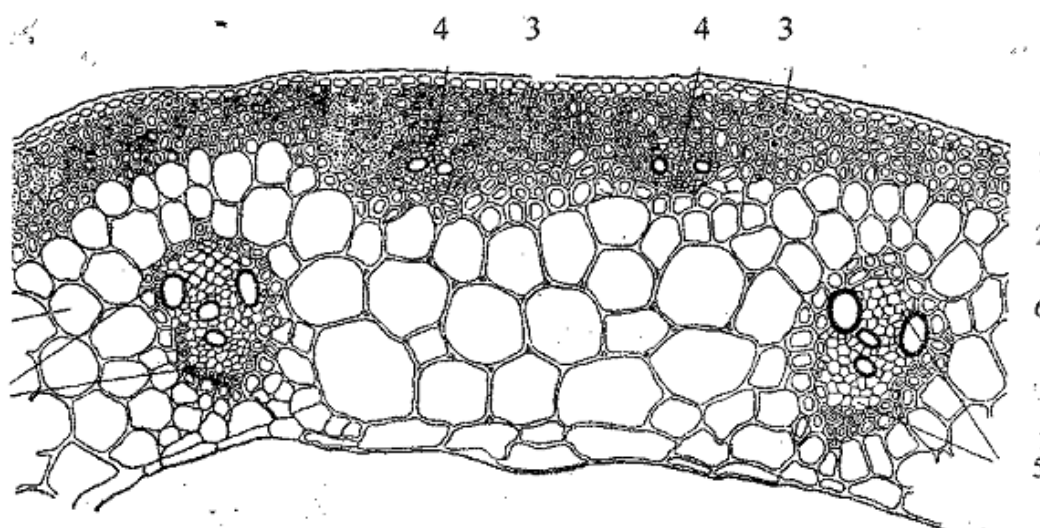


Рисунок 39. Стебель (соломина) ржи:

1 –эпидерма; 2 –механическая ткань; 3 – хлорофиллоносная паренхима; 4, 5 –закрытые проводящие пучки;6 –основная паренхима

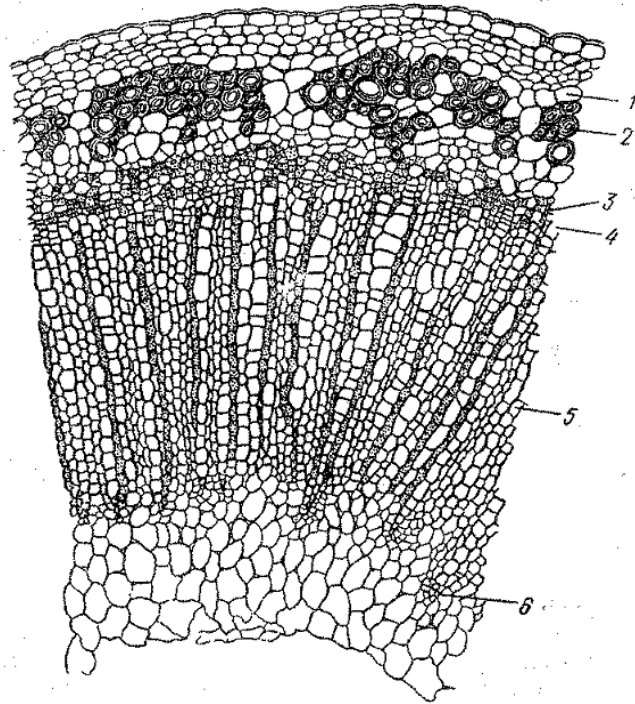


Рисунок 40. Стебель льна:

1 – крахмалоносное влагалище; 2 – лубяные волокна;
3 – флоэма; 4 – камбий; 5 – вторичная ксилема; 6 – первичная ксилема

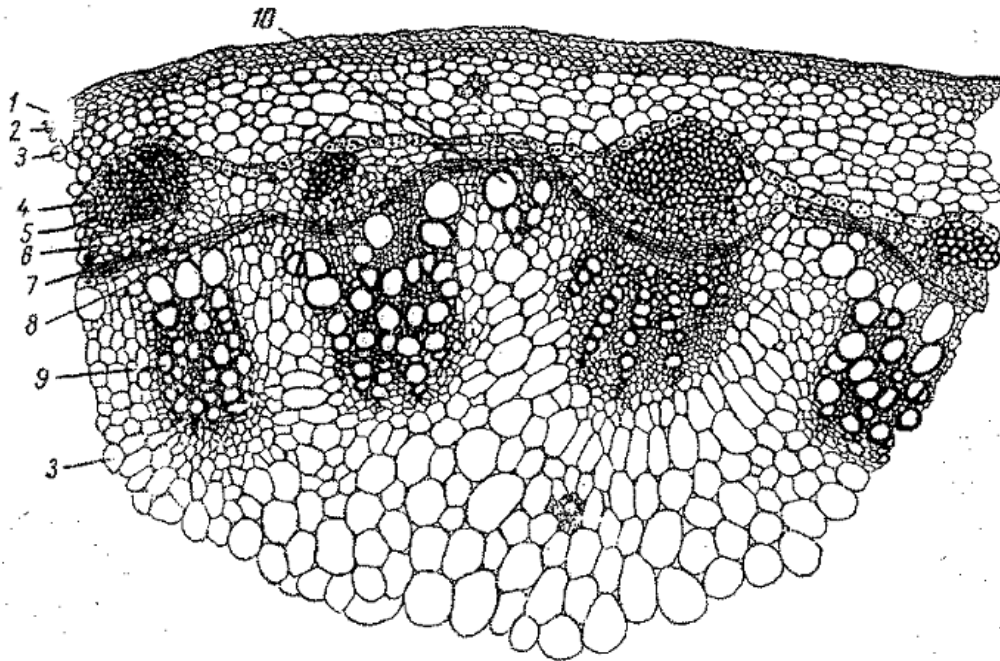


Рисунок 41. Стебель подсолнечника:

1 – эпидерма; 2 – колленхима; 3 – паренхима первичной коры;
4 – крахмалоносное влагалище; 5 – склеренхима перициклического происхождения; 6 – флоэма; 7 – пучковый камбий; 8 – межпучковый камбий; 9 – ксилема; 10 – проводящий пучок из межпучкового камбия

Анатомия стебля древесных растений

У древесных, кустарниковых двудольных растений, а также у хвойных вторичные утолщения могут продолжаться многие годы.

Стебель состоит из коры, древесины (ксилемы) и сердцевины. Кора представлена собственно корой и флоэмой. Собственно кора, в свою очередь, состоит из перидермы и остатков первичной коры (в старых стеблях даже ранее образовавшейся флоэмы) и выполняет защитную функцию; флоэма обеспечивает нисходящий ток веществ.

Большую часть стебля занимает древесина (ксилема). В ней заметны годичные кольца. В ксилеме многих растений выделяются два участка: внешний светлый – заболонь и внутренний темный – ядро. Древесина пронизана в радиальном направлении сердцевинными лучами. В центре стебля находится сердцевина.

В первый год жизни стебель покрыт эпидермой, под нею – ткани первичной коры: колленхима, паренхима и эндодерма. Основную часть стебля занимает центральный цилиндр, представленный флоэмой и ксилемой, между которыми находится их образующая ткань – камбий. В центре стебля расположена сердцевина [3].

Но уже в середине лета, или на следующий год (иногда позже) из тканей первичной коры (реже эпидермы) возникает пробковый камбий феллоген. Феллоген образует перидерму, эпидерма при этом отмирает, слущивается и заменяется пробкой. За счет деятельности камбия увеличивается объём флоэмы и особенно ксилемы. В ксилеме формируется годичное кольцо. В последующие годы меристемы опять образуют ткани перидермы, флоэмы и ксилемы, в которой выделяются годичные кольца. Сердцевина остается без изменений или разрушается (рис. 42). Пробковый камбий со временем закладывается многократно, образуя на периферии стебля комплекс отмерших тканей коры и флоэмы – корку.

У хвойных древесина состоит только из трахеид и небольшого количества древесинной паренхимы. Осенние трахеиды имеют очень толстые стенки и маленькую полость.

Древесина и луб хвойных растений пронизаны смоляными ходами (рис. 43).

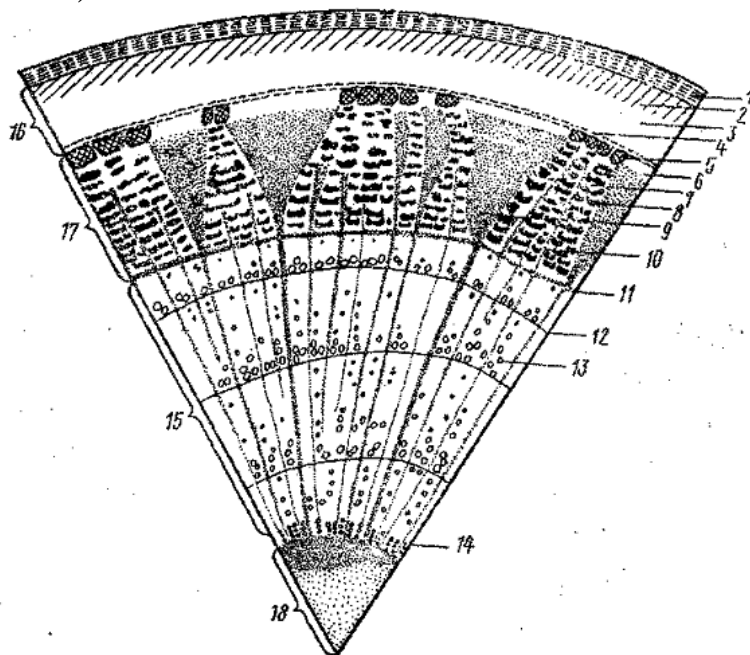


Рисунок 42. Многолетний стебель липы:

1 – перидерма; 2 – колленхима; 3 – паренхима первичной коры; 4 – эндодерма; 5 – склеренхима перициклического происхождения; 6 – паренхима перициклического происхождения; 7 – мягкий луб; 8 – твердый луб; 9 – первичный сердцевинный луч; 10 – вторичный сердцевинный луч; 11 – камбий; 12 – граница годичного кольца древесины; 13 – сосуды; 14 – первичная древесина; 15 – вторичная древесина; 16 – первичная кора; 17 – вторичная кора; 18 – сердцевина

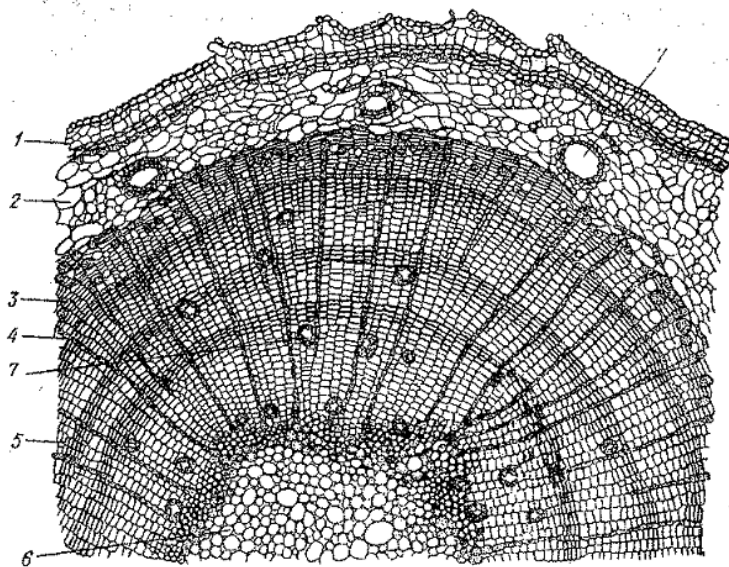


Рисунок 43. Многолетний стебель сосны: 1 – перидерма; 2 – первичная кора; 3 – флоэма; 4 – камбий; 5 – ксилема; 6 – сердцевина; 7 – смоляной ход

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Морфологические особенности различных стеблей

Объекты изучения: гербарий побегов вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis*), горца птичьего (*Polygonum aviculare*), земляники лесной (*Fragaria vesca*); стебли пшеницы (*Triticum sp.*), осоки (*Carex sp.*), пустырника (*Leonurus sp.*), чины лесной (*Lathyrus pratensis*), укропа (*Anethum graveolens*).

Порядок выполнения задания. Изучить по гербарии различные виды стеблей по направлению роста и по форме поперечного сечения. Зарисовать.

Задание 2. Метаморфозы побегов

Объекты изучения: гербарий купены лекарственной (*Polygonatum officinale*), гледичии (*Gleditschia sp.*) и винограда (*Vitis sp.*); клубни картофеля (*Solanum tuberosum*), луковички лука репчатого (*Allium cepa*); надземный клубень капусты кольраби (*Brassica oleracea, var. gonguloides*), кочан капусты (*Brassica oleracea*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарий побегов гледичии и винограда. Обратит внимание на размещение колючки и усика по отношению к листу: в пазухе листа или ниже его. Зарисовать.

Рассмотреть гербарий корневища купены лекарственной. Найти узлы, междоузлия, листовые рубцы, верхушечные и пазушные почки. Зарисовать и сделать соответствующие обозначения на рисунке.

Рассмотреть клубень картофеля. Найти глазки, обратит внимание на последовательность их размещения. Зарисовать.

Рассмотреть луковичку лука репчатого. Разрезать ее вдоль. Найти донце, корни, почку, мясистые чешуи.

Рассмотреть надземный клубень капусты кольраби. Зарисовать, отметить листья и листовые следы.

Рассмотреть разрезанный вдоль кочан капусты. Найти утолщенный стебель («кочерыжку»), мясистые листья. Отметить, что кочан – видоизменение зачаточного побега – почки. Зарисовать.

Задание 3. Строение узлов кущения злаков

Объекты изучения: гербарий мятлика лугового (*Poa pratensis*), ржи посевной (*Secale cereale*), щучки дернистой (*Deschampsia caespitosa*), белоуса торчащего (*Nardus stricta*), пырея ползучего (*Elytrigia repens*).

Порядок выполнения задания. Изучить строение узла кущения рыхлокустового злака. Зарисовать. Отметить на рисунке придаточные корни, узел кущения, побеги 1-го и последующих порядков.

Изучить строение узла кущения плотнокустового злака. Зарисовать. Отметить на рисунке придаточные корни, главный побег, боковые побеги.

Изучить строение корневищного злака. Зарисовать. Отметить на рисунке корневище, придаточные корни, главный побег, боковые побеги.

Задание 4. Анатомическое строение стеблей двудольных травянистых растений

Объекты изучения: постоянные микропрепараты поперечных срезов стеблей кирказона (*Aristolochia sp.*), льна (*Linum usitatissimum*).

Порядок выполнения задания. Изучить на постоянном микропрепарате стебель кирказона как пример пучкового типа строения. Зарисовать секторальный фрагмент. Отметить на рисунке эпидерму, первичную кору, перицикл, открытые коллатеральные пучки, сердцевину и сердцевинные лучи.

Изучить постоянный микропрепарат «Поперечный срез стебля льна» как пример непучкового типа строения. Зарисовать секторальный фрагмент. Отметить лубяные волокна, флоэму, камбий, ксилему и сердцевину.

Задание 5. Анатомическое строение стебля древесного растения

Объект изучения: постоянный микропрепарат поперечного среза 3 - 5-летней ветки липы мелколистной (*Tilia cordata*).

Порядок выполнения задания. Изучить микропрепарат. Найти первичные и вторичные сердцевинные лучи, лубяные волокна. В древесине найти годовые кольца и определить возраст ветки. Зарисовать схему строения.

Задание 6. Строение многолетнего стебля хвойного растения

Объект изучения: поперечный срез стебля сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

Порядок выполнения задания. Изучить строение стебля. Найти на микропрепарате первичную кору, вторичную кору, камбий, древесину. Зарисовать фрагмент вторичной коры со смоляными ходами. Определить по годичным кольцам возраст стебля.

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ЛИСТА

Лист – боковой (плагиотропный) вегетативный орган с ограниченным ростом, нарастающим не верхушкой, а основанием, т.е. интеркалярно.

В типичных случаях основными физиологическими функциями листа являются фотосинтез, транспирация и газообмен. Листья могут быть органами запасаания питательных веществ, могут выполнять защитную функцию и служить для вегетативного размножения.

Главная часть листа – листовая пластинка (рис. 44). Функции других его частей менее определены, поэтому у многих групп растений могут отсутствовать одни части и присутствовать другие (прилистники, раструб, черешок).

Из всех вегетативных органов растения лист наиболее разнообразен по форме, величине, окраске, продолжительности жизни, именно его метаморфозы создают красоту и неповторимость мира растений.

Листья образуются только на стеблях. Они закладываются в точке роста или конусе нарастания растений, в виде небольших бугорков, из которых потом формируются все части листа: прилистники, черешок, листовая пластинка.

На растении различают три категории листьев: низовые, срединные и верхушечные. Типичными для растения считаются срединные листья. К низовым относятся различные видоизмененные листья: чешуйки на корневищах, защитные чешуйки на почках, чешуи на луковицах, семядоли.

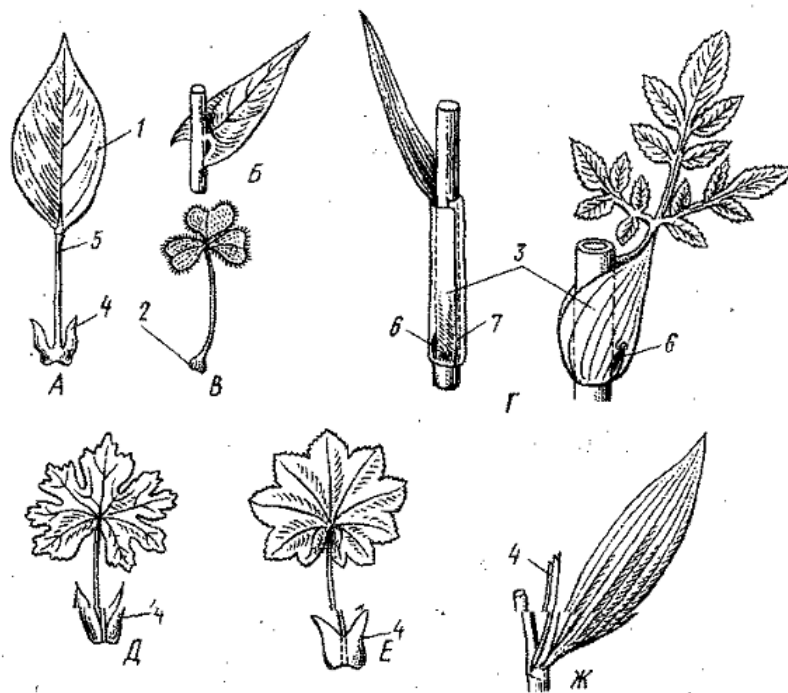


Рисунок 44. Лист и его части: А – черешковый; Б – сидячий; В – с подушечкой в основании; Г – с влагалищем; Д – со свободными прилистниками; Е – с прирастающими к черешку прилистниками; Ж – с пазушными срастающимися прилистниками (1 – пластинка; 2 – основание; 3 – влагалище; 4 – прилистники; 5 – черешок; 6 – пазушная почка; 7 – интеркалярная меристема)

На корневищах чешуйки обычно бурого цвета. Это рудиментарные листья, основное значение их утеряно. Подобные чешуйки встречаются у всех корневищных растений (пырей, купена, ландыш).

Почки имеют большое количество чешуек. Одни из них – внутренние – это недоразвитые настоящие листья, другие – кроющие – обычно расположены плотно, содержат смолистые вещества. При распускании почек они сбрасываются (тополь, осина, липа).

В луковицах на донце (видоизмененный стебель) находятся мясистые чешуи. В этих видоизмененных листьях накапливаются запасные питательные вещества (лук, чеснок, лилия).

Семядоли – первичные листочки зародыша. Они могут быть вместилищами запасных веществ (бобы, горох, фасоль), а могут стать и первыми настоящими листьями (тыква,

подсолнечник, фасоль). У злаков щиток зерновки превращается во всасывающий орган.

Верхушечные листья находятся на верхней части стеблей. Они могут отличаться от типичных листьев размерами, формой и окраской. К ним относятся прицветники и прицветники.

К срединным листьям относятся все обычные листья, слагающие основную массу кроны. Они имеют, как правило, зелёную окраску и состоят из листовой пластинки, черешка и прилистников. Черешок может отсутствовать, в этом случае по типу прикрепления листа к стеблю лист называют сидячим, в противоположность черешковым. Иногда нижняя часть листа расширена и охватывает стебель, образуя влагалище; такой лист по типу прикрепления называют влагалищным. У основания черешка часто встречаются прилистники (розоцветные, бобовые). Прилистники могут срастаться, формируя раструб – короткую трубку.

Различают листья простые и сложные. Пластинки простых листьев бывают цельными и вырезными (расчленёнными). Цельные листья могут иметь разнообразную форму: округлую, яйцевидную, обратнояйцевидную, почковидную, линейную, ланцетную и др. (рис. 45, 46).

Важный диагностический признак – характер края листовой пластинки, он может быть цельным, зубчатым, городчатым, пильчатым, выемчатым, двоякопильчатым, реснитчатым (рис. 47).

Вырезные листья различают по форме и степени расчленения. По форме расчленения различают перистые, пальчатые и тройчатые. Перистыми называют листья, у которых части вырезного листа расположены подобно частям птичьего пера – вдоль главной жилки. У пальчатых листьев расчленения расположены радиально в количестве четырех и более. У тройчатых листьев расчленения расположены так же, но их число равно трем.

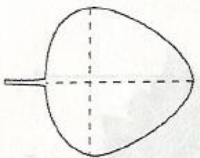
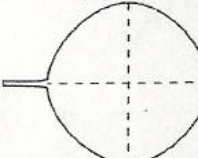
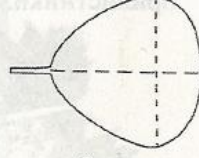
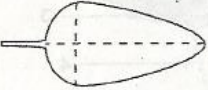
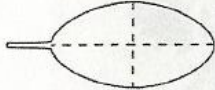

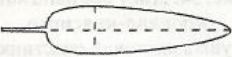
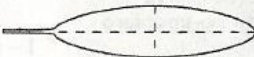

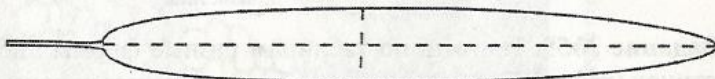
		Самая широкая часть пластинки находится:		
		ближе к основанию	посередине	ближе к вершине
Длина пластинки превышает ширину	незначительно или равна ей	 широкояйцевидный	 округлый	 обратно широкояйцевидный
	в 1,5-2 раза	 яйцевидный	 овальный	 обратно яйцевидный
	в 3-4 раза	 ланцетный	 продолговатый	 обратно ланцетный
	в 5 и более раз	 линейный		

Рисунок 45. Формы листовой пластинки по соотношению длины и ширины и расположению наиболее широкой части листовой пластинки

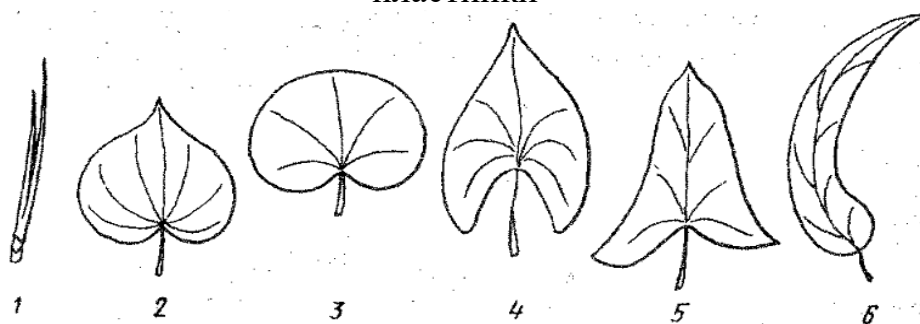


Рисунок 46. Особые формы пластинок листьев:
1 – игольчатая; 2 – сердцевидная; 3 – почковидная;
4 – стреловидная; 5 – копьевидная; 6 – серповидная

По степени расчленения различают лопастные, отдельные и рассечённые листья. У лопастных глубина расчленения не более $\frac{1}{4}$ пластинки, у отдельных – более $\frac{1}{3}$ пластинки, но не доходит до главной жилки, у рассечённых листьев пластинка рассечена до главной жилки. Части вырезных листьев называются соответственно лопастями, долями и сегментами. Общее название листа даётся по форме и степени расчленения. Например, перистолопастной,

перистораздельный, перисторассечённый, пальчато-лопастной, тройчатораздельный и т.п. Сегменты рассечённых листьев могут быть не цельными: например, дваждыперисторассечённый лист с перистораздельными сегментами (рис. 48).

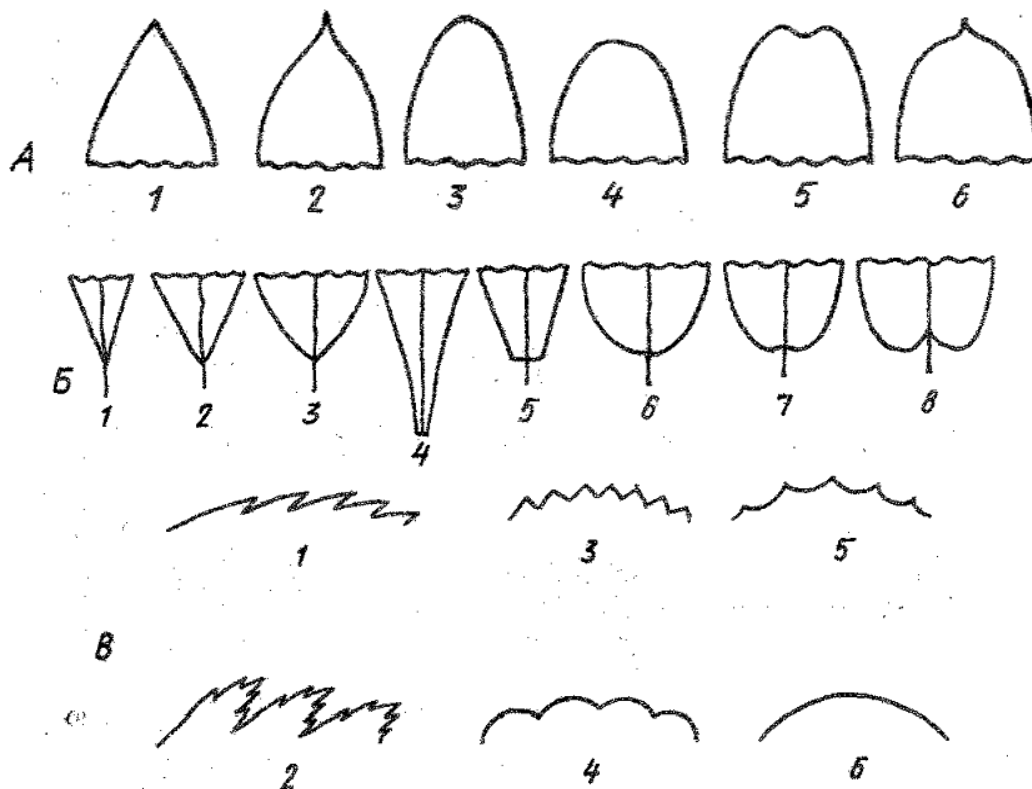


Рисунок. 47. Основные типы оснований, верхушек и края листовых пластинок.

А – верхушки: 1 – острая; 2 – оттянутая; 3 – туповатая; 4 – округлая; 5 – выемчатая; 6 – с остроконечием;

Б – основания: 1 – узкоклиновидное; 2 – клиновидное; 3 – ширококлиновидное; 4 – низбегающее; 5 – усечённое; 6 – округлое; 7 – выемчатое; 8 – сердцевидное;

В – край листа: 1 – пильчатый; 2 – двоякопильчатый; 3 – зубчатый; 4 – городчатый; 5 – выемчатый; 6 – цельный

Перистые листья, у которых верхушечное расчленение (лопасть, доля, сегмент) крупнее прочих и округлое, называют лировидными: лировиднолопастной, лировиднораздельный и лировиднорассечённый. Если верхушечная лопасть (доля, сегмент) тоже крупнее прочих, но заострена, листья называются соответственно

струговиднолопастными, струговиднораздельными и струговиднорассечёнными.

Сложные листья состоят из отдельных листочков, имеющих собственные небольшие черешки, которые отходят от общего черешка – рахиса. Сложные листья по аналогии простыми могут быть тройчатосложными, пальчатосложными и перистосложными, которые подразделяются на парноперистосложные и непарноперистосложные (рис. 49)


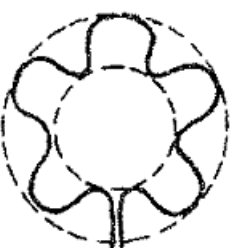


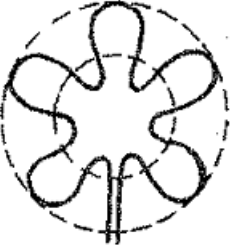
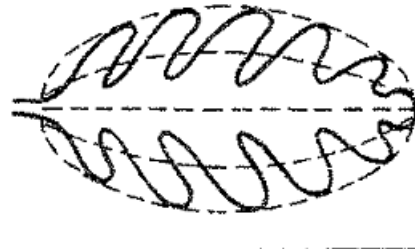

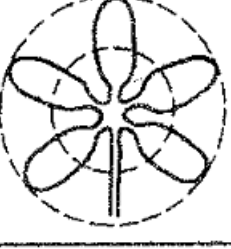
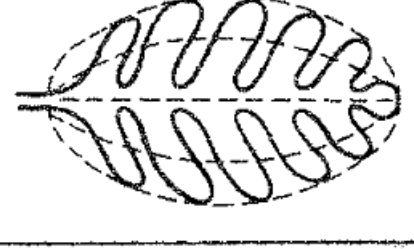
		Тройчато- (трех-)	Пальчато-	Перисто-
Простые листья	Лопастный (расчлененный менее чем до половины ширины полуластинки)			
	Раздельный (расчлененный глубже половины ширины полуластинки)			
	Рассеченный до срединной жилки)			

Рисунок 48. Типы расчленения пластинки простого листа

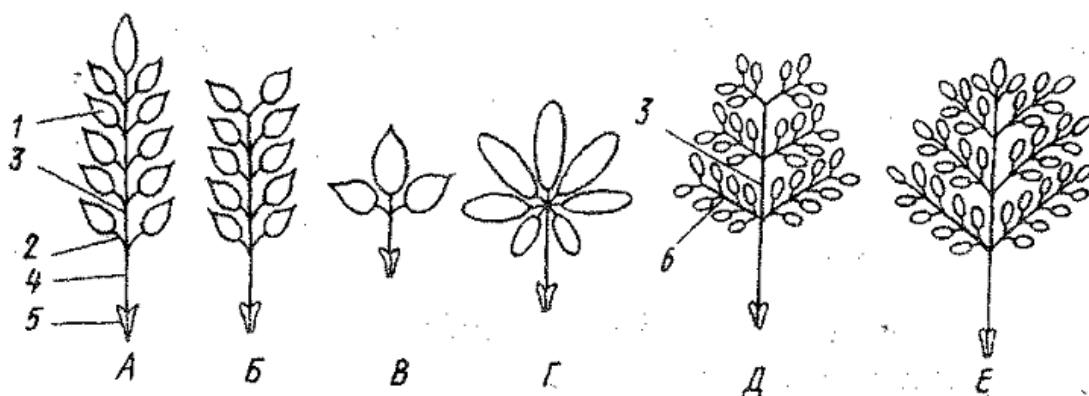


Рисунок 49. Сложные листья. А – непарноперистосложный;
 Б – парноперистосложный; В – тройчатосложный;
 Г – пальчатосложный; Д – дваждыперистосложный;
 Е – дваждынепарноперистосложный:
 1 – листочек; 2 – черешочек; 3 – рахис; 4 – черешок;
 5 – прилистники; 6 – рахис первого порядка

Пластинки листьев различаются жилкованием, характер которого специфичен для разных видов растений. Для однодольных растений типично параллельное и дуговидное жилкование, у двудольных разнообразие больше: перисто-краебежное, перисто-сетчатое, перисто-петлевидное и перисто-дуговидное.

Листорасположение

Листорасположение на стеблях растений может быть различным. Часто отмечается очередное (спиральное) листорасположение. Оно свойственно березе, иве, тополю и многим травянистым растениям. При очередном листорасположении листья на узлах размещены по одному и, если от листа к листу протянуть по стеблю нить, то получится спираль, в которой через 1 или несколько поворотов один лист приходится над другим. Прямая линия, соединяющая листья, называется ортостихой. Участок спирали между двумя листьями на 1-ой ортостихе называется листовым циклом. Число листьев и витков в 1-ом цикле постоянны для каждого вида растения. Листовой цикл выражается дробью, в числителе которой число оборотов спирали, в знаменателе – число листьев в нем. Дробь $1/2$ характерна для злаков, где листовым циклом представлен 1-им оборотом, составленным из 2-ух листьев. Во многих случаях

листья располагаются попарно, друг против друга. Такое листорасположение называется супротивным (мята, шалфей, гвоздика). Иногда из одного узла отходят несколько листьев (3 и более) – мутовчатое листорасположение (вороний глаз, ветреница и др.).

Гетерофиллия

Срединные листья на одном и том же растении иногда различаются между собой. Данное явление называется гетерофиллией. Особенно резко выражена гетерофиллия у растений, обитающих в водной среде. Обычно листья, погружённые в воду, имеют очень сильно рассечённые пластинки, в то время как у листьев, плавающих или растущих над водой, пластинки цельные (стрелолист, рдест и др.).

Метаморфозы листьев

Видоизменения, или метаморфозы листьев – явление частое. Листья видоизменяются в усики (горох, чина), колючки (кактус, крыжовник), филлодии (австралийская акация), чешуйки (иглица) и т.д. Разнообразные прицветники и присоцветники – это тоже видоизменённые листья, они обычно отличаются формой и размерами от типичных срединных листьев, а часто и окраской.

Листья насекомоядных растений

Насекомоядные растения питаются одновременно и за счет фотосинтеза, и за счет готовых органических веществ, получаемых из тела насекомых, которые в листьях-ловушках под влиянием ферментов расщепляются до усвояемых элементов питания (рис. 50).

Продолжительность жизни листьев, произрастающих в районах холодного и умеренного климата, равна 1 вегетационному периоду, и только у хвойных деревьев листья живут от 2 до 12 лет, у вечнозеленых растений тропиков – от 1 года до 17 лет.

Величина листьев растений различна и колеблется в пределах от нескольких сантиметров до 15 - 20 метров (у тропических пальм).

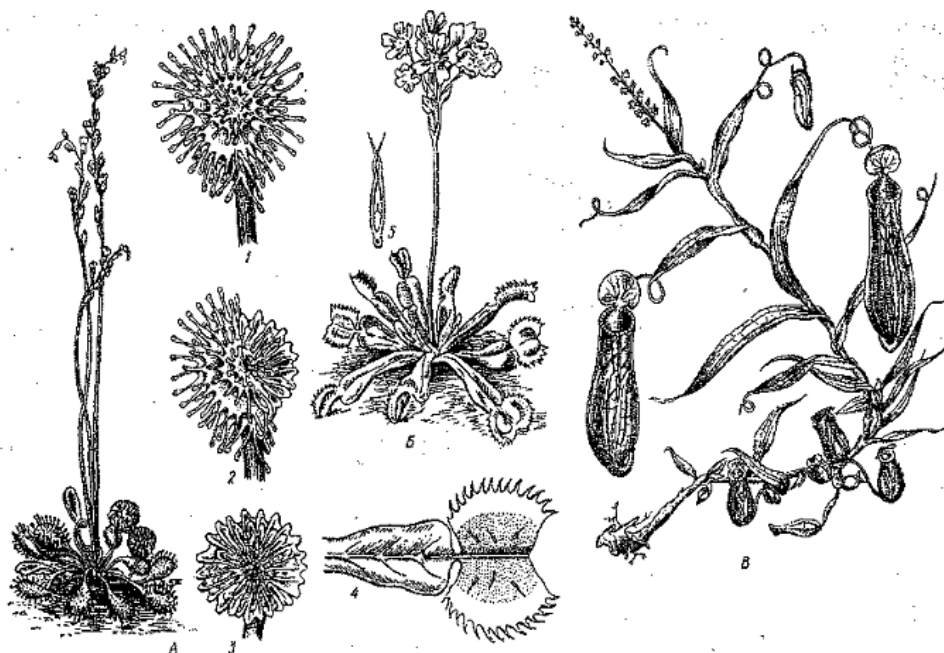


Рисунок 50. Насекомоядные растения: А – росянка;
 Б – венерина мухоловка; В – непентес (1 - 3 – листья с
 расправленными и загнутыми железистыми волосками;
 4 - 5 – раскрытый и сложенный листья)

Анатомическое строение листа

Сверху лист покрыт однослойной (реже двухслойной) эпидермой, под которой находится мезофилл – мякоть листа (рис. 51). В мезофилле различают палисадную (столбчатую) паренхиму, в которой, главным образом, и происходит синтез органических веществ.

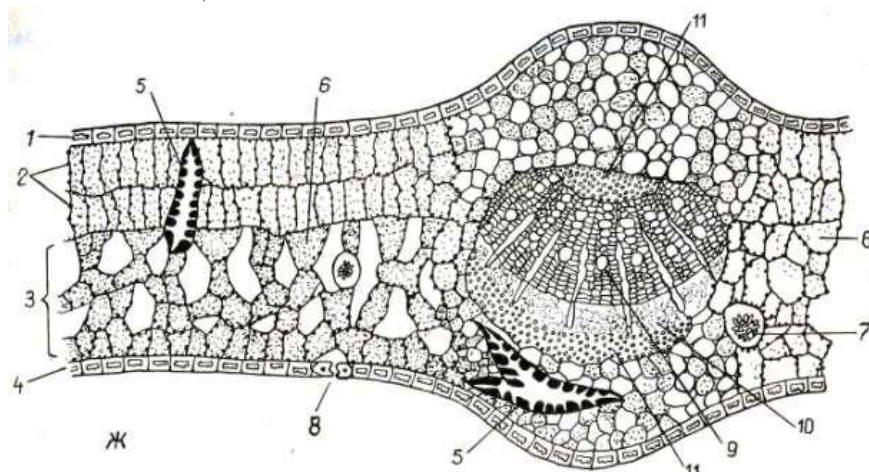


Рисунок 51. Лист камелии: 1 – верхняя эпидерма, 2 – палисадная
 паренхима; 3 – губчатая паренхима; 4 – нижняя эпидерма,
 5 – опорная клетка (склереида), 6 – хлоропласты, 7 – идиобласт с
 друзой, 8 – устьица, 9 – ксилема, 10 – флоэма, проводящий пучок;
 11 – склеренхима

Клетки палисадной паренхимы несколько вытянуты и расположены без межклетников перпендикулярно поверхности листа. В них много хлорофилловых зёрен. У некоторых растений палисадная паренхима располагается в два и даже в три слоя.

Ближе к нижней стороне листа находится губчатая паренхима, клетки которой имеют округлую или несколько вытянутую форму. В этой части листа между клетками много межклетников [3].

В клетках губчатой паренхимы хлоропластов в 3 - 4 раза меньше по сравнению с палисадной тканью. Здесь фотосинтез происходит, но менее интенсивно. Губчатая паренхима служит для проведения органических веществ, образовавшихся в процессе фотосинтеза, от клеток палисадной паренхимы до проводящих пучков. Кроме того, клетки её испаряют воду в межклетники, по которым водяные пары проникают до устьиц и через них выделяются наружу. В клетках губчатой паренхимы, как и во всех живых клетках, происходит процесс дыхания, при котором идет газообмен, обратный фотосинтезу.

Листья, мезофилл которых разделён на палисадную и губчатую паренхимы, называют дорзовентральными, они типичны для большинства двудольных растений-мезофитов.

В мезофилле листа проходят жилки, состоящие из одного или нескольких проводящих пучков. Пучки обычно коллатеральные, большей частью закрытые. Флоэма обращена в сторону нижней части листа, ксилема – ближе к верхней. Снаружи пучки окружены или механической тканью (механическая обложка пучка), или у тонких пучков – влагалищем из паренхимных клеток.

Механическая ткань в листьях расположена или в виде групп склеренхимных волокон, сопровождающих пучки, или отдельными клетками. Часто в черешках и пластинках листа развита колленхима.

Упругость листьев обуславливается тургором их клеток. При уменьшении насыщенности клеток водой тургорное давление падает, и листья опускаются, завядают.

У злаков и ряда однодольных растений листья имеют несколько иное строение. Обычно мезофилл листа не разделён на палисадную и рыхлую паренхимы. Он состоит из однородных клеток почти без межклетников; сильно развита механическая ткань. Подобный тип анатомической организации листа называют изолатеральным. У некоторых злаков листья обладают способностью к свертыванию для уменьшения поверхности испарения.

Особое строение имеют листья хвойных растений. На поперечном разрезе листа сосны можно видеть эпидермис с гиподермой, мезофилл из складчатой паренхимы, которая выполняет роль ассимилирующей ткани, внутреннюю часть листа, окружённую эндодермой и два проводящих пучка.

Листья растений осенью опадают: у основания черешка листа образуется разъединяющий слой, клетки отделяются одна от другой и пробковеют. Лист повисает на сосудах и опадает при ветре. Простые листья даже с расчленёнными пластинками обычно опадают целиком, сложные – по отдельным листочкам.

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Простые листья с целой пластинкой

Объекты изучения: индивидуальные наборы листьев всех типов, таблицы, постоянные микропрепараты, влажные макропрепараты, живые растения.

Порядок выполнения задания. Рассмотреть образцы листьев. По плану описать каждый лист. Зарисовать. Всего изучить не менее 5-ти листьев.

План описания листа:

1. Листорасположение (если дан побег).
2. Форма пластинки листа.
3. Край пластинки листа.
4. Верхушка пластинки листа.
5. Основание пластинки листа.
6. Жилкование листа.
7. Черешок (отсутствие, наличие, влагалище).
8. Прилистники (отсутствие, наличие, раструб).

Задание 2. Простые листья с расчленённой пластинкой

Порядок выполнения задания. Рассмотреть образцы листьев. По плану описать каждый лист. Зарисовать. Всего изучить не менее 6-ти листьев.

План описания листа:

1. Листорасположение (если дан побег).
2. Форма и степень расчленения пластинки листа.
3. Жилкование.
4. Черешок (отсутствие, наличие, влагалище).
5. Прилистники (отсутствие, наличие, раструб).

Задание 3. Сложные листья

Порядок выполнения задания. Рассмотреть образцы листьев. По плану описать каждый лист. Зарисовать. Всего изучить не менее 3-х листьев.

План описания сложного листа:

1. Листорасположение (если дан побег).
2. Тип листа (пальчатосложный, перистосложный, тройчатосложный).
3. Форма листочка. Описывать, как простой лист с цельной пластинкой.
4. Прилистники (наличие, отсутствие).

Вопросы по разделу «Вегетативные органы растений»

1. Какие функции выполняет корень?
2. Какие зоны выделяют у молодого растущего корня?
3. У каких растений наблюдается переход от первичного строения к вторичному? Как это происходит?
4. Какие ткани входят в состав первичной коры и центрального цилиндра корня?
5. Какого типа проводящий пучок в корне первичного строения? Почему возможен только такой тип?
6. Какие метаморфозы типичны для мочковатой корневой системы?
7. В какой части корнеплода моркови может присутствовать хлоренхима? Из чего эта часть образуется?
8. Какая часть хорошо развита в корнеплоде типа редьки?
9. Каковы особенности строения корнеплода свёклы?

10. Чем отличается анатомическое строение стебля двудольного растения от однодольного?
11. Чем отличается первичное строение стебля двудольного растения от вторичного?
12. Что такое перицикл и чем он может быть представлен в стебле?
13. Какие части выделяются на поперечном срезе стебля древесного растения?
14. Чем обусловлено наличие годичных колец в древесине?
15. Назовите надземные метаморфозы стебля и побега.
16. Перечислите подземные видоизменения стебля и побега.
17. Что такое филлодий?
18. Чем отличается узел кущения рыхлокустового злака от плотнокустового?
19. Что такое почка? Какие типы почек Вы знаете?
20. Как доказать листовое происхождение колючек барбариса, усиков гороха?
21. Что такое раструб, листовое влагалище?

ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Генеративные, иначе репродуктивные, органы выполняют в растении функцию полового размножения. У высокоорганизованных растений репродуктивные органы – сложно устроенные образования. Высшим достижением эволюции полового размножения в мире растений является цветок и его производные – семя и плод.

ЦВЕТОК, СОЦВЕТИЕ

Цветок – это видоизмененный укороченный побег с ограниченным ростом, приспособленный для образования спор, гамет и полового процесса, в результате которого образуются семена и плоды [11].

Стеблевая часть цветка представлена цветоножкой и цветоложем. Цветоложе может быть по форме плоским, выпуклым, вогнутым. Сильно разросшееся, мясистое цветоложе некоторых растений из семейства Розовых называют гипантием (шиповник, земляника). На цветоложе размещены видоизменённые листья (цветолистки); чашелистики, лепестки, тычинки, пестики (рис. 52).

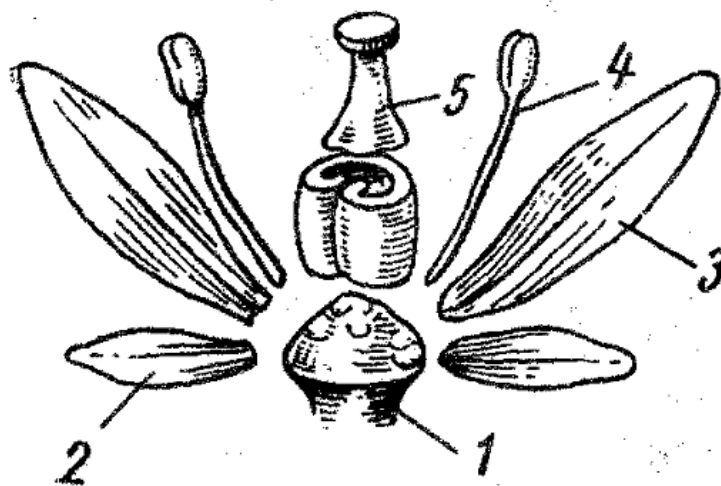


Рисунок 52. Схема строения цветка: 1 – цветоложе; 2 – чашелистик; 3 – лепесток; 4 – тычинка; 5 – пестик

* Околоцветник – это стерильная часть цветка, выполняющая защитную или привлекающую насекомых функцию. Околоцветник, дифференцированный на различные по форме, размерам и окраске чашечку и венчик,

называют двойным, а состоящий из одинаковых элементов – простым (*Perygonium* – сокр. для формулы цветка P). Различают простой чашечковидный (обычно зеленый), венчиковидный (чаще всего ярко окрашенный) и плёнчатый околоцветники. Цветки, лишённые околоцветника, называют голыми.

* Чашечка (*Calyx* – Ca) обычно состоит из зелёных листочков, расположенных в один или два круга. Наружный круг чашелистиков в этом случае именуют подчашием. Чашелистики могут срастаться между собой (сростнолистная чашечка) или остаются свободными (раздельнолистная чашечка).

* Венчик (*Corolla* – Co) состоит из ярко окрашенных лепестков, которые обычно крупнее чашелистиков. Если лепестки не срослись между собой, венчик называют свободнолепестным. Спайнолепестным называют венчик, у которого лепестки срослись между собой (рис. 53, 54). Обычно у такого венчика различают отгиб, трубку и зев.

* Андроцей (*Androeceum* – A) – это совокупность тычинок (рис. 55). Их количество может колебаться от одной до нескольких сотен. Тычинки могут срастаться между собой нитями, пыльниками или оставаться свободными.

* Гинецей (*Gynaeseum* – G) – это совокупность пестиков (рис. 56).

Пестики образуются из плодолистиков. Обычно пестик состоит из завязи, столбика и рыльца. При отсутствии столбика рыльце называют сидячим. Гинецей, образованный несколькими плодолистиками, не сросшимися между собой, называют апокарпным, сросшимися – ценокарпным (рис. 57, 58). Количество плодолистиков, сформировавших завязь, можно определить по числу бороздок на завязи, столбиков, или лопастей рыльца.

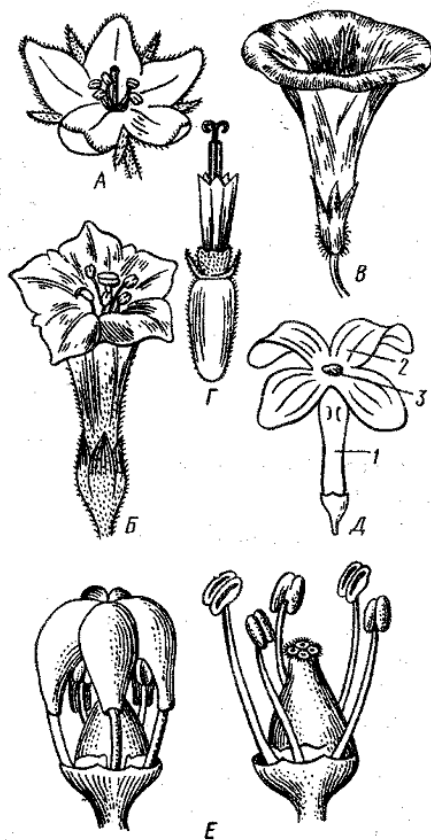


Рисунок 53. Спайнолепестные актиноморфные венчики.
 А – колесовидный у вербейника; Б – воронковидный у табака;
 В – колокольчатый у вьюнка; Г – трубковидный у подсолнечника;
 Д – блюдцевидный у сирени; Е – колпачковый у винограда:
 1 – трубка; 2 – отгиб; 3 – зев

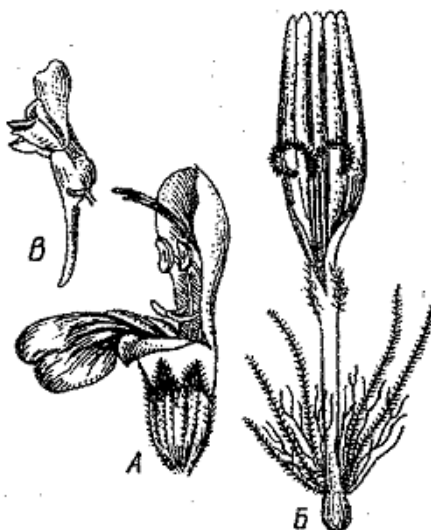


Рисунок 54. Спайнолепестные зигоморфные венчики,
 А – двугубый у шалфея; Б – язычковый у тау-сагыза;
 В – двугубый со шпорцем у льнянки

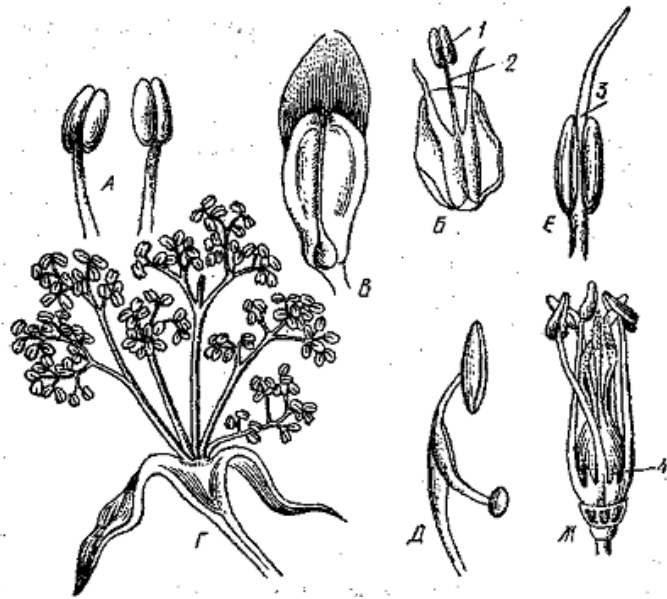


Рисунок 55. Тычинки. А – розы морщинистой; Б – лука круглоголового; В – фиалки; Г – клешевины; Д – шалфея; Е – вороньего глаза; Ж – льна:
1 – пыльник; 2 – тычиночная нить; 3 – связник; 4 – стаминодий

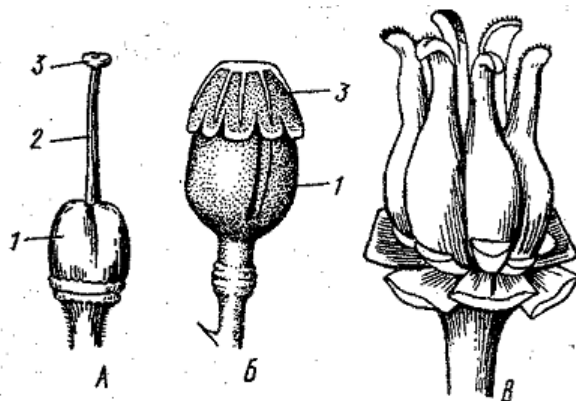


Рисунок 56. Гинецей. А – простой махорки; Б – простой мака; В – сложный сусака: 1 – завязь; 2 – столбик; 3 – рыльце

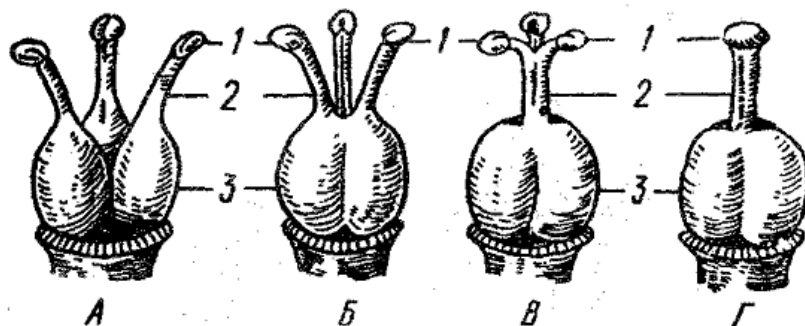


Рисунок 57. Гинецей из 3-х плодолистиков (схема). А – сложный апокарпный; Б – Г – простой ценокарпный с разной степенью срастания плодолистиков:
1 – рыльце; 2 – столбик; 3 – завязь

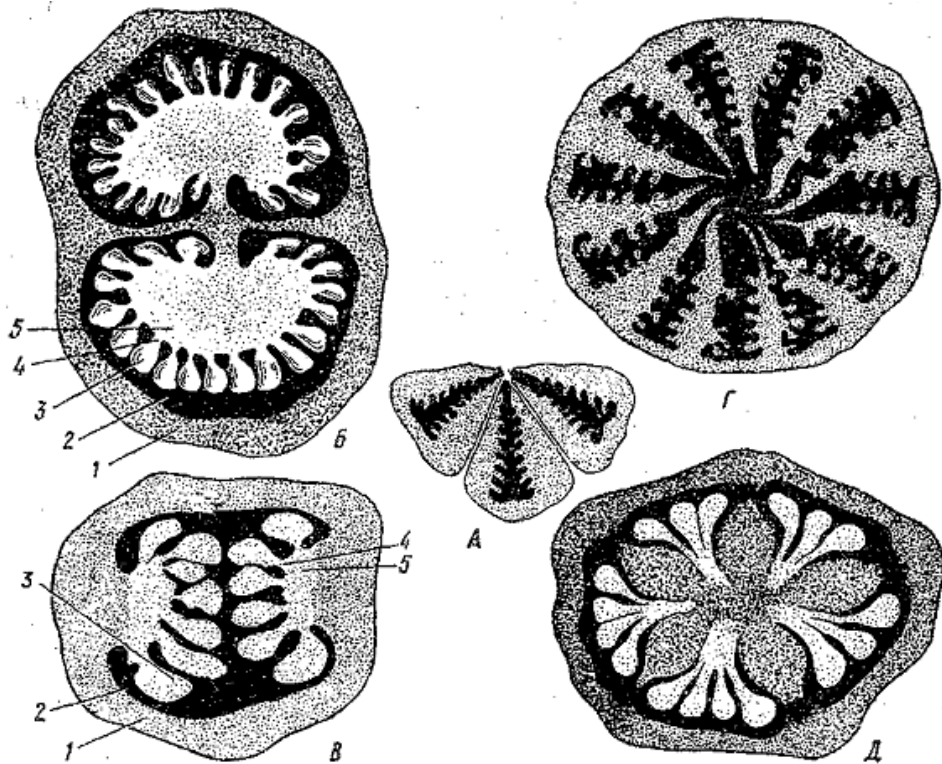


Рисунок 58. Завязи разных типов гинецея. А – апокарпного;
 Б - Д– ценокарпных: 1 – стенки завязи; 2 – гнездо;
 3 – семязачаток; 4 – семяножка; 5 – плацента

В зависимости от положения завязи на цветоложе относительно прочих частей цветка выделяют три типа завязи: верхнюю или свободную, у которой стенка срастается с цветоложем только основанием, а все части цветка расположены на цветоложе ниже завязи; нижнюю, у которой стенка полностью срастается с цветоложем, а все части цветка расположены на цветоложе выше завязи; и полунижнюю, у которой стенка наполовину срастается с цветоложем, а все части цветка расположены на цветоложе на уровне середины завязи.

Симметрия цветка

Симметрией цветка называют расположение его частей относительно вертикальной оси. Актиноморфный или правильный – это цветок, через который можно провести несколько плоскостей симметрии (ландыш майский, редька дикая). Зигоморфный или неправильный – это цветок, через который можно провести только одну плоскость симметрии (горох посевной, яснотка белая). Через асимметричный

цветок нельзя провести ни одной плоскости симметрии (валериана лекарственная) [11].

Части цветка могут располагаться на цветоложе по спирали – такой цветок называют ациклическим (магнолиевые, лютиковые). Возможно расположение, при котором одни части цветка распределены по кругам, другие – по спирали. Такой цветок называется гемициклическим (розовые). В циклическом цветке все его части располагаются на цветоложе по окружностям (капустные, астровые).

В морфологии растений для краткого пояснения строения цветка используют формулу цветка – краткую запись его строения с помощью условных символов. В формуле показывают симметрию, пол цветка, тип околоцветника, количество его частей, их срастание, тип андроцея, положение завязи и тип гинецея. Формула цветка тюльпана: $* P_6 A_6 G_{(3)}$. Первый символ – симметрия цветка; далее показано количество чашелистиков, лепестков или элементов простого околоцветника (как у тюльпана), число тычинок, пестиков или плодолистиков, сформировавших ценокарпный гинецей. Цифра, показывающая количество тех или иных элементов, может заключаться в скобки, что означает срастание элементов между собой, отсутствие скобок говорит о том, что элементы не срослись. Черта около символа гинецея показывает положение завязи относительно других частей цветка. Если количество каких-либо частей цветка непостоянно или больше 12, ставят значок ∞ .

Используют и диаграмму цветка – схематическое изображение цветка в виде проекции его частей на плоскость. Диаграмма иллюстрирует расположение частей цветка на цветоложе.

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Строение актиноморфного цветка с простым околоцветником

Объект изучения: фиксированные цветки ветреницы алтайской (*Anemone altaica*).

Порядок выполнения задания: Рассмотреть цветок в бинокулярную лупу. Отпрепарировать цветок. Обратить

внимание на простой венчиковидный околоцветник; ациклическое расположение частей цветка на цветоложе; неопределенность числа тычинок и пестиков, составляющих апокарпный гинецей. Зарисовать все части. Описать цветок по схеме:

Схема описания цветка

1. Симметрия цветка (актиноморфный, зигоморфный, асимметричный).
2. Тип околоцветника (простой – P, двойной – Ca, Co).
3. Характерные особенности андрогония – A.
4. Характерные особенности гинецея – G: его тип (простой, апокарпный, ценокарпный), положение завязи (верхняя, средняя, нижняя).
5. Расположение частей цветка на цветоложе (ациклическое, гемициклическое, циклическое).
6. Формула цветка.

Задание 2. Строение цветка с нижней завязью

Объект изучения: фиксированные цветки яблони домашней (*Malus domestica*).

Порядок выполнения задания: Рассмотреть цветок в бинокулярную лупу. Лезвием безопасной бритвы разрезать завязь вдоль. Рассмотреть, найти границы между цветоложем и стенкой завязи. Зарисовать все части цветка. Описать цветок по схеме (см. раб.1). Составить формулу цветка.

Задание 3. Строение цветка с зигоморфным околоцветником и венчиком мотылькового типа

Объект изучения: фиксированные цветки гороха посевного (*Pisum sativum*).

Порядок выполнения задания: Рассмотреть цветок в бинокулярную лупу. Отделить все его части от цветоложа. Найти самый большой лепесток – парус (флаг), два парных свободных лепестка – вёсла и лодочку – из 2-х сросшихся лепестков. Внутри лодочки найти андрогоний, состоящий из 10-ти тычинок: 9-ти сросшихся основаниями тычиночных нитей и 1-ой свободной (двубратственное срастание) и простой гинецей. Зарисовать все части цветка, описать по схеме. Составить формулу цветка.

Задание 4. Строение цветка со спайнолепестным венчиком

Объект изучения: фиксированные цветки вьюнка полевого (*Convolvulus arvensis*).

Порядок выполнения задания: Рассмотреть цветок. У венчика найти трубку, отгиб и зев. Зарисовать. Отпрепарировать цветок, зарисовать все части цветка, описать по схеме. Составить формулу цветка.

Соцветия

Соцветие – это группа цветков, собранных на растении в определённом порядке. Поскольку соцветие является побегом или системой побегов, несущих цветки, их классификация, подобно классификации побегов, основана на установлении типа ветвления. Различают ботриоидные (неопределённые) и цимоидные (определённые) соцветия.

Ботриоидные соцветия имеют моноподиальный тип ветвления, у них главная ось заканчивается не цветком, а конусом нарастания, и поэтому соцветие продолжает расти неопределённо долгое время. Ботриоидные соцветия подразделяются на простые и сложные, у простых главная ось не разветвлена, у сложных – разветвлена, и группы цветков (простые соцветия) находятся на боковых ответвлениях. У основания соцветий часто расположены видоизменённые листья – обёртки и обёрточка (рис. 59).

Простые соцветия

* Колос – на тонком стержне (оси) расположены сидячие цветки (подорожник).

* Початок – на мясистой оси расположены сидячие цветки (белокрыльник болотный);

* Сережка – похоже на простой колос, но ось соцветия поникающая (тополь, ольха).

* Кисть – на оси расположены цветки с выраженными цветоножками (черемуха, сурепица).

* Щиток – сходен с кистью, но цветоножки у нижних цветков длиннее, чем у верхних, поэтому цветки расположены в одной плоскости (рябина, калина).

* Простой зонтик – цветки имеют одинаковые, достаточно длинные цветоножки и расположены куполообразно, междуузлия сильно укорочены (лук, вишня).

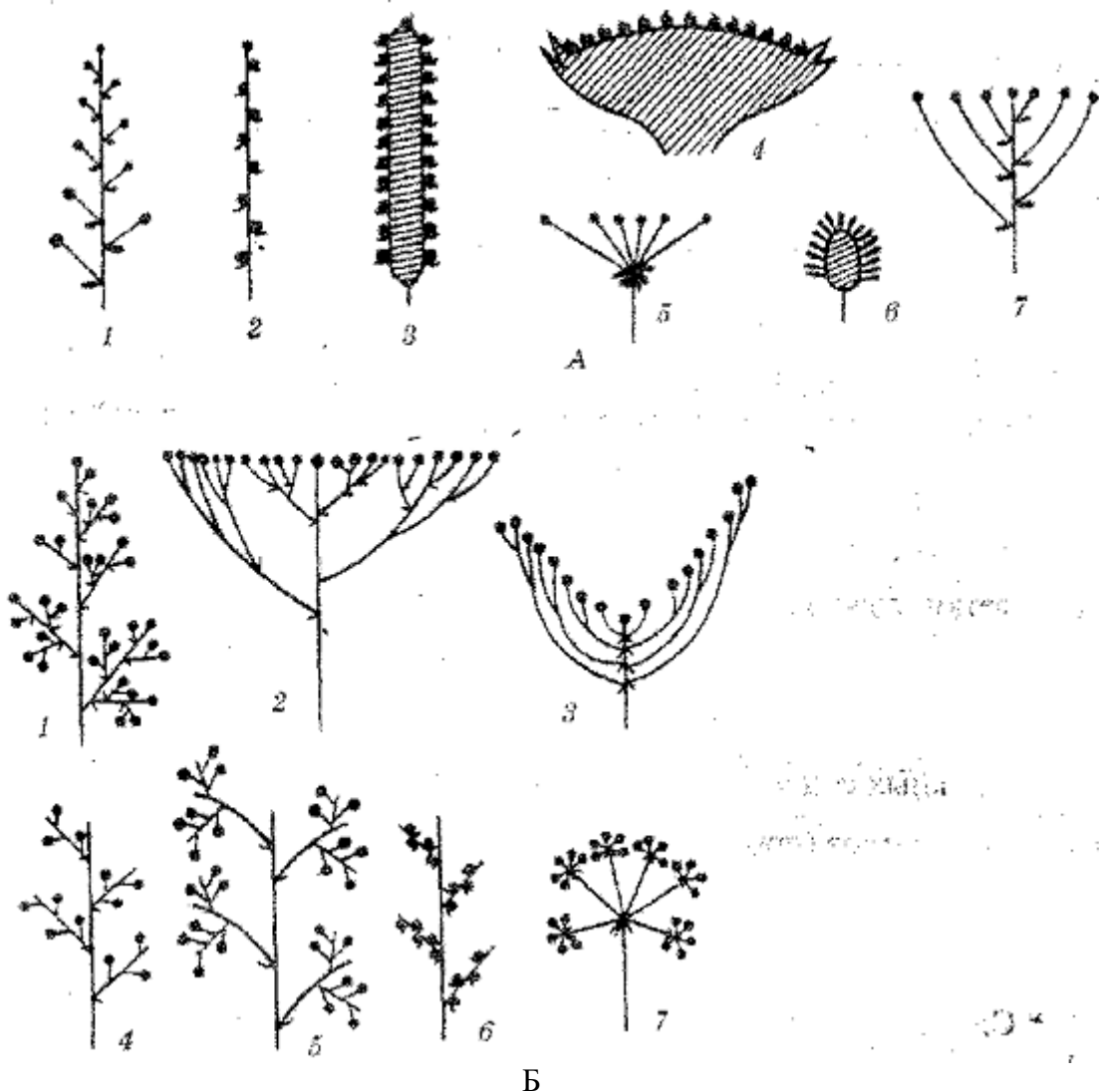


Рисунок 59. Типы ботриоидных соцветий. А – простые ботриоидные соцветия: 1 – кисть; 2 – колос; 3 – початок; 4 – корзинка; 5 – простой зонтик; 6 – головка; 7 – щиток; Б– сложные ботриоидные соцветия: 1 – метёлка; 2 – сложный щиток; 3 – антела. Сложная кисть и её производные: 4 – двойная кисть; 5 – тройная кисть; 6 – двойной колос; 7 – сложный зонтик

* Головка – ось укорочена и утолщена (почти шаровидная), цветки сидячие (виды клевера).

* Корзинка – ось сильно расширенная, плоская или несколько выпуклая, цветки сидячие (подсолнечник, василек).

Сложные соцветия

У сложных соцветий на главной оси образуются не отдельные цветки, а группы цветков (простые, или парциальные соцветия).

* Сложный колос – собрание простых колосков, верхние междоузлия главной и боковых осей сильно укорочены (рожь, пшеница, ячмень).

* Сложный зонтик – собрание простых зонтиков (укроп, морковь).

* Метёлка (сложная кисть) – собрание простых кистей, парциальные соцветия расположены на боковых осях. 1-го, 2-го и т.д. порядков.

В агрегатных (рис. 60) сложных соцветиях сочетаются соцветия разных типов: корзинки в щитке (пиретрум), корзинки в метёлке (полыни).

Цимоеидные соцветия имеют симподиальный тип ветвления. Главная и боковые оси заканчиваются цветком. После его образования оси завершают свой рост, причем последующие оси перерастают предыдущую. Верхний цветок распускается первым, а не последним, как у ботриоидных соцветий (рис. 61).

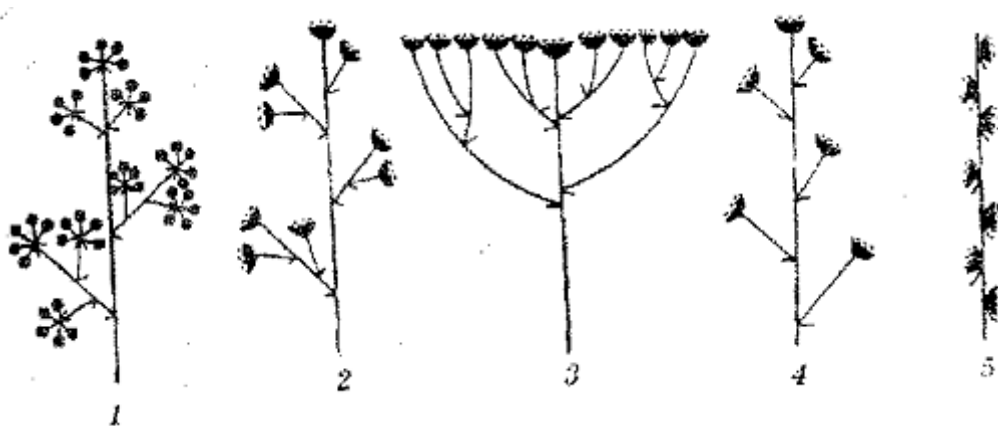


Рисунок 60. Типы агрегатных соцветий: 1 – метёлка зонтиков; 2 – метёлка корзинок; 3 – щиток корзинок; 4 – кисть корзинок; 5 – колос корзинок

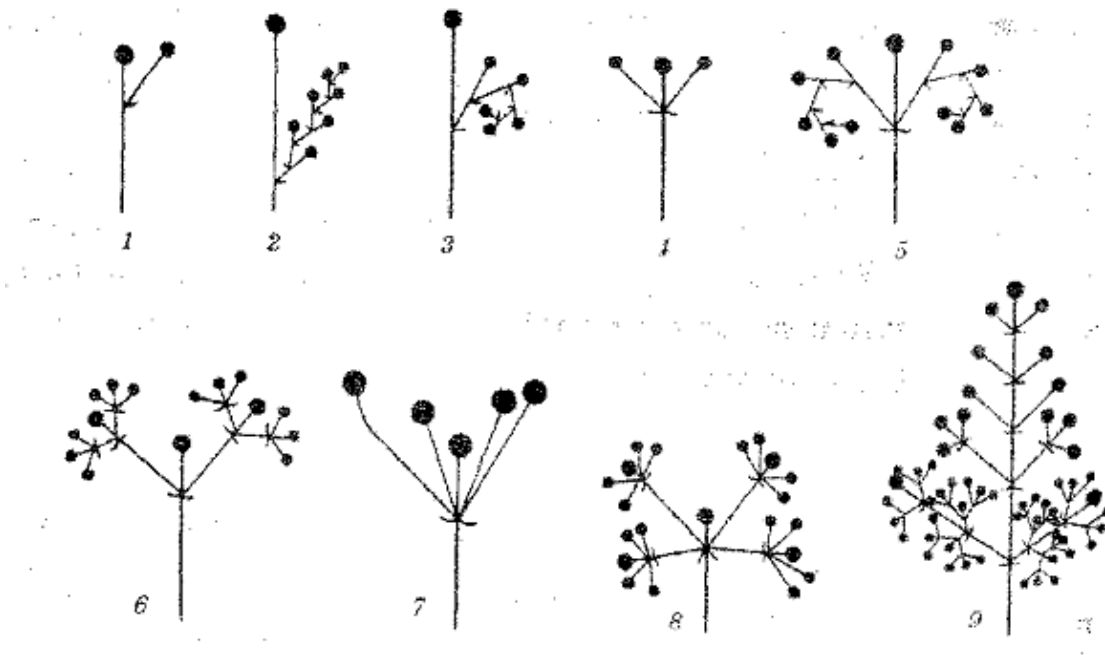


Рисунок 61. Типы цимоидных соцветий (1 - 8), пример тирса (9).

Монохазии: 1 – монохазии; 2 – извилина; 3 – завиток.

Дихазии: 4 – простой; 5 – двойной; 6 – тройной.

Плейохазии: 7 – простой; 8 – двойной

* Развилаина (дихазий) – под цветком главной оси образуется две супротивно расположенные оси, заканчивающиеся цветками (гвоздики, дрема белая).

* Извилина (монохазий) – развивается только одна боковая ось, которая перерастает главную и заканчивается цветком; боковые оси отходят попеременно в противоположные стороны (гладиолус, ирис).

* Завиток (монохазий) – сходен с извилиной, но боковые оси направлены в одну сторону (незабудки, картофель).

* Ложный зонтик (плейохазий) – главная ось заканчивается цветком, ниже развивается несколько боковых осей, перерастающих главную ось и расположенных мутовкой (молочай).

Эволюция соцветий шла в направлении увеличения количества цветков в соцветии и уменьшения их размеров.

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ (продолжение)

Задание 1. Простые неопределённые соцветия – кисть, простой зонтик, корзинка

Объекты изучения: соцветия черёмухи обыкновенной (*Radus racemosa*), лука репчатого (*Allium cepa*), подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*).

Порядок выполнения задания. Изучить предложенные соцветия. Зарисовать схемы соцветий. У соцветия «корзинка» отметить на рисунке листочки обёртки, прицветники и два типа цветков – краевые ложноязычковые и срединные трубчатые.

Задание 2. Сложные неопределённые соцветия – сложный зонтик, сложный колос

Объекты изучения: соцветия моркови посевной (*Daucus sativus*), пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*).

Порядок выполнения задания. Рассмотреть соцветие моркови. Зарисовать схему. Отметить на рисунке главную ось, боковые оси (лучи зонтика), присоцветники – обёртки в основании сложного зонтика и присоцветнички – обёрточки у основания простых зонтиков, цветоножки – лучи зонтичков. Рассмотреть соцветие пшеницы. Зарисовать схему. Отметить на рисунке главную ось и боковые оси простых колосков, колосковые чешуи, нижнюю и верхнюю цветковые чешуи и сидячие цветки.

Задание 3. Определённые соцветия: завиток, дихазий, плейохазий

Объекты изучения: соцветия картофеля клубненосного (*Solanum tuberosum*), звездчатки (*Stellaria*), молочая (*Euphordia sp.*).

Порядок выполнения задания. Изучить предложенные соцветия. Зарисовать схемы соцветий. Отметить главную ось и боковые оси первого и последующих порядков.

ПЛОД

Плод – это сложный генеративный орган, образующийся из завязи и содержащий семена. Плод образуется из цветка в результате изменений, происходящих с ним после оплодотворения. В образовании плода главную

роль играет гинецей. У некоторых растений плод образуется без предшествующего оплодотворения, такие плоды называют партенокарпическими. Семена в плодах защищены перикарпием - околоплодником, который образуется из стенок завязи, иногда при участии других частей цветка. В околоплоднике различают три части: наружную – внеплодник (экзокарпий), среднюю – межплодник (мезокарпий) и внутреннюю – внутриплодник (эндокарпий).

Классификация плодов основана на следующих морфологических признаках: тип гинецея (простой, апокарпный, ценокарпный); консистенция околоплодника (сухой, сочный); многосеменной или односеменной; нераскрывающийся или раскрывающийся. По искусственной классификации плоды делятся еще на истинные и ложные. Истинные плоды образованы только завязью, в образовании ложных плодов кроме завязи задействованы и другие части цветка – цветоложе и околоцветник. Обычно ложные плоды развиваются из цветков с нижней завязью [3].

Общепризнанной, законченной классификации плодов, отражающей все многообразие покрытосеменных растений, нет. Предлагаемая классификация достаточно проста и широко применяется в соответствующих отраслевых науках (растениеводство, плодоовощеводство, лесоводство и т.д.).

Коробочковидные плоды. Это плоды с сухим околоплодником, многосемянные, обычно раскрывающиеся (рис. 62).

* Листовка – одногнёздный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается одним швом (живокость); из апокарпного гинецея образуется многолистовка – сборная листовка (водосбор).

* Боб – одногнёздный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается двумя швами (горох).

* Стручок, стручочек – двухгнёздный плод, образованный двумя плодолистиками, семена прикрепляются к продольной перегородке, вскрывается двумя швами (капуста, пастушья сумка); стручочек отличается от стручка соотношением длины и ширины (3:1 – стручочек, более

вытянутый – стручок). Стручки бывают членистыми, или дробными (редька дикая).

* Коробочка – образована двумя или несколькими плодолистиками, отличаются разным характером вскрытия; дырочками (мак), крышечкой (белена), зубчиками (дурман).

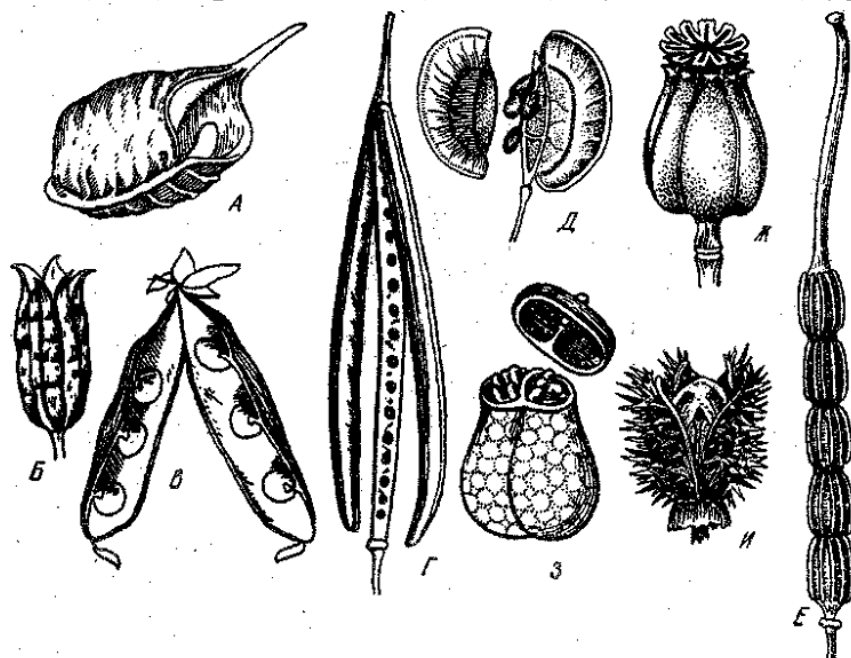


Рисунок 62. Коробочковидные плоды. А – листовка морозника; Б – сложная листовка водосбора; В – боб гороха; Г – стручок капусты; Д – стручок ярутки; Е – дробный стручок редьки; Ж – коробочка мака; З – коробочка белены; И – коробочка дурмана

Ореховидные плоды. Это плоды с сухим околоплодником, односеменные, нераскрывающиеся (рис. 63).

* Орех, орешек – околоплодник деревянистый или полудеревянистый (лещина, гречиха); из апокарпного гинецея образуется многоорешек – сборный орешек (лютик).

* Семянка – околоплодник кожистый, не сросшийся со спермодермой (подсолнечник).

* Семянка-крылатка – семянка, околоплодник которой имеет пленчатый или кожистый вырост (вяз).

* Зерновка – околоплодник кожистый, сросшийся со спермодермой (пшеница).

Сборные плоды на гипантии – сборный орешек шиповника (цинародий), сборная сложная семянка земляники.

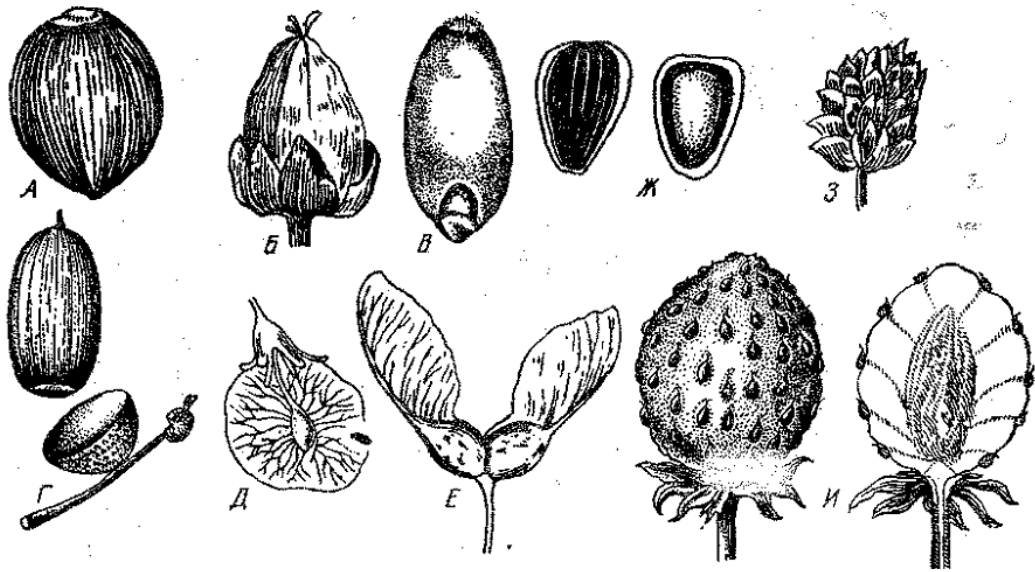


Рисунок 63. Ореховидные плоды. А – орех лещины;
 Б – орешек гречихи; В – зерновка пшеницы; Г – жёлудь дуба;
 Д – крылатка вяза; Е – дробная крылатка клена; Ж – семянка
 подсолнечника; З – сложная семянка лютика;
 И – сложная семянка земляники

Ягодovidные плоды. Это плоды с сочным околоплодником, обычно многосемянные (рис. 64).

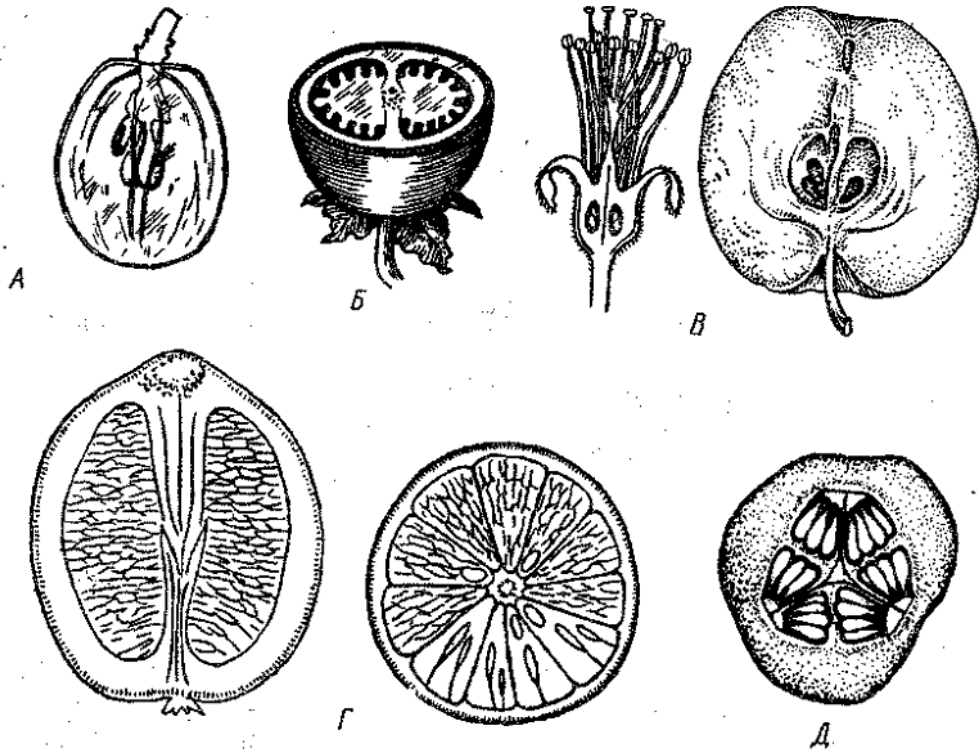


Рисунок 64. Ягодovidные плоды. А – ягода винограда;
 Б – ягода картофеля; В – яблоко яблони; Г – померанец апельсина;
 Д – тыква огурца

* Ягода – экзокарпий кожистый, мезокарпий и эндокарпий сочные, мясистые (томат).

* Яблоко – в образовании его, кроме завязи, принимают участие цветоложе, нижние части чашелистиков, лепестков и тычинок (яблоня).

* Тыквина – образуется из нижней завязи (при участии цветоложе), состоящей из трех плодолистиков (огурец).

* Померанец или гесперидий – эндокарп с вместилищами эфирного масла, мезокарп сухой, губчатый, белый; эндокарп сочный, мясистый (лимон).

Костянкovidные плоды. Это плоды односемянные с деревянистым эндокарпием, с сочным, мясистым мезокарпием и кожистым экзокарпием. К ним относится костянка (слива), образованная из простого гинецея, и сборная костянка (малина), образованная из апокарпного гинецея (рис. 65).

Соплодия (рис. 66) – в отличие от плодов образуются из нескольких цветков, сросшихся между собой (свёкла), или из всего соцветия (ананас).

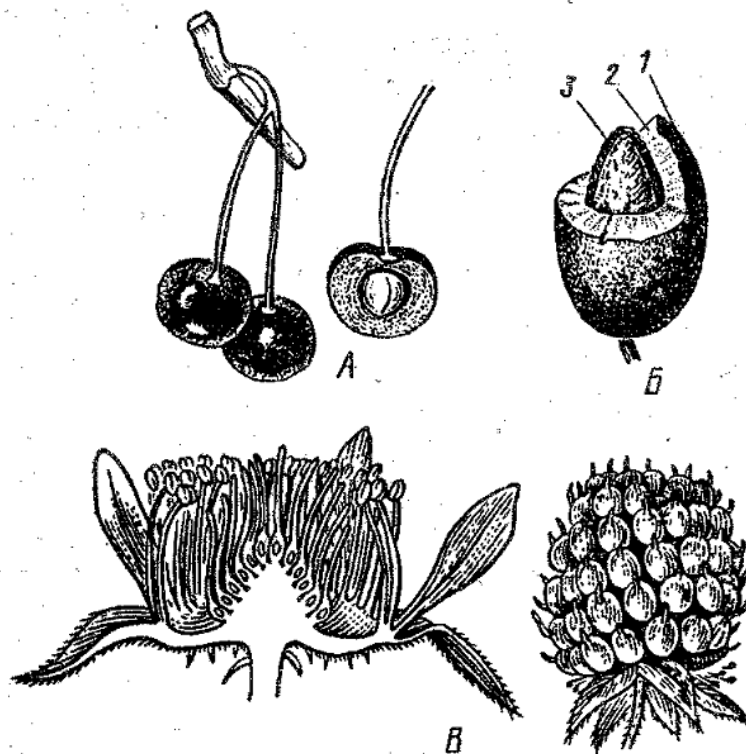


Рисунок 65. Костянкovidные плоды. А – костянка вишни;

Б – костянка сливы; В – сложная костянка малины:

1–экзокарпий; 2 – мезокарпий; 3 – эндокарпий

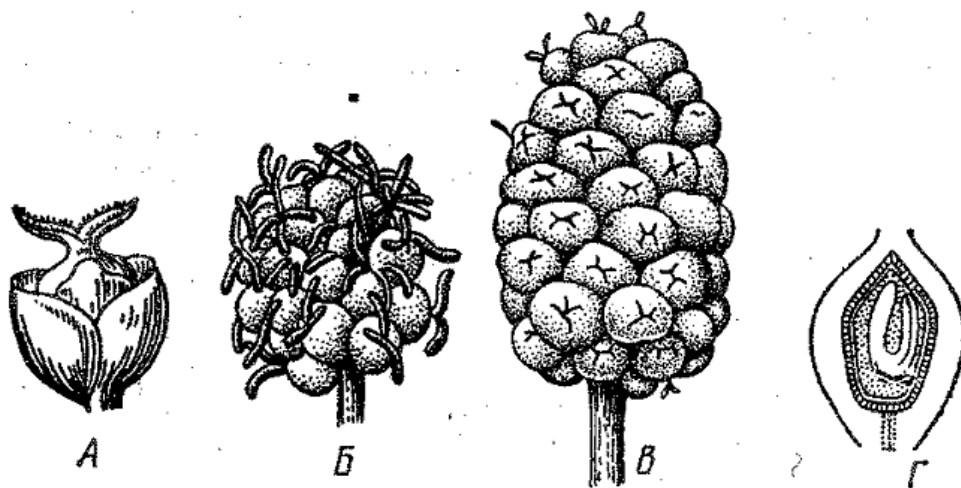


Рисунок 66. Соплодие шелковицы. А – пестичный цветок;
 Б – женское соцветие; В – соплодие;
 Г – один плод в продольном разрезе

Семя

Семя – этоместилище зародыша и запасных питательных веществ; образуется из семязачатка у голосеменных и покрытосеменных растений. В неблагоприятных для прорастания условиях (засуха, холод) семя может пребывать в состоянии покоя. При наступлении благоприятных условий для прорастания зародыш трогается в рост.

Различают несколько типов семян в зависимости от того, где откладываются запасные питательные вещества, питающие зародыш.

* Семена с эндоспермом характерны для представителей класса однодольных (злаки, лилейные, осоковые). Семя с эндоспермом включает три основные части: семенную оболочку, зародыш и эндосперм. Зародыш у семян с эндоспермом (рис. 67) состоит из первичной меристемы и имеет зачатки вегетативных органов будущего растения: зародышевый корешок с корневым чехликом, корнеое влагалище – колеоризу, зародышевый стебелек (гипокотиль), и почечку, в которой находится конус нарастания стебля, прикрытый зародышевыми листьями. Наружный зародышевый лист называют колеоптилем. Он защищает почечку при прохождении через почву. Единственная семядоля прилегает к эндосперму, ее называют

щитком. На стебельке со стороны, противоположной щитку, расположен эпибласт, представляющий собой редуцированную 2-ю семядолю (у некоторых злаков эпибласт не образуется).

* Семена без эндосперма характерны для представителей класса двудольных растений (бобовые, астровые, капустные). Семя без эндосперма состоит из двух частей: оболочки и зародыша. Оболочка формируется из интегументов и состоит из одного или нескольких слоев клеток. По толщине и консистенции она может быть различной: кожистой (фасоль), пленчатой (подсолнечник), деревянистой (виноград). Зародыш включает в себя почечку, зародышевый корешок и две семядоли. Эндосперм, возникающий в результате двойного оплодотворения, потребляется в начале формирования семени, и функция запасящего и питающего органа переходит к семядолям.

* Семена с периспермом встречаются сравнительно редко (гвоздичные, маревые). Перисперм образуется из нуцеллуса – центральной части семязачатка [12].

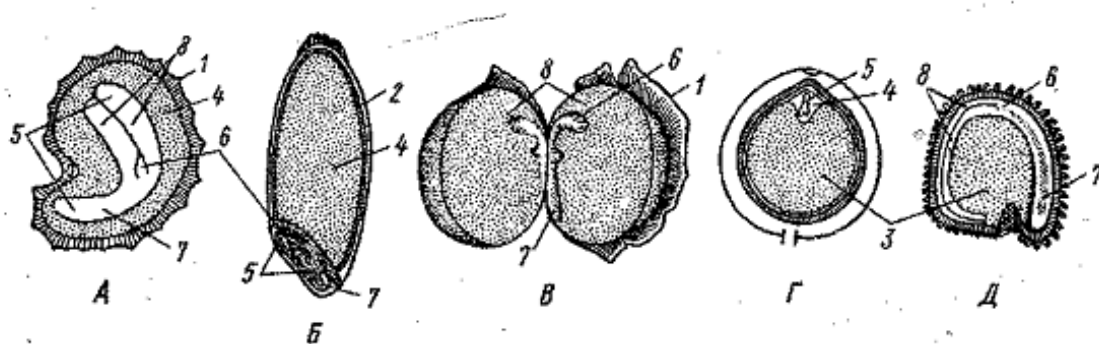


Рисунок 67. Семена покрытосеменных. А – с эндоспермом, который окружает зародыш (мак); Б – с эндоспермом, который лежит рядом с зародышем (пшеница); В – с запасными веществами, отложенными в семядолях зародыша (горох); Г – с эндоспермом, окружающим зародыш, и мощным периспермом (черный перец) Д – с периспермом, окружённым зародышем (куколь): 1 – семенная кожура; 2 – семенная кожура, сросшаяся с перикарпием; 3 – перисперм; 4 – эндосперм; 5 – зародыш; 6 – почечка; 7 – корешок; 8 – семядоли

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Строение семени с эндоспермом

Объекты изучения: зерновка ржи посевной (*Secale cereale*), постоянный микропрепарат продольного среза зерновки ржи.

Порядок выполнения задания. Рассмотреть внешний вид зерновки. Убедиться, что семенная кожура срослась с плёнчатым околоплодником. При малом увеличении микроскопа изучить продольный срез зерновки. Найти зародыш, эндосперм, изучить строения зародыша. Зарисовать. На рисунке отметить: околоплодник, сросшийся с семенной кожурой; эндосперм, зародышевый корешок с корневым чехликом, колеоризу, зародышевый стебелек (гипокотиль), почечку с конусом нарастания в центре, первый зародышевый лист и эпибласт.

Задание 2. Строение семени без эндосперма

Объект изучения: семя фасоли обыкновенной (*Phaseolu vulgaris*)

Порядок выполнения задания: Рассмотреть внешний вид семени фасоли. Найти рубчик на семени и микропиле. Снять семенную кожуру. Рассмотреть семядоли и зародыш. Зарисовать. На рисунке отметить семядоли, зародышевый корешок, зародышевый стебелек и почечку.

Задание 3. Морфологическое описание плодов

Объекты исследования: коллекции свежих, сушёных и фиксированных плодов.

Порядок выполнения задания. Каждый студент получает индивидуальный набор, состоящий из десяти разнообразных плодов. При выполнении работы помнить, что многие плоды ядовиты! Поочередно рассмотреть, зарисовать и описать все предложенные типы плодов. При необходимости вскрыть плод и воспользоваться лупой.

План описания плода

1. Консистенция околоплодника.
2. Раскрываемость плода в естественных условиях.
3. Количество семян в плоде (одно, много).
4. Срастаемость семени с околоплодником (срастается всей поверхностью или нет).

5. Гинецей (апокарпный, ценокарпный).
6. Количество гнезд в плоде.

Вопросы по разделу «Генеративные органы растений»

1. Дать определение цветка.
2. Из каких частей состоит тычинка?
3. Назовите части цветка листового происхождения.
4. Что такое плодолистик?
5. Какие типы околоцветника Вы знаете?
6. Какие части выделяют в трубчатом венчике?
7. Какие цветки называются правильными и неправильными? Приведите примеры.
8. По каким признакам можно различить верхнюю и нижнюю завязь?
9. В чем отличие в строении семян однодольных и двудольных растений?
10. Чем являются семядоли двудольного растения и какую функцию они выполняют?
11. Какова роль щитка в семени злаков?
12. Что такое колеоптиль и какова его роль?
13. Из какой части цветка образуется эндосперм?
14. Назовите черты сходства соцветий щиток и кисть.
15. В чем заключается основное отличие ботриоидных соцветий от цимоидных?
16. Какие соцветия называются агрегатными?
17. Каково основное направление эволюции соцветий?
18. Назовите признаки плодов, положенные в основу их классификации.
19. Чем боб отличается от стручка?
20. Из чего образуется плод?

4. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ

Систематика растений – это раздел ботаники, который занимается объединением растений, населяющих планету Земля, в определенные систематические группы на основании сходства их морфологических признаков и однородности происхождения.

Классификация растений на отдельные систематические группы осуществляется в рамках общепринятых единиц, называемых таксонами. Таксоны делятся на основные и вспомогательные. Основные: Вид (*species*) – совокупность особей, тождественных в морфологическом отношении, имеющих общее географическое распространение; Род (*genus*) – совокупность близкородственных видов; Семейство (*familia*) – совокупность родственных родов; Порядок (*ordo*) – совокупность родственных семейств; Класс (*classis*) – совокупность родственных порядков; Отдел (*divisio*) – совокупность родственных классов. Вспомогательные таксоны: подсемейство, подвид, разновидность и т.д. Для культурных растений введены таксоны сорт и сортотип. Таксон высшей категории – царство (*regnum*) вне рамок официальной систематики принято делить на подцарства, в состав которых входят родственные отделы [4].

НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ – ВОДОРΟΣЛИ

Водоросли – это сборная группа отделов фотосинтезирующих низших растений – эукариот, обитающих в воде или во влажных условиях на суше. Тело водорослей представлено слоевищем или талломом, который может быть одноклеточным, многоклеточным и колониальным. Клетки водорослей характеризуются присутствием особых пластид, которые называются хроматофорами. Они бывают самой разнообразной формы: овальной, чашевидной, спиралевидной и т.д. Водоросли имеют хорошо обособленные ядра и основные органоиды клеток, типичные для растений. Водорослям присущи все три типа размножения: половое, бесполое и вегетативное.

Отдел Зелёные водоросли (*Chlorophyta*). Его представители имеют чисто зелёную окраску, обусловленную

преобладанием в их клетках хлорофилла. Это самый обширный отдел водорослей (около 15000 видов), представители которого отличаются большим разнообразием строения таллома, клеток, хроматофор и способами размножения (рис. 68). Их представители могут принадлежать к различным экологическим группам. Зелёные водоросли делят на 3 класса: Равножгутиковые, Конъюгаты и Харовые. Последние интересны в эволюционном отношении наличием многоклеточных, сложно устроенных органов полового размножения (рис. 69).

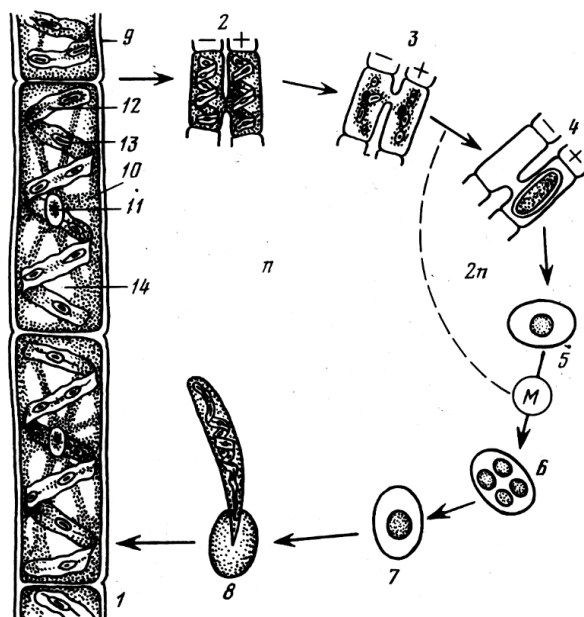


Рисунок 68. Жизненный цикл спирогиры: 1 – часть таллома, 2-3 – последовательность конъюгации, 4-5 – зигота, 6-7 – мейоз зиготы, 8 – прорастание зиготы, 9 – клеточная оболочка, 10 – цитоплазма, 11 – ядро, 12 – хроматофор, 13 – пиреноид, 14 – вакуоль

Отдел Диатомовые водоросли (*Diatomeophyta*) или кремнистые водоросли характеризуются желто-бурой окраской, поскольку кроме хлорофилла содержат в клетках пигмент диатомин. Всего их известно около 5000 видов. Обитают в планктоне, на дне водоемов, на почве, скалах, в горячих источниках и на снегу. Это одноклеточные микроскопические организмы, оболочка которых пропитана

кремнеземом и состоит из двух створок, надетых друг на друга подобно коробочки с крышкой (рис. 70).

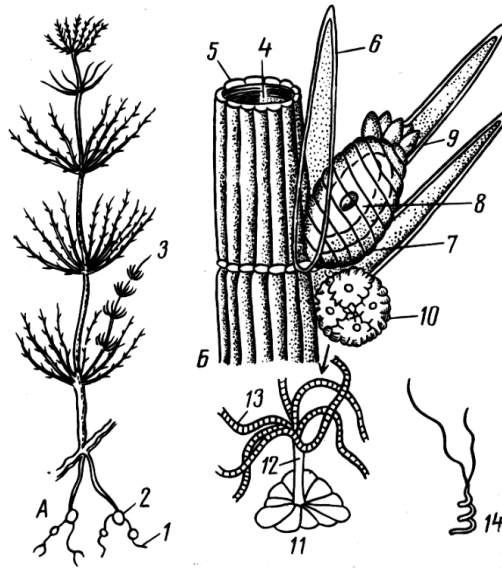


Рисунок 69. Жизненный цикл хары: А – общий вид, Б – часть таллома; 1 – ризоиды, 2 – клубеньки, 3 – боковое разветвление, 4 – центральная клетка, 5 – наружные клетки, 6 – одиночное разветвление, 7 – оогоний, 8 – яйцеклетка, 9 – коронка, 10 – антеридий, 11 – щиток, 12 – подставка, 13 – спермагенные нити, 14 – сперматозоид

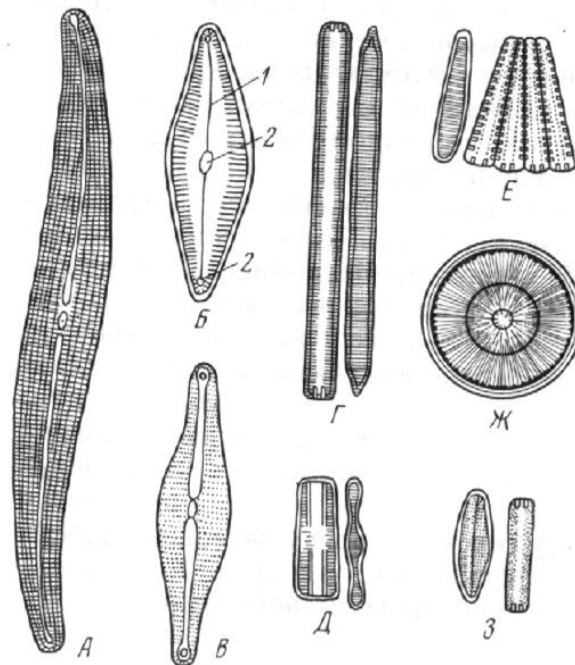


Рисунок 70. Диатомовые водоросли: А – плеуросигма, Б– цимбелла, В – навикула, Г – синедра, Д – табелляррия, Е – меридион, Ж – циклотелла. З – диатома; 1 – шов, 2 – узелок

Отдел Бурые водоросли (*Phaeophyta*) – многоклеточные крупные бентосные морские растения. Всего их насчитывается около 1500 видов. Их бурая окраска обусловлена преобладанием в хроматофорах пигмента фукоксантина, хлорофилла значительно меньше. По форме тела они сложны и разнообразны: ветвистые, лентовидные, в виде пластин и пр. (рис. 71). Талломы их дифференцированы анатомически – состоят из клеток, различных по форме и размерам. У некоторых представителей (ламинария, макроцистис) в цикле развития доминирует спорофит.

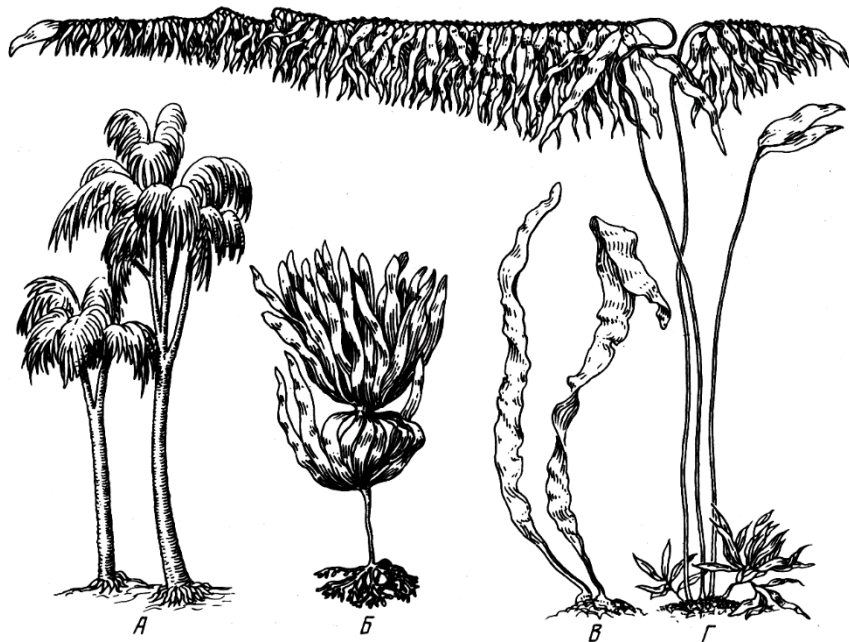


Рис. 71. Бурые водоросли: А – лессония, Б – ламинария пальчатая, В – ламинария сахарная, Г – макроцистис

Отдел Красные водоросли (*Rhodophyta*) – многоклеточные, но менее крупные, чем бурые водоросли. Всего их известно около 4000 видов. Их экология разнообразна, но чаще они обитают в морях на больших глубинах. В их хроматофорах преобладает пигмент красного цвета – фикоэритрин (рис. 72). Красные водоросли по ряду признаков (набор пигментов, строение хроматофоров, отсутствие жгутиковых стадий и пр.) отличаются от прочих водорослей, что позволяет, по мнению многих ученых выделить их в отдельное подцарство – Багрянки (*Rhodobionta*).

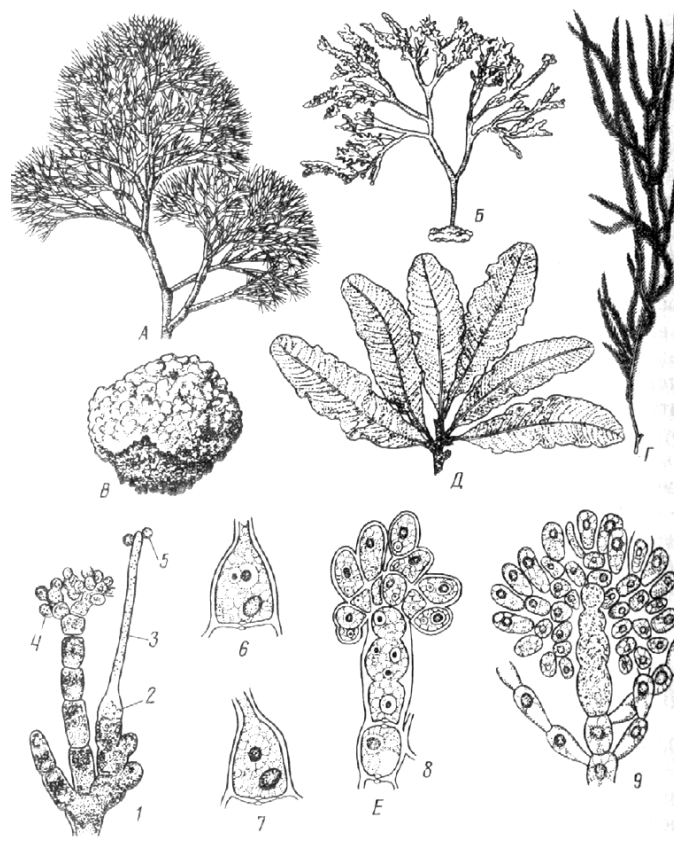


Рисунок 72. Красные водоросли: А – каллитамнион, Б – гигартина, В – литотамнион, Г – диазия, Д – делессерия, Е – половой процесс у немалиона; 1 – карпогон, 2 – брюшко, 3 – трихогина, 4 – антеридии, 5 – спермации, 6 – копуляция, 7 – зигота. 8 – образование карпоспор, 9 – карпоспоры

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Отдел Цианобактерии, Осциллятория (*Oscillatoria*)

Порядок выполнения задания. Каплю воды, содержащую осциллятории, поместить на предметное стекло, накрыть покровным. Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа. Найти в клетках центроплазму (центральное тело) и хроматоплазму (корковый слой). Зарисовать. Отметить на рисунке оболочку, центроплазму, хроматоплазму.

Задание 2. Отдел Цианобактерии, Носток (*Nostoc*)

Порядок выполнения задания. Небольшой комочек слизистой массы ностока поместить препаровальной иглой в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным. Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа.

На цепочках из клеток найти более крупные – гетероцисты, по которым нить разрывается на гормогонии. Зарисовать. На рисунке отметить обычные клетки и гетероцисты.

Задание 3. Отдел Цианобактерии, род Спирулина (*Spirulina*)

Порядок выполнения задания. Пипеткой на предметное стекло нанести 2 капли жидкости со спирулиной, пробирку предварительно встряхнуть. Закрывать покровным стеклом. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа спиральную нить спирулины. Зарисовать.

Задание 4. Отдел Зеленые водоросли, класс Равножгутиковые, Вольвокс (*Volvox*)

Порядок выполнения задания. При малом увеличении микроскопа рассмотреть на постоянном препарате шаровидную колонию вольвокса, обратить внимание на дочерние колонии внутри материнской. Зарисовать. На рисунке отметить материнскую колонию, реснички по ее краю, дочерние колонии.

Задание 5. Отдел Зеленые водоросли, класс Сцеплянки, Спирогира (*Spirogyra*)

Порядок выполнения задания. Небольшой фрагмент нити поместить в каплю воды на предметное стекло, закрыть покровным. При малом увеличении микроскопа рассмотреть хроматофоры, обратить внимание на их форму, найти пиреноиды и ядро. Зарисовать клетку, на рисунке отметить клеточную оболочку, цитоплазму, ядро, хроматофор, пиреноиды, вакуоли. На микропрепарате «Конъюгация спирогиры» рассмотреть лестничную конъюгацию. Зарисовать. Отметить на рисунке конъюгационные каналы и зиготы.

Задание 6. Отдел Зеленые водоросли, класс Харовые, Хара (*Chara*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть внешний вид хары. Зарисовать. Отметить «узлы» и «междоузлия», ризоиды с клубеньками. На микропрепарате рассмотреть строение оогониев и антеридиев хары. Зарисовать их, отметить на рисунке коронку оогония, яйцеклетку, щитки антеридия.

Задание 7. Отдел Бурые водоросли

Порядок выполнения задания. Рассмотреть предложенные образцы гербарной коллекции бурых водорослей. Зарисовать.

Задание 8. Отдел Красные водоросли

Порядок выполнения задания. Рассмотреть предложенные образцы гербарной коллекции красных водорослей. Зарисовать.

Задание 9. Сравнительная характеристика представителей отделов водорослей

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 2.

Таблица 2

Характеристика представителей отделов водорослей

Признаки	Циано- бактерии	Зелёные	Диатомо- вые	Бурые	Красные
Примеры (русские и латинские названия)					
Тип таллома					
Особенности строения клеток, форма хроматофора					
Наличие жгутиков					
Пигменты					
Запасные питательные вещества					
Особенности размножения					
Строение половых органов					
Экологическая группа, местообитание					
Значение в природе и хозяйственной деятельности человека					

ГРИБЫ

Грибы – это гетеротрофные бесхлорофильные организмы, питающиеся готовыми органическими веществами. По способу питания их подразделяют на сапрофиты и паразиты. От водорослей грибы отличаются отсутствием хлорофилла, от дробянок – наличием типичных ядер. Присутствие в их клетках хитина, гликогена и отсутствие пластид обособляет их от царства растений, оставляя нерешенным вопрос об их происхождении.

Отдел делится на следующие классы: Хитридиомицеты, Оомицеты, Зигомицеты, Аскомицеты, Базидиомицеты и Несовершенные грибы. В основу классификации грибов положено строение мицелия и способ размножения. Мицелий у простейших представителей может быть неклеточным и нечленистым, у высших грибов он многоклеточный, обычно нитевидный и членистый. Размножаются грибы вегетативным, бесполом и половым путем. Способы спороношения, как и типы полового процесса, у представителей разных классов различны.

Отдел принято подразделять на два подотдела: низшие грибы и высшие грибы. К низшим грибам относятся классы: Хитридиомицеты, Оомицеты, Зигомицеты. Остальные классы относят к высшим грибам.

Класс Хитридиомицеты (*Chytridiomycetes*) объединяет около 300 видов. Его представители имеют вегетативное тело, представленное либо плазмодием – голой цитоплазматической массой, либо клеткой, от которой отходят безъядерные нечленистые зачаточные гифы. Бесполое размножение осуществляется зооспорами, формы полового процесса разнообразны.

Ольпидий капустный (*Olpidium brassicae*) паразитирует на капусте. У поражённой рассады корень и часть подсемядольного колена деформируются и чернеют, поэтому болезнь называют чёрной ножкой. В клетках поражённых органов находятся талломы ольпидиума в виде многоядерных плазмодиев. Плазмодий увеличивается в размерах, покрывается оболочкой и превращается в

шаровидный зооспорангий. Зооспоры выходят наружу, проникают в новые растения и образуют в них плазмодий. При благоприятных условиях (избыточная влажность) жизненный цикл длится 2 - 3 дня. При задержке прорастания зооспорангия зооспоры становятся гаметами и, сливаясь, формируют зиготы. Зигота заражает растение, как и зооспора, а затем может превратиться в одетую толстой оболочкой зимующую цисту. При прорастании зигота делится путем мейоза и образует плазмодий (рис. 73).

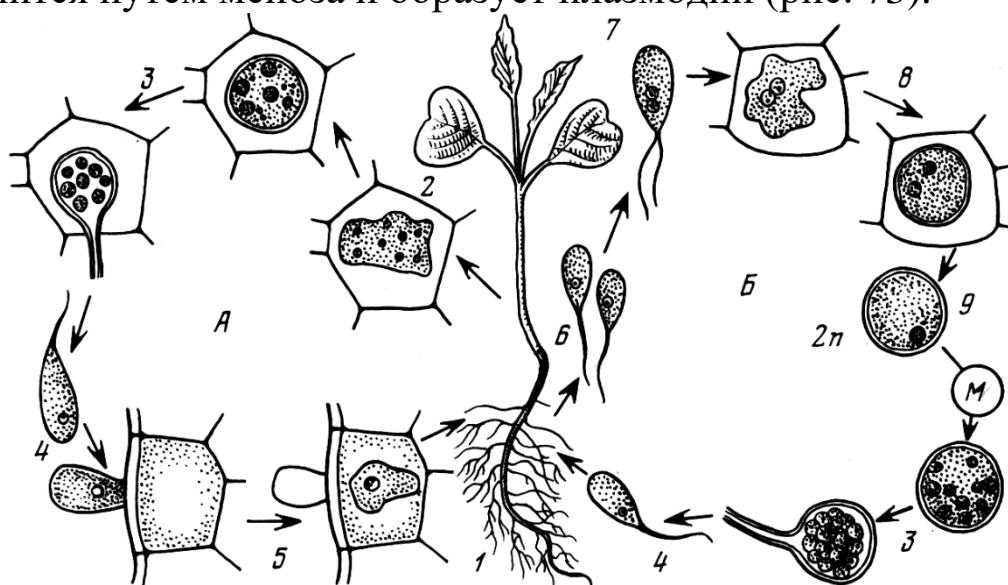


Рисунок 73. Жизненный цикл ольпидия: А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз;
 1 – рассада капусты, поражённая ольпидием, 2 – плазмодий ольпидия в клетке корневой шейки, 3 – образование зооспорангия, 4 – зооспора, 5 – проникновение зооспоры в клетку эпидермы, 6 – изогаметы, 7 – зигота, 8 – двухядерный зимующий плазмодий, 9 – прорастание зиготы

Синхитриум (*Synchytrium endobioticum*) – паразитирует на картофеле, является причиной, так называемого, рака клубней картофеля. Зооспоры, проникая в клетки клубня, вызывают появление на них больших, бугристых наростов из плазмодия гриба. Пораженные клубни бедны крахмалом и не хранятся. При бесполом размножении из плазмодия образуется несколько зооспорангиев. Осенью происходит половое размножение по типу изогамии. Зигота проникает в

клубень, превращается в цисту и зимует. Ее жизнеспособность может сохраняться 20 лет. При прорастании зиготы происходит мейоз и образуется один зооспорангий, дающий зооспоры (рис. 74).

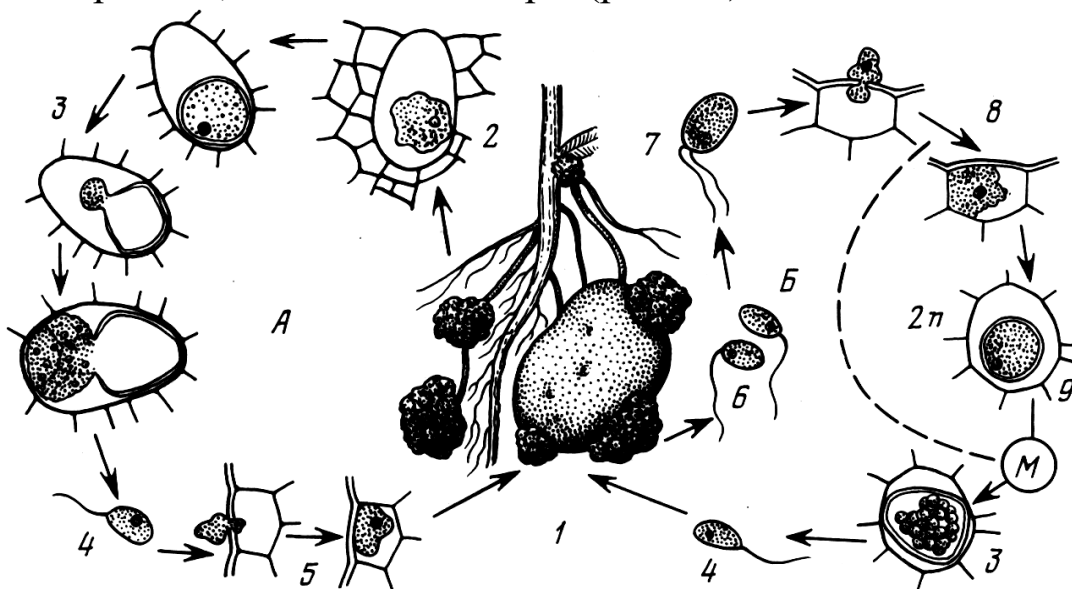


Рисунок 74. Жизненный цикл синхитрия: А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз; 1 – клубни картофеля, поражённые синхитрием, 2 – плазмодий синхитрия в клетке клубня, 3 – образование сориязооспорангиев, 4 – зооспора, 5 – проникновение зооспоры в клетку эпидермы молодого клубня, 6 – изогаметы, 7 – зигота, 8 – проникновение зиготы в клетку эпидермы клубня, 9 – образование цисты

Класс Оомицеты (*Oomycetes*) включает около 300 видов. Мицелий состоит из неклеточных, разветвленных гиф, содержащих много ядер. Половой процесс оогамный, зигота диплоидна, при ее прорастании происходит мейоз. Жизненный цикл большинства представителей тесно связан с водой.

Фитофтора (*Phytophthora infestans*) – паразитирует на картофеле. Нитевидный мицелий находится в мезофилле листа, его гифы разрастаются и вызывают отмирание тканей, которое проявляется в виде буро-коричневых пятен. Гифы со спорангиеносцами выходят через устьица на поверхность листа и образуют белый налет. Зооспорангии отделяются от спорангиеносцев и, попадая на другие листья, прорастают

или в новые гифы, или в зооспоры. Процесс идет особенно быстро при наличии капельной воды. Зооспорангии и зооспоры, попадая в почву, заражают клубни картофеля (рис. 75).

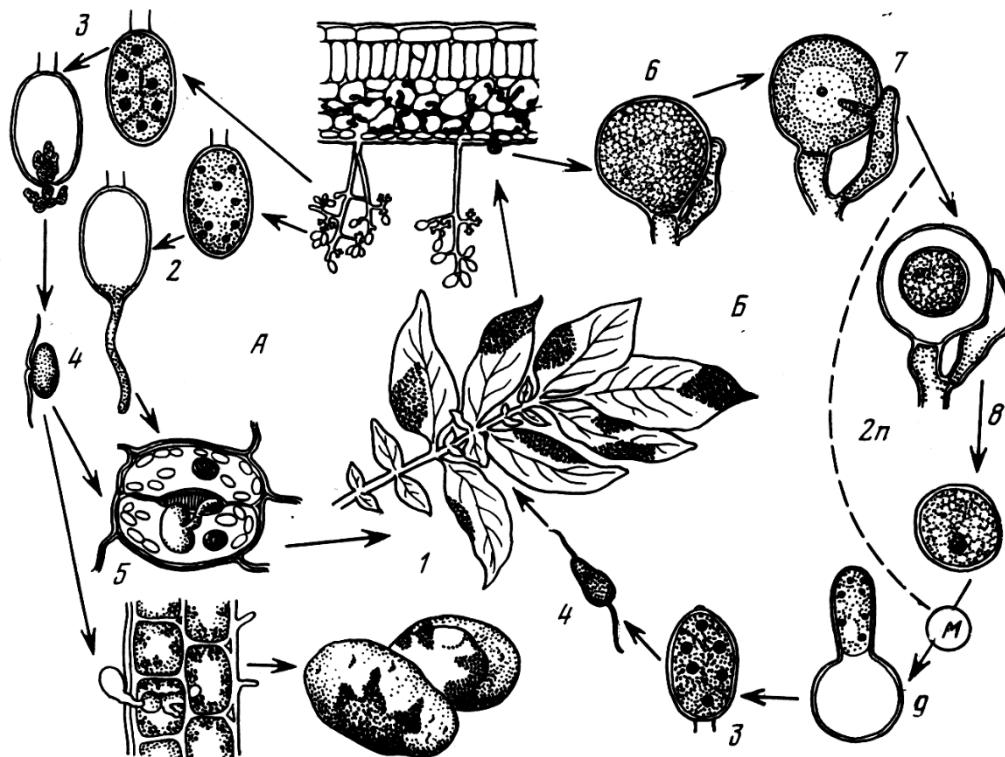


Рисунок 75. Жизненный цикл фитофторы: А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз; 1 – лист и клубни картофеля, поражённые фитофторой, 2 – конидия и ее прорастание, 3 – зооспорангии и выход зооспор, 4 – зооспора, 5 – прорастание зооспоры на листе и клубне, 6 – оогоний и антеридий, 7 – оогамия, 8 – образование ооспоры, 9 – прорастание ооспоры

Класс Зигомицеты (*Zygomycetes*) объединяет около 400 видов. Среди представителей есть паразиты и сапрофиты. Мицелий неклеточный, бесполое размножение осуществляется с помощью конидий и спорангиоспор, зооспор нет. Половой процесс – зигогамия (гаметангиогамия).

Мукор (*Mucor mucedo*) – сапрофит, живущий на хлебе, овощах, навозе и других органических субстратах. Имеет неклеточные сильно ветвящиеся многоядерные гифы. Бесполое размножение осуществляется при помощи спорангиоспор, образующихся в шаровидных спорангиях.

Половой процесс возможен лишь при наличии рядом двух гетероталлических мицелиев. Нити их растут навстречу друг другу, концы утолщаются и, соприкасаясь, отделяют перегородками гаметангии. Стенки гаметангиев в месте соприкосновения растворяются, содержимое их сливается. Образовавшаяся зигота покрывается толстой тёмной оболочкой, превращаясь в зигоспору. После периода покоя она делится мейозом и прорастает в гифу со спорангием, содержащим гаплоидные споры (рис. 76).

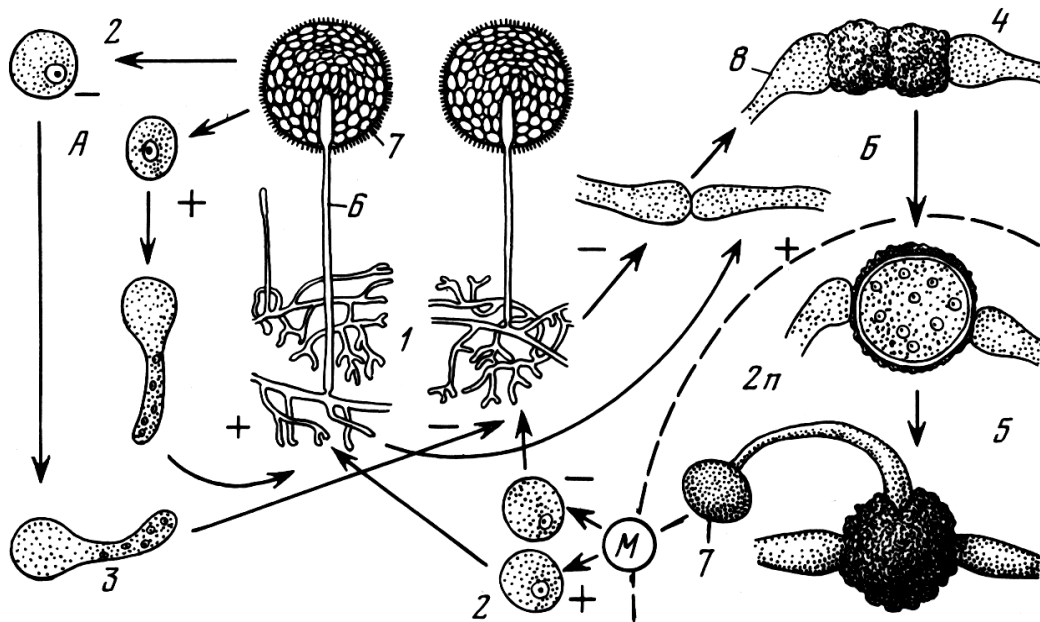


Рисунок 76. Жизненный цикл муко́ра: А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз; 1 – гетероталлические мицелии, 2 – споры, 3 – прорастание спор, 4 – конъюгация гаметангиев, 5 – зигота, 6 – спорангиеносец, 7 – спорангий, 8 – подвесок

Класс Сумчатые грибы – Аскомицеты (*Ascomycetes*) объединяет около 25 тысяч видов и относится к высшим грибам. От остальных классов отличается тем, что у его представителей споры образуются в сумках, или асках, появлению которых предшествует половой процесс. У большинства аскомицетов сумки образуются в особых плодовых телах, а у простейших представителей сумки лежат открыто на поверхности мицелия. Плодовые тела аскомицетов бывают трех типов: замкнутые шаровидные – клейстотеции, полузамкнутые кувшиновидные – перитеции и открытые дисковидные – апотеции (рис. 77).

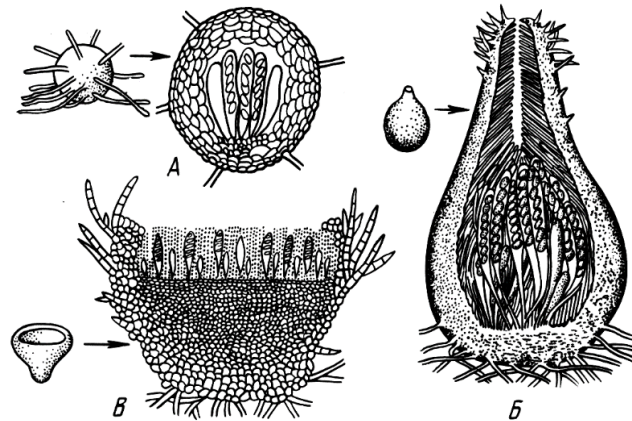


Рисунок 77. Плодовые тела зуаскомицетов: А – клейстотеций, Б – апотеций, В – перитеций

Подкласс Голосумчатые (*Gymnoascomycetidae*), порядок **Первично сумчатые** (*Protoascales*), представитель пивные дрожжи – (*Saccharomyces cerevisiae*). Характеризуется отсутствием плодовых тел и гимениального слоя. Аски с 4 или 8 аскоспорами образуются половым путем при неблагоприятных условиях непосредственно в мицелии – овальной микроскопической клетке с одним ядром. Вегетативное размножение осуществляется в благоприятных условиях почкованием (рис. 78). Вызывают спиртовое брожение и широко применяются в пищевой промышленности.

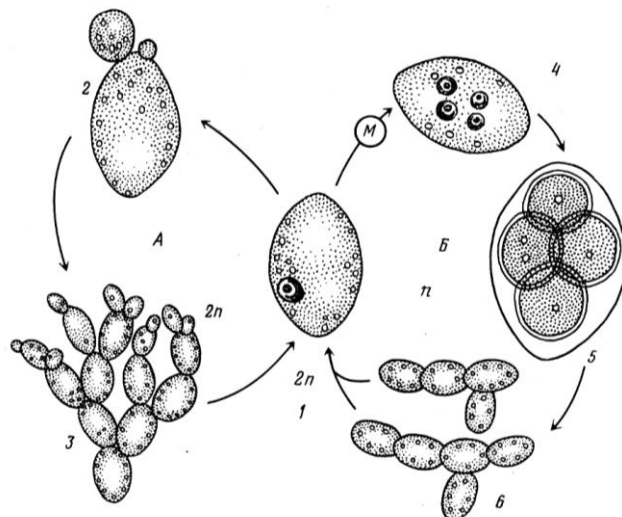


Рисунок 78. Жизненный цикл пивных дрожжей: А – почкование, Б – половой процесс, М – мейоз; 1 – вегетативная особь, 2 - 3 – почкующиеся клетки, 4 - 5 – образование аска с аскоспорами, 6 – почкующиеся аскоспоры

Подкласс Плодосумчатые (*Euascomycetidae*), порядок Плектасковые (*Plectascales*), род пенициллиум (*Penicillium*). Имеет членистый мицелий и плодовые тела клейстотеции. Бесполое размножение осуществляется при помощи конидий. Конидиеносцы многочисленные, заканчиваются на верхушке разветвлениями, имеющим форму кисточек. От конечных разветвлений отделяются цепочки конидий. Конидии разносятся по воздуху и, попав в благоприятные условия, образуют новые мицелии (рис. 79). Используется при получении антибиотика пенициллина.

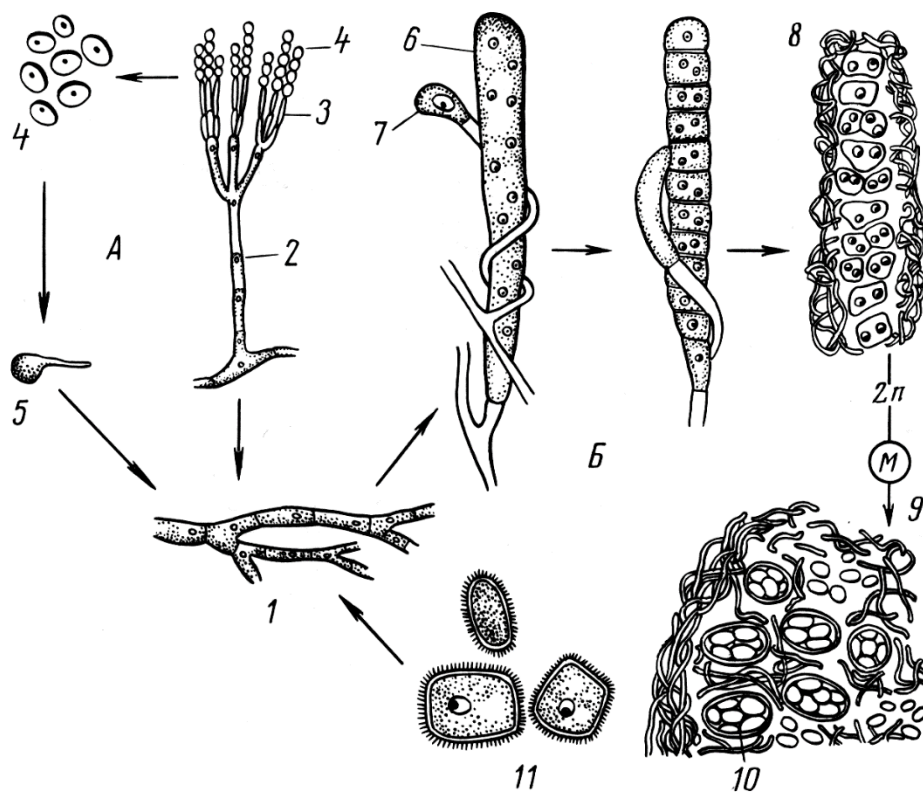


Рисунок 79. Жизненный цикл пеницилла: А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз; 1 – мицелий, 2 – конидиеносец, 3 – фиалида, 4 – конидия, 5 – прорастание конидии, 6 – аскогон, 7 – антеридий, 8 – формирование клейстотеция, 9 – часть клейстотеция, 10 – аск с аскоспорами, 11 – аскоспоры

Порядок **Пиреномицеты (*Pyrenomycetales*), представитель спорынья (*Claviceps purpurea*).** Злостный паразит ржи и многих дикорастущих злаков. Мицелий проникает в завязь пестика, разрушает её ткани и

осуществляет конидиальное спороношение. При этом гифы выделяют капельки медвяной росы – сладкой жидкости, привлекающей насекомых. Они переносят конидии на соседние цветки и заражают их. Из зараженного цветка формируется тёмно-фиолетовый рожок (склероций), состоящий из плотного сплетения гиф. Склероции зимуют на почве, к началу цветения ржи они прорастают, образуя нитевидные выросты, заканчивающиеся шаровидной головкой – стромой. В строму погружены перитеции, заполненные длинными цилиндрическими сумками со спорами. Споры разносятся по воздуху, попадают на рыльца цветков злаков и прорастают. Склероции спорыньи содержат алкалоиды, смертельно ядовитые для человека и животных (рис. 80).

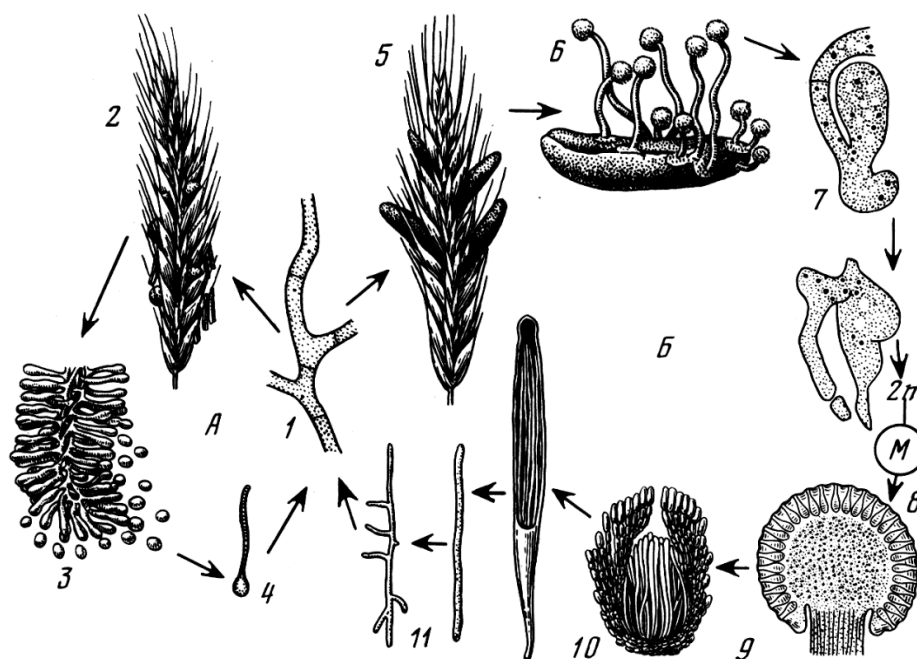


Рисунок 80. Жизненный цикл спорыньи: А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз;
 1 – мицелий, 2 – медвяная роса на поражённом спорыньей колосе,
 3 – конидиеносец с конидиями, 4 – прорастание конидий,
 5 – колос ржи со склероциями, 6 – проросший склероций с головчатыми стромами на ножках, 7 – половой процесс, 8 – строма,
 9 – перитеций, 10 – аск с аскоспорами, 11 – аскоспора и ее прорастание

Группа порядков *Дискомицетов* (*Discomycetales*). К ней относятся грибы с открытым плодовым телом – апотецием. Типичными представителями являются сморчки и строчки.

Порядок *Мучнисторосяные* (*Erysiphales*). Сюда относятся грибы с закрытым плодовым телом – клейстотецием, внутри которого находится одна сумка с 8 аскоспорами. Представитель этого порядка – американская мучнистая роса поражает листья и плоды смородины, крыжовника, клевера и др.

Класс Базидиальные грибы – Базидиомицеты (*Basidiomycetes*). Общее число видов около 30 тысяч. Мицелий состоит из членистых гиф, специальных органов полового размножения нет, половой процесс осуществляется путем слияния члеников двух гаплоидных гиф. У гетероталлических базидиомицетов сливаются гифы мицелиев двух особей с противоположным знаком (+ и -), но слияние содержимого члеников не сопровождается слиянием ядер. Образуются дикарионы, которые размножаются делением. Половой процесс завершается слиянием ядер дикарионов, редукционным делением и образованием базидии с базидиоспорами (рис. 81). Базидия может состоять из одной клетки (холобазидия) или из четырех клеток (фрагмобазидия). Базидия гомологична сумке аскомицетов, но сумкоспоры возникают внутри сумки, эндогенно, а базидиоспоры возникают на поверхности базидии, т.е. экзогенно.

К классу Базидиальных грибов принадлежит большинство напочвенных съедобных грибов. Многие представители вызывают различные заболевания растений, а также разрушение живой и мёртвой древесины.

Подкласс Холобазидиомицеты (*Holobasidiomycetes*), порядок *Агариковые* – *Agaricales*, объединяет наиболее известные семейства – Пластинниковые (*Agaricaceae*) и Болетусовые (*Boletaceae*). К ним относится большинство видов съедобных грибов, а также многие микоризообразователи. Обычно плодовое тело дифференцировано на ножку и шляпку. Гимениальный слой (гименофор) находится на нижней стороне шляпки в виде

радиальных пластинок (Пластинниковые) или трубочек (Болетусовые).

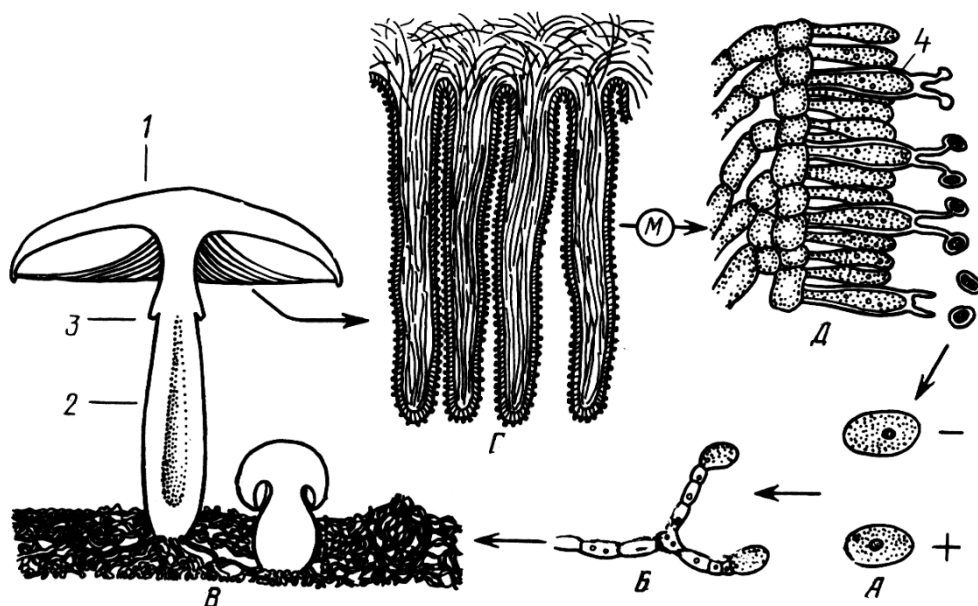


Рисунок 81. Жизненный цикл шампиньона: А – базидиоспоры, Б – соматогамия, В – мицелий, Г – пластинчатый гименофор, Д – гимениальный слой, М – мейоз; 1 – шляпка, 2 – ножка, 3 – покрывало, 4 – базидия

Подкласс Телиоспоромицеты (*Teliosporomycetidae*), порядок **Головнёвые (*Ustilaginales*).** Представители этого порядка являются исключительно паразитами, чаще на злаках, вызывая болезнь – головню. Пыльная головня пшеницы (*Ustilago tritici*) поражает яровую и озимую пшеницу. Части растений, пораженные головнёй, имеют обугленный вид. Споры головнёвых грибов называются хламидоспорами или телиоспорами. Образуются они делением гиф поперечными перегородками на отдельные клетки. Хламидоспоры имеют шаровидную форму и тёмную окраску. В начале цветения пшеницы споры попадают на рыльце пестика и прорастают. Гриб сохраняется в заражённом зерне в виде зачаточного мицелия. При посеве таких семян споры прорастают одновременно с ним, к моменту созревания злака грибница достигает соцветия и превращает его в «головню» (рис. 82). Характерной особенностью головнёвых грибов является строгая

специализация по отношению к растению-хозяину. Различают головню пшеницы, проса, кукурузы и пр.

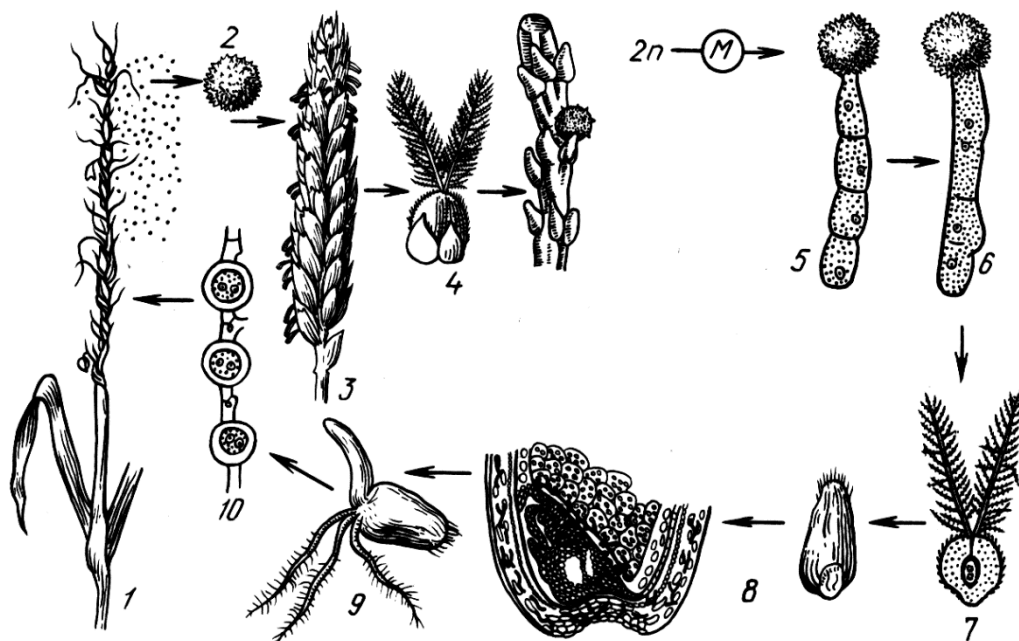


Рисунок 82. Жизненный цикл пыльной головни пшеницы:
 М – мейоз; 1 – колос пшеницы, поражённый пыльной головнёй, 2 – телиоспора, 3 – цветущий колос пшеницы, 4 – телиоспора на пестике, 5 – прорастание телиоспоры и образование базидиоспор, 6 – копуляция члеников фрагмобазидии, 7 - 8 – внедрение гифы в зародыш, 9 – прорастание поражённой зерновки, 10 – образование телиоспор

Порядок **Ржавчинные** (*Uredinales*). Это обязательные паразиты. Многие из них в цикле развития меняют растение – хозяина и имеют несколько типов спор. Наиболее распространена Линейная ржавчина злаков (*Puccinia graminis*). Полный цикл развития гриба проходит на злаке – основном хозяине и барбарисе – промежуточном хозяине. На листьях злаков летом можно наблюдать рыжие пятна, подобные ржавчине, это скопление летних спор – уредоспор. Они образуют мицелий ржавчины, находящийся в тканях листа и стебля. Созревшие уредоспоры разносятся ветром и заражают другие растения. Осенью к моменту уборки хлебов на том же мицелии образуются, одетые толстой оболочкой, зимние споры – телейтоспоры, которые зимуют в поле. Весной они прорастают, образуя орган спороношения – фрагмобазидию. На каждой из них образуются

базидиоспоры. Базидиоспоры разносятся ветром и прорастают на барбарисе. На мицелии образуются два органа спороношения и затем два типа спор: пикноспоры и эцидиоспоры. Первые заражения не вызывают, а вторые переносятся ветром и заражают всходы злаковых культур (рис. 83).

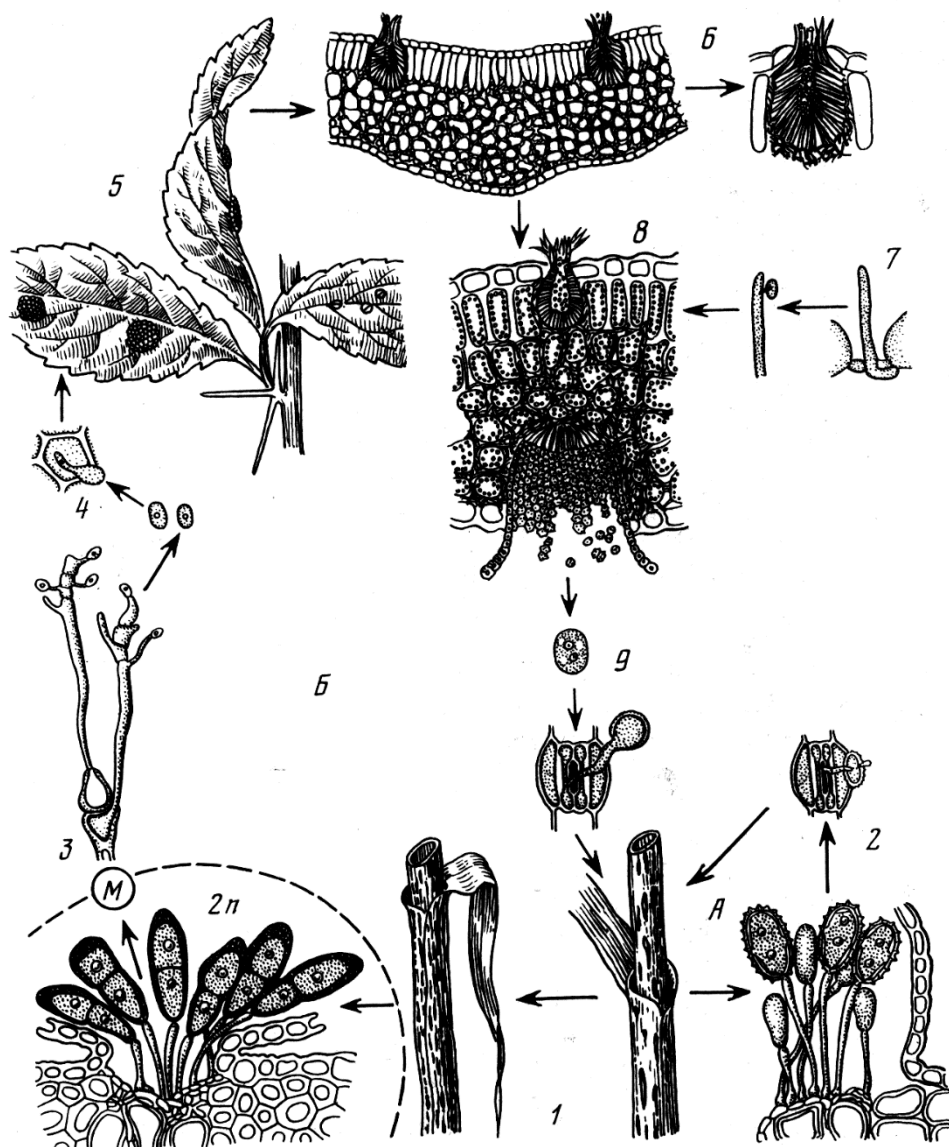


Рисунок 83. Жизненный цикл пукцинии: А – бесполое размножение, Б – половое размножение, М – мейоз; 1 – листья и стебли злака, поражённые пукцинией, 2 – уредоспоры и их прорастание, 3 – телиоспоры и их прорастание, 4 – базидиоспоры, 5 – листья барбариса, поражённые пукцинией, 6 – лист барбариса с пикнидами, 7 – образование дикарионного мицелия, 8 – лист барбариса с эцидиями, 9 – эцидиоспора и её прорастание

Класс несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*). Общее число видов около 30 тысяч. К классу относятся грибы с членистым мицелием. Бесполое размножение осуществляется с помощью конидий, половой процесс неизвестен. Это паразиты и сапрофиты. Огромный вред растениям наносит гриб фузариум (*Fusarium sp.*), вызывающий заболевание фузариоз у льна, хлопчатника, клевера, томата, озимых злаков и др.

Лишайники

Лишайники – своеобразная группа, насчитывающая около 25000 видов. Таллом (слоевище) лишайников образован из грибов (обычно сумчатых, реже базидиальных) и водорослей (зелёных и сине-зелёных). Лишайники – организмы симбиотические, у них грибные гифы прикрепляют лишайник к субстрату, поглощая при этом из него воду с растворёнными минеральными веществами, а водоросль, фотосинтезируя, вырабатывает органическое вещество, которое используется и ею, и грибом. Подобная организация позволяет им выживать в скудных условиях и быть первопоселенцами на многих территориях [5].

По морфологическим особенностям лишайники делятся на 3 группы:

1. Кожуровые (или накипные). Их таллом (слоевище) образует сплошные корочки или налеты, плотно срастающиеся с субстратами – камнями, стволами деревьев, строениями и пр. Они могут иметь разнообразную окраску (желтую, красноватую, зеленоватую). Типичным представителем является род графис (*Graphis sp.*). Это самая древняя группа лишайников и от нее произошли другие группы.
2. Листоватые. Они имеют вид рассечённых корочек, срастающихся с субстратом менее прочно, чем талломы кожуровых лишайников. Сюда относятся роды пармелия (*Parmelia sp.*) и пельтигера (*Peltigera sp.*).
3. Кустистые лишайники. Их слоевища подобны ветвящимся кустикам, которые срастаются с субстратом только основанием. Большое значение в этой группе имеет олений мох – ягель (*Cladonia sp.*) – основной корм оленей в тундре.

По анатомическому строению лишайники разделены на гомеомерные и гетеромерные. У первых, более примитивных, грибы и водоросли перемешаны равномерно; у вторых выражены: верхний корковый слой, гонидиальный слой из водорослей, средний слой из гиф гриба и нижний корковый слой. Размножаются лишайники вегетативно, обычно фрагментами слоевища, или при помощи особых образований – соредий и изидий. Соредии – это микроскопические комочки из водорослей, оплетенных гифами гриба, а изидии – выросты на поверхности слоевища. Они разносятся ветром, и, попав в благоприятные условия, дают начало новому слоевищу (рис. 84).

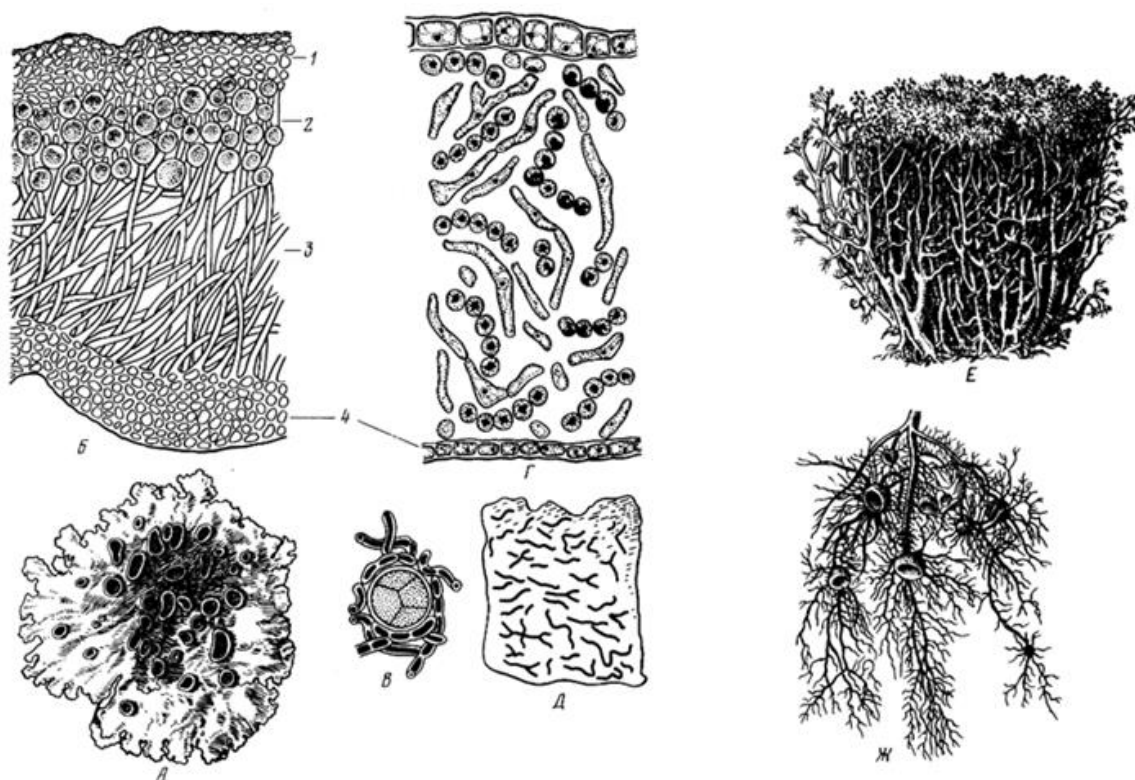


Рисунок 84. Лишайники: А-В – листоватый лишайник пармелия (А – общий вид, Б – поперечный разрез гетеромерного таллома, В – начальная фаза образования соредии), Г – листоватый лишайник лептория (поперечный разрез гомеомерного таллома), Д – накипной письменный лишайник на корке дерева, Е – кустистый олений лишайник ягель, Ж – кустистый бородатый лишайник;
 1 – верхний корковый слой, 2 – гонидиальный слой,
 3 – сердцевинный слой из гиф, 4 – нижний корковый слой

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Ольпидиум капустный (*Olpidium brassicae*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарные образцы капусты, поражённые черной ножкой, зарисовать всходы капусты, поражённые ольпидиумом.

Задание 2. Синхитриум (*Synchytrium endobioticum*)

Порядок выполнения задания: Рассмотреть и зарисовать клубни картофеля, поражённые синхитриумом.

Задание 3. Мукор головчатый (*Mucor mucedo*)

Порядок выполнения задания: Приготовить микропрепарат мукора. На чистое предметное стекло нанести 2-3 капли воды. Препаровальной иглой снять кусочек мицелия и поместить в каплю воды, осторожно закрыв покровным стеклом. Микропрепарат рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа. Зарисовать. На рисунке отметить мицелий, спорангий, спорангиеносец.

Задание 4. Фитофтора (*Phytophthora infestans*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарные образцы и клубни картофеля, поражённые фитофторой, найти поражённые участки листьев. Клубень разрезать, рассмотреть поражение фитофторой. Зарисовать.

Задание 5. Дрожжи пивные (*Saccharomyces cerevisiae*)

Порядок выполнения задания. На чистое предметное стекло нанести с помощью пипетки каплю эмульсии, пробирку с эмульсией предварительно встряхнуть. Каплю закрыть покровным стеклом и рассмотреть почкующиеся дрожжи при малом и большом увеличении микроскопа. Зарисовать несколько клеток почкующихся дрожжей.

Задание 6. Пеницилл (*Penicillium*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть и зарисовать микропрепарат пеницилла при большом увеличении микроскопа. На рисунке отметить: членистый мицелий, конидиеносец, стеригмы, конидии.

Задание 7. Спорынья пурпуровая (*Claviceps purpurea*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть колос ржи со склероциями. Зарисовать, отметить на рисунке склероций. Рассмотреть микропрепарат «Поперечный срез стромы спорыньи» при малом увеличении микроскопа, найти

полузамкнутые плодовые тела – перитеции и сумки в них. Зарисовать фрагмент поперечного среза стромы спорыньи. На рисунке отметить перитеции и сумки.

Задание 8. Белый гриб (*Boletus edulis*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть муляж и гербарий, зарисовать плодовое тело гриба. На рисунке отметить трубчатый гименофор. Приготовить микропрепарат гименофора размоченного в воде гриба. Для этого бритвой сделать тонкий поперечный срез гименофора. Поместить маленький фрагмент в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом. Найти полость трубочки с базидиями. Зарисовать. На рисунке гимениального слоя отметить базидии с базидиоспорами, парафизы.

Задание 9. Шампиньон (*Agaricus campestris*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть плодовое тело шампиньона. Сравнить гименофор шампиньона с гименофором белого гриба. Зарисовать плодовое тело и гименофор.

Задание 10. Головнёвые грибы (*Ustilago tritici*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть предложенную гербарную коллекцию растений овса, пшеницы, кукурузы, поражённых головнёй. Зарисовать. В каплю воды на предметное стекло перенести пинцетом немного спор головки овса, закрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа. Зарисовать споры.

Задание 11. Линейная ржавчина злаков (*Puccinia graminis*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарий злака с пятнами ржавчины. Зарисовать. В каплю воды на предметное стекло соскоблить скальпелем или бритвой немного спор с листа злака, накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом и большом увеличениях микроскопа летние споры – уредоспоры и зимние споры – телейтоспоры. Зарисовать уредоспоры и телейтоспоры.

Задание 12. Графис (*Graphis sp.*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть коллекцию корковых лишайников, обратить внимание на плотное срастание таллома с субстратом. Зарисовать.

Задание13. Пармелия (*Parmelia sp.*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть строение таллома листоватого лишайника пармелии. Зарисовать.

Задание14. Олений лишайник (*Cladonia sp.*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть строение таллома кладонии. Сравнить с талломами пармелии и графиса. Зарисовать.

Задание15. Анатомическое строение талломов гомеомерного и гетеромерного лишайников

Порядок выполнения задания. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа микропрепарат поперечного среза гомеомерного лишайника. Обратит внимание на равномерность распределения гиф гриба и клеток водорослей. Зарисовать. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа поперечный срез гетеромерного лишайника. Зарисовать. На рисунке отметить: верхний корковый слой, нижний корковый слой с ризинами (выростами), средний слой из гиф гриба и гонидиальный слой из клеток водорослей.

ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

У большинства высших растений тело поделено на органы – корень, стебель и листья, состоящие из хорошо дифференцированных тканей и проводящих пучков. В их жизненном цикле чётко выражено чередование поколений – спорофита ($2n$) и гаметофита (n) (рис. 85). Органы полового размножения многоклеточные. По их структуре высшие растения делят на 2 группы: Архегионные и Пестичные. Архегионные включают 7 отделов: 6 отделов споровых растений (Проптеридофиты, Моховидные, Псилотовидные, Плауновидные, Хвощевидные, Папоротниковидные) и 1 отдел семенных растений (Голосеменные, или Сосновые). Пестичные представлены одним отделом – Покрытосеменные. У архегионных растений зародыш, т.е. зачаток спорофита, развивается за счет гаметофита. Последний у представителей различных отделов редуцирован в большей или меньшей степени; у пестичных зародыш

развивается за счет запасной ткани спорофита – эндосперма ($3n$) и не зависит от гаметофита.

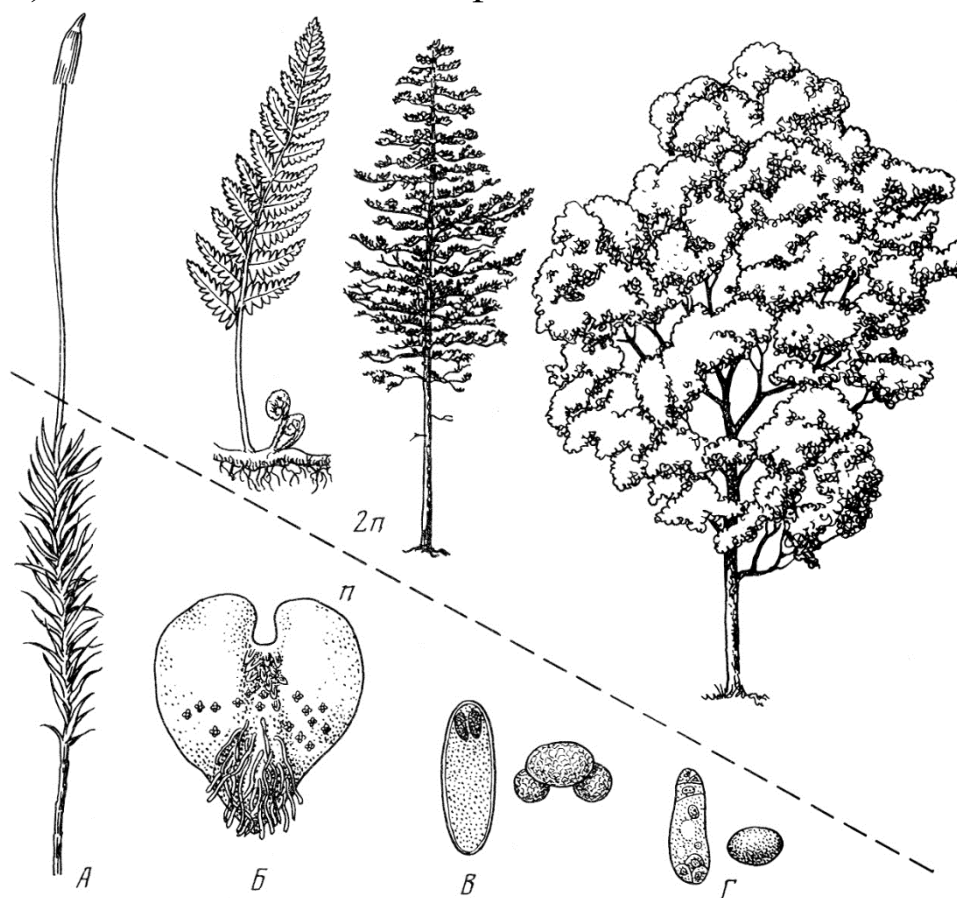


Рисунок 85. Соотношение гаметофита и спорофита у различных групп высших растений: А – моховидные; Б – папоротниковидные; С – голосеменные; Г – покрытосеменные

Отдел Моховидные

Моховидные – древняя группа высших споровых растений, насчитывающая около 25 000 видов. Они слабо приспособлены к обитанию в сухих местах, оплодотворение у них возможно только в воде, в цикле развития доминирует гаметофит, спорофит самостоятельно не существует. Отдел поделен на 3 класса: Антоцеротовые (100 видов талломных растений), Печеночные и Листостебельные мхи.

Класс Печеночные мхи (печеночники – *Hepaticopsida*) – одна из самых низкоорганизованных групп высших растений. Тело их (таллом) имеет вид зелёных пластинок, возможны однодомные и двудомные представители.

Маршанция, или печеночница (*Marchantia polymorpha*) – самый распространённый представитель этого класса. Слоевище её имеет вид зелёной пластинки, прикреплённой к почве ризоидами. Растение двудомное, на мужских особях возникают выросты в виде дисков на ножках, в которых размещаются антеридии; на женских особях выросты на ножках имеют вид многолучевой звезды и архегонии находятся между её лучами. Оплодотворенная яйцеклетка разрастается в спорофит, который называют спорогонием. Он имеет вид коробочки на ножке, развивается на гаметофите и питается за его счет. Внутри коробочки после редукционного деления образуются споры, их распространению способствуют клетки, подобные пружинкам. Споры, попав в благоприятные условия, прорастают, одна часть из них дает женские слоевища, другая – мужские. Маршанция способна размножаться и вегетативно с помощью выводковых почек. Большой роли в формировании растительного покрова печеночники не имеют, но часто являются первопоселенцами лесных гарей.

Класс Листостебельные мхи (*Bryopsida*) делится на 3 подкласса: **Бриевые, или Зелёные мхи; Сфагновые, или Белые мхи; Андреевые, или Чёрные мхи** (90 видов, распространенных на крайнем севере).

Подкласс Зелёные мхи (*Bryidae*) объединяет около 14000 видов, все его представители имеют чёткое расчленение тела на стебель и лист. Широко распространен в наших лесах мох Кукушкин лен (*Polytrichum commune*). Стебель его гаметофита неветвящийся, прямостоячий, около 15 сантиметров высотой, густо покрыт мелкими листьями с ассимиляционной паренхимой и жилкой. Подземная часть стебля растет почти горизонтально и образует многочисленные ризоиды. В стебле расположен один концентрический проводящий пучок, есть паренхима и кора. Гаметофит двудомный, архегонии бутылковидной формы расположены на верхушках женских особей, мешковидные антеридии на верхушках мужских особей. Между архегониями и антеридиями имеются бесплодные нити – парафизы. После оплодотворения на женском гаметофите

образуется спорогон, состоящий из коробочки с колпачком на длинной ножке. Коробочка состоит из урночки и крышечки. В центре урночки расположена колонка, а вокруг нее спорангий в виде цилиндрического мешка. Образовавшиеся после редукционного деления споры через отверстия на верхушке коробочки высыплются во внешнюю среду. В благоприятных условиях они прорастают в протонему – тонкую зелёную ветвящуюся нить. На ней формируются почки, из которых со временем развиваются гаметофиты соответствующего пола (рис. 86).

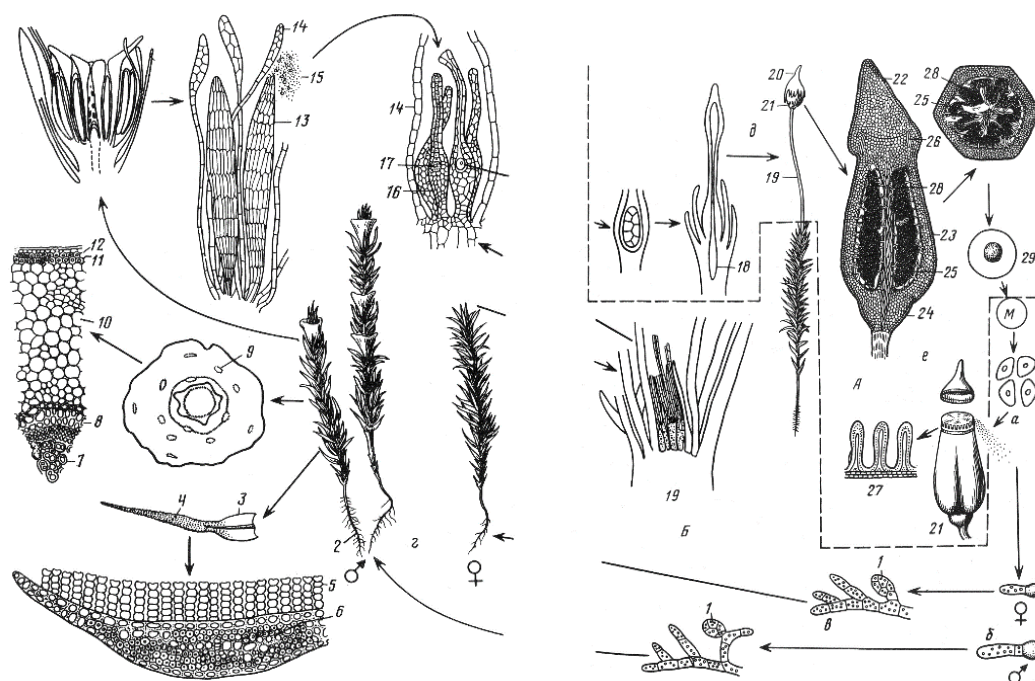


Рисунок 86. Жизненный цикл политриха обыкновенного:
 А – спорогон, Б – гаметофит, М – мейоз; а – споры, б – прорастание спор, в – протонема, г – женский и мужской гаметофиты, д – спорогон, е – коробочка; 1 – почка, 2 – ризоиды, 3 – влагалище, 4 – пластинка листа, 5 – ассимиляционные пластинки, 6 – жилка, 7 – клетки, выполняющие функцию ксилемы, 8 – клетки, выполняющие функцию флоэмы, 9 – листовый след, 10 – паренхима, 11 – склеродерма, 12 – гиалодерма, 13 – антеридий, 14 – парафиза, 15 – сперматозоиды, 16 – архегоний, 17 – яйцеклетка, 18 – гаустория, 19 – ножка, 20 – колпачок, 21 – коробочка, 22 – крышечка, 23 – урночка, 24 – шейка, 25 – колонка, 26 – эпифрагма, 27 – перистом, 28 – спорангий, 29 – спорогенная клетка

Подкласс Сфагновые мхи (*Sphagnidae*) насчитывает около 350 видов. Они широко распространены в тундре и умеренных областях, формируя основную часть растительности верховых торфяных болот.

Сфагновые мхи называют белыми, поскольку в сухом состоянии они имеют очень бледную окраску различных оттенков, чаще слабо-желтоватую, реже розоватую. Сфагнум (*Sphagnum sp.*) состоит из довольно длинного (10 - 12 см), тонкого стебелька, покрытого мелкими листьями. Ризоидов и корней он не имеет, поскольку его нижняя часть постоянно отмирает. Листья сфагнума состоят из двух типов клеток: хлорофиллоносных и мёртвых водоносных, или гиалиновых клеток. Наличие их обеспечивает высокую гигроскопичность сфагнума.

Архегонии и антеридии сфагновых мхов располагаются на боковых веточках верхней части стебля. Спорофит состоит из шарообразной коробочки и короткой ножки. Коробочка снабжена крышечкой, которая во время созревания спор отскакивает, споры рассеиваются, прорастая в протонему, имеющую вид зеленой пластинки.

Значение сфагновых мхов велико. Они обладают бактерицидными свойствами и могут использоваться в качестве перевязочного материала. Торф, на 90% состоящий из сфагнума, – ценное удобрение и сырьё для промышленности. Добывать его следует в разумных пределах, поскольку нарастание его пласта на сфагновых торфяниках осуществляется медленно – 1 см образуется за 10 лет.

Отдел Плауновидные

Плауновидные – очень древняя группа листостебельных растений, представляющих мелколистную линию эволюции. Отдел делят на 2 класса: **Плауновые** и **Полушниковые**, которые объединяют около 1000 видов.

Класс Плауновые (*Lycopodiosida*) – многолетние равноспоровые травянистые растения с мелкими листьями. К этому классу относится род плаун, который включает 400 видов. В России произрастает 14 видов плаунов. Наиболее распространён плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*)–

многолетнее травянистое растение хвойных лесов. Его спорофит представлен длинным ползучим дихотомически ветвящимся побегом с вертикальными ответвлениями и придаточными корнями. Спороносные колоски расположены на длинных ножках обычно по два. Колосок цилиндрической формы, состоит из оси, на которой плотно сидят спорофиллы – чешуевидные треугольные листья с заостренными и загнутыми кверху верхушками. На верхней стороне спорофилла расположен на короткой ножке спорангий со спорами. Споры одинаковые, очень мелкие. Содержат масла и хорошо горят. Спорангий растрескивается поперечной щелью, споры падают на землю, и на глубине несколько сантиметров из них в течение 12 - 15 лет развивается гаметофит. Он бесцветный, диаметром около 2 см, по форме напоминает луковичку. Антеридии и архегонии образуются на верхней стороне гаметофита. Оплодотворение связано с водой, зигота не имеет периода покоя, из неё сразу образуется зародыш спорофита. Он недолго питается за счет гаметофита, затем его корни проникают в почву, и начинается самостоятельная жизнь спорофита (рис. 87).

Класс Полушниковые (*Isoetopsida*) представлен разноспоровыми травянистыми растениями. Среди ныне живущих выделяют 2 рода – полушник (водные растения умеренного пояса) и селлагинелла, виды которого встречаются в тропических влажных лесах. Селлагинеллы интересны в эволюционном отношении, поскольку у них проявляется резкая половая дифференцировка – от спор до однополых гаметофитов, которые сильно редуцированы.

Отдел Хвоцевидные

Отдел Хвоцевидные, или членистые, представлен в настоящее время только одним классом – хвоцевые, который включает один одноименный порядок, семейство и род, включающий 25 видов травянистых растений. Они имеют мелкие чешуевидные листья, расположенные на стебле мутовками. В цикле развития хвощей доминирует спорофит.

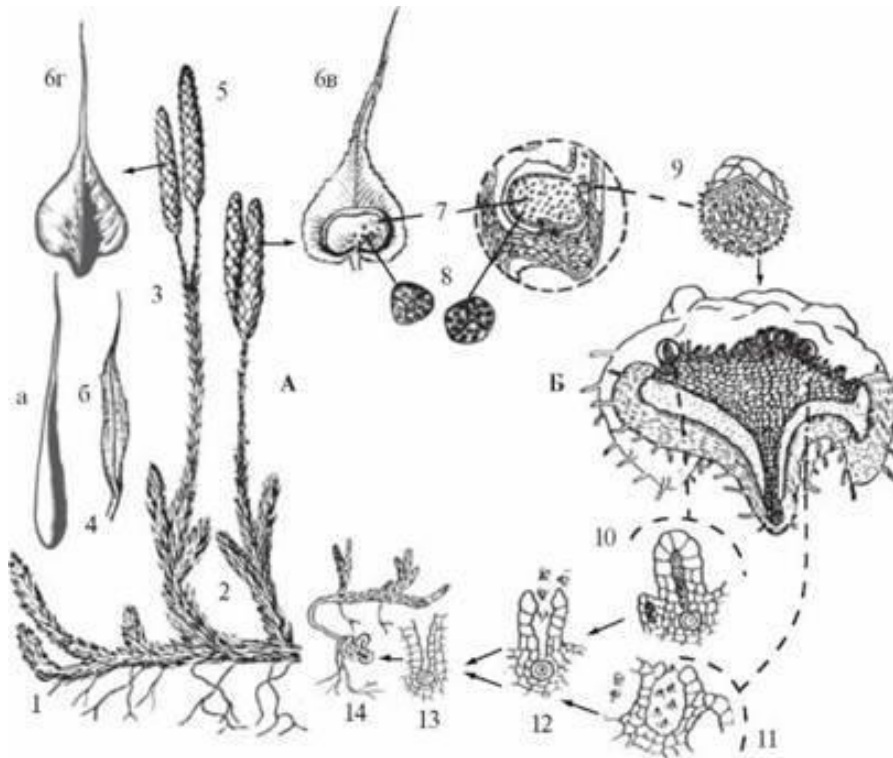


Рисунок 87. Жизненный цикл плауна булавовидного: А – спорофит; Б – гаметофит; 1 – ползучий побег с придаточными корнями; 2 – восходящие побеги; 3 – ножка спороносных колосков; 4 – листочки: восходящего побега (а) и ножки спороносных колосков (б); 5 – спороносные колоски; 6 – споролистки: вид с брюшной (в) и спинной (г) сторон; 7 – спорангии; 8 – споры; 9 – прорастающая спора; 10 – архегоний; 11 – антеридий; 12 – оплодотворение; 13 – оплодотворенная яйцеклетка; 14 – развитие нового спорофита на гаметофите

Хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) – наиболее широко распространённый в России, повсеместно встречается как многолетний сорняк. Его спорофит представлен хорошо развитой подземной системой в виде корневища, проникающего в почву на глубину до одного метра, и надземными побегами. Надземные побеги двух видов: спороносные и вегетирующие. У других видов хвоща надземные побеги одинаковы. Споросносный колосок хвоща состоит из видоизменённых листьев – спорофиллов, которые имеют форму многогранной пластинки в виде щитка на короткой ножке. На этих видоизменённых листьях образуются спорангии, а в них – споры. Споры снабжены гигроскопическими придатками – элатерами в виде тонких

лент, с помощью которых они сцепляются друг с другом в комочки. Споры хвоща внешне одинаковы, но физиологически различны; одни из них прорастают в женские заростки с архегониями, другие в мужские с антеридиями. Оплодотворение связано с водой. Зародыш не имеет периода покоя и разрастается в многолетний спорофит. Хвощ полевой хорошо размножается вегетативно (рис. 88).

Практическое значение хвощей невелико. Хвощ полевой – лекарственное растение, другие виды хвощей (пестрый, камышковый) являются кормом для оленей. В агрономической практике хвощи рассматриваются как злостные сорняки и вредные растения лугов и пастбищ.

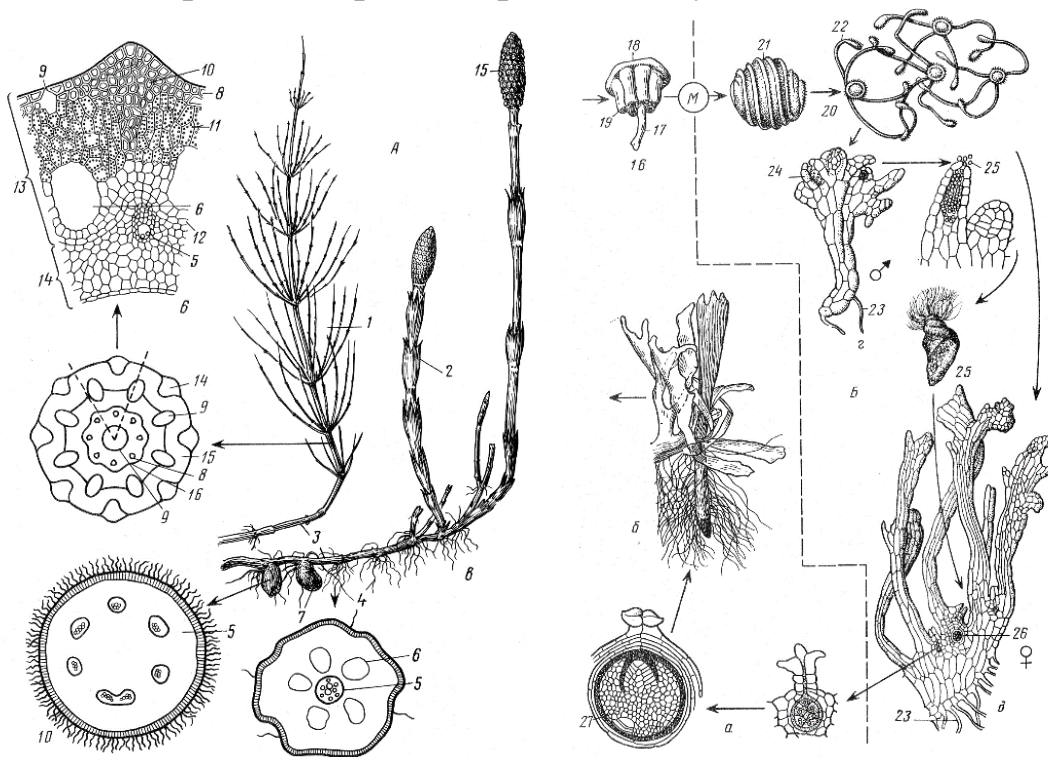


Рисунок 88. Жизненный цикл хвоща: А – спорофит, Б – гаметофит, М – мейоз; а – деление зиготы, б – зародыш спорофита, в – взрослый спорофит, г, д – талломы мужского и женского гаметофитов; 1 – стерильный побег, 2 – спороносный побег, 3 – корневище, 4 – придаточный корень, 5 – проводящий пучок, 6 – полость, 7 – клубень, 8 – эпидерма, 9 – устьичный аппарат, 10 – механическая ткань, 11 – ассимиляционная паренхима, 12 – эндодерма, 13 – кора, 14 – центральный цилиндр, 15 – спороносный колосок, 16 – спорангиефор, 17 – ножка, 18 – щиток, 19 – спорангий, 20 – споры, 21 – перина, 22 – элатера, 23 – ризоиды, 24 – антеридий, 25 – сперматозоид, 26 – архегоний, 27 – зародыш

Отдел Папоротниковидные

Отдел Папоротниковидные в настоящее время самая распространенная группа высших споровых растений, насчитывающая более 10000 видов. Большинство из них растет во влажных тропиках, где они представлены древовидными и травянистыми формами. В умеренных широтах произрастают только травянистые виды. Основные особенности папоротников – это преобладание долговечного листостебельного спорофита над предельно редуцированным гаметофитом; наличие у спорофита крупных, чаще перисторассечённых листьев, которые называют вайями; группирование спорангиев в сорусы, расположенные на нижней стороне листьев. Современные папоротники делят на 3 класса: ***Ужовниковые, Марратиевые и Полиподиевые.***

В лесах Пермского края широко распространён представитель класса Полиподиевые – Щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.). Его спорофит – это многолетнее травянистое растение с хорошо развитым подземным корневищем, от которого отходят тонкие придаточные корни и пучок дваждыперисторассечённых листьев. Молодые листья (вайи) скручены улиткообразно, по мере роста они расправляются и достигают одного метра. Размножается папоротник мужской главным образом спорами. В середине лета на нижней стороне листа образуются в большом количестве спорангии, которые сидят кучками, образуя сорусы. Сорус покрыт сверху сидящим на подставке покрывальцем. Созревшие спорангии вскрываются с помощью подсыхающего механического кольца, расположенного по его окружности. Мелкие округлые споры с силой выбрасываются и разносятся ветром. В благоприятных условиях спора прорастает в заросток (гаметофит) – зелёную пластинку диаметром около 10 - 12 см. На его нижней стороне развиваются ризоиды и половые органы – архегонии и антеридии. Один из сперматозоидов по воде доплывает до яйцеклетки, находящейся внутри колбовидного архегония. Из зиготы развивается зародыш, который первое время питается за счет заростка. Со

временем он разовьёт корни, листья и станет мощным, долгоживущим спорофитом (рис. 89).

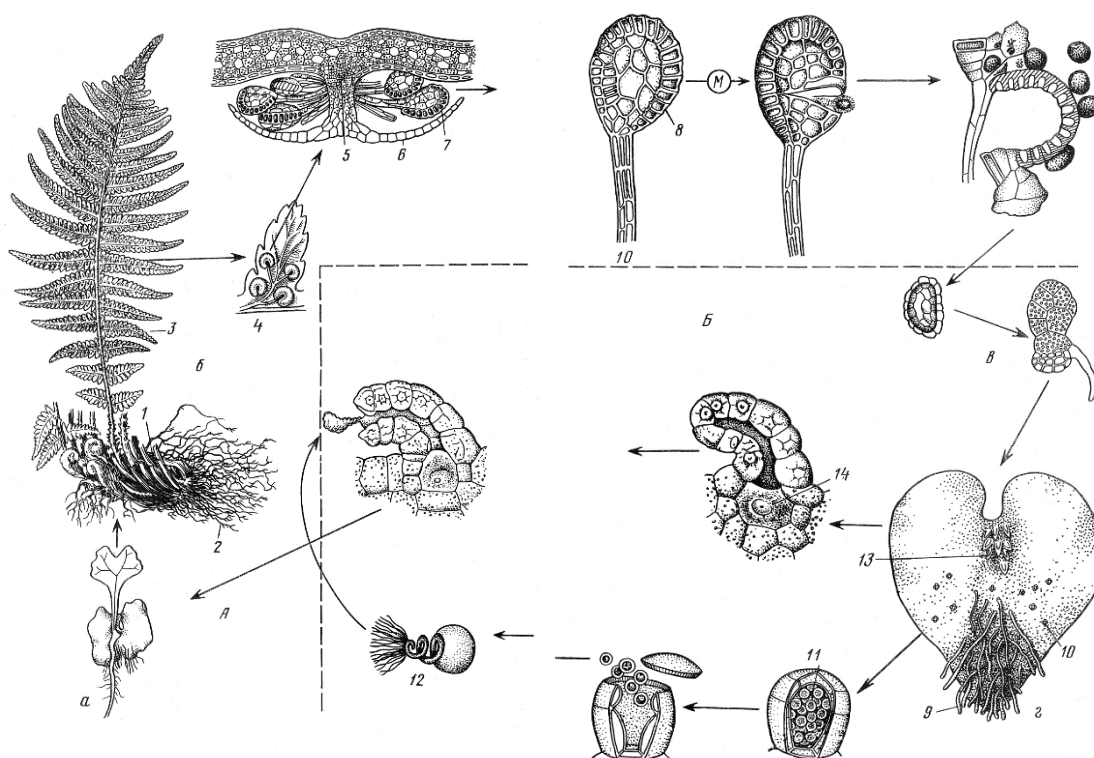


Рисунок 89. Жизненный цикл щитовника: А – спорофит, Б – гаметофит, М – мейоз; а – зародыш, б – спорофит, в – спора, г – таллом гаметофита; 1 – корневище, 2 – придаточные корни, 3 – лист, 4 – часть листа с сорусами, 5 – плацента, 6 – индузий, 7 – спорангий, 8 – кольцо, 9 – ризоиды, 10 – антеридий, 11 – спермагенная ткань, 12 – сперматозоид, 13 – архегоний, 14 - яйцеклетка

В эволюционном отношении интересны разноспоровые водные папоротники (например – сальвиния плавающая), у которых сильно редуцирован гаметофит, имеются мегаспорангии, в них формируется по одной мегаспоре и микроспорангии с микроспорами [5].

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Отдел Моховидные, класс Листостебельные мхи, подкласс Зелёные мхи, мох Кукушкин лен (*Polytrichum commune*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть мужской и женский гербарные экземпляры кукушкина льна. Пользуясь

ручной лупой, найти различия в строении верхушек растений.

Обратить внимание на скопление антеридиев, состоящих из мешочков на коротких ножках, и архегониев, внешне напоминающих вегетативную почку. Зарисовать. На рисунке отметить стебель, листья, ризоиды, антеридии и архегонии.

Рассмотреть внешний вид спорогона. Зарисовать. На рисунке отметить ножку, колпачок и коробочку.

Рассмотреть с помощью микроскопа микропрепарат продольного разреза спорогона. Зарисовать. На рисунке отметить урночку, шейку, колонку, эпифрагму, перистом, спорангий, спорогенные клетки.

Задание 2. Отдел Моховидные, класс Листостебельные мхи, подкласс Белые мхи, мох Сфагнум (*Sphagnum sp.*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарий сфагнового мха. Обратить внимание на отсутствие ризоидов. Зарисовать. На рисунке отметить листья, стебель, спорофит.

Пинцетом отделить один лист и поместить его в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным. Изучить и зарисовать при большом увеличении микроскопа. На рисунке отметить ассимилирующие клетки и гиалиновые клетки.

Задание 3. Отдел Плауновидные, представители сем. Плауновые

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарии плауна булавовидного, плауна годичного и плауна сплюснутого. Обратить внимание на их диагностические признаки: строение и форму побегов, расположение спороносных колосков, их форму. Зарисовать.

Задание 4. Отдел Хвощевидные, сем. Хвощёвые, Хвощ полевой (*Equisetum arvense L.*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарную коллекцию хвощей. Выделить основные диагностические различия. Обратить внимание на характерные особенности хвоща полевого. Зарисовать спорангиеносный и вегетирующий побеги, отметить корневище с клубеньками и спороносный колосок.

Рассмотреть микропрепарат разреза спорангиеносного колоска при малом увеличении микроскопа. Найти щиток, ножку, спорангий. Зарисовать. Сделать соответствующие обозначения.

Взять засушенный спороносный колосок хвоща, постучать им по предметному стеклу так, чтобы высыпалось немного спор. Не закрывая их покровным стеклом и не добавляя воды, рассмотреть с помощью микроскопа при малом увеличении. Осторожно подышать на споры и вновь посмотреть в окуляр микроскопа. Зарисовать несколько спор с элатерами.

Задание 5. Отдел Папоротниковидные, класс Полиоподиопсиды, Щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарную коллекцию папоротников. Сравнить между собой, выделить основные диагностические различия в рассечении листьев, строении сорусов.

Рассмотреть вайи щитовника мужского. Найти сорусы на нижней стороне вайи. Зарисовать, отметить на рисунке сорусы.

Рассмотреть с помощью микроскопа микропрепарат заростка. Найти ризоиды, антеридии, архегонии. Зарисовать, сделать соответствующие обозначения.

На микропрепарате разреза соруса найти индузиум (покрывальце), плаценту, ножку спорангия, спорангий. Зарисовать, сделать соответствующие обозначения.

ВЫСШИЕ СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

Отдел Голосеменные, или Сосновые

По своей организации голосеменные являются промежуточной ступенью между папоротниковидными и покрытосеменными. Это деревья или кустарники с хорошо развитой корневой системой, стеблями и листьями, которые обычно игловидные, реже чешуйчатые. Для голосеменных характерны следующие особенности:

- развитие в шишках (стробилах) голых, непокрытых семяпочек – поэтому отдел получил название Голосеменных;
- размножение и распространение посредством семян;
- дальнейшая редукция гаметофитов;
- наличие архегониев;
- половой процесс, не зависящий от воды.

Общее число видов современных голосеменных около 800, их подразделяют на 4 класса: *Саговниковые, Гинкговые, Хвойные и Гнетовые*.

В умеренных широтах хорошо сохранился один класс голосеменных – Хвойные (*Pinopsida*), его представители, наряду с покрытосеменными, представляют растительность лесов России. Типичным представителем хвойных из семейства Сосновых (*Pinaceae*) является сосна обыкновенная. Это высокое (до 40 м) вечнозеленое дерево. Хвоя растет попарно на укороченных побегах. Мужские шишки (стробилы) собраны колосовидно у основания побегов текущего года, желтые. Женские шишки (стробилы) располагаются по 1 - 3 на концах побегов, свисая вниз. Семена имеют пленчатое крыло, в пазухе каждой семенной чешуи находится по два семени.

Мужская шишка сосны обыкновенной – это стержень, от которого во все стороны отходят микроспорофиллы, имеющие по два микроспорангия, в которых развивается масса мельчайшей жёлтой пыльцы. Пыльца (микроспора) имеет две оболочки: наружную, толстую, экзину и внутреннюю, тонкую, интину. Экзина имеет два пузыревидных вздутия, что способствует её переносу ветром. Ядро микроспоры делится и дает начало двум

проталлиальным клеткам (заросток), которые вскоре отмирают. Следующее деление ядра образует спорогенную клетку, впоследствии дающую два спермия, и вегетативную клетку, образующую пыльцевую трубочку.

Женская шишка представляет собой стержень, от которого во все стороны отходят чешуи двух родов: наружные, бесплодные, или кроющие, и внутренние, семенные, на которых образуется два семязачатка. Семязачаток (мегаспорангий) снаружи имеет покров, или интегумент, с пыльцевходом на верхушке, обращённой вниз. В нуцеллусе семязачатка путем редукционного деления развивается эндосперм, или женский заросток (гаметофит). В его верхушечной части закладывается два упрощенных архегония, в дальнейшем развивается только один из них, в нем созревает яйцеклетка.

Пыльцевое зерно, проникшее через микропиле в семязачаток, прорастает через 9 месяцев. Два образовавшихся спермия спускаются по пыльцевой трубочке, которая продвигается через нуцеллус. Конец ее лопаются, и спермии проникают в архегоний. Один из них оплодотворяет яйцеклетку. От опыления до оплодотворения проходит почти год. Затем из оплодотворённой яйцеклетки образуется зигота, далее – зародыш; из интегумента – кожура семени; в целом из семязачатка – семя. Созревание семени длится тоже около года. Следовательно, полный цикл развития сосны (от опыления до созревания семян) длится 1,5 года. Ежегодно на сосне можно наблюдать 3 типа шишек: красные, маленькие – в них происходит процесс опыления; зелёные, несколько крупнее – в них идет процесс оплодотворения; коричневые, самые крупные – в них созревают семена (рис. 90).

Класс Гинкговые (*Ginkgoopsida*). В настоящее время представлены одним видом, произрастающем дико только в Китае, Гинкго двулопостный. Это – дерево до 40 метров высотой с крупными листьями и съедобными семенами.

Класс Саговниковые (*Cycadopsida*) представлен живущими в тропиках и субтропиках саговниками – крупными вечнозелёными двудомными растениями высотой до 20 метров. Они интересны в эволюционном отношении,

поскольку это первые высшие растения, имеющие главный корень.

Класс Гнетовые (*Gnetopsida*). Представлен деревьями, кустарниками, лианами, распространенными во влажных тропических лесах [1].

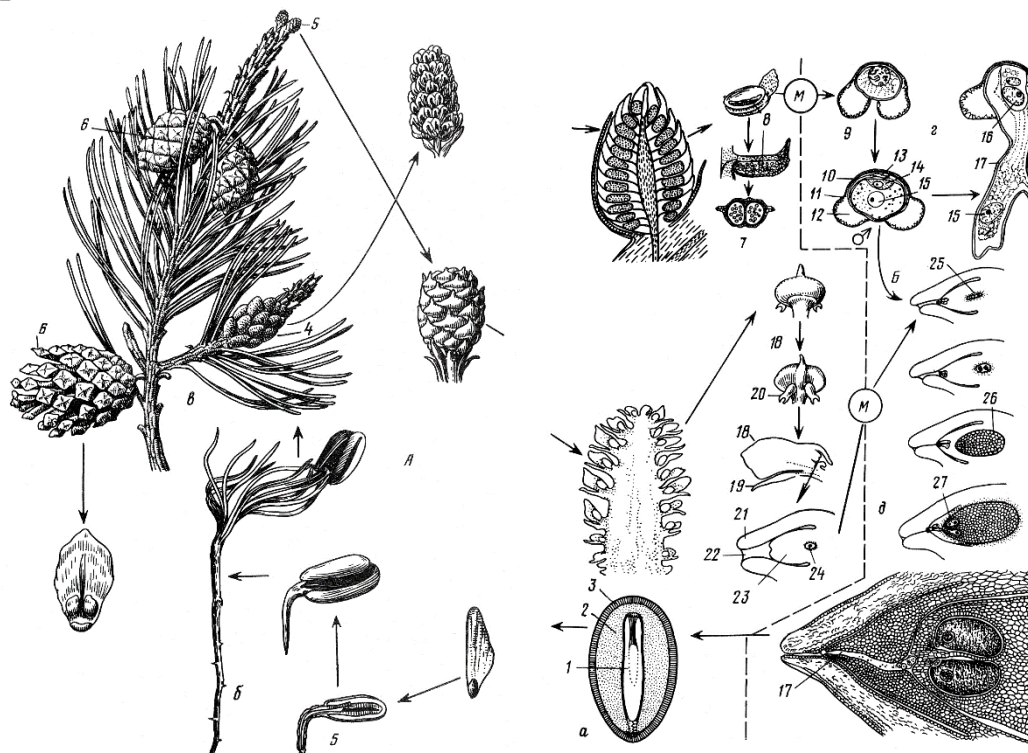


Рисунок. 90. Жизненный цикл сосны: А – спорофит, Б – гаметофит, М – мейоз; а – семя, б – зародыш, в – побег, г – мужской гаметофит, д – образование женского гаметофита; 1 – зародыш, 2 – эндосперм, 3 – спермодерма, 4 – мужские шишки, 5, 6 – женские шишки, 7 – микроспорofilл, 8 – микроспорангий, 9 – микроспора, 10 – экзина, 11 – интина, 12 – воздушная полость, 13 – проталлиальные клетки, 14 – антеридиальная клетка, 15 – вегетативная клетка, 16 – спермагенная клетка, 17 – пыльцевая трубка, 18 – семенная чешуйка, 19 – кроющая чешуйка, 20 – семязачаток, 21 – интегумент, 22 – микропиле, 23 – нуцеллус, 24 – археспориальная клетка, 25 – мегаспора, 26 – эндосперм, 27 – архегоний с яйцеклеткой

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание. Отдел Голосеменные, класс Хвойные, сем. Сосновые, Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть гербарную коллекцию различных представителей сем. Сосновые.

Сравнить различные виды. Выделить их основные диагностические признаки. Рассмотреть коллекцию шишек.

Изучить гербарий сосны обыкновенной, рассмотреть строение хвои, мужских и женских шишек.

С помощью микроскопа рассмотреть и зарисовать строение мужской шишки на постоянном микропрепарате продольного среза. На рисунке отметить ось и микроспорофиллы. Рассмотреть и зарисовать под микроскопом пыльцу сосны. На рисунке отметить воздушные мешки – выросты экзины.

По таблице изучить цикл развития сосны обыкновенной, нарисовать его в альбом.

Отдел Покрытосеменные, или Магнолиевые

Отдел Покрытосеменные или Магнолиевые – самый крупный отдел растений – около 250 тыс. видов. Это наиболее приспособленные к современным условиям жизни на Земле растения, господствующие в растительном покрове во всех климатических зонах.

Жизненные формы спорофита – деревья, кустарники, многолетние, двулетние, однолетние травы. Микроскопическая структура вегетативных органов характеризуется большим разнообразием тканей, особенно наличием хорошо развитых сосудов. Высота растений, продолжительность жизни может сильно варьировать (от нескольких миллиметров до десятков метров и от 2-х недель до нескольких тысяч лет).

Гаметофит покрытосеменных сильно редуцирован и недолговечен. Мужской представлен пыльцевым зерном, состоящим из 2-х клеток, а женский – зародышевым мешком из 7 клеток. Жизненный цикл покрытосеменных изображён на рисунке 91. Главный отличительный признак покрытосеменных – наличие цветка, а в нем пестика, образованного в результате срастания краев одного или нескольких плодолистиков (мегаспорофиллов). В нижней части пестика образуется завязь, а из неё – плод.

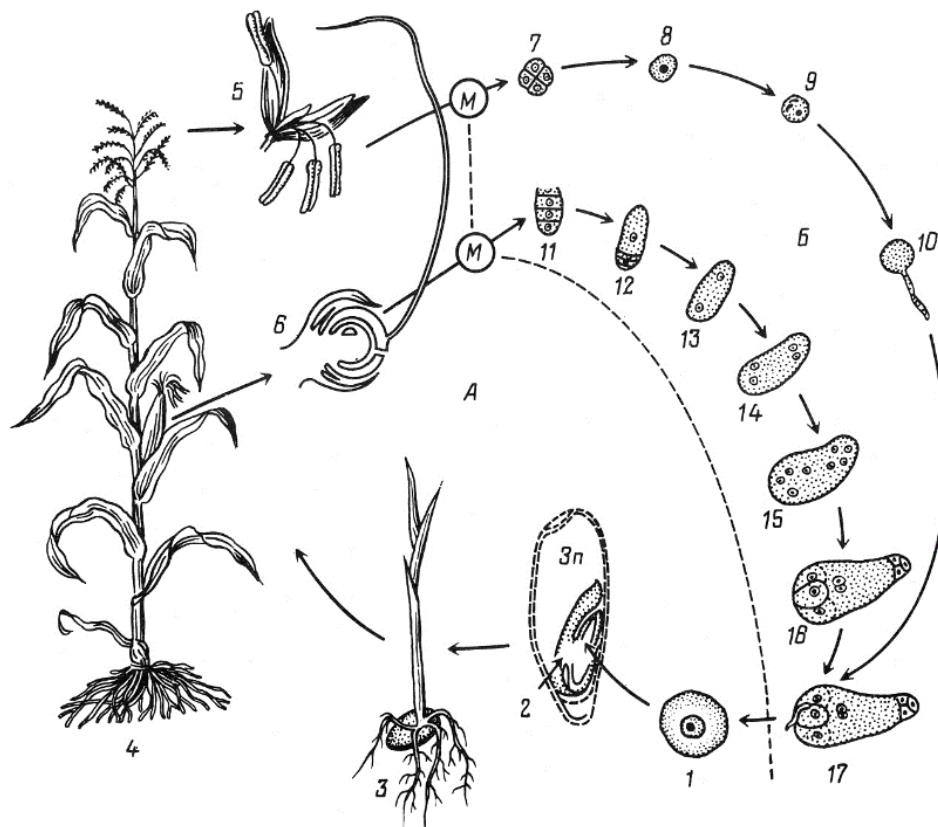


Рисунок 91. Жизненный цикл кукурузы: А – спорофит, Б – гаметофит, М– мейоз; 1 – зигота, 2 – зародыш, 3 – проросток, 4 – спорофит, 5 – тычиночный цветок, 6 – пестичный цветок, 7-8– образование микроспор, 9-10 – образование мужского гаметофита – пыльцы, 11-12 – образование мегаспор, 13-16 – образование женского гаметофита – зародышевого мешка, 17 – оплодотворение

Покрытосеменные возникли в юрский период от каких-то голосеменных (возможно беннеттитов) и затем распространились по всей Земле, со временем потеснив папоротники и голосеменные. Существует несколько теорий происхождения цветка. Наиболее популярны из них две, близкие друг к другу. По эвантовой теории цветок произошел от спороносного побега, по стробилиярной – из обоеполой шишки голосеменных. По этим теориям пестик возник в результате свертывания мегаспорофиллов и срастания их краев. Семязачатки оказались внутри пестика. Микроспорофиллы преобразовались в четырёх гнёздный пыльник. Сравнительная характеристика отделов покрытосеменных и голосеменных представлена в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная характеристика отделов покрытосеменных и голосеменных

Отдел Покрытосеменные	Отдел Голосеменные
СПОРОФИТ	
<p>Деревья, кустарники, травы Вегетативные органы состоят из очень разнообразных тканей, всегда есть сосуды</p> <p>Имеются специализированные вегетативные органы: клубни, луковицы, корневища Семязачатки находятся под покровом плодолистиков</p>	<p>Деревья, редко кустарники Структурные элементы вегетативных органов менее разнообразны, у многих нет настоящих сосудов Специализированных вегетативных органов нет</p> <p>Семязачатки лежат открыто на семенной чешуйке</p>
ГАМЕТОФИТ	
<p>Женский гаметофит – зародышевый мешок из семи клеток. Мужской гаметофит – пыльца, состоящая из генеративной клетки и клетки трубки.</p>	<p>Женский гаметофит – эндосперм с двумя и более архегониями. Мужской гаметофит – пыльца, состоящая из нескольких проталлиальных клеток, и клетки трубки</p>
ОПЛОДОТВОРЕНИЕ	
<p>Оплодотворение двойное: Один спермий сливается с яйцеклеткой, второй – с вторичным ядром</p>	<p>Оплодотворение одинарное: один из спермиев сливается с яйцеклеткой одного из архегониев</p>
СЕМЯ	
<p>Образование семени происходит сравнительно быстро – от 3-4 недель до одного вегетационного периода.</p> <p>Эндосперм триплоидный (3n) Зародыш имеет 1-2 семядоли.</p> <p>Семя заключено в плод.</p>	<p>Образование семени происходит очень медленно, от 1,5 до 2 лет, интервал между опылением и оплодотворением может достигать 13 месяцев.</p> <p>Эндосперм гаплоидный (n) Зародыш имеет чаще более двух семядолей.</p> <p>Семя лежит открыто на семенной чешуйке.</p>

Покрытосеменные делятся на 2 класса, между представителями которых имеются определённые отличия (табл. 4).

Таблица 4

Сравнительная характеристика классов двудольных и однодольных

Класс ДВУДОЛЬНЫЕ	Класс ОДНОДОЛЬНЫЕ
Зародыш семени имеет две семядоли	Зародыш семени имеет одну семядолю
Семена с эндоспермом, без эндосперма, или с периспермом	Семена с эндоспермом
Проводящие пучки открытые (с камбием)	Проводящие пучки закрытые (без камбия)
Пучки расположены по кругу	Пучки разбросаны диффузно
Стебли и корни обладают вторичным ростом в толщину	Стебли и корни не обладают вторичным ростом в толщину
Листья имеют различную форму, часто сложные	Листья обычно простые, линейные, ланцетные
Жилкование листьев сетчатое или перистое	Жилкование листьев дуговое или параллельное
Цветки пятичленные, реже четырёхчленные, с двойным околоцветником	Цветки обычно трёхчленные с простым околоцветником
Корневая система стержневая	Корневая система мочковатая
В фитоценозе чаще встречаются рассеяно	В фитоценозе чаще образуют куртины

Размножение покрытосеменных растений

Репродуктивными органами покрытосеменных растений является цветок, семя и плод.

Под цветением растений понимается период от начала раскрывания первых цветков до отцветания последних. Однолетние растения цветут в год посева, двулетние – на второй год. Многолетние цветут многократно на протяжении своей жизни, но начинают зацветать в разном возрасте. Травянистые многолетние зацветают чаще на первом, втором или третьем году жизни; древесные – через более продолжительное время (10 лет и больше). Растения, цветущие однократно в течение жизни, называют монокарпическими, многократно – поликарпическими.

Продолжительность цветения отдельных цветков различна. У амазонской лилии, например, 20 - 30 минут, у некоторых тропических орхидей – до 80 дней. Раскрываются

цветки у различных растений в разное время суток. Все перечисленные особенности являются наследственными, но могут определяться и условиями внешней среды.

При созревании цветков происходит опыление – перенос пыльцы на рыльце пестика. По способу опыления растения делят на перекрёстно опыляемые (их больше) и самоопыляющиеся.

К самоопыляющимся относятся пшеница, горох, фасоль, овёс, томаты и т.д. У некоторых растений самоопыление происходит в нераскрывающихся бутонах, такой способ получил название *клеистогамии* (у арахиса, льнянки, сердечника и др.)

Перекрёстным опылением называется перенос пыльцы с цветков одного растения на цветки другого. Различают две формы перекрёстного опыления: *гейтоногамию*, или соседственное опыление в пределах одного растения и *ксеногамию* (собственно перекрёстное опыление), когда пыльца с цветка одной особи переносится на рыльце цветка другой особи.

Пыльца может переноситься насекомыми, ветром, животными, водой и др. Общее количество насекомоопыляемых (энтомофильных) растений достигает 80%. У них имеются различные приспособления для привлечения насекомых: нектар в нектарниках, яркая окраска венчика, выделение эфирных масел и др.

Около 19% перекрёстно опыляемых растений опыляется ветром – анемофильные растения (многие злаки, берёза, тополь, дуб и т. д.) У этих растений цветки мелкие, обычно собранные в соцветия, часто однополые, а пыльца очень мелкая, легкая и образуется в большом количестве.

Большинство растений имеет различные приспособления для предотвращения самоопыления. Например, *дихогамия* – разновременное созревание тычинок и пестиков и *гетеростилия*, или разностолбчатость – образование длинных столбиков и коротких тычинок в одном цветке или наоборот (гречиха, первоцвет).

Процессу опыления у растений обязательно предшествуют *микроспорогенез* и *мегаспорогенез*, а также

микрогаметогенез и *мегагаметогенез* – соответственно формирование мужского и женского гаметофитов.

Микроспорогенез – это сложный процесс формирования в пыльнике микроспор с момента их возникновения до полного созревания. Обычно тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника, который имеет две половинки (теки), соединённые связником. В каждой половинке по два гнезда, внутри которых образуется пыльца.

Пыльцевое гнездо (рис. 92) сверху покрыто эпидермисом, под ним находится фиброзный слой, разрывающий пыльник при созревании; еще глубже располагаются средний слой и выстилающий слой – тапетум. Клетки тапетума крупные, с густой цитоплазмой и с несколькими ядрами. В процессе созревания пыльника содержимое клеток тапетума и среднего слоя идет на питание растущих микроспор. Самый внутренний слой пыльника – археспорий представлен большим количеством клеток, из которых в результате митотического деления образуются материнские клетки микроспор. Они делятся по типу мейоза и образуют тетрады гаплоидных микроспор. Сформировавшаяся микроспора – это тонкостенная клетка с одним гаплоидным ядром. В процессе формирования мужского гаметофита или пыльцевого зерна из микроспоры (микрогаметогенез) в результате деления митозом образуется две клетки: большая – вегетативная и меньшая – генеративная. Снаружи пыльцевое зерно покрыто двумя оболочками: наружной – экзины и внутренней – интины. Экзина состоит из очень прочного вещества – спорополленина и имеет поры; интина тонка, эластична и состоит из пектина и целлюлозы. Пыльцевые зёрна по размерам и структуре экзины морфологически очень разнообразны и видоспецифичны.

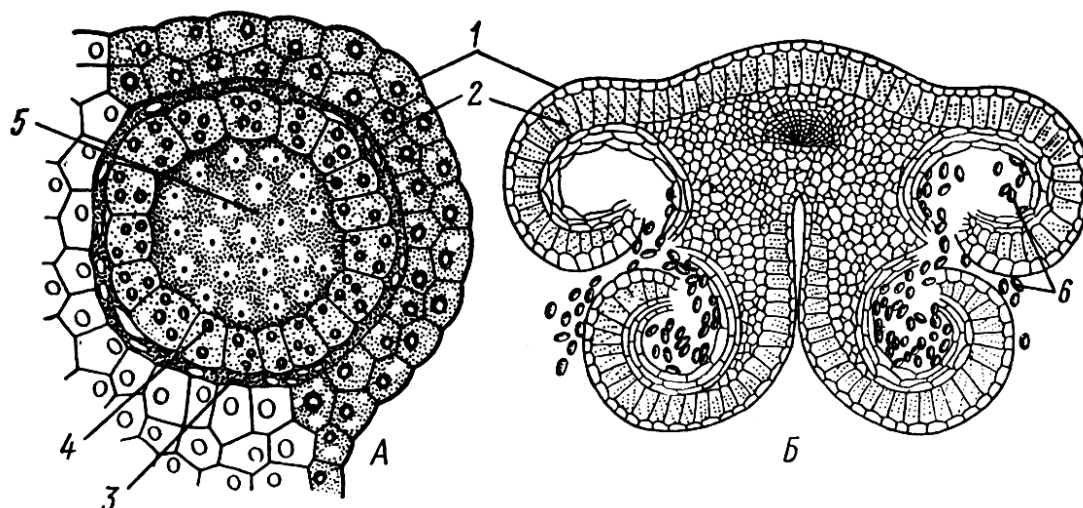


Рисунок 92. Пыльник (поперечный срез). А – пыльцевое гнездо с археспорием, Б – вскрывшийся пыльник: 1 – эпидерма, 2 – фиброзный слой, 3 – дегенерирующий слой, 4 – тапетум, 5 – археспорий (спорогенная ткань), 6 – пыльца

Мегаспорогенез, или формирование зародышевого мешка происходит в нуцеллусе семязачатка. В слое меристематических клеток под эпидермой против пыльцевхода разрастается одна клетка и становится отличной от прочих паренхимных клеток – это археспориальная клетка. Как и все растение она имеет диплоидный набор хромосом, далее в результате мейоза из нее образуется тетрада гаплоидных мегаспор. Одна из мегаспор разрастается, три остальные дегенерируют. Затем начинается процесс мегагаметогенеза, т.е. формирование женского гаметофита – зародышевого мешка (рис. 93).

Ядро мегаспоры делится три раза и в результате в клетке получается восемь ядер: четыре на микропилярном полюсе и четыре на халазальном. Затем на микропилярном полюсе зародышевого мешка остаются три ядра, превратившихся в три клетки путем обособления вокруг каждого из них части цитоплазмы зародышевого мешка. Это яйцевой аппарат. Одна из его клеток носит название яйцеклетки и является женской гаметой. Две другие называются синергидами или спутницами и играют вспомогательную роль при оплодотворении. Два так называемых полярных ядра отходят от полюсов в центр

зародышевого мешка и сливаются, образуя диплоидное вторичное ядро.

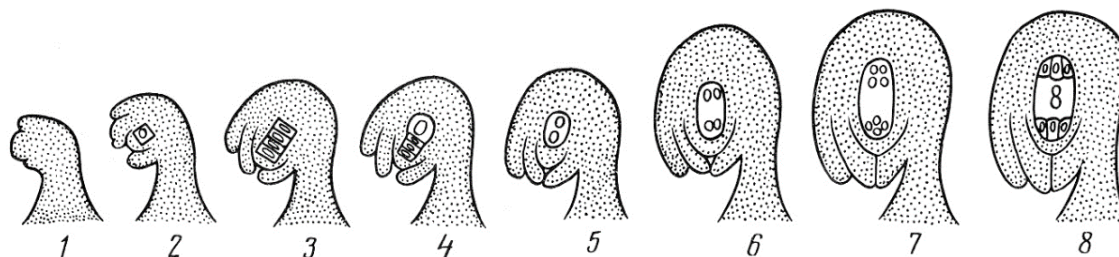


Рисунок 93. Формирование семязачатка (схема): 1 – образование нуцеллуса, 2 – обособление археспориальной клетки, 3 – образование мегаспор, 4 – отмирание трех мегаспор, 5-8 – три митоза мегаспоры и образование женского гаметофита – зародышевого мешка

Оставшиеся на халазальном полюсе три ядра превращаются в три клетки – антиподы. В таком виде женский гаметофит готов к оплодотворению. Внешне он напоминает мешочек овальной формы, благодаря чему и получил название зародышевого мешка.

Оплодотворение – это процесс слияния двух половых клеток: мужской и женской гамет. Одна из клеток пыльцы, попавшей на рыльце пестика, вытягивается через пору в экзине в длинную пыльцевую трубку. В трубке за счет деления генеративной клетки образуются два спермия (рис. 94).

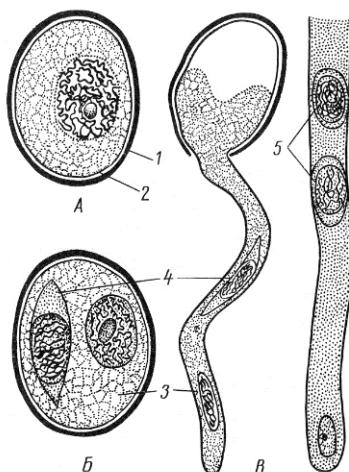


Рисунок 94. Микроспора (А), образование мужского гаметофита – пыльцы (Б) и формирование пыльцевой трубки (В): 1 – экзина, 2 – интина, 3 – вегетативная клетка, 4 – генеративная клетка, 5 – спермии

Пыльцевая трубка растет через рыхлую ткань рыльца и пестика, проникает в завязь, в семязчаток и в зародышевый мешок. Затем она лопается, и один спермий сливается с яйцеклеткой, образуя зиготу; другой – с вторичным ядром, образуя триплоидный эндосперм. Так происходит двойное оплодотворение, свойственное только покрытосеменным растениям (рис. 95). Этот процесс был открыт в 1898 году русским ботаником С.Г. Навашиным.

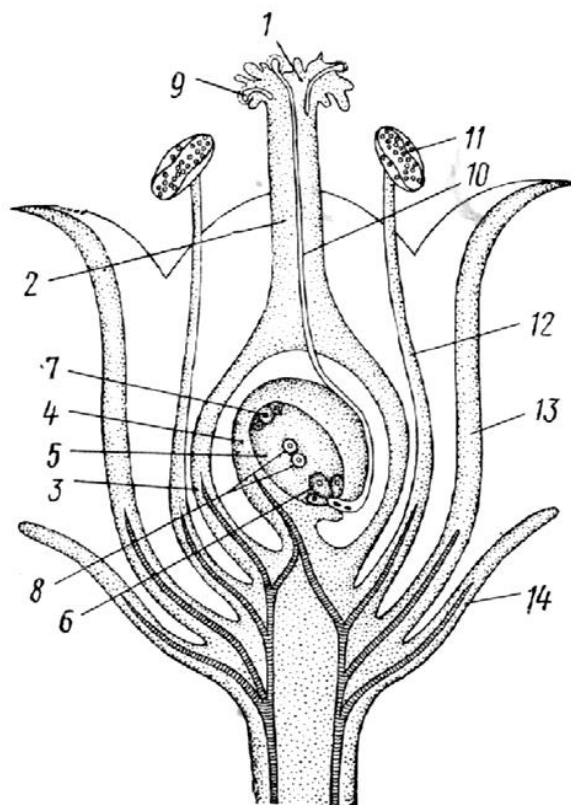


Рисунок 95. Схема двойного оплодотворения: 1 – рыльце, 2 – столбик, 3 – завязь, 4 – семязчаток, 5 – зародышевый мешок. 6 – яйцевой аппарат, 7 – антиподы, 8 – два полярных ядра. 9 – прорастающее пыльцевое зерно, 10 – пыльцевая трубка, 11 – пыльник, 12 – тычиночная нить, 13 – венчик, 14 – чашечка

Нормальное течение оплодотворения называется амфимиксис, а разнообразные случаи отклонения – апомиксис. Например, зародыш может образоваться из яйцеклетки без оплодотворения (партеногенез); из любой клетки зародышевого мешка, но не из яйцеклетки (апогамия); из клетки нуцеллуса, интегумента, халазы (апоспория).

Результатом апоспории может стать полиэмбриония – многозародышевость семян.

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ (продолжение)

Задание 1. Строение пыльника цветковых растений

Порядок выполнения задания. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа постоянный микропрепарат поперечного разреза пыльника. Зарисовать общее строение тек (половинок). На рисунке отметить: две теки, четыре гнезда, пыльцу в них.

Рассмотреть строение одного из гнезд при большом увеличении. Зарисовать. На рисунке отметить: эпидермис, фиброзный слой, дегенерирующий слой, тапетум, археспорий, пыльцу.

Задание 2. Строение пыльцевых зерен различных видов растений

Порядок выполнения задания. Приготовить препараты предложенных пыльцевых зерен. Для этого в каплю воды на предметное стекло кисточкой или стеклянной палочкой перенести небольшое количество пыльцы. Закрыть покровным стеклом.

Рассмотреть при малом и большом увеличениях микроскопа. Зарисовать пыльцу всех предлагаемых растений. Обратит внимание на разнообразие формы, размеров и утолщений экзины у пыльцевых зерен различных видов растений.

Задание 3. Строение семязачатков и зародышевого мешка цветковых

Порядок выполнения задания. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа строение семязачатка. Зарисовать. На рисунке отметить семяножку, халазу, интегументы, микропиле, нуцеллус.

Рассмотреть при большом увеличении микроскопа строение зародышевого мешка. Зарисовать. На рисунке отметить яйцеклетку, синергиды, антиподы, вторичное ядро.

ВАЖНЕЙШИЕ СЕМЕЙСТВА ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ

Семейство Лютиковые (*Ranunculaceae*)

Общая характеристика семейства

В семействе около 70 родов, 2000 видов. Жизненная форма – преимущественно травянистые растения и лианы, однолетние и многолетние. Корневая система – мочковатая. Стебли – прямостоячие, ползучие, вьющиеся, возможно наличие корневищ и клубней. Листорасположение – очередное, реже супротивное. Листья – простые, тройчато-пальчато-, перисто-раздельные и рассечённые. Соцветие – монохазий, дихазий, кисть, метелка или цветки одиночные. Цветки – правильные, неправильные, ациклические или гемициклические с простым или двойным околоцветником, с неопределенным числом тычинок, апокарпным гинецеем с верхней завязью (рис.96).

Типичные формулы цветка:

Ациклический цветок $*P_{\infty}A_{\infty}G_{20}$

Гемициклический цветок $*Ca_5Co_5A_{\infty}G_{20}$

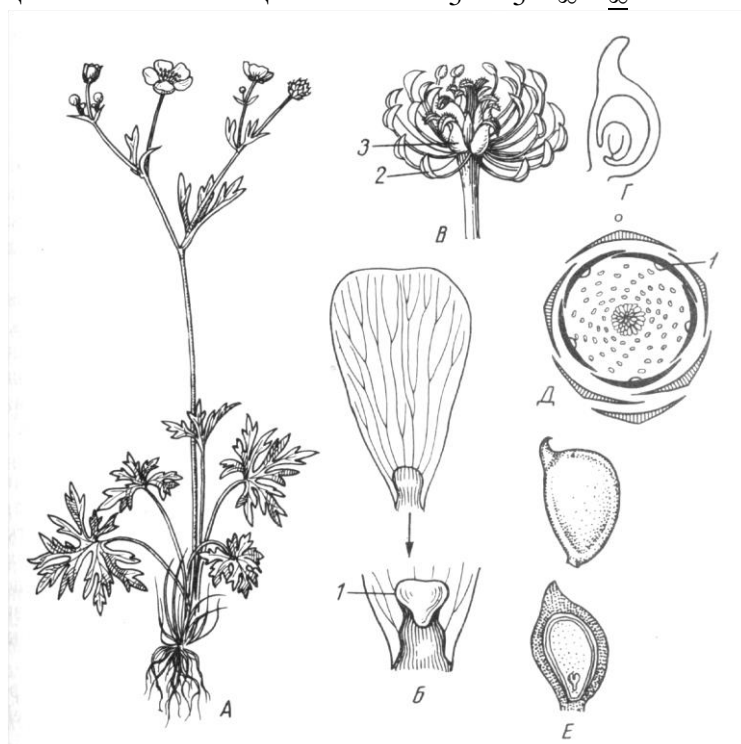


Рисунок 96. Лютик едкий: А – общий вид, Б – лепесток, В – цветок без околоцветника, Г – пестик, Д – диаграмма цветка, Е – плодик; 1 – нектарная ямка, 2 – андроцей, 3 – гинецей

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 5.

Таблица 5

Важнейшие виды семейства Лютиковые

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	2	3
1	Лютик едкий <i>Ranunculu sacris</i>	
2	Лютик ползучий <i>R. repens</i>	
3	Лютик ядовитый <i>R. sceleratus</i>	
4	Лютик золотистый <i>R. auricomus</i>	
5	Ветреница алтайская <i>Anemone altaica</i>	
6	Прострел раскрытый <i>Pulsatilla patens</i>	
7	Борец высокий <i>Aconitum excelsum</i>	
8	Живокость полевая <i>Delphinium consolida</i>	
9	Купальница европейская <i>Trollius europeus</i>	
10	Калужница болотная <i>Caltha palustris</i>	
11	Горицвет весенний <i>Adonis vernalis</i>	
12	Василисник желтый <i>Thalictrum flavum</i>	
13	Воронец колосистый <i>Actaea spicata</i>	

Семейство Розоцветные (Rosaceae)

Общая характеристика семейства

В семействе около 100 родов, 3000 видов. Жизненная форма – деревья, кустарники, многолетние травы, редко однолетние. Стебли – прямостоячие, ползучие. Листорасположение – очередное. Нижние листья травянистых форм нередко образуют прикорневые розетки. Листья – простые и сложные (тройчато-, пальчато-, перистосложные) с прилистниками. Соцветия – кисть, зонтик, щиток. Встречаются виды с одиночными цветками. Цветки – циклические и гемициклические. Цветоложе расширенное (гипантий). Чашечка часто двойная, с подчашием. Число тычинок неопределенное (рис. 97, 98).

Типичные формулы цветка:



Плоды – сухие и сочные. Наиболее часто встречаются типы плодов: орешек, сборный орешек, костянка, сборная костянка, яблоко.

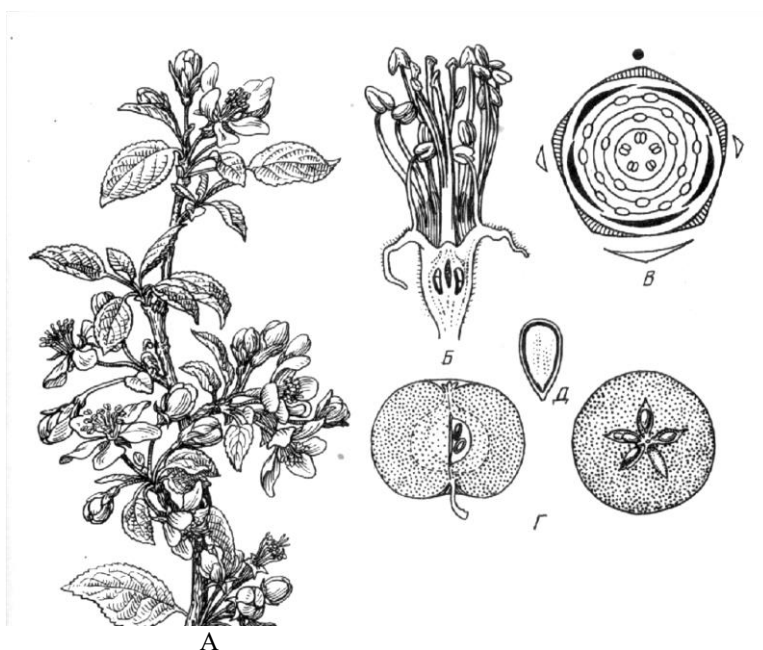


Рисунок 97. Яблоня домашняя: А – репродуктивный побег, Б – цветок без венчика, В – диаграмма цветка, Г – плод (продольный и поперечный разрезы), Д – семя (продольный разрез)

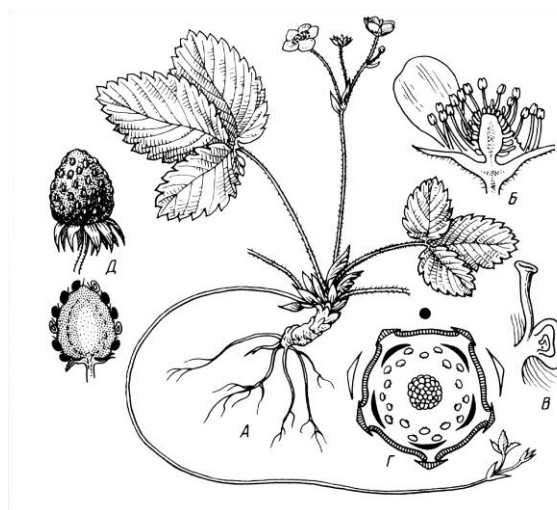


Рисунок 98. Земляника лесная: А – общий вид, Б – цветок, В – пестик, Г – диаграмма цветка, Д – плод – сборная семянка

Задание. **Хозяйственное значение важнейших видов семейства.**

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 6.

Таблица 6

Важнейшие виды семейства Розоцветные

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Роза коричная <i>Rosa majalis</i>	
2	Малина обыкновенная <i>Rubus idaeus</i>	
3	Княженика <i>Rubus arcticus</i>	
4	Морошка <i>Rubus chamaemorus</i>	
5	Костяника обыкновенная <i>Rubus saxatilis</i>	
6	Земляника лесная <i>Fragaria vesca</i>	
7	Земляника зеленая <i>Fragaria viridis</i>	
8	Лапчатка гусиная <i>Potentilla anserina</i>	
9	Лапчатка серебристая <i>Potentilla argentea</i>	
10	Гравилат речной <i>Geum rivale</i>	
11	Манжетка обыкновенная <i>Alchemilla vulgaris</i>	
12	Кровохлёбка лекарственная <i>Sanguisorba officinalis</i>	
13	Лабазник шестилепестный <i>Filipendula hexapetala</i>	
14	Лабазник вязолистный <i>Filipendula ulmaria</i>	
15	Рябина обыкновенная <i>Sorbus aucuparia</i>	
16	Яблоня домашняя <i>Malus domestica</i>	
17	Вишня садовая <i>Cerasus vulgaris</i>	
18	Черёмуха обыкновенная <i>Padus avium</i>	

Семейство Бобовые (Fabaceae)

Общая характеристика семейства

В семействе около 400 родов, 9000 видов. Жизненная форма – деревья, кустарники, травы, однолетние, двулетние, многолетние. Корневая система – стержневая. На корнях имеются клубеньки с азотфиксирующими бактериями. Стебли – прямостоячие или цепляющийся. Листорасположение – очередное. Листья – тройчато-пальчатоперистосложные, с прилистниками. Соцветие – кисть, головка. Цветки – зигоморфные, венчик мотылькового типа состоит из следующих лепестков: верхний лепесток –

«парус», боковые – «весла», а два сросшихся нижних лепестка образуют «лодочку». Тычинки срастаются в трубочку, окружающую пестик. При этом 9 тычинок обычно срастаются, а одна свободна (двубратственное срастание) или все 10 тычинок срастаются в общую трубочку (однобратственное срастание). Гинецей образован одним плодолистиком, завязь верхняя, одногнездная (рис. 99).

Типичные формулы цветков: $\uparrow C_{a(5)} C_{o_{1+2+(2)}} A_{(9)+1} G_{\underline{1}}$;
 $\uparrow C_{a(5)} C_{o_{1+2+(2)}} A_{(10)} G_{\underline{1}}$

Плоды – боб, односеменной или многосеменной, раскрывающийся двумя створками или распадающийся на членики. Семена богаты белком.

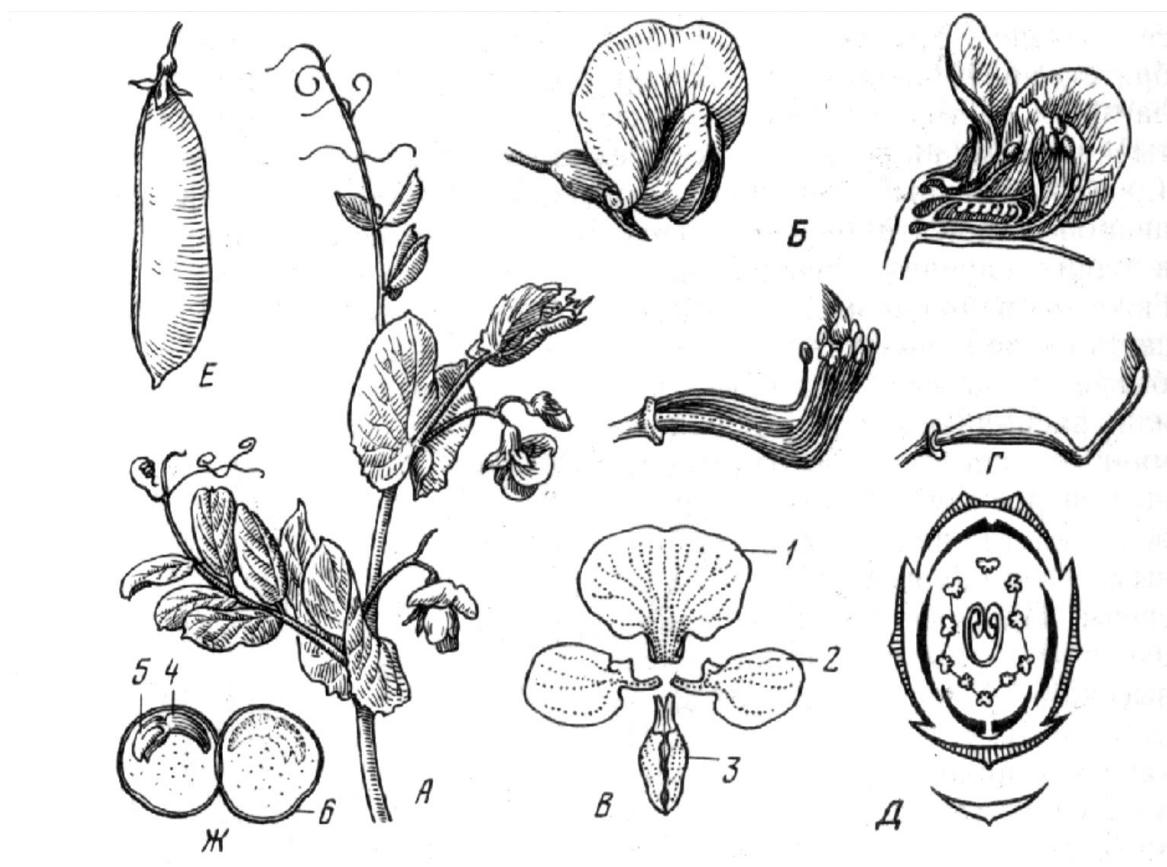


Рисунок 99. Горох посевной: А – репродуктивный побег, Б – цветок, В – венчик, Г – гинецей, Д – диаграмма цветка, Е – плод – боб, Ж – семя; 1 – парус, 2 – весла, 3 – лодочка, 4 – корешок, 5 – почечка, 6 – семядоля

Задание. **Хозяйственное значение важнейших видов семейства.**

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 7.

Таблица 7

Важнейшие виды семейства Бобовые

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	2	3
1	Фасоль обыкновенная <i>Phaseolu svulgaris</i>	
2	Горох посевной <i>Pisum sativum</i>	
3	Русские или конские бобы <i>Faba vulgaris</i>	
4	Горошек мышиный <i>Vicia cracca</i>	
5	Горошек заборный <i>Vicia sepium</i>	
6	Вика посевная <i>Vicia sativa</i>	
7	Сочевичник весенний <i>Orobus vernus</i>	
8	Чина луговая <i>Lathyrus pratensis</i>	
9	Люпин многолистный <i>Lupinus polyphyllus</i>	
10	Ракитник русский <i>Cytisus ruthenicus</i>	
11	Люцерна посевная <i>Medicago sativa</i>	
12	Люцерна серповидная <i>Medicago falcata</i>	
13	Донник белый <i>Melilotus albus</i>	
14	Донник лекарственный <i>Melilotus officinalis</i>	
15	Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i>	
16	Клевер средний <i>Trifolium medium</i>	
17	Клевер ползучий <i>Trifolium repens</i>	
18	Клевер гибридный <i>Trifolium hybridum</i>	
19	Козлятник восточный <i>Galega orientalis</i>	

Семейство Сельдерейные (Apiaceae), или Зонтичные (Umbelliferae)

Общая характеристика семейства

В семействе около 400 родов, 3500 видов. Жизненная форма – преимущественно травянистые растения однолетние, двулетние и многолетние. Корневая система – стержневая. Главный корень иногда превращается в корнеплод. Стебли – прямостоячие, полые, с эфирно-масличными каналами. Листорасположение – очередное. Нижние листья часто собраны в прикорневую розетку. Листья – простые, дважды или трижды перисторассечённые, влагалищные, без прилистников. Соцветия – сложный зонтик. В основании сложного зонтика могут быть обвёртки из кроющих листьев, а в основании зонтичков – обвёрточки. Цветки – актиноморфные, с двойным околоцветником (иногда

чашелистики могут превращаться в зубцы). Андроцей из 5 тычинок, гинецей ценокарпный из двух плодолистиков с нижней двугнездной завязью (рис. 100).

Типичная формула цветка: $*C_{(5-0)}C_{05}A_5\overline{G}_{(2)}$

Плоды – двураздельная семянка на карпофоре (вислоплодник). Семейство богато эфирными маслами, смолами, алкалоидами.

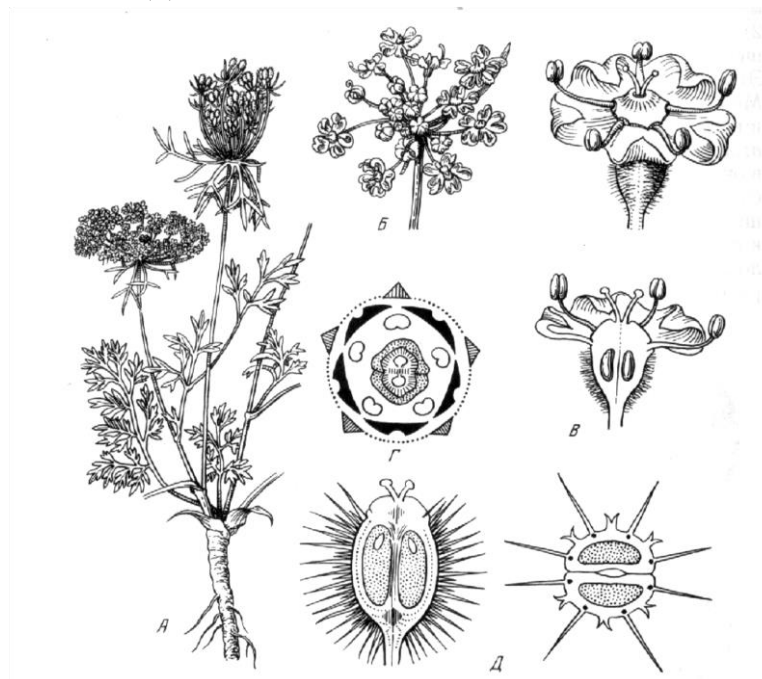


Рисунок 100. Морковь дикая: А – общий вид, Б – зонтичек, В – цветок, Г – диаграмма цветка, Д – плод

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 8.

Таблица 8

Важнейшие виды семейства Сельдерейные

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Морковь посевная <i>Daucus sativus</i>	
2	Укроп пахучий <i>Anethum graveolens</i>	
3	Тмин обыкновенный <i>Carum carvi</i>	
4	Борщевик сибирский <i>Heracleum sibiricum</i>	
5	Дудник лесной <i>Angelica sylvestris</i>	
6	Сныть обыкновенная <i>Aegopodium podagraria</i>	
7	Бедренец камнеломка <i>Pimpinella saxifraga</i>	
8	Болиголов крапчатый <i>Conium maculatum</i>	
9	Вех ядовитый <i>Cicuta virosa</i>	

Семейство Пасленовые (*Solanaceae*)

Общая характеристика семейства

В семействе около 120 родов, 3200 видов. Жизненная форма – деревья, кустарники, травы, преимущественно многолетние растения. Корневая система – стержневая и мочковатая. Стебли – прямостоячие, приподнимающиеся. У некоторых родов (картофель) имеются подземные побеги: столоны и клубни. Листорасположение – очередное. Листья – простые, цельные, перисто-рассечённые, перистоперывисторассечённые (картофель). Соцветия – завиток или цветки одиночные. Цветки – актиноморфные, обоеполые, чашечка сохраняется при плоде. 5 тычинок прирастает к трубке венчика (рис. 101).

Типичная формула цветка: $*C_{(5)}A_5G_{(2)}$

Плоды – ягода или коробочка.



Рисунок 101. Картофель: А – репродуктивный побег, Б – цветок, В – диаграмма цветка, Г – плод ягода

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 9.

Таблица 9

Важнейшие виды семейства Пасленовые

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Картофель клубненосный <i>Solanum tuberosum</i>	
2	Томат съедобный <i>Lycopersicon esculentum</i>	
3	Паслён чёрный <i>Solanum nigrum</i>	
4	Паслён сладко-горький <i>Solanum dulcamara</i>	
5	Дурман вонючий <i>Datura stramonium</i>	
6	Белена чёрная <i>Hyoscyamus niger</i>	
7	Перец однолетний <i>Capsicum annuum</i>	

**Семейство Яснотковые (*Lamiaceae*), или
Губоцветные (*Labiatae*)**

Общая характеристика семейства

В семействе около 200 родов, 3200 видов. Жизненная форма – травянистые растения, преимущественно многолетние, реже кустарники. Корневая система – стержневая, у многолетних форм – мочковатая (от корневища). Стебель – прямостоячий, ползучий, стелющийся, четырёхгранный. Стебель покрыт железистыми волосками, выделяющими эфирное масло. Листорасположение – супротивное. Листья – простые, без прилистников, опушены железистыми волосками. Соцветия – дихазии, собранные супротивно или мутовчато в пазухах листьев, или дихазии в метельчатом соцветии. Цветки – зигоморфные, обоеполые. Венчик чаще двугубый: верхняя губа состоит из двух сросшихся лепестков, нижняя – из трех. Тычинок четыре, из них две верхние длиннее двух нижних. Пестик ценокарпный из двух сросшихся плодолистиков, при этом завязь делится еще пополам и становится 4-гнездной. Рыльце двураздельное (рис. 102).

Типичная формула цветка: $\uparrow C_{(5)} C_{[(2)+(3)]} A_4 \underline{G}_{(2)}$

Плод – дробный орешек (четыре орешка).

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 10.

Важнейшие виды семейства Яснотковые

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Мята водная <i>Mentha aquatica</i>	
2	Будра плющевидная <i>Glechoma hederaceae</i>	
3	Черноголовка обыкновенная <i>Prunella vulgaris</i>	
4	Пикульник красивый <i>Galeopsis speciosa</i>	
5	Пикульник ладанниковый <i>Galeopsis ladanum</i>	
6	Яснотка белая или глухая крапива <i>Lamium album</i>	
7	Пустырник сердечный <i>Leonurus cardiaca</i>	
8	Чистец болотный <i>Stachys palustris</i>	
9	Душица обыкновенная <i>Origanum vulgare</i>	
10	Живучка ползучая <i>Ajuga reptans</i>	

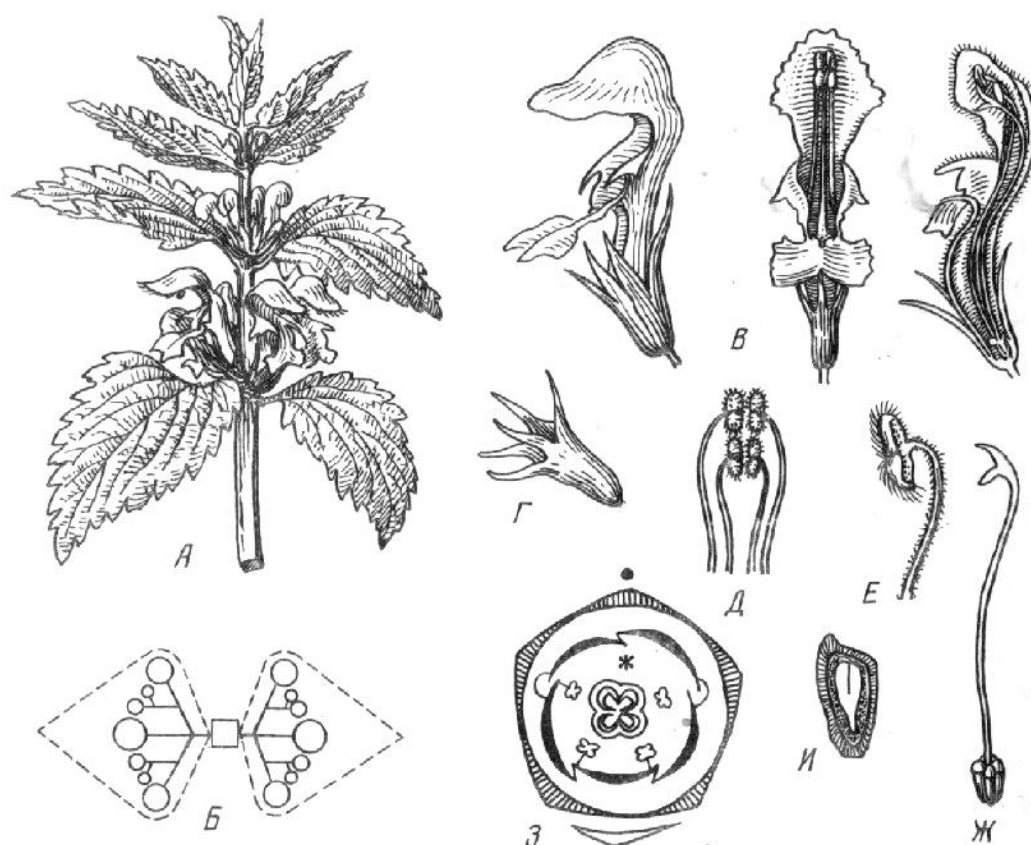


Рисунок 102. Яснотка белая: А – репродуктивный побег, Б – схема боковых соцветий, В – цветок, Г – чашечка, Д – андроцей, Е – тычинка, Ж – гинецей, З – диаграмма цветка, И – эрем

Семейство Гречишные (*Polygonaceae*)

Общая характеристика семейства

В семействе около 40 родов, 900 видов. Жизненная форма – травянистые растения, реже кустарники и деревья. Корневая система – стержневая, у многолетних форм – мочковатая (от корневища). Стебель – прямостоячий, приподнимающийся, вьющийся, узловатый (коленчатосогнутый). Листорасположение – очередное. Часто ниже листья собраны в прикорневую розетку. Листья – простые, у основания с раструбом из сросшихся плёчатых прилистников. Листовая пластинка часто со стреловидным основанием. Соцветие – кисть, метёлка, колос. Цветки – правильные, обоеполые или раздельнополые, с двойным или простым околоцветником (рис. 103).

Формула цветка гречихи посевной: $*P_5A_8G_{(3)}$

Плод – трёхгранный орешек. Семя с мучнистым эндоспермом.

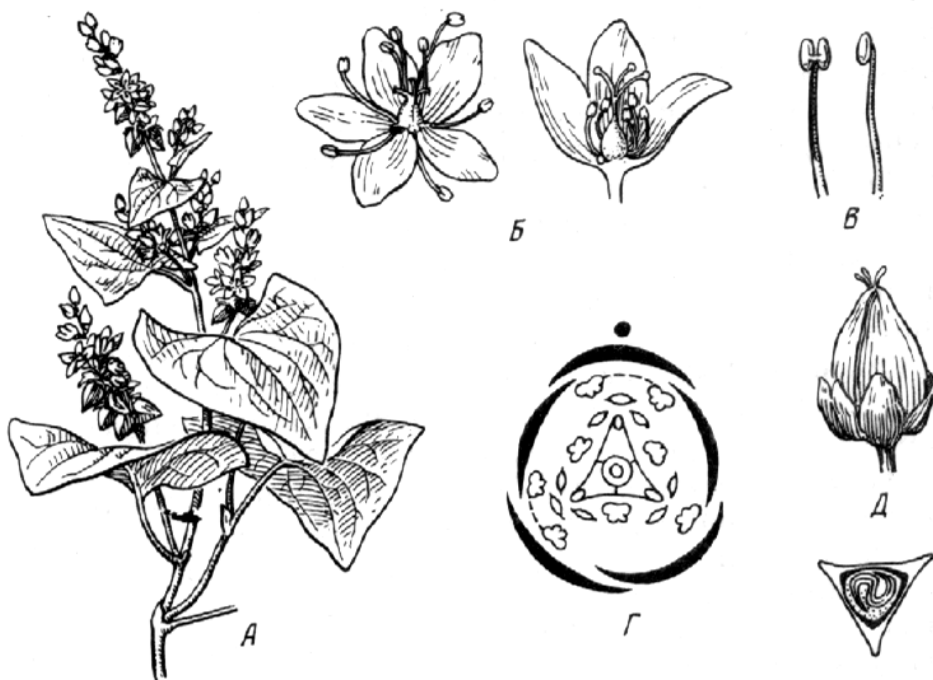


Рисунок 103. Гречиха посевная: А – репродуктивный побег, Б – цветки, В – тычинки, Г – диаграмма цветка, Д – плод

Задание. **Хозяйственное значение важнейших видов семейства.**

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 11.

Важнейшие виды семейства Гречишные

п/п	Русское и латинскоеназвание	Хозяйственное значение
1	Гречиха посевная <i>Fagopyrum sagittatum</i>	
2	Щавель обыкновенный или кислый <i>Rumex acetosa</i>	
3	Щавель малый, щавелек <i>Rumex acetosella</i>	
4	Щавель густой <i>Rumex confertus</i>	
5	Щавель курчавый <i>Rumex crispus</i>	
6	Горец вьюнковый <i>Polygonum convolvulus</i>	
7	Горец змеиный раковые шейки <i>Polygonum bistorta</i>	
8	Горец птичий <i>Polygonum aviculare</i>	
9	Горец перечный или водяной перец <i>Polygonum hydropiper</i>	

**Семейство Капустные (*Brassicaceae*), или
Крестоцветные (*Cruciferae*)**

Общая характеристика семейства

В семействе около 350 родов, 3200 видов. Жизненная форма – травянистые однолетние, двулетние и многолетние растения. Корневая система – стержневая, главный корень нередко превращён в корнеплод. Стебли – прямостоячие. Листорасположение – очередное. Нижние листья часто образуют прикорневую розетку. Листья – простые, чаще вырезные, без прилистников. Стебли и листья часто опушены жёсткими волосками. Соцветие – кисть или метёлка. Цветки – правильные, с двойным околоцветником и накрест расположенными частями околоцветника. Из 6 тычинок две наружного круга короче четырёх внутреннего (рис.104).

Типичная формула цветка: $*C_4C_0A_{2+4}\underline{G}_{(2)}$

Плод – стручок или стручочек. Семена богаты жирными маслами и глюкозидами.

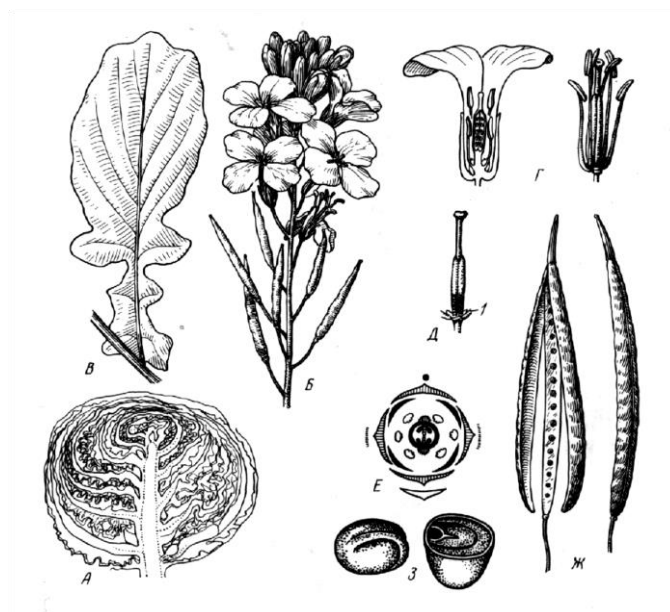


Рисунок 104. Капуста огородная: А – верхушечная почка (кочан) однолетнего растения, Б – соцветие – кисть, В – лист цветоносного побега, Г – цветок, Д – гинецей, Е – диаграмма цветка, Ж – плод – стручок, З – семя; 1 – нектарник

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 12.

Таблица 12

Важнейшие виды семейства Капустные

п/п	Русское и латинскоеназвание	Хозяйствен-ное значение
1	2	3
1	Капуста огородная <i>Brassica oleracea</i>	
2	Брюква, рапс <i>Brassica napus</i>	
3	Репа, турнепс <i>Brassica rapa</i>	
4	Горчица сарепская <i>Sinapis juncea</i>	
5	Горчица белая <i>Sinapis alba</i>	
6	Горчица полевая <i>Sinapis arvensis</i>	
7	Рыжик посевной <i>Camelina sativa</i>	
8	Редька огородная <i>Raphanus sativus</i>	
9	Редька дикая <i>Raphanus raphanistrum</i>	
10	Сурепица обыкновенная <i>Barbarea vulgaris</i>	
11	Икотник серо-зеленый <i>Berteroa incana</i>	
12	Свербига восточная <i>Bunias orientalis</i>	
13	Сумочник пастуший или Пастушья сумка <i>Capsella bursa-pastoris</i>	
14	Ярутка полевая <i>Thlaspi arvense</i>	

Семейство Астровые (Asteraceae), или Сложноцветные (Compositae)

Общая характеристика семейства

В семействе около 1000 родов, 20000 видов. Жизненная форма – преимущественно травянистые растения, однолетние, двулетние и многолетние. Корневая система – стержневая, главный корень иногда превращается в корнеплод, а боковые в клубнеплоды. Стебли – прямостоячие.

Листорасположение – очередное и супротивное, часто нижние листья собраны в прикорневую розетку. Листья – простые, цельные или расчленённые: перистораздельные, перисторассечённые. Соцветие – корзинка, которая снаружи обрамлена обёрткой из прицветных листочков. Иногда корзинки, если они малы, собраны в сложные соцветия – сложный щиток, метёлка (рис. 105, 106).

Цветки могут быть 4 типов;

1. Трубоччатый цветок – актиноморфный из 5 сросшихся лепестков и 3 сложенных в трубочку тычинок. Пестик ценокарпный из двух плодолистиков с нижней завязью. чашечка редуцирована, вместо неё – хохолок из волосков или чешуйки. Формула трубчатого цветка:
 $*C_0 C_{(5)} A_{(5)} \overline{G}_{(2)}$

2. Ложноязычковый цветок – краевой зигоморфный цветок из трёх сросшихся лепестков, с недоразвитой завязью и поэтому не плодущий.

Формула ложноязычкового цветка: $\uparrow C_0 C_{(3)} \overline{G}_{0-(2)}$

3. Язычковый цветок – зигоморфный из 5 сросшихся лепестков, чашечка редуцирована и превращена в хохолок. Пять тычинок сращены в трубку, пестик ценокарпный из 2 плодолистиков с нижней завязью. Формула цветка:
 $\uparrow C_0 C_{(5)} A_{(5)} \overline{G}_{(2)}$

4. Воронковидный цветок – краевой цветок воронковидного типа, не плодущий.

Цветки в корзинке встречаются в различных сочетаниях:

1. Средние цветки трубчатые, а краевые – ложноязычковые;

2. Средние цветки трубчатые, а краевые – воронковидные;
 3. Все цветки трубчатые;
 4. Все цветки язычковые.
- Плод – семянка и её разновидности (летучка, крылатка).

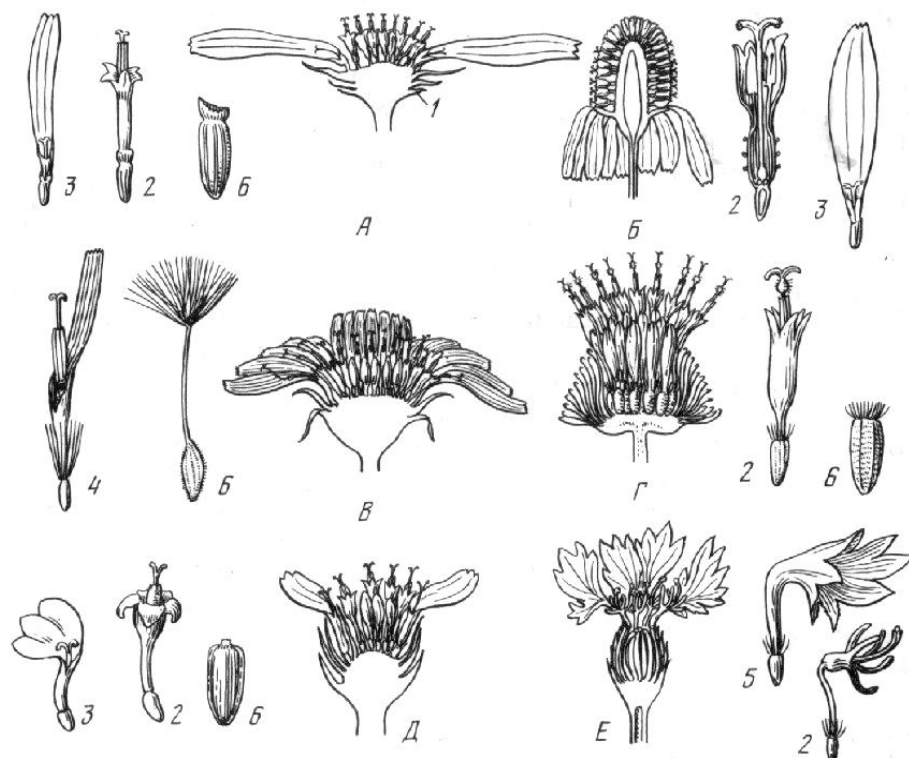


Рисунок 105. Соцветия сложноцветных: А – нивяник, Б – ромашка, В – одуванчик, Г – лопух, Д – тысячелистник, Е – василёк;
 1 – обёртка, 2 – трубчатый цветок, 3 – ложноязычковый цветок, 4 – язычковый цветок, 5 – воронковидный цветок, 6 – плод (семянка)



Рисунок 106. Одуванчик лекарственный: А – общий вид, Б – корзинка, В – цветок, Г – тычинка, Д – плод

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 13.

Таблица 13

Важнейшие виды семейства Астровые

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Подсолнечник однолетний <i>Helianthus annuus</i>	
2	Топинамбур, подсолнечник клубненосный <i>Helianthus tuberosus</i>	
3	Ромашка лекарственная <i>Matricaria recutita</i>	
4	Ромашка пахучая <i>Matricaria matricarioides</i>	
5	Нивяник обыкновенный, поповник, ромашка луговая <i>Leocanthemum vulgare</i>	
6	Пижма обыкновенная <i>Tanacetum vulgare</i>	
7	Пупавка красильная <i>Anthemis tinctoria</i>	
8	Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i>	
9	Лопух паутинистый <i>Arctium tomentosum</i>	
10	Черёда трёхраздельная <i>Bidens tripartite</i>	
11	Одуванчик лекарственный <i>Taraxacum officinale</i>	
12	Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i>	
13	Бодяк полевой <i>Cirzium arvense</i>	
14	Василёк синий (полевой) <i>Centaurea cyanus</i>	
15	Мать-и-мачеха обыкновенная <i>Tussilago farfara</i>	
16	Цикорий обыкновенный <i>Cichorium inthybus</i>	
17	Кошачья лапка <i>Antennaria dioica</i>	
18	Полынь горькая <i>Artemisia absinthium</i>	
19	Полынь обыкновенная или Чернобыльник <i>Artemisia vulgaris</i>	

Семейство Тыквенные (Cucurbitaceae)

Общая характеристика семейства

В семействе около 120 родов, 1000 видов. Жизненная форма – в основном однолетние травы. Корневая система – стержневая, реже мочковатая. Стебель – лазающий, лежачий. Часто внутри полый, ребристый, покрытый жёсткими волосками. У многих представителей есть усики – видоизменённые побеги. Листорасположение – очередное. Листья – простые, без прилистников, черешковые,

пальчатораздельные и пальчаторассечённые. Цветки актиноморфные, редко зигоморфные, пятичленные, обычно раздельнополые, растения однодомные и двудомные. Околоцветник двойной, сросшийся при основании в трубку. Чашечка пятизубчатая, венчик пятилопастной, колокольчатый или колесовидный. Тычиночный цветок имеет пять тычинок, из которых обычно четыре срастаются попарно, а одна остается свободной (трёхбратственное срастание). Завязь нижняя, трёхгнездная, столбик короткий с тремя мясистыми рыльцами.

Типичные формулы цветка: женского * $Ca_{(5)}Co_{(5)}A_0\overline{G}_{(3)}$

мужского * $Ca_{(5)}Co_{(5)}A_{(2),(2),1}G_0$

Плод – ягодообразный, ложный (тыква) (рис. 107).

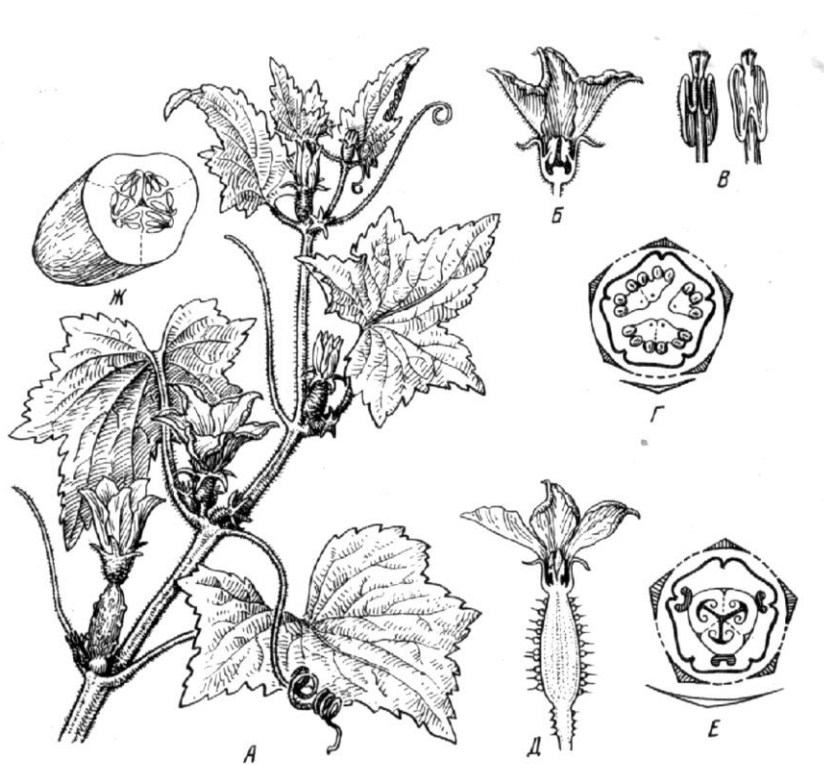


Рисунок 107. Огурец посевной: А – репродуктивный побег, Б – тычиночный цветок, В – тычинки, Г – диаграмма тычиночного цветка, Д – пестичный цветок, Е – диаграмма пестичного цветка, Ж – плод (тыква)

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 14.

Важнейшие виды семейства Тыквенные

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Тыква обыкновенная <i>Cucurbita pepo</i>	
2	Огурец посевной <i>Cucumis sativus</i>	
3	Арбуз съедобный <i>Citrullus vulgaris</i>	
4	Кабачок <i>Cucurbita pepo var. giraumonita</i>	
5	Дыня посевная <i>Cucumis melo</i>	

Семейство Берёзовые (*Betulaceae*)

Общая характеристика семейства

В семействе 6 родов и 150 видов. Жизненная форма – деревья, кустарники, кустарнички. Листья – простые, очередные, цельные, изрезанные, с рано опадающими прилистниками. Соцветия сильно редуцированные, 2 или 3-цветковые дихазии. Каждый дихазий прикрыт чешуйкой, из прицветников. Мужские дихазии собраны в серёжки, а женские цветки в коротких головчатых или початковидных, висячих или прямостоячих, шишковидных соцветиях. Цветки мелкие, невзрачные, анемофильные, однополые; околоцветник простой или отсутствует. У тычиночных (мужских) цветков околоцветник четырёхчленный или отсутствует; тычинок 4-8. Пестичные (женские) цветки голые или почти голые. Гинецей ценокарпный (синкарпный), из 2 плодолистиков; завязь нижняя.

Типичные формулы цветка: женского * $P_0A_0\overline{G}_{(2)}$

мужского * $P_{(2)}A_2G_0$

Плод – орех с травянистой плюской, образующейся из прицветников (у лещины). Иногда плод крылатый орешек (рис. 108).



Рисунок 108. Ольха серая: 1 – побег с листьями; 2 – зрелая и незрелая «шишки»; 3 – побег с женскими и мужскими соцветиями; 4 – плод

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания. заполните таблицу 15.

Таблица 15

Важнейшие виды семейства Берёзовые

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Ольха чёрная, или клейкая <i>Alnus glutinosa</i>	
2	Ольха серая <i>Alnus incana</i>	
3	Берёза пушистая <i>Betula alba</i>	
4	Берёза повислая <i>Betula pendula</i>	
5	Лещина обыкновенная <i>Corylus avellana</i>	

Семейство Жимолостные (Caprifoliaceae)

Общая характеристика семейства

В семействе 15 родов и около 550 видов. Жизненная форма – листопадные, редко вечнозелёные деревья, кустарники, кустарнички, лианы. Листья – супротивные простые (цельные или расчленённые) или непарноперистосложные. Цветки обоеполые, более или менее зигоморфные, иногда почти актиноморфные, с двойным спайнолепестным 5-членным околоцветником, располагающиеся либо попарно, либо в щитковидных или

метельчатых соцветиях. Чашечка образует короткую трубку, срастающуюся с нижней завязью и имеет пяти- или трёхнадрезный отгиб, отделённый от трубки перетяжкой. Венчик трубчатый, колокольчатый или колесовидный, трёх-, пятилопастной, иногда двугубый. Тычинок 5, реже 4 или 3. Гинецей ценокарпный, из 2-5 сросшихся плодолистиков; завязь нижняя, 1-5-гнездная.

Типичные формулы цветка: * $Ca_{(5)}Co_{(5)}A_{(5)}\overline{G}_{(3)}$, или $\overline{(1)}$

Плод – ягода, причём плоды часто попарно срастаются; иногда костянка (рис. 109).



Рисунок 109. Жимолость обыкновенная: 1 – часть побега с цветками; 2 – плоды; 3 – цветки; 4 – часть побега с плодами

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания: заполните таблицу 16.

Таблица 16

Важнейшие виды семейства Жимолостные

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Жимолость синяя <i>Lonicera caerulea</i>	
2	Жимолость обыкновенная <i>Lonicera tatarica</i>	
3	Бузина кистевидная <i>Sambucus racemosa</i>	
4	Снежноягодник приречный <i>Symphoricarpos rivularis</i>	
5	Калина обыкновенная <i>Viburnum opulus</i>	
6	Бересклет бородавчатый <i>Euonymus verrucosa</i>	

Семейство Лилейные (*Liliaceae*)

Общая характеристика семейства

В семействе около 200 родов, 3500 видов. Жизненная форма – травянистые, редко древесные и кустарниковые растения, преимущественно многолетние. Корневая система – мочковатая. В почве возможны видоизменения стебля – корневища, луковицы. Стебли – прямостоячие. Листорасположение – очередное. Листья – простые, цельные, с цельнокрайней пластинкой, дугонарвным жилкованием, иногда мясистые. Соцветия – кисть, метёлка, простой зонтик или цветки одиночные, крупные. Цветки – актиноморфные, с простым венчиком околоцветником из шести свободных или сросшихся лепестков. Количество тычинок соответствует количеству лепестков, расположены они против лепестков. Гинецей ценокарпный из трёх плодolistиков (рис. 110).

Типичная формула цветка $*P_6A_6G_{(3)}$

Плоды – ягода, коробочка.

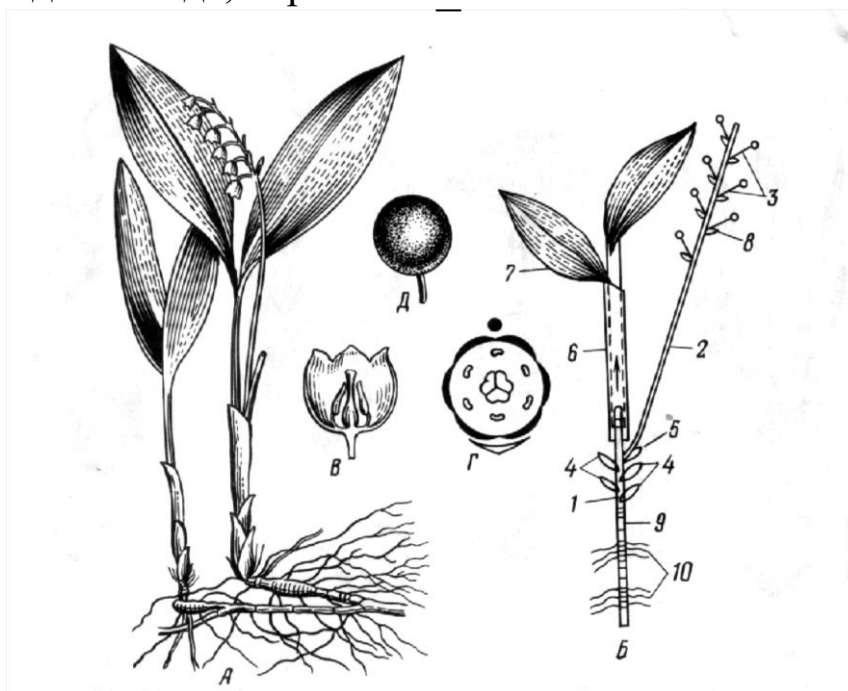


Рисунок 110. Ландыш майский: А – общий вид, Б – схема строения, В – цветок, Г – диаграмма цветка, Д – плод – ягода; 1 – главная ось, 2 – ось второго порядка, 3 – предлист бокового побега, 6 – замкнутые влагалища зеленых листьев, формирующих ложный стебель – 7, 8 – прицветник, 9 – корневище, 10 – придаточные корни

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания. Заполните таблицу 17.

Таблица 17

Важнейшие виды семейства Лилейные

п/п	Русское и латинскоеназвание	Хозяйственное значение
1	Лук репчатый <i>Allium cepa</i>	
2	Чеснок <i>Allium sativum</i>	
3	Гусиный лук <i>Gagea lutea</i>	
4	Лилия саранка <i>Lilium martagon</i>	
5	Тюльпан <i>Tulipa sp.</i>	
6	Спаржа лекарственная <i>Asparagus officinalis</i>	
7	Майник двулистный <i>Majanthemum bifolium</i>	
8	Купена лекарственная <i>Polygonatum officinale</i>	
9	Ландыш майский <i>Convallaria majalis</i>	
10	Вороний глаз четырёхлистный <i>Paris quadrifolia</i>	
11	Чемерица Лобеля <i>Veratrum lobelianum</i>	

**Семейство Мятликовые (Poaceae), или
Злаковые (Graminae)**

Общая характеристика семейства

В семействе около 700 родов, 7000 видов. Жизненная форма – травянистые растения, однолетние или многолетние. Единственный род Бамбук представлен древесными кустарниковыми формами. Корневая система – мочковатая. Придаточные корни отходят либо от длинного ползучего корневища (длиннокорневищные злаки), либо от узла кущения (рыхло- и плотнокустовые злаки). Стебли – прямостоячие, цилиндрические, полые, с чётко выраженными узлами и междоузлиями. Такой стебель называется соломиной. Листорасположение – очередное. Листья – простые, цельные, с влагалищем. Листовая пластинка линейной формы с параллельно-нервным жилкованием. На границе листовой пластинки и влагалища имеется плёчатый язычок различной формы и размера, а иногда ушки. Соцветия – сложный и простой колос, метёлка, султан, початок. Цветки – обоеполые и раздельнополые,

собранные в простые колоски до 50. Каждый цветок образуется в пазухе нижней цветковой чешуи. Околоцветника нет, в процессе эволюции его части редуцировались. В состав цветка злака входят: верхняя цветковая чешуя, состоящая из двух чешуй; 2, 3, 6 тычинок с довольно крупными пыльниками и длинными тычиночными нитями; ценокарпный пестик из двух плодолистиков с верхней завязью и двураздельным сидячим рыльцем; лодикулы – околоцветные пленочки для раскрытия цветка (рис. 111 - 113).

Условная формула цветка $\uparrow P_{2+(2)} A_3 G_{(2)}$

Плод – зерновка. Семя с развитым мучнистым эндоспермом.

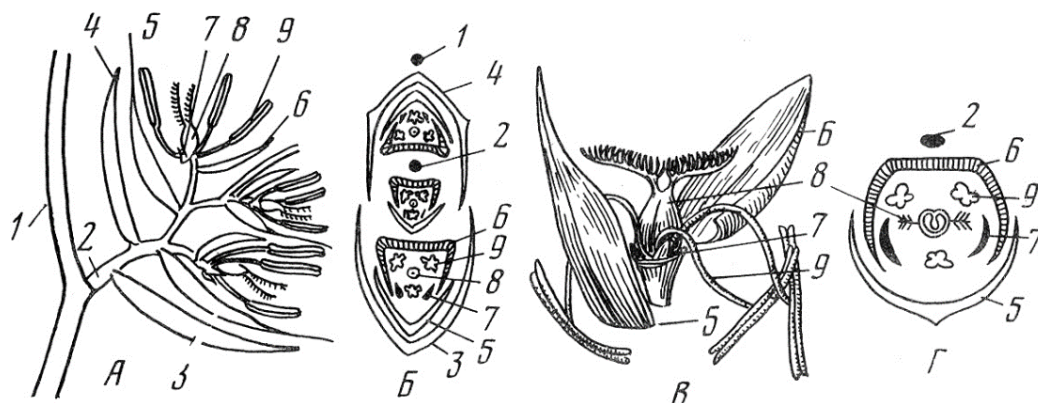


Рисунок 111. Цветок и колосок злаков (схема): А – трёхцветковый колосок, Б – диаграмма колоска, В – цветок, Г – диаграмма цветка;

1 – ось колоса, 2 – ось колоска, 3 – нижняя колосковая чешуйка, 4 – верхняя колосковая чешуйка, 5 – нижняя цветковая чешуйка, 6 – верхняя цветковая чешуйка, 7 – лодикулы, 8 – гинецей, 9 – андроцей

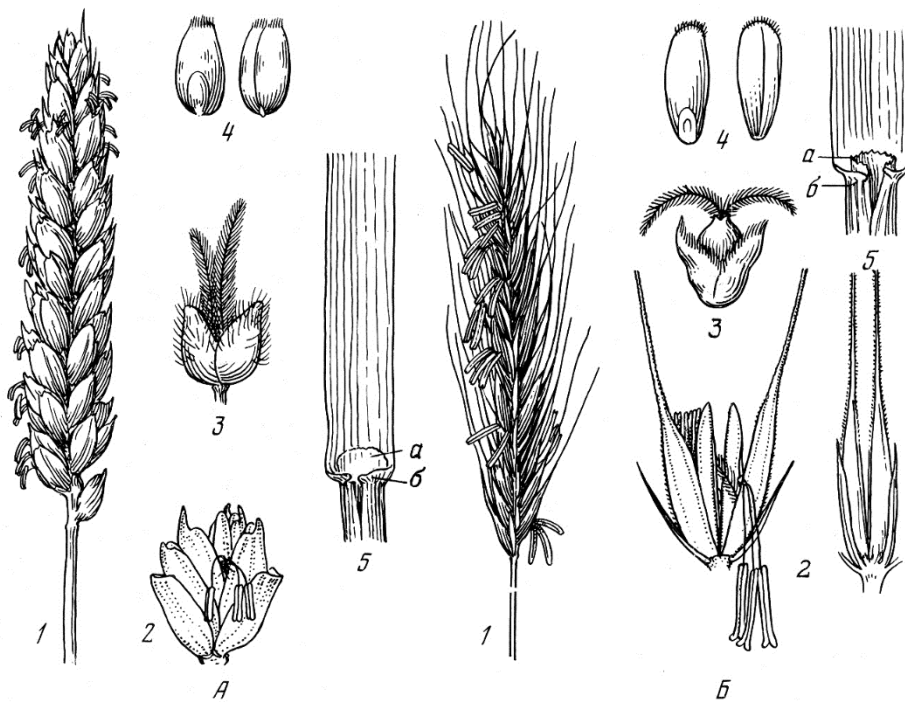


Рисунок 112. Пшеница мягкая – А, рожь посевная – Б;
 1 – соцветие – сложный колос, 2 – колосок, 3 – пестик и лодикулы,
 4 – плод – зерновка, 5 – лист (а – язычок, б – ушки)

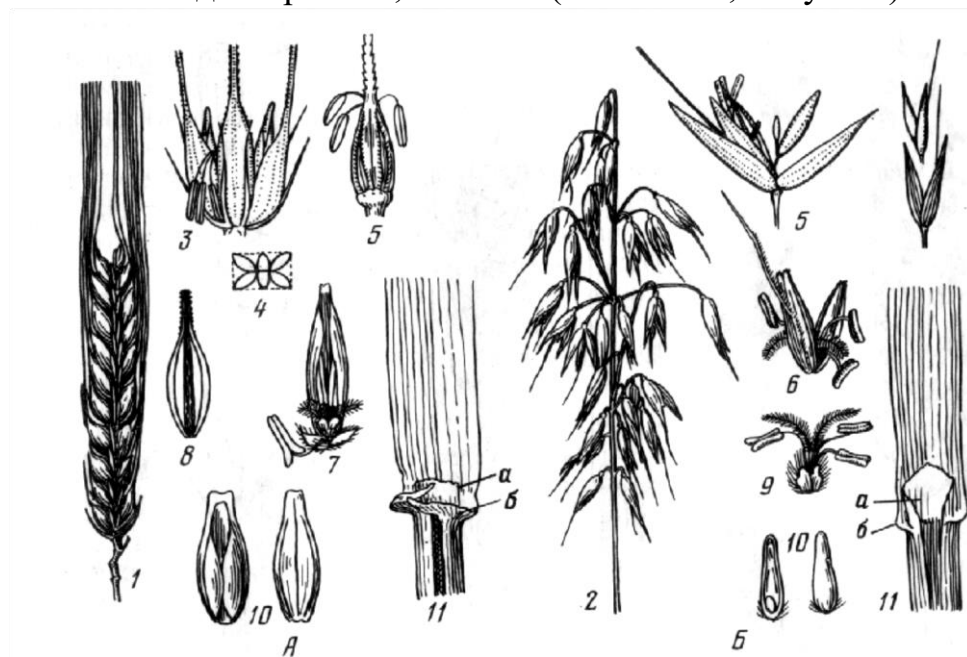


Рисунок 113. Ячмень обыкновенный – А, овёс посевной – Б;
 1 – соцветие – сложный колос, 2 – соцветие агрегатное
 метёлковидное, 3 – колоски на оси соцветия, 4 – поперечное сечение
 сложного колоса, 5 – колосок, 6 – цветок, 7 – цветок без наружной
 цветковой чешуйки, 8 – наружная цветковая чешуйка, 9 – цветок без
 цветковых чешуек, 10 – плод – зерновка,
 11 – лист (а – язычок, б – ушки)

Задание. Хозяйственное значение важнейших видов семейства.

Порядок выполнения задания. заполните таблицу 18.

Таблица 18

Важнейшие виды семейства Злаковые

п/п	Русское и латинское название	Хозяйственное значение
1	Пшеница мягкая <i>Triticum aestivum</i>	
2	Пшеница твердая <i>Triticum durum</i>	
3	Рожь посевная <i>Secale cereale</i>	
4	Ячмень обыкновенный <i>Hordeum vulgare</i>	
5	Овёс посевной <i>Avena sativa</i>	
6	Овёс пустой, овсюг <i>Avena fatua</i>	
7	Пырей ползучий <i>Agropyron repens</i>	
8	Тимофеевка луговая <i>Phleum pratense</i>	
9	Лисохвост луговой <i>Alopecurus pratensis</i>	
10	Ежа сборная <i>Dactylis glomerata</i>	
11	Полевица побегообразующая <i>Agrostis stolonifera</i>	
12	Костёр безостый <i>Bromus inermis</i>	
13	Овсяница луговая <i>Festuca pratensis</i>	
14	Перловник поникший <i>Melica nutans</i>	
15	Мятлик луговой <i>Poa pratensis</i>	
16	Щучка (луговик) дернистая <i>Deschampsia caespitosa</i>	
17	Бор развесистый <i>Milium effusum</i> L.	
18	Тростник обыкновенный <i>Phragmite australis</i>	
19	Сорго сахарное <i>Sorghum saccharatum</i>	
20	Кукуруза обыкновенная <i>Zea mays</i>	
21	Рис посевной <i>Oryza sativa</i>	
22	Просо посевное <i>Panicum miliaceum</i>	

Вопросы по разделу «Систематика растений»

1. Назовите основные экологические группы водорослей.
2. Что такое хроматофор? Каково его строение?
3. На какие классы делятся зелёные водоросли?
4. Какие типы таллома встречаются у зелёных водорослей? Приведите примеры.

5. Почему харовые водоросли считаются наиболее совершенными среди зелёных водорослей?
6. Как размножаются диатомовые водоросли?
7. У каких водорослей хорошо выражено чередование поколений?
8. Какое значение имеют бурые водоросли?
9. Где обитают красные водоросли?
10. Опишите строение грибной клетки.
11. Какие способы полового размножения известны у грибов?
12. Какие типы спороношения известны у грибов?
13. Какое строение имеет мицелий низших грибов?
14. Опишите цикл развития спорыньи.
15. Назовите все типы спор у линейной ржавчины и опишите последовательность смены растений-хозяев.
16. Что такое антеридий и каково его строение?
17. Чем представлены гаметофит и спорофит у маршанции?
18. Почему разноспоровость является признаком более высокой организации?
19. Почему споровые растения не смогли стать господствующими на суше?
20. Чем представлен спорофит сосны обыкновенной?
21. В чем преимущества Голосеменных растений перед споровыми?
22. Почему в настоящее время из всех Голосеменных массово сохранились только Хвойные?
23. Опишите цикл развития сосны обыкновенной.
24. Каково значение Голосеменных в природе и народном хозяйстве?
25. Где и как происходит микроспорогенез?
26. В чем состоит принципиальное различие между пыльцой и микроспорой?
27. Где и как происходит мегаспорогенез?
28. Каково строение зародышевого мешка?
29. В чем сущность двойного оплодотворения?

5. ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Экология растений – это наука, изучающая процессы взаимодействия растений и их совокупностей (ценопопуляций, растительных сообществ и т.п.) с окружающей средой, а также факторы, влияющие на эти процессы.

Понятие об экологическом факторе

Экологическими факторами называются элементы окружающей среды, влияющие на организмы.

В современной экологии принято выделение факторов-ресурсов и факторов условий.

Экологические ресурсы – факторы, которые в процессе жизнедеятельности организмов потребляются и расходуются. За ресурсы между растениями происходит конкуренция. К ним относятся: свет, вода, элементы минерального питания, углекислый газ, кислород (в почве и воде), физическое пространство (объем почвы и территории).

Экологические условия – факторы, которые не расходуются в процессе жизнедеятельности организмов. Конкуренции за факторы-условия не происходит, но они существенно влияют на способность растений конкурировать за ресурсы. К ним относят: тепло, влажность воздуха, кислотность среды, соленость, скорость течения воды, содержание неиспользуемых в питании загрязняющих веществ [6].

Классификации экологических факторов

По происхождению и характеру действия все экологические факторы подразделяют на группу абиотических (факторы неорганической, или неживой, среды) и группу биотических (связанных с влиянием живых существ). Это разделение в известной степени условно, поскольку многие абиотические факторы испытывают сильное влияние жизнедеятельности живых организмов.

I. Абиотические факторы:

а) климатические – свет, тепло, воздух (его состав и движение), влага (включая осадки в разных формах, влажность почвы, влажность воздуха);

б) эдафические (или почвенно-грунтовые) – механический и химический состав почв, их физические свойства и т.д.;

в) топографические (или орографические) – условия рельефа.

Приведённая классификация абиотических факторов относится в основном к наземным растениям. На водные растения влияет иной комплекс факторов, определяемый свойствами воды как среды обитания. Для них весьма существенны факторы гидрофизические и гидрохимические.

II. Биотические факторы:

а) фитогенные – влияние растений-сообитателей как прямое (механические контакты, симбиоз, паразитизм, поселение эпифитов), так и косвенное (фитогенные изменения среды обитания для растений);

б) зоогенные – влияние животных (поедание, вытаптывание и прочие механические воздействия, опыление, распространение зачатков, а также косвенное влияние на среду).

Отдельно выделяют группу факторов, связанную с деятельностью человека:

III. Антропогенные факторы – все формы влияния человека на растения: как непосредственно на растения и их сообщества, так и на все параметры местообитания.

На организм действует много факторов, но в совокупном давлении среды часто можно выделить те, которые сильнее всего ограничивают успешность его жизнедеятельности.

В случае если какой-либо из факторов, составляющих условия существования, имеет пессимальное (самое негативное) значение, то он ограничивает действие остальных факторов (как бы благоприятны они ни были) и определяет конечный результат действия среды на растение; изменить этот результат в таком случае можно только воздействием на ограничивающий фактор. Этот «закон ограничивающего фактора» был сформулирован в 1846 году агрохимиком Ю. Либихом.

Абиотические факторы

Выделяют три экологические группы растений по отношению к свету: гелиофиты – светлюбивые, сциофиты – тенелюбивые, гемисциофиты – теневыносливые растения.

Гелиофиты – встречаются в открытых местообитаниях: в степях, пустынях, на лугах, водоёмах, в верхних ярусах леса, в высокогорьях, в тундрах. Сюда относится большинство культивируемых сельскохозяйственных растений. Некоторые виды гелиофитов могут расти в слабо затенённых условиях. Поэтому различают факультативные гелиофиты (береза повислая (*Betula pendula*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*) и облигатные гелиофиты (не могут расти при затенении – полынь австрийская (*Artemisia austriaca*)).

Сциофиты – имеют оптимум при слабой освещённости и не выносят сильного света. Это виды сильно затенённых местообитаний – пещер, расщелин скал, водных глубин, нижних ярусов леса. Примеры растений: чина весенняя (*Lathyrus vernus*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*).

Гемисциофиты – имеют широкую экологическую амплитуду по отношению к свету. Они лучше растут при полной освещённости или близкой к ней, но хорошо приспособлены к некоторому затенению. Сюда относятся многие лесные виды, комнатные растения, многие древесные породы с густыми кронами, травянистые растения лесов, опушек и лугов. Примеры растений: ежа сборная (*Dactylis glomerata*), ежевика (*Rubus caesius*), клен татарский (*Acer tataricum*).

Фотопериод – соотношение длины светлой и тёмной частей суток. Продолжительность светлого времени суток играет важное значение для растений. Способность растений реагировать на длину дня называется фотопериодической реакцией (ФПР), а круг явлений, регулируемых длиной дня, именуется фотопериодизмом.

По типу ФПР различают несколько групп растений:

1. Растения с короткодневной ФПР (растения короткого дня). Им для перехода к цветению требуется

продолжительность дня менее 12 часов в сутки (лук (*Allium*) конопля (*Cannabis*), табак (*Nicotiana*)).

2. Растения с длиннодневной ФПР (растения длинного дня). Световой день более 12 часов (картофель (*Solanum tuberosum*), пшеница (*Triticum*), рожь (*Secale*)).

3. Растения фотопериодически нейтральные. Длина дня для них безразлична. Они цветут при любой длине дня (кроме очень короткой, при которой у растений начинается световое голодание). Таковы томат (*Solanum lycopersicum*), одуванчик (*Taraxacum officinale*).

Эволюционно растения приспособились к тому температурному режиму, который существует на конкретной территории. В экологии растений выделяют три экологические группы растений по отношению к холоду.

Теплолюбивые – оптимальными для них являются повышенные температуры. К этой группе относят водоросли теплых вод, тропические и субтропические виды.

Мезотермные – занимают промежуточное положение между теплолюбивыми и холодолюбивыми растениями. К этой экологической группе можно отнести растения умеренного пояса.

Холодолюбивые – произрастают в условиях низких температур. Растения высокогорий и полярных областей относятся к данной экологической группы. В зимнее время они переносят внеклеточное замерзание воды.

По отношению к воде растения делятся на пойкилогидрические (растения переменного увлажнения) и гомойогидрические (постоянно увлажненные). Первые могут выносить сильное, длительное обезвоживание (почвенные водоросли, лишайники, мохообразные). Вторые способны регулировать свой водный режим (покрытосеменные растения). Для этих растений характерны анатомо-морфологические и физиологические адаптации, защищающие клетки от обезвоживания. Гомойогидридные растения по характерному для них водному режиму подразделяют на гидрофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты, психрофиты и криофиты.

Гидрофиты – водные растения, свободно плавающие или укореняющиеся на дне водоёма и полностью погружены в воду (иногда с плавающими на поверхности листьями или выставленными над водой соцветиями).

Гигрофиты – наземные растения, растут при повышенной влажности почвы и воздуха. Они не имеют приспособлений, которые ограничивают расход воды растением.

Мезофиты – растения среднего (умеренного) водоснабжения. К данной группе относят луговые и лесные травы, культурные и сорные растения.

Ксерофиты – растения, приспособленные к жизни в условиях низкого водоснабжения. Растения сухих степей, пустынь и др. местообитаний, где мало воды. Они способны переносить почвенную и атмосферную засуху, для этого имеют разнообразные приспособления.

Психрофиты – это растения, произрастающие на холодных и влажных почвах (северной тайги и тундры).

Криофиты – холодостойкие растения сухих местообитаний (растения высокогорных областей).

К числу необходимых химических элементов, поглощаемых из почвы растениями, относятся азот, фосфор, калий, кальций, магний, сера, железо, а также ряд микроэлементов (медь, бор, цинк, молибден и др.). Каждый из них имеет своё значение в обмене веществ растения и не может быть полностью заменён другими. Для нормального питания растений в наибольшем количестве нужны азот, фосфор и калий.

По требовательности к суммарному содержанию в почве минеральных питательных веществ выделяют три группы растений:

Олиготрофы – растения, малотребовательные к питательным веществам, могут расти на очень бедных почвах (полынь равнинная (*Artemisia campestris*), береза повислая (*Betula pendula*), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*)).

Мезотрофы – растения среднетребовательные к питательным веществам (полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris*), пастушья сумка обыкновенная (*Capsella bursa-*

pastoris), ландыш майский (*Convallaria majalis*), хохлатка плотная (*Coryda lissolida*), ежа сборная (*Dactylis glomerata*)).

Мегатрофы – растения, очень требовательные к питательным веществам (сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), миндаль низкий (*Prunus nana*), купырь лесной (*Anthriscus sylvestris*), калужница болотная (*Caltha palustris*), чистотел большой (*Chelidonium majus*), многие растения низинных болот и пойменных лугов) [6].

Биотические факторы

Действие живых организмов на растения может быть прямым (поедание животными, опыление насекомыми, паразитирование одних растений на других) и косвенными (изменение абиогенных факторов среды, например, вытаптывание, вырубки и др.). Наиболее прямая и осязаемая форма влияния животных на растение – потребление растительной массы в пищу. В начале любой трофической цепи находится зелёное растение – автотроф. К числу главных защитных реакций растений относится их способность к быстрому и разнообразному восстановлению потерь. Важным фактором защиты являются широко распространённые в растениях вторичные метаболиты: алкалоиды, флавоноиды, терпеноиды и др. Широко известна роль животных в опылении цветковых растений и распространении их плодов и семян.

В составе растительных сообществ растения испытывают многообразные влияния соседних растений и сами оказывают воздействие на сообитателей. Эти взаимодействия могут быть прямыми, контактными (эпифитизм, симбиоз, паразитизм) и косвенными – через животных и микроорганизмы, а также путём аллелопатии. В конечном итоге биотические факторы определяют взаимоотношения, исторически сложившиеся в растительных сообществах и экосистемах в целом.

Жизненные формы растений

Группы растений, принадлежащих к разным систематическим категориям, но имеющих сходные черты морфологического строения, физиологических особенностей, называют жизненными формами. К одной и той же

жизненной форме могут относиться виды из разных родов и даже семейств. Жизненные формы отражают приспособительные особенности растений к условиям внешней среды. Существует несколько классификаций жизненных форм.

При описании растения с последующим его определением обычно используют классификацию немецкого ботаника А. Гризебаха, который выделяет 9 основных жизненных форм:

1. Деревья. Многолетние растения с деревенеющими надземными частями, ярко выраженным стволом не ниже двух метров (дуб, сосна, береза и др.).

2. Кустарники. Многолетние растения с деревенеющими надземными частями. В отличие от деревьев не имеют ясно выраженного ствола, ветвление у них начинается от поверхности почвы, у них несколько равноценных стволов (сирень, смородина и др.).

3. Кустарнички. Сходны с кустарниками, но низкорослые, не выше 50 см, у них перезимовывают все стеблевые части (брусника, багульник и др.).

4. Полукустарники. Сходны с кустарниками, но отличаются тем, что у них перезимовывают только нижние части, а верхние ежегодно отмирают (полыни, тимьян ползучий и др.).

5. Суккуленты. Растения имеют мясистые, сочные листья или стебли, содержащие большой запас воды (молодило, кактусы и др.).

6. Лианы. Лазающие, цепляющиеся и вьющиеся растения с тонкими, длинными стеблями, встречаются многолетние и однолетние (хмель, виноград, вьюнок полевой и др.).

7. Многолетние травы. Надземные стеблевые части на зиму отмирают (тимофеевка, клевер и др.).

8. Двулетники. В 1-й год жизни растения образуют листовые розетки, а на 2-й год – высокорослые стебли и генеративные органы (наперстянки, борщевик и др.).

9. Однолетники. Весь жизненный цикл развития протекает за одно лето (мак-самосейка, мятлик однолетний и др.)

Общепризнана и классификация жизненных форм датского ботаника Раункиера, основанная на расположении и степени защищённости у растений почек возобновления в неблагоприятные периоды жизни (зимы, длительные засухи). Раункиер выделяет 7 жизненных форм:

1. Фанерофиты. Деревья и кустарники, у которых почки возобновления находятся высоко над поверхностью почвы и защищены чешуйками в умеренном климате или не защищены – в тропиках. Побеги у них на зиму не отмирают.

2. Хамефиты. Мелкие кустарнички (брусника, черника и др.), у которых почки возобновления расположены невысоко над поверхностью почвы, защищены чешуйками, а зимой – снегом. Побеги на зиму обычно не отмирают.

3. Гемикриптофиты. Многолетние травянистые растения, у которых надземная часть зимой отмирает почти полностью, почки возобновления находятся на уровне поверхности почвы и защищены нижними отмершими побегами (клевер, луговые злаки и др.).

4. Криптофиты. Многолетние травянистые растения, у которых надземные побеги отмирают на зиму полностью, почки возобновления сохраняются в подземных органах – клубнях, корневищах, луковицах (лук, пырей и др.)

5. Терофиты. Однолетние яровые растения, отмирающие на зиму полностью (овёс, горох и др.).

6. Гелофиты. Водные растения, у которых почки находятся под водой, а вегетативные органы поднимаются над водой (стрелолист, сусак и др.).

7. Гидрофиты. Водные растения, у которых почки возобновления находятся под водой, а вегетативные органы полностью погружены в воду (элодея, валлиснерия и др.).

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Особенности строения световых и теневых листьев сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*)

Порядок выполнения задания. Рассмотреть визуально и под бинокулярным микроскопом световые и теневые листья сирени обыкновенной, обратив особое внимание на окраску листьев, длину черешка, степень развития жилок, толщину листа. Сделать поперечные срезы световых и теневых листьев. Рассмотреть с помощью микроскопа, отмечая относительную толщину листовой пластинки, степень развития эпидермы, кутикулы и жилок, палисадной, губчатой и механической тканей, степень развития межклетников, определить размеры клеток палисадной ткани замыкающих клеток устьиц. Зарисовать.

Задание 2. Анатомо-морфологические адаптации растений по отношению к различному водному режиму

Объект изучения: живые, фиксированные в спирте (или) высушенные растения клевера лугового (*Trifolium pratense*), рдеста курчавого (*Potamogeton crispus*).

Порядок выполнения задания. Приготовить поперечные срезы листьев каждого растения. Для рдеста целесообразно выбирать для этой цели участки в центральной части листа. Рассмотреть поперечные срезы, обращая особое внимание на степень развития эпидермиса, механической ткани, палисадной и губчатой паренхимы, расположение устьиц. Зарисовать.

Задание 3. Анатомо-морфологические особенности строения стеблей гигрофитов, мезофитов и ксерофитов.

Объекты изучения: живые, фиксированные в спирте или высушенные растения клевера ползучего (*Trifolium repens*), калужницы болотной (*Caltha palustris*), частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica*), камыша озерного (*Scirpus lacustris*), белоуса торчащего (*Nardus stricta*), овсяницы овечьей (*Festuca ovina*).

Порядок выполнения задания. Отметить особенности формы листьев и стеблей, их размеры, интенсивность окраски, наличие опушенности. Рассмотреть и зарисовать поперечные срезы растений каждой экологической группы.

Объяснить, в каких особенностях анатомо-морфологического строения стебля выражается приспособленность гигрофитов, мезофитов и ксерофитов к водному режиму.

Вопросы по разделу «Экология растений»

1. Предмет, цели и задачи экологии растений.
2. Перечислите основные экологические группы растений по отношению к свету.
3. Перечислите основные экологические группы растений по отношению к воде.
4. Перечислите основные экологические группы растений по отношению к температуре.
5. Какое влияние температура оказывает на рост растений?
6. Какие адаптации имеются у растений к воздействию низких температур?
7. Какое воздействие на растения оказывают высокие температуры?
8. Перечислите основные экологические группы растений по отношению к кислотности почвы.
9. Дайте определение жизненной формы растений.
10. В чем отличие экологической группы от жизненной формы?

6. ГЕОГРАФИЯ РАСТЕНИЙ

География растений или фитогеография – раздел ботаники и физической географии, изучающий географическое распространение растений.

Растительность земного шара разнообразна, включает в себя огромное количество фитоценозов с различными семействами и видами как высших, так и низших растений.

Все огромное разнообразие видов растений произрастает в различных районах земного шара не в одинаковом количестве. Наибольшее разнообразие видов, а, следовательно, и растительных сообществ наблюдается в тропических районах (Африка, Бразилия) – до 40 тыс. видов, наименьшее разнообразие – в северных районах (острова Гренландия, Шпицберген) – всего до нескольких сот видов.

Ареалом того или иного вида растений называют территорию, в пределах которой этот вид встречается на земной поверхности. Говорят об ареале не только вида, но также рода, семейства и т.д. Иногда говорят об ареале отдельных растительных сообществ (сосняк-кисличник, верховых болот и т.д.). География растений имеет дело прежде всего с ареалами различных видов, как с первичным и исходным фактическим материалом [2].

Понятие «ареал» много шире, чем понятие «местообитание», поэтому их не стоит смешивать и путать: в пределах ареала вид и даже растительные сообщества могут встречаться не повсеместно, а на определенных, свойственных им местообитаниях.

У различных видов ареалы чрезвычайно разнообразны по форме и размерам, причем ареал каждого вида, как правило, индивидуален и неповторим.

На площади ареала вид, как правило, распространен не везде равномерно. Распределение особей вида внутри ареала приурочено к определенным экотопам – местообитаниям, т.е. вид внутри ареала может встречаться неравномерно, пятнами, прерывисто, т.к. он не везде находит благоприятные для себя условия существования.

Существует несколько способов изображения ареалов растений на географических картах:

1) контурный – наиболее распространенный. В этом случае вычерчивают на карте границу ареала, в результате получают контур определенной формы и величины;

2) значковый – на карте наносят значками (точками) все известные местонахождения вида.

3) сеточный (растровый метод) – на карту сначала наносят сеть квадратов, величина которых может колебаться в зависимости от масштаба карты, а затем, если в охваченном квадрате встречается местонахождение вида, то ставится точка.

Иногда ареал изображается на карте сплошной штриховкой.

Ареалы видов не остаются неизменными на протяжении длительного времени. Как только вид появился, его ареал занимает незначительную площадь, такой ареал называют первичным. Постепенно вид расселяется настолько, насколько позволяют почвенно-климатические условия и конкурентные отношения с представителями других видов растений. Размеры и форма ареала стабилизируются. Но ареалы могут претерпевать и обратные, регрессивные изменения, когда их размеры сокращаются. Это происходит в случае изменения условий окружающей среды в сторону неблагоприятных для вида, тогда от некогда обширной территории ареала остается небольшая часть – это реликтовые ареалы.

С течением времени может меняться не только площадь, занимаемая видом, но и сама форма ареала. Иногда обширный первоначально сплошной ареал разделяется на несколько отдельных изолированных частей (дизъюнкция ареала).

В зависимости от распространенности по земному шару, выделяют растения:

1) космополиты – это растения, широко распространенные на всех континентах, например, рогоз, клевер луговой и др.;

2) эндемичные (эндемы) – это растения, свойственные только определенным небольшим географическим областям и имеющие очень ограниченный, узкий ареал.

Когда говорят об эндемичных растениях, то часто имеют в виду палеоэндемы – очень древние растения, вымершие к настоящему времени почти повсюду и сохранившиеся только на какой-то небольшой территории (мамонтово дерево, болотный кипарис и т.д.). Неоэндемы – это, наоборот, только что появившиеся виды, в силу чего, они еще не успели достаточно широко распространиться по Земле. Примерами неоэндемов могут служить некоторые «молодые» виды первоцвета (*Primula*), колокольчика (*Campanula*), крупки (*Draba*), произрастающие на Кавказе

Реликты – это древние растения, сохранившиеся в местах их первоначального произрастания с более или менее отдаленных геологических эпох.

Присутствие эндемичных и реликтовых растений в любой флоре позволяет судить о ее возрасте, происхождении, генетических связях с другими флорами и т.д.

Викарирование – это наличие видов или других таксонов, которые мало различаются между собой по морфологическим признакам и состоят в близком родстве между собой, но территориально разобщены, при этом каждый таксон (вид, род и т.д.) занимает свою собственную территорию.

Растительность земного шара очень разнообразна. Учеными неоднократно делались попытки объединить существующее разнообразие растительного мира в крупные таксономические единицы – типы.

Высшей единицей флористического районирования является *царство*, обнаруживающие максимально выраженное своеобразие.

Ранг царства присваивается регионам, характеризующимся максимальным своеобразием флоры в целом и наличием эндемичных таксонов высокого ранга (семейств, подсемейств) в сочетании с очень высоким числом эндемиков родового и видового ранга.

Всего выделяют шесть царств:

1. Голарктическое; 2. Палеотропическое; 3. Неотропическое; 4. Австралийское; 5. Капское; 6. Антарктическое.

Царства подразделяются на *подцарства* и *области*, которые характеризуются высоким родовым и видовым эндемизмом; кроме того, каждой области присущ определенный набор семейств, занимающих в ней лидирующее положение. Всего выделяют 34 - 35 областей, которые подразделяются на *провинции*. Низшей хорологической единицей является *округ*.

В этом ряду соподчиненных категорий уникальность флор последовательно снижается, соподчинение флористических районов отнюдь не связано с размерами тех территорий, которые они занимают, а зависит от степени выраженности флористической уникальности и вместе с тем от своеобразия исторического развития флор.

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Сплошные и разорванные ареалы.

Порядок выполнения задания. На контурную карту Евразии нанести очертания ареалов дуба черешчатого (*Quercus robur*) или ели канадской (*Picea canadensis*) как пример сплошных ареалов. Нанести очертания ареалов дерена шведского (*Cornus sueutica*) или василистника альпийского (*Thalictrum alpinum*) как пример разорванного ареала. По полученным контурам ареалов определите указанные растения к группе: эуарктические (виды, встречающиеся только в Арктике), аркто-альпийские (виды Арктики и альпийского пояса гор умеренной зоны) и бореальную (виды тундры и лесной зоны).

Задание 2. Смена поясов растительности на разных горных хребтах.

Порядок выполнения задания. Составить профиль смены растительного покрова гор, используя материал таблицы 19. Для этого на миллиметровую бумагу по вертикали нанести пояса растительности и высоты их расположения (в метрах). По горизонтали расположить различные горные системы. После выполнения графических

работ сравнить типы растительности гор, какие формации являются общими, какие характерны для одних хребтов и отсутствуют на других.

Таблица 19

Типы растительности гор

Высота над уровнем моря, в метрах	Тип растительности
Северо-западный Алтай (г. Белуха)	
До 300	Степь
300 - 900	Лесостепь
900 - 1900	Темнохвойные леса
1900-2300	Горно-тундровые заросли кустарничков и субальпийское разнотравье
2300-2700	Горно-тундровый пояс с покровом из зеленых мхов и некоторых представителей цветковых растений
Выше - снег	
Южный Урал (г. Ямантау)	
До 500	Лесостепь
300 - 500	Широколиственные леса
500 - 700	Дубовые криволесья в комплексе с луговыми полянами
500 - 900	Сосновые леса
900 - 1200	Темнохвойные леса
700 - 1000	Парковые пихтово-еловые леса в комплексе с луговыми полянами
1100 - 1300	Березовые редколесья в комплексе с луговыми полянами
1300 - 1640	Холодные гольцовые пустыни
Западный Кавказ	
До 400	Леса субтропического типа с примесью вечнозеленых растений
400 - 1100	Буковые листопадные леса из пихт и елей
1100 - 1800	Темнохвойные леса
1800 - 1900	Криволесье из листопадных пород
1900 - 2000	Заросли рододендрона и других кустарничков и субальпийское широколиственное разнотравье
2000 - 2300	Низкотравные альпийские луга и ковры
2300 - 2350	Подушечники и скальная растительность

Задание 3. Флористический состав.

Объекты изучения: гербарный материал.

Порядок выполнения задания. По гербарному материалу ознакомится с основными видами лугов, распределить их по продолжительности вегетации и систематической принадлежности. Рассмотреть гербарий растений, вегетирующих ранней весной и отметить особенности строения эфемеров и эфемероидов. Ознакомиться с гербарными образцами вечнозелёных растений широколиственных лесов и вычертить их ареалы.

Вопросы по разделу «География растений»

1. Что такое география растений?
2. Каковы задачи флористической географии?
3. Что такое ареал?
4. Какие ареалы вы знаете?
5. Какие факторы определяют положение границы ареала?
6. Что такое экотоп?
7. Назовите способы изображения ареала?
8. Что такое дизъюнкция?
9. Назовите причины дизъюнкций.
10. Какие группы растений выделяют в зависимости от распространенности по земному шару?
11. Приведите примеры растений-эндемов.
12. Что такое рефугиум?
13. Какими реликтами богата Кунгурская лесостепь?
14. Что такое викарирование? Приведите примеры.
15. По каким принципам были выделены флористические области земного шара?
16. Каким регионам присваивается ранг флористического царства, области, провинции?
17. Сколько всего флористических царств выделяют?
18. В каком флористическом царстве живем мы? Охарактеризуйте это царство.
19. Почему австралийское царство занимает уникальное положение среди других флористических царств?
20. Какие ботанико-географические районы выделяют в Пермском крае?

Заключение

Эффективное решение проблемы сохранения биологического разнообразия, организация охраны отдельных видов растений требует знания комплекса вопросов о строении, развитии, происхождении, эволюции растений.

В учебно-методическом пособии рассмотрены современные сведения об анатомии и морфологии, систематике растений, экологии и географии растений в рамках рабочей программы дисциплины «Ботаника».

Использование данного учебно-методического пособия позволит обучающимся структурировать полученные знания, интерпретировать необходимую информацию по дисциплине «Ботаника».

Теоретический материал, размещенный в каждой главе, является основой для выполнения лабораторных работ, реализуемых во время изучения дисциплины.

Список рекомендуемой литературы

1. Афанасьева, Н. Б. Экология растений в 2 ч. Ч. 1 : учебник для вузов / Н. Б. Афанасьева, Н. А. Березина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 352 с. // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/511177>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Афанасьева, Н. Б. Экология растений в 2 ч. Ч. 2 : учебник для вузов / Н. Б. Афанасьева, Н. А. Березина. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 336 с. // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/513519>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Березина, Н. А. Экология растений: учебное пособие / Н. А. Березина, Н. Б. Афанасьева. - Москва: Академия, 2009. – 400 с.
4. Жохова, Е. В. Ботаника: учебное пособие для вузов / Е. В. Жохова, Н. В. Скляревская. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 206 с. // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/534126>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Жуйкова, Т. В. Ботаника: анатомия и морфология растений. Практикум: учебное пособие для вузов / Т. В. Жуйкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 181 с. // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/514959>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Ларькина, Т. П. Ботаника: основы фитоценологии и географии растений: учебное пособие / Т. П. Ларькина, К. А. Садакова; Пермский ГАТУ. - Пермь: Прокрость, 2017. – 96 с. – URL: <https://pgatu.ru/generalinfo/library/elib/>.
7. Садчиков, А. П. Гидрботаника: прибрежно-водная растительность : учебное пособие для вузов / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт,

2023. – 254 с. // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/515418>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Серебрякова, Т. И. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: учебник для вузов / Т. И. Серебрякова, Н. С. Воронин, А. Г. Еленевский. – Москва : Академкнига, 2006. – 543 с.

9. Суворов, В. В. Ботаника с основами геоботаники: учебник / В. В. Суворов, И. Н. Воронова. – Москва: АРИС, 2012. – 520 с.

10. Хардикова, С. В. Ботаника с основами экологии растений : учебное пособие / С. В. Хардикова, Ю. П. Верхошенцева. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 132 с. // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/110679>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Список использованной литературы

1. Еленевский, А.Г. Ботаника высших или наземных растений / А.Г. Еленевский, М.П. Соловьева, В.Н. Тихомиров. – М.: «Academia», 2000. – 429 с.

2. Ларькина, Т. П. Ботаника: основы фитоценологии и географии растений : учебное пособие / Т. П. Ларькина, К. А. Садакова ; Пермский ГАТУ. - Пермь : Прокрость, 2017. – 96 с. <https://pgatu.ru/generalinfo/library/elib/>.

3. Лотова, Л.И. Морфология и анатомия высших растений Л.И. Лотова. – М.: Эдиториал, изд-во СПХФА, 2003. – 526 с.

4. Положий, А.В. Систематика цветковых растений/ А.В. Положий. – Томск: Томский государственный университет, 2001. – 320 с.

5. Яницкая, А. В. Ботаника: учебное пособие: в 2 ч. / А. В. Яницкая, И. В. Землянска. — Волгоград : ВолгГМУ, 2022 — Ч. 2: Систематика высших растений — 2022. — 84 с. // Лань : электронно-библиотечная система [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/250124>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Суворов, В.В. Ботаника с основами геоботаники/ В.В. Суворов, И.Н. Воронова. – М.: ООО «Торгово-издательский Дом «Арис», 2012. – 520 с.
7. Тутаюк, В.Х. Анатомия и морфология растений/В.Х. Тутаюк. – М.: Высшая школа, 1980. – 318.
8. Хржановский, В.Г. Курс общей ботаники. Часть 1 / В.Г. Хржановский. – М.: Высшая школа, 1982. – 383.
9. Эверт, Р.Ф. Анатомия растений Эзау. Меристемы, клетки и ткани растений: строение, функции и развитие / Р.Ф. Эверт; пер. с англ. под ред. А.В. Степановой. – М.: БИНОМ, 2015. – 600 с.
10. Эзау, К. Анатомия семенных растений. Книга 1 / К. Эзау; пер. с англ. под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М.: «Мир», 1980. – 282 с.
11. Эзау, К. Анатомия семенных растений. Книга 2 / Эзау; пер. с англ. под ред. А.Л. Тахтаджяна. – М.: «Мир», 1980. – 564 с.
12. Яковлев, Г. П. Ботаника / Г.П. Яковлев, В.А. Челомбитько, В.И. Дорофеев; под ред.: Р. В. Камелина. – Санкт-Петербург: Спец. лит., 2008. – 687 с.