

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
"САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО"

# **БОТАНИКА**

## **С ОСНОВАМИ ФИТОЦЕНОЛОГИИ**

### **систематика высших растений**

*Учебно-методическое пособие*

Саратов 2016

УДК 581  
ББК 28.56  
Б 90

Ботаника с основами фитоценологии: Систематика высших растений: Учебно-методическое пособие для студентов бакалавриата педагогической специальности вузов / Ю.И. Буланый, М.В. Буланая. – Саратов, 2016. – 70 с.

Учебное пособие содержит краткий теоретический материал и подробное описание хода занятий, инструкции по приготовлению микропрепаратов, перечень материалов, оборудования и терминов к занятиям.

Для студентов бакалавриата педагогических специальностей вузов. Может быть полезно учителям школ, преподавателям лицеев и гимназий.

## Содержание

Предисловие	4
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ	5
АРХЕГОНИАЛЬНЫЕ РАСТЕНИЯ	8
Тема 1. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ (BRYOPHYTA)	8
Тема 2. ПЛАУНОВИДНЫЕ, ХВОЩЕВИДНЫЕ	16
Тема 3. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ (POLYPODIOPHYTA)	23
Семинар "ЭВОЛЮЦИЯ ВЫСШИХ СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ"	28
Тема 4. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ (PINOPHYTA)	29
ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ, ИЛИ ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ (ANGIOSPERMAE, ИЛИ MAGNOLIOPHYTA)	36
Семинар "ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛА ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ"	39
Тема 5. ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ	40
Тема 6. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ ЦВЕТКОВ	43
Тема 7. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ СОЦВЕТИЙ	46
Тема 8. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОДОВ	47
Семинар "ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОРФОЛОГИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ"	53
НЕКОТОРЫЕ СЕМЕЙСТВА ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ	53
Тема 9. СЕМЕЙСТВО ЛЮТИКОВЫЕ	53
Тема 10. СЕМЕЙСТВО КРЕСТОЦВЕТНЫЕ	56
Тема 11. СЕМЕЙСТВО РОЗОЦВЕТНЫЕ	59
Тема 12. СЕМЕЙСТВО ЗЛАКИ	63
Правила чтения латинских названий растений	67
Литература	68

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие представляет собой руководство для выполнения студентами первого курса бакалавриата, обучающихся по педагогической специальности, практических работ по систематике растений.

Настоящая часть пособия посвящена систематике высших растений и включает разделы "Археогониальные растения" и "Покрытосеменные растения". Приводятся краткие характеристики отделов, классов, семейств высших растений. В описании систематической группы указываются её морфологические и биологические особенности, сведения о типичных представителях, их современном эволюционном и систематическом положении. В характеристику представителей таксонов включена краткая морфологическая характеристика гаметофита и спорофита, экология, географическое распространение, некоторые другие биологические особенности.

Для каждой темы приводится перечень оборудования, указывается материал и ход выполнения работы. Изученные объекты следует зарисовывать. Рисунок должен быть чётким и пропорциональным, правильно отражать результаты наблюдений и трактовку изученных структур. В заданиях указывается на что обратить внимание, что зарисовать и обозначить. Каждый рисунок должен быть снабжён указаниями систематического характера.

Иллюстративный материал приведён минимальный; работая с высшими растениями, студент должен уметь самостоятельно разобраться в морфологических особенностях растения, пользуясь живым или гербарным материалом, пользоваться определителями, можно также использовать ботанические атласы.

Во всех случаях, когда это возможно, следует работать с живыми растениями. Если же в период выполнения работы живые растения иметь невозможно, то используются гербарные образцы и фиксированные в спирте цветки, соцветия и другие части растений.

До начала выполнения практической работы следует изучить теоретический материал темы по лекциям и учебникам, список которых приведён в конце пособия, знать определения терминов к занятию.

Поэтому основное место в каждой теме занимают рекомендации по изготовлению микропрепаратов и оформлению рисунков, указывается, на что обратить особое внимание при изучении объекта. К каждой теме приводится список терминов, знание определений которых необходимо для правильного понимания изучаемого материала.

Выполняя работу, надо сделать указанные в рисунки, заполнить таблицы, схемы и ответить на контрольные вопросы по данной теме.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Высшие растения – это растения, тело которых дифференцировано на вегетативные органы. Эволюция большинства высших растений шла по пути возрастающего приспособления к условиям наземного существования. К высшим растениям относятся отделы: риниофиты, моховидные, плауновидные, псилоотовидные, хвощевидные, папоротниковидные, голосеменные и покрытосеменные.

Предками высших растений, вероятно, были, какие-то морские водоросли, у которых в связи с переходом в наземные условия среды выработались специальные приспособления для водоснабжения, для защиты гаметангиев от высыхания и для обеспечения полового процесса.

Признаки современных высших растений можно разделить на три группы.

*А. Признаки, унаследованные от водорослевых предков в неизменном виде:*

- макроскопические размеры и многоклеточное строение тела; одноядерность клеток;
- зелёная окраска и пигментный состав пластид (хлорофилл, каротин и ксантофилл); основной продукт запаса – крахмал; эндогамный половой процесс;
- жизненный цикл диплогаплофазный со спорической редукцией.

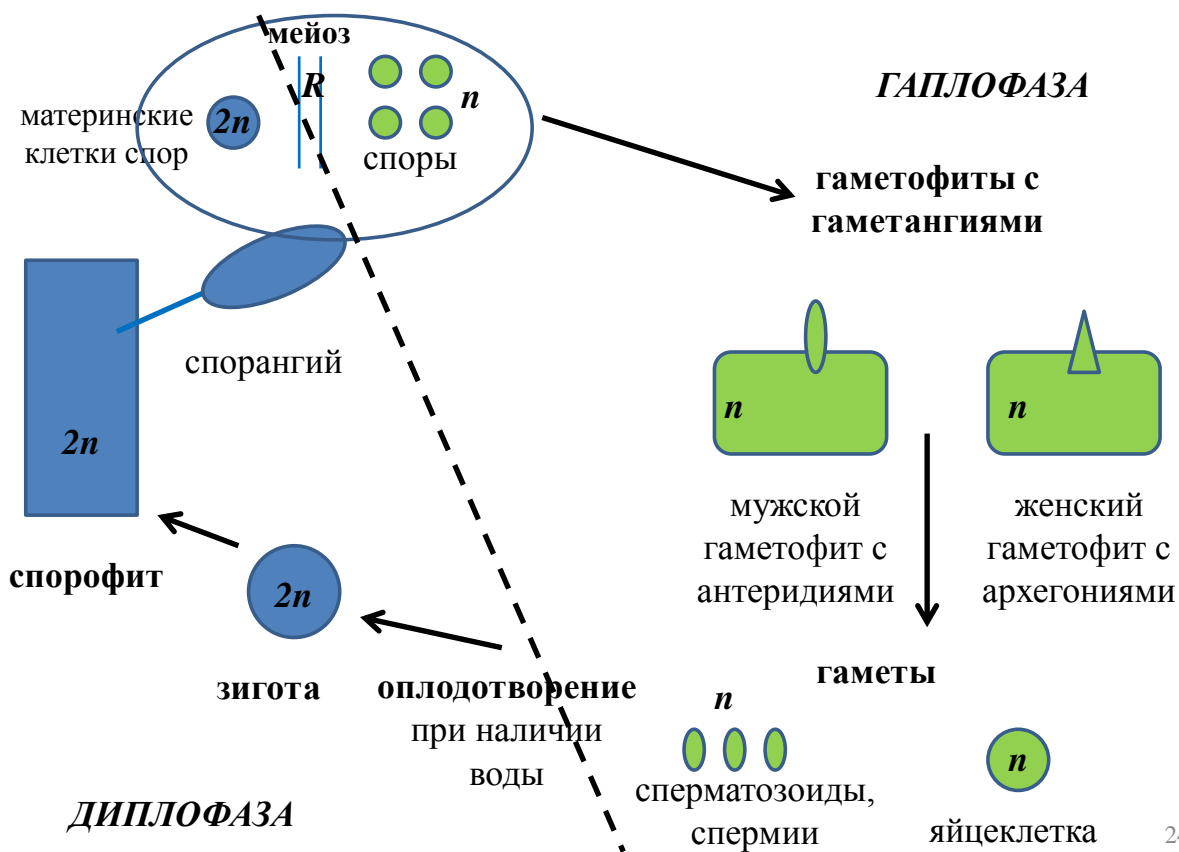
*Б. Признаки водорослевых предков, достигшие у высших растений более высокого уровня дифференциации:*

- зелёные пластиды в виде многочисленных мелких линзовидных хлорофилловых зёрен без пиреноидов (за исключением антоцеротовых и селягинеллы);
- ярко выраженная и относительно устойчивая морфофизиологическая полярность тела;
- строгая локализация меристем, в частности, наличие боковых меристем и вторичного утолщения;
- многоклеточные, иногда многослойные стенки у спорангиев и гаметангиев;
- инкапсулированный зародыш в начальных фазах его развития.

*В. Вновь приобретённые признаки адаптации к наземным условиям существования. Фактически это признаки, отражающие наиболее характерные черты высших растений:*

- способность клеточных оболочек к кутинизации, одревеснению и опробковению;
- формирование высокоспециализированных тканей, в частности, таких как эпидерма, ксилема, флоэма, перидерма, колленхима, склеренхима; целостная проводящая система тканей – стела;
- чётко выраженная морфологическая дифференциация тела на побег и корень.

Для высших растений можно вывести общую схему цикла воспроизведения (рис. 1).



24

Рис. 1. Общая схема цикла воспроизведения высших растений

В 1886 г. Ф. ван Тигем и А. Дулио сформулировали стелярную теорию как учение о типах строения и закономерностях эволюции стелы высших растений. В дальнейшем стелярная теория получила подтверждение при изучении вымерших и современных папоротниковидных и голосеменных. Наиболее древний тип стелы – *протостела*, характерная для древнейших наземных растений (риниофитов) (рис. 2). В протостеле отсутствуют сердцевина и сердцевинные лучи; проводящие ткани представлены сплошным тяжом ксилемы, окруженным флоэмой и расположенным в центре осевого органа. Усложнение стелы эволюционировало в направлении расчленения её на отдельные тяжи, что выравнивало несоответствие между сильно возрастающим объёмом проводящих тканей (ксилемы и флоэмы) и незначительно увеличивающейся поверхностью их соприкосновения с другими тканями. Эти особенности отразились в строении *актиностелы* и *плектостелы*, возникших у растений, для которых характерно ветвление таллома.

С появлением растений с крупными листьями (папоротников) формируется *сифоностела*, в которой уже есть сердцевина и заметны листовые следы и щели (лакуны). Её разновидности: *эктофлойная сифоностела* – ксилема снаружи окружена флоэмой, перикциком и эндодермой; *амфифлойная*, или *эндофлойная сифоностела* – образуются наружный и внутренний слой флоэмы, перикцикл и эндодерма; *диктиостела* характерна для папоротников с тесным распо-

ложением листьев по стеблю, в результате чего образуются соединяющиеся пучки листовых следов. На следующем этапе эволюции возникла *эустела* – по одним данным, в результате превращения протостелы в коллатеральный пучок, по другим – в результате расчленения эктофлойной сифоностелы листовыми прорывами и сердцевинными лучами на отдельные коллатеральные пучки.

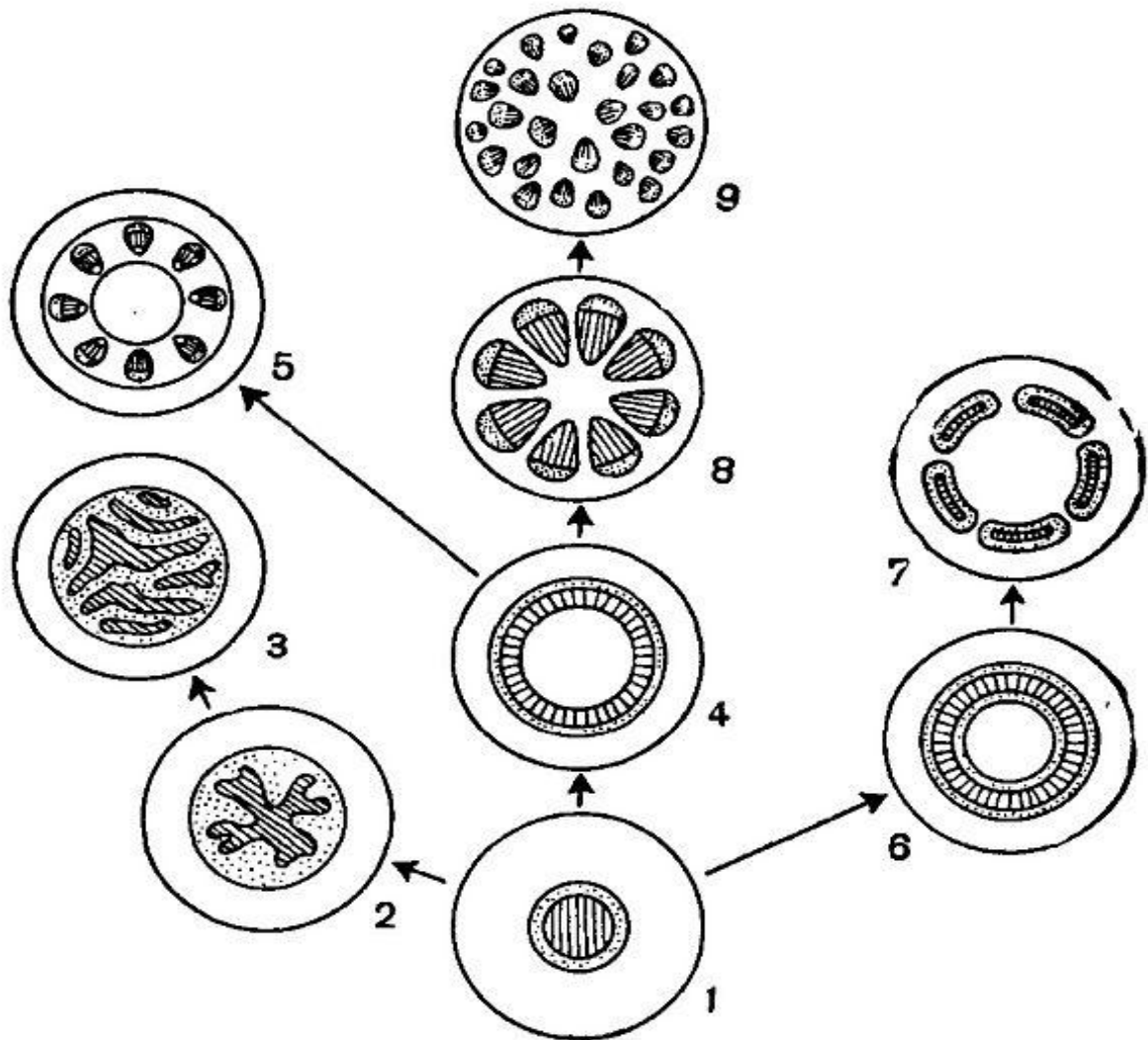


Рис. 2. Типы стелы и направления её эволюции:

1 – протостела; 2 – актиностела; 3 – плектостела; 4 – эктофлойная сифоностела; 5 – артростела; 6 – амфифлойная сифоностела; 7 – диктиостела; 8 – эустела; 9 – атактостела

Разновидность эустелы – *артростела* – в виде закрытых пучков, расположенных в паренхиме вокруг центральной полости стелы и соединяющихся между собой в узлах, характерна для хвощей. Эустела двудольных растений представлена системой соединяющихся в узлах коллатеральных или биоколлатеральных пучков, разделённых сердцевинными лучами; у однодольных эустела трансформировалась в *атактостелу*, характеризующуюся большим числом закрытых пучков, расположенных беспорядочно. Стелярная теория привела в единую систему типы стел основных групп высших растений, выявила эволюционные связи между ними.

## АРХЕГОНИАЛЬНЫЕ РАСТЕНИЯ

### ТЕМА 1. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ (BRYOPHYTA)

У моховидных в цикле воспроизведения доминирует гаметофит, который обеспечивает питание, всегда развивающегося на нём спорофита. У гаметофита талломная или листостебельная формы с относительно простым внутренним строением. Частично обособлены ассимиляционная, водопроводящая и механическая ткани. Корней у моховидных нет, их функцию выполняют одноклеточные или многоклеточные ризоиды. Гаметангии многоклеточные, оплодотворение происходит при наличии капельножидкой воды. Из зиготы формируется многоклеточный диплоидный спорофит (спорогон), состоящий из коробочки и гаустория, часто также и ножки. Из спор развивается протонема (юношеская стадия гаметофита). На протонеме у большинства моховидных формируются многочисленные почки, из которых развиваются взрослые гаметофиты.

### КЛАСС ПЕЧЁНОЧНИКИ (HEPATICOPSIDA)

У большинства печёночных мхов протонема развита слабо и недолговечна. Гаметофит имеет слоевищную форму или форму листостебельного растения. В клетках гаметофита одно или несколько масляных телец, постоянной формы; ризоиды одноклеточные. Спорофит чаще без хлоропластов, лишён колонки, без устьиц. Вместе со спорами образуются элатеры, функции которых сводятся к разрыхлению спор в коробочке и выбрасыванию их, или питающие клетки. В классе печеночники около 300 родов, свыше 6 000 видов.

### ПОРЯДОК МАРШАНЦИЕВЫЕ (MARCHANTIALES)

Представитель порядка – маршанция изменчивая (*Marchantia polymorpha* L.), произрастающая на влажной почве по берегам ручьёв, рек, днищам сырых оврагов, часто в сильно затенённых местах.

Гаметофит имеет вид дихотомически ветвящегося слоевища, стелющегося по субстрату. В выемках на конечных веточках находятся точки роста. На нижней (брюшной) стороне таллома располагаются многочисленные ризоиды, которые, сплетаясь друг с другом, образуют тяжи. Почвенная вода попадает в тело растения через ризоиды и через капиллярные промежутки между ними. Здесь же, на брюшной стороне таллома, имеются тёмного цвета пластинки – амфигастрии, или брюшные листья, прижимающие к таллому тяжи ризоидов. На верхней (спинной) стороне слоевища располагаются выводковые корзинки с выводковыми почками. Они образуются путём деления клеток, выстилающих дно корзинки и представляют собой зелёные микроскопические линзообразные тельца на ножках. Выводковые почки вымываются из корзинок и уносятся дождевой водой и, попав в благоприятные условия, развиваются в новые талломы.

На верхней стороне таллома видна ромбическая исчерченность. Границами ромбиков являются стенки так называемых воздушных камер. Стенки выглядят в виде светлых полосок, а середина камер кажется более тёмной. На поперечном срезе видно, что таллом сверху покрыт однослойной эпидермой, в клетках которой содержится небольшое количество хлоропластов. Под эпидермой расположены воздушные камеры. Стенки камер однослойные. В центре каждой



камеры имеется отверстие – устье. Оно представляет собой щель, окружённую четырьмя этажами клеток, по четыре клетки в каждом. Клетки самого нижнего этажа имеют выросты, вдающиеся в устьичную щель и прикрывающие её. Со дна воздушных камер поднимаются вверх ассимиляторы – простые или ветвящиеся столбики клеток, заполненные хлоропластами. Под воздушными камерами находится несколько слоёв тонкостенных клеток, вытянутых по длине таллома, образующих проводящую ткань. В клетках этой ткани содержится запасной крахмал, а в некоторых клетках – маслянистые тельца. Нижняя эпидерма без устьиц, с ризоидами и амфигастриями.

Размножается маршанция вегетативно (частями таллома и выводковыми почками) и половым путём. Половые органы формируются на особых выростах таллома – подставках. Маршанция двудомное растение. На женских особях развиваются подставки, имеющие вид девятилучевого диска на ножке. На нижней стороне диска развиваются архегонии. Вся группа архегониев покрыта общим покрывалом, а вокруг каждого архегония образуется частное покрывало. Они защищают половые органы от высыхания. Сформировавшийся архегоний имеет колбовидную форму. В брюшке архегония развиваются яйцеклетка и брюшная канальцевая клетка, в шейке – четыре шейковые канальцевые клетки. Брюшная и шейковые канальцевые клетки отмирают, ослизняются и на их месте образуется канал, заполненный слизью, содержащий сахар.

Мужская подставка представляет собой восьмиллопастный диск на ножке. Она также является специализированным выростом таллома и по анатомическому строению не отличается от женской подставки. На верхней стороне диска имеются антеридиальные полости, соединяющиеся каналом с наружной средой. В них развиваются антеридии. Созревшие сперматозоиды выходят в воду через разрыв на верхушке антеридия. Сперматозоиды обладают положительным хемотаксисом на сахар и движутся в направлении высоких концентраций его, т.е. в архегоний.

Оплодотворение возможно только при наличии воды. Вода необходима как среда, по которой передвигаются сперматозоиды. После оплодотворения из зиготы развивается спорофит (спорогоний), состоящий из короткой ножки со стопой и коробочки, внутри которой образуются споры и нитевидные клетки – элатеры.

Споры, попав в благоприятные условия, прорастают. При этом оболочка споры разрывается и наружу высовывается содержимое в виде сосочка, затем содержимое споры делится перегородками в одной плоскости и образуется многоклеточная протонема. Позже верхушечная клетка протонемы делится в трех взаимно перпендикулярных плоскостях и дает начало взрослой стадии гаметофита.

**МАТЕРИАЛ:** живые и фиксированные растения маршанции, постоянные микропрепараты: продольный разрез через мужскую подставку; продольный разрез через женскую подставку; продольный разрез через спорогоний (коробочку-спорангий).

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для пригото-

ния микропрепаратов.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** спорофит, гаметофит, протонема, антеридий, архегоний, таллом, спорангий, гаметангий, подставка, коробочка  
**Задание 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ МАРШАНЦИИ**

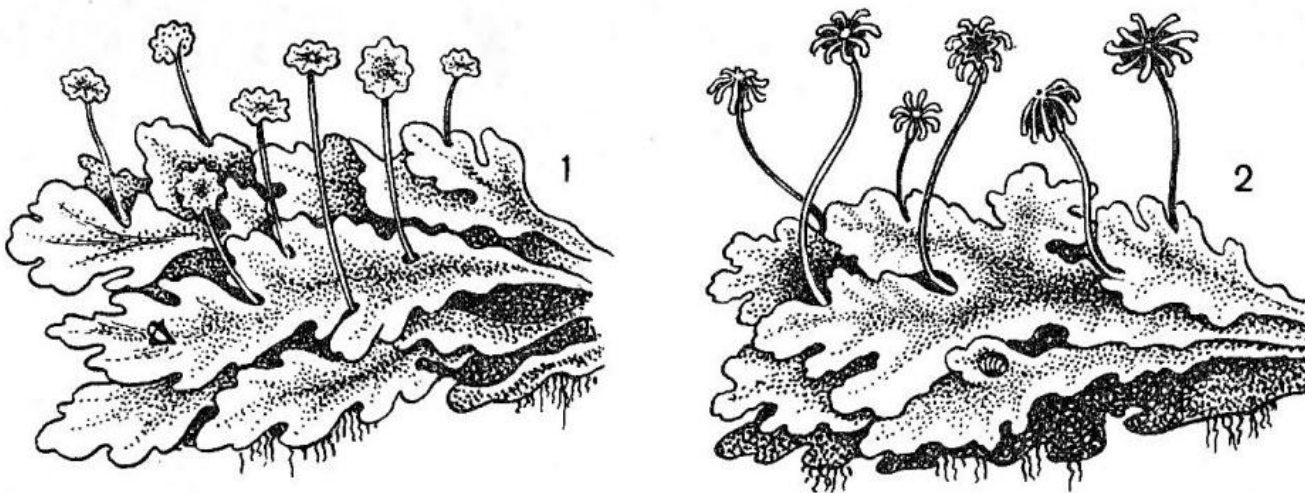
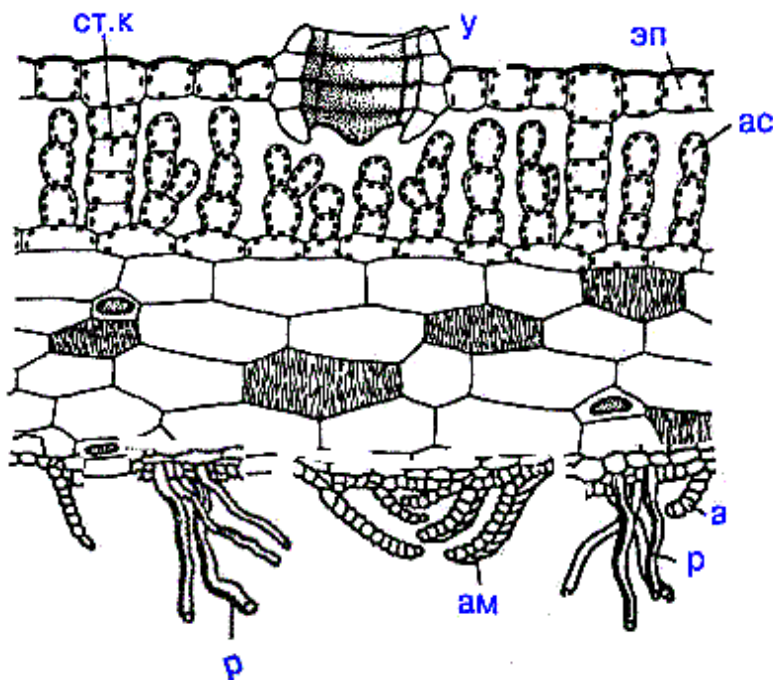


Рис. 3. Мужская (1) и женская (2) особи маршанции

Рассмотреть (рис. 3) и **ЗАРИСОВАТЬ** внешнее строение мужских и женских особей маршанции, отметить точку роста, мужские и женские подставки, ризоиды, выводковые корзинки с выводковыми почками.

**Задание 2. ИЗУЧИТЬ ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ТАЛЛОМА МАРШАНЦИИ**



Приготовить микропрепарат поперечного разреза таллома маршанции, Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа (рис. 4).

**ЗАРИСОВАТЬ** и на рисунке обозначить верхнюю эпидерму, устьице, перегородку между камерами, ассимиляторы, основную ткань, нижнюю эпидерму, ризоиды, амфигастрии.

Рис. 4. Поперечный разрез через таллом маршанции:  
 у – устьице; эп – эпидерма; ст.к – стенка камеры; ас – ассимиляторы; ам – амфигастрии; р – ризоиды

**Задание 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ МУЖСКОЙ**

### И ЖЕНСКОЙ ПОДСТАВОК МАРШАНЦИИ

Рассмотреть на растениях и постоянных микропрепаратах внешнее внутреннее строение мужской и женской подставок. ЗАРИСОВАТЬ их, на рисунке отметить диск подставки, антеридий, группу архегониев, брюшко и шейку архегония, яйцеклетку.

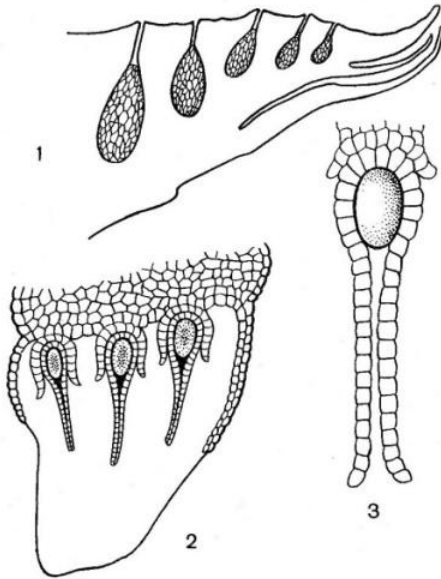


Рис. 5. Разрез мужской подставки с антеридиями (1); разрез женской подставки с архегониями (2); архегоний (3)

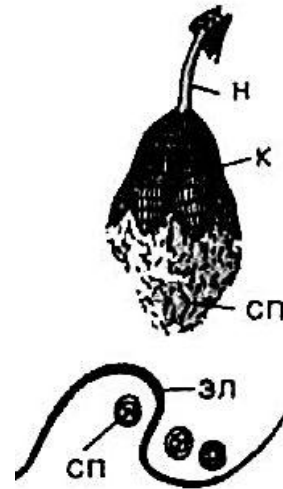


Рис. 6. Спорофит маршанции:  
н – ножка; к – коробочка; сп – споры;  
эл – элатеры

#### Задание 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СПОРОФИТА МАРШАНЦИИ

На постоянном микропрепарате изучить строение спорофита (спорогона) (рис. 6). ЗАРИСОВАТЬ и на рисунке обозначить ножку, коробочку, остатки архегония, споры, элатеры.

#### Задание 5. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ МАРШАНЦИИ

ЗАРИСОВАТЬ схему цикла воспроизведения маршанции обыкновенной. Показать смену ядерных фаз.

#### Контрольные вопросы

1. Нитчатая или пластинчатая протонема характерна для маршанции?
2. Таллом маршанции имеет дорзовентральное или радиальное строение?

Ответ обоснуйте.

3. Как осуществляется проведение воды в талломе маршанции?
4. Где располагаются антеридии и архегонии маршанции?
5. Что представляет собой спорофит маршанции и где он располагается?
6. Назовите первую клетку, с которой начинается диплофаза в развитии маршанции.
7. Как осуществляется вегетативное размножение маршанции?
8. Каковы признаки примитивности в строении печеночников?

## КЛАСС ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ МХИ (BRYOPSIDA)

Класс объединяет 700 родов, от 15 000 до 25 000 видов. Представители класса широко распространены в умеренных и холодных зонах обоих полушарий. Отличаются высокой жизненной устойчивостью. Очень велика фитоценологическая роль листостебельных мхов в растительных сообществах. Они создают рыхлые или плотные покровы, участвуют тем самым в формировании мощных влагоприёмников – болот и замоховелых лесов, существенно влияющих на общую обеспеченность суши влагой.

Гаметофит имеет вид побега, расчленённого на каулидий и филлидии (условно их называют "стебель" и "листья"). Антеридии и архегонии располагаются на верхушке гаметофита или верхушках боковых ветвей. Хлоропласт без пиреноидов. Протонема нитчатая или пластинчатая, дорзовентральная. Ризоиды многоклеточные. Спорофит без зоны роста в основании, состоит из коробочки, ножки и стопы; в стенках коробочки обычно образуются устьица. Коробочка без элатер, но обычно с колонкой.

После образования листостебельных побегов протонема обычно отмирает. Однако у протонематических мхов протонема существует и после образования листостебельных побегов, а в некоторых случаях и в течение всего жизненного цикла. В этом случае длительно живущая протонема выполняет функцию ассимиляции, так как у протонематических мхов на взрослом гаметофите листья редуцированы, а образуются только половые органы.

У других мхов листостебельный побег претерпевает полную редукцию. Примером может служить мужская особь мха *Vuxbaumia indusiata*, на протонеме которой образуется только один лист, прикрывающий антеридий.

Кроме первичной протонемы, образующейся из споры, у листостебельных мхов часто из любой части гаметофита – листьев, стебля, ризоидов, колпачка, выводковых телец – развивается вторичная протонема. Образование первичной и вторичной ветвящихся протонем с большим количеством почек, обеспечивает групповую форму роста – густыми дернинами, коврами, подушками и т.п.

## ПОДКЛАСС БРИЕВЫЕ, или ЗЕЛЁНЫЕ, МХИ (BRYIDAE)

Подкласс насчитывает 62 рода и 2 000 видов распространённых повсеместно. Особенно обильны зелёные мхи в областях с высокой относительной влажностью воздуха и обильным почвенным увлажнением. Встречаются в лесах, на болотах, на скалах. Много эпифитов, которые произрастают, в основном, в южном полушарии.

Для гаметофитов бриевых мхов характерна довольно сложная дифференциация тканей стебля. У большинства выделяется покровная, механическая, основная и проводящая ткани.

У спорогона бриевых мхов хорошо развита ножка и перистом различного строения, способствующий рассеиванию спор. Ножка и коробочка имеют ассимилирующие ткани, эпидерму с устьицами.

Представитель подкласса – кукушкин лён обыкновенный (*Polytrichum commune* Hedw.), многолетнее травянистое растение высотой до 40 см. Стебли прямые, растут плотно, образуя дернины. Верхняя и средняя части стебля по-

крыты спирально расположенными мелкими линейноланцетными тёмно-зелёными листочками. В нижней части стебель переходит в корневище, скрытое в почве. Оно несёт длинные ризоиды.

Кукушкин лён – двудомное растение: мужские и женские особи находятся в разных куртинах. Половые органы появляются на верхушках побегов весной или ранним летом.

Группы архегониев располагаются между мелкими зелёными листочками на верхушках женских побегов. При образовании архегониев точка роста полностью расходуется. Каждый архегоний сидит на довольно массивной ножке и имеет типичное для мхов строение. Антеридии размещаются группами и окружены на верхушке мужского побега более широкими, чем стеблевые, буроватыми листочками. Точка роста мужских стеблей сохраняется, что приводит к его росту после созревания антеридиев. Антеридий имеет короткую многоклеточную ножку. Между антеридиями расположены однорядные нити – парафизы.

После созревания половых клеток происходит оплодотворение, необходимое условие которого – наличие капельножидкой воды. Из оплодотворённой яйцеклетки формируется спорофит, достигающий зрелости к лету следующего года. Зрелый спорофит состоит из длинной ножки со стопой и коробочки.

Коробочка прикрыта сверху войлочным колпачком, представляющем собой остаток брюшка архегония. У коробочки хорошо заметны нижняя часть – апофиза, тело её – урночка и крышечка, которая после созревания спор отпадает.

В центре урночки находится колонка, которая вверху переходит в тонкую пленку – эпифрагму, закрывающую устье коробочки. От стенок урночки навстречу эпифрагме отходят зубчики, совокупность которых называется перистомом. В полости коробочки, как бы подвешенный на тонких зелёных нитях, находится спорангий. В спорангии располагается археспорий, клетки которого после мейоза дают начало тетрадам гаплоидных спор.

При созревании спор колпачок и крышечка отпадают. Зубцы перистома в сухую погоду поднимаются, между ними и эпифрагмой образуется щель, и споры высыпаются наружу.

Протонема кукушкина льна нитчатая, ветвистая. На ней закладывается большое количество почек, каждая из которых даёт "листочкостебельный побег". Таким образом, протонема определяет групповую форму роста взрослых гаметофитов.

Стебель кукушкина льна ясно дифференцирован на ткани, хотя строение его относительно простое. В середине стебля находится тяж проводящих тканей; в самом центре лежат длинные мёртвые клетки с толстыми продольными стенками. На концах они скошены и имеют тонкую поперечную перегородку. Эти клетки выполняют функцию проводящих элементов ксилемы. Кнаружи от них находится один или несколько рядов трубчатых тонкостенных живых клеток. Они выполняют функцию ситовидных трубок флоэмы. Кора стебля состоит из более крупных живых тонкостенных клеток. В коре на поперечных срезах хорошо видны листовые следы (перерезанные пучки, идущие от центрального

цилиндра в листья). Снаружи кора покрыта эпидермой, состоящей из мелких красно-бурых толстостенных клеток. Под ней находится 2–3 ряда таких же толстостенных клеток, выполняющих механическую функцию.

Лист кукушкина льна многослойный в средней части и однослойный у краёв. Вдоль листа проходит жилка. С нижней стороны лист покрыт эпидермой, под которой находятся механические клетки. Мякоть листа состоит из бесцветных паренхимных клеток. С верхней стороны лист несёт множество зелёных пластинок, состоящих из клеток, расположенных в один ряд и богатых хлоропластами. Их называют ассимиляторами. Кроме своей основной функции – фотосинтеза, они образуют массу капиллярных пространств, в которых удерживается большое количество воды.

**МАТЕРИАЛ:** живые и фиксированные растения кукушкина льна, гербарные образцы зелёных мхов, постоянный микропрепарат: поперечный срез стебля кукушкина льна.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** перистом, эпифрагма, колпачок, ризоиды.

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНИЙ ВИД КУКУШКИНА ЛЬНА*

Рассмотреть (рис. 7) и **ЗАРИСОВАТЬ** внешний вид кукушкина льна. На рисунке обозначить стебель, листья, ризоиды, верхушку мужского растения с антеридиями, верхушку женского растения с архегониями.

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ АРХЕГОНИИ И АНТЕРИДИИ КУКУШКИНА ЛЬНА*

Рассмотреть архегонии и антеридии (рис. 8) на постоянных микропрепаратах при м/ув и б/ув микроскопа.



Рис. 7. Внешний вид кукушкина льна

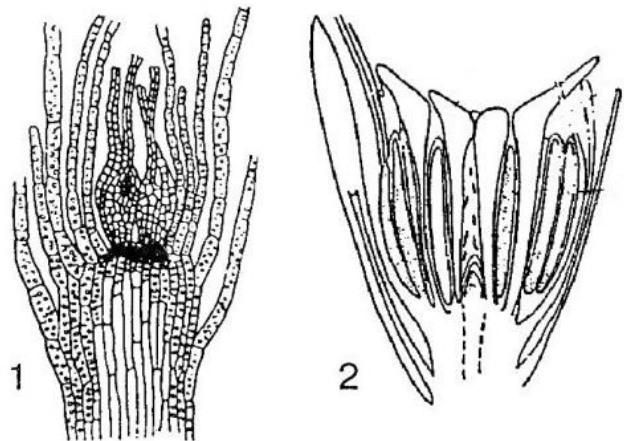


Рис. 8. Верхушка женского гаметофита с архегониями (1); верхушка мужского гаметофита с антеридиями (2)

**ЗАРИСОВАТЬ** верхушку мужского и женского гаметангиев, на рисунке показать строение антеридия и архегония.

### Задание 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СПОРОФИТА КУКУШКИНА ЛЬНА

Рассмотреть внешнее и внутреннее строение спорофита кукушкина льна (рис. 9). Изучить под микроскопом микропрепарат продольного среза коробочки кукушкина льна; рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа.

ЗАРИСОВАТЬ внешнее и внутреннее строение спорофита, на рисунках обозначить коробочку, ножку, стопу, апофизу, колпачок, урночку, колонку, эпифрагму, крышечку, спорангий, споры, перистом.

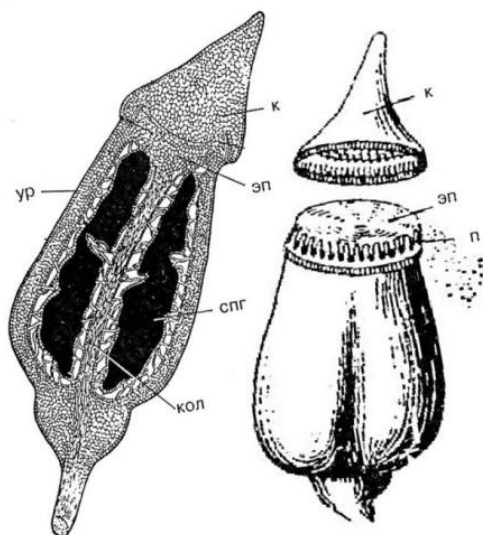


Рис. 9. Продольный разрез и вскрывшаяся коробочка:  
к – колпачок; эп – эпифрагма; ур – урночка; кол – колонка; спг – спорангий; п – перистом

### Задание 4. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ

#### ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ КУКУШКИНА ЛЬНА

ЗАРИСОВАТЬ схему цикла воспроизведения кукушкина льна. Показать смену ядерных фаз.

### Задание 5. ПОЗНАКОМИТЬСЯ С РАЗНООБРАЗИЕМ ЗЕЛЁНЫХ МХОВ

Рассмотреть живые растения или гербарные образцы зелёных мхов, записать видовые названия.

#### Контрольные вопросы

1. Чем отличаются ризоиды кукушкина льна от ризоидов маршанции?
2. Как антеридии и архегонии кукушкина льна защищены от воздействия неблагоприятных условий внешней среды?
3. Объясните механизм рассеивания спор кукушкина льна.
4. Почему мужские растения кукушкина льна могут иметь несколько расположенных друг над другом розеток видоизменённых листьев?
5. Проанализируйте анатомическое строение стебля кукушкина льна. Какие эволюционно подвинутые черты его организации можно отметить?
6. Что такое протонема мхов? Каковы её функции? У каких моховидных протонема лучше развита?
7. Каковы функции ризоидов мхов?
8. Ризоиды аналогичны корню, корневому чехлику или корневому волоску? Ответ обоснуйте.
9. В каких направлениях эволюционировали гаметофит и спорофит у зелёных мхов?
10. Где в цикле воспроизведения мхов осуществляется переход от диплоидной фазы к гаплоидной?



11. Какие особенности строения тела и размножения характеризуют моховидные как высшие растения?

12. Почему моховидных рассматривают как особую ветвь в эволюции растений?

## **ТЕМА 2. ПЛАУНОВИДНЫЕ, ХВОЩЕВИДНЫЕ**

### **ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ (LYCOPODIOPHYTES)**

Плауновидные – наиболее древняя группа современных растений, расцвет которой приходится на поздний палеозой. Плауновидные – вечнозелёные многолетние травы, реже полукустарники.

В цикле воспроизведения плауновидных доминирует спорофит. Его характерный признак – мелкие, иногда чешуевидные микрофилльные листья, близко расположенные друг к другу. Проводящий пучок листа сливается со стелой стебля. Плауновидные имеют хорошо выраженные олиственные побеги и корни, ветвящиеся верхушечно. Листья энационные, т.е. возникли как выросты поверхностных тканей стебля и поэтому называются филлоиды. Проводящая система представлена различными типами стели. Среди плауновидных имеются равноспоровые и разноспоровые. Спорофиллы собраны в колоски (стробилы) или образуют спороносные зоны. Оплодотворение происходит при наличии капельножидкой воды.

### **КЛАСС ПЛАУНОВЫЕ (LYCOPODIOPSIDA)**

Современные плауновые – равноспоровые многолетние травы, без ризофоров и вторичного утолщения, с простыми цельными листьями, без язычка. Спорангии одиночные, расположены в пазухе или на внутренней стороне спорофиллов.

### **ПОРЯДОК ПЛАУНОВЫЕ (LYCOPODIALES)**

Представитель – плаун булавовидный, многолетнее вечнозелёное травянистое растение. От длинного надземного ползучего стебля отходят дихотомически разветвленные вертикальные ветви и придаточные корни. Ветви покрыты мелкими, простыми, линейно-ланцетными листьями (филлоидами) с широким основанием и заострённой верхушкой, расположенными тесной спиралью. В листе одна центральная жилка – проводящий пучок. Мезофилл листа недифференцированный, состоит из изодиаметрических клеток. Стебель и листья покрыты эпидермой с устьицами.

В стебле хорошо развиты первичная кора и стель. В коре различают внутреннее кольцо механической ткани, коровую паренхиму и наружное кольцо механической ткани, видны листовые следы. Стель, относящаяся к плектостели, состоит из участков ксилемы, между и вокруг которых располагается флоэма. Ксилема образована лестничными трахеидами. Флоэма состоит из ситовидных трубок с ситовидными пластинками на продольных стенках и клетками лубяной паренхимы.

На концах удлинённых веточек развиваются спороносные колоски (стробилы). Спороносный колосок состоит из оси и спирально расположенных на ней спорофиллов со спорангиями. Спорофиллы широкояйцевидные с заострённой верхушкой. Каждый спорофилл на верхней стороне несёт по одному спо-



рангию почковидной формы (рис. 10).

В молодом спорангии стенка двухслойная, полость его заполнена делящимися клетками археспориальной ткани. Наружный слой клеток археспориальной ткани становится третьим внутренним слоем стенки спорангия – тапетумом, выстилающим слоем, а остальные клетки становятся материнскими клетками спор. Позже клетки тапетума и промежуточного слоя превращаются в слизь и стенка спорангия становится однослойной. Материнские клетки спор делятся мейозом и каждая из них даёт тетраду гаплоидных спор.

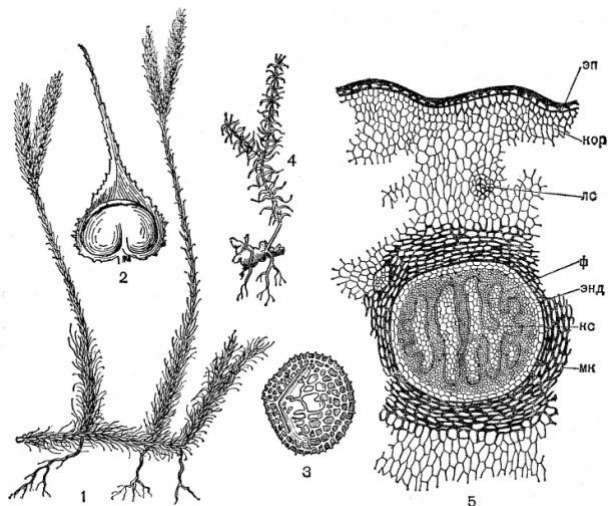


Рис. 10. Плаун булавовидный:

1 – общий вид; 2 – спорофилл; 3 – спора; 4 – молодой спорофит, ещё связанный с гаметофитом; 5 – поперечный срез стебля: кс – ксилема, ф – флоэма, энд – эндодерма, мк – механическое кольцо, лс – листовая след, кор – кора, эп – эпидерма

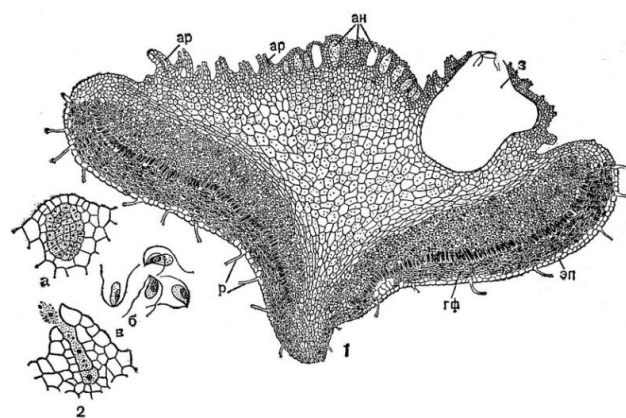


Рис. 11. Гаметофит плауна:

1 – продольный срез гаметофита: ан – антеридий, ар – архегоний, з – зародыш, эп – эпидерма, гф – гифы гриба, р – ризоиды; 2 – антеридий и архегоний: а – антеридий, б – сперматозоиды, в – архегоний с яйцеклеткой

Все споры одинаковой величины, покрыты двумя оболочками: толстой наружной – экзоспорием и тонкой внутренней – эндоспорием. После созревания спор спорангий разрывается поперечной щелью, споры высыпаются и разносятся ветром.

Попав в благоприятные условия, спора прорастает. Из неё образуется подземный, лишенный хлорофилла обоеполюый гаметофит (заросток). Развитие заростка происходит медленно, в течение 6–15 лет и возможно только при внедрении в паренхимные клетки коровой части гиф гриба. К почве заросток прикрепляется ризоидами (рис. 11).

Половые органы погружены в ткань заростка и имеют типичное строение. Из архегония в окружающую среду выделяется лимонная кислота и сперматозоиды хемотаксически привлекаются к архегониям. Оплодотворённая зигота даёт начало диплоидному спорофиту.

**МАТЕРИАЛ:** гербарные образцы плауна булавовидного и других плаунов, постоянные микропрепараты: продольный срез колоска плауна.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** филлоиды, энации, верхушечное ветвление, ризоиды, плектостель, спороносный колосок, спорофилл.

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНИЙ ВИД ПЛАУНА БУЛАВОВИДНОГО*

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ внешний вид плауна булавовидного. На рисунке обозначить горизонтальные и вертикальные ветви, придаточные корни, спороносные колоски, филлоиды.

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СПОРОНОСНОГО КОЛОСКА ПЛАУНА БУЛАВОВИДНОГО*

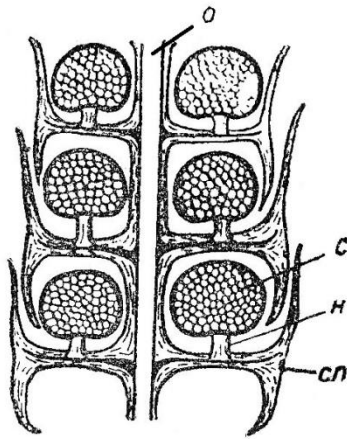


Рис. 12. Продольный разрез спороносного колоска:  
о – ось колоска; сп – спорофиллы; с – спорангий; н – ножка спорангия

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепарат продольного среза спороносного колоска плауна булавовидного (рис. 12), ЗАРИСОВАТЬ. На рисунке обозначить ось колоска, спорофилл, спорангий.

### *Задание 3. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПЛАУНА БУЛАВОВИДНОГО*

ЗАРИСОВАТЬ схему цикла воспроизведения плауна булавовидного. Показать смену ядерных фаз.

### *Задание 4. ПОЗНАКОМИТЬСЯ С РАЗНООБРАЗИЕМ ПЛАУНОВ*

Рассмотреть гербарные образцы плаунов, записать видовые названия.

#### Контрольные вопросы

1. Какой тип ветвления стеблей и корней у плауна булавовидного?
2. Какого происхождения листья у плаунов?
3. Листья плаунов гомологичны листьям цветковых растений, колючкам кактусов или шипам роз? Ответ обоснуйте.
4. Где в цикле воспроизведения плаунов происходит переход от гаплоидной фазы к диплоидной?
5. При каких условиях возможно нормальное развитие заростка плауна?
6. Сравните строение спорангия и способы рассеивания спор маршанции, кукушкина льна и плауна.

#### КЛАСС ПОЛУШНИКОВЫЕ, или ШИЛЬНИКОВЫЕ (ISOETOPSIDA)

Современные полушниковые – разноспоровые многолетние травы; листья цельные, с язычком. Гаметофиты однополые, мелкие, сильно редуцированные, развиваются внутри споры.

#### ПОРЯДОК СЕЛЯГИНЕЛЛОВЫЕ (SELAGINELLES)

К порядку относится одно семейство селягинелловые с родом селягинелла, насчитывающим около 650 видов, представители которого распространены преимущественно во влажных тропиках и субтропических лесах. В нашей стране несколько видов селягинелл произрастает в северо-западных районах, в Забайкалье, Сибири на Кавказе и в других регионах. Растут они на влажной почве, стволах деревьев и на скалах, покрытых гумусом.

Селягинелла – многолетнее травянистое растение с ползучими стеблями и дихотомически разветвлёнными ветвями, образующее густые дернины. От стеблей отходят безлистные, белые отростки, напоминающие подпорки – ризофоры ("корненосцы"). Они являются метаморфизированным побегом. Достигнув почвы, на них образуются корни. Листья простые с язычком на верхней стороне, мелкие, сидячие, расположены в четыре продольных ряда – два ряда крупных по бокам и два ряда мелких на спинной стороне стебля.

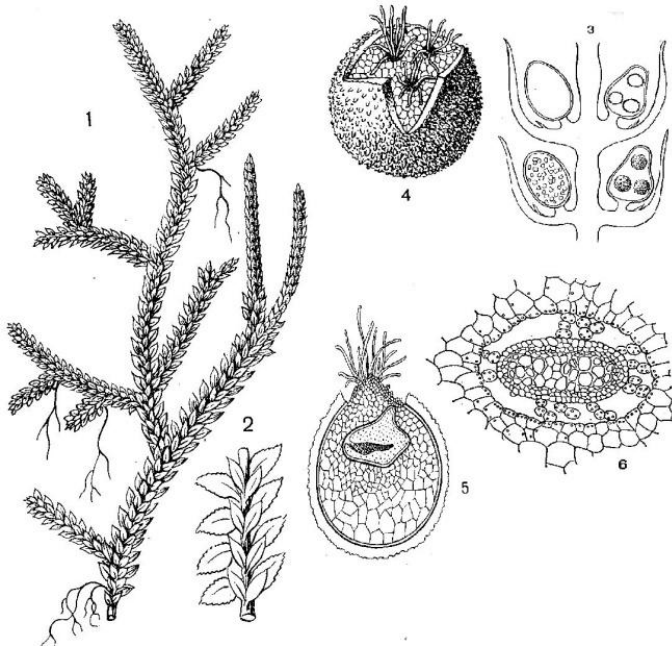


Рис. 13. Селягинелла:

1 – общий вид, 2 – часть побега с "брюшными" и "спинными" листьями, 3 – продольный срез стробила с макро- и микроспорангиями, 4 – женский гаметофит, 5 – продольный разрез гаметофита с зародышем спорофита, 6 – поперечный срез стебля

крупных по бокам и два ряда мелких на спинной стороне стебля. Это связано с дорзовентральностью стебля. Стебель снаружи покрыт эпидермой без устьиц. В клетках эпидермы, как и в клетках мезофилла, имеются немногочисленные крупные хромофолы. Кора хорошо выражена и состоит из гомогенных клеток. Стель расположена в центральной полости и как бы подвешена на однорядных хлорофиллоносных нитях – трабекулах, отходящих от внутренней поверхности коры. Стель концентрического типа (рис. 13).

Проводящие элементы флоэмы представлены ситовидными элементами, а проводящие элементы метаксилемы у некоторых видов – не только трахеидами, но и настоящими сосудами. Трахеиды

обладают лестничными овальными или округлыми окаймлёнными порами, образующими лестничную или многорядную поровость. Сосуды у селягинелл состоят из члеников с простыми перфорациями.

На концах некоторых боковых ветвей располагаются спороносные колоски с микро- и мегаспорофиллами, на верхней стороне которых располагаются по одному почковидному соответственно микроспорангию или мегаспорангию. Язычок на спорофиллах помещается перед спорангием. В результате нескольких последовательных делений микроспоры внутри неё формируется сильно редуцированный мужской гаметофит, представленный лишь одной вегетативной клеткой и редуцированным восьмиклеточным антеридием, дающим начало двужгутиковым сперматозоидам. Женский заросток на начальных этапах своего развития проходит под оболочкой мегаспоры. Под давлением увеличивающегося в размерах заростка, оболочка мегаспоры лопается и часть гаметофита высвобождается наружу через трёхлучевую щель. На свободной поверхности заростка закладываются архегонии и ризоиды. Оплодотворение происходит при наличии воды. Развивающийся зародыш некоторое время питается за счёт ткани женского гаметофита.

**МАТЕРИАЛ:** живые растения и гербарные образцы селягинеллы, постоянный микропрепарат: продольный срез колоска селягинеллы.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** ризофоры, трахеида, сосуд, разноспоровость

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНИЙ ВИД СЕЛЯГИНЕЛЛЫ*

Рассмотреть и **ЗАРИСОВАТЬ** внешний вид селягинеллы. На рисунке обозначить горизонтальные и вертикальные ветви, ризофоры, придаточные корни, спороносные колоски, листья.

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СПОРОНОСНОГО КОЛОСКА СЕЛЯГИНЕЛЛЫ*

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепарат продольного среза спороносного колоска селягинеллы, **ЗАРИСОВАТЬ**. На рисунке обозначить ось колоска, спорофилл с язычком, микроспорангий, мегаспорангий.

### *Задание 3. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ СЕЛЯГИНЕЛЛЫ*

**ЗАРИСОВАТЬ** схему цикла воспроизведения селягинеллы. Показать смену ядерных фаз.

#### Контрольные вопросы

1. Какой тип ветвления стеблей и корней у селягинеллы?
2. Какое специфическое образование находится на верхней стороне листа селягинеллы?
3. Почему селягинелла относится к разноспоровым растениям?
4. Назовите признаки примитивности и специализации в строении и цикле воспроизведения селягинеллы.
5. В чем эволюционное значение появления разноспоровости?
6. Как оценить с эволюционных позиций такие признаки как наличие хроматофоров и наличие сосудов?
7. На основании каких признаков плаун и селягинеллу относят к одному отделу? По каким признакам отдел плауновидные делится на классы?

## ОТДЕЛ ХВОЩЕВИДНЫЕ (EQUISETOPHYTES)

### КЛАСС ХВОЦОВЫЕ (EQUISETOPSIDA)

Современные хвощовые – многолетние корневищные травы с членистым строением стеблей и мутовчато расположенными в узлах листьями. Спорангии в верхушечных стробилах. Все хвощевидные равноспоровые. В цикле воспроизведения доминирует спорофит. Оплодотворение при наличии воды.

Распространены хвощовые повсеместно, кроме Австралии, Новой Зеландии и тропической Африки. Растут они в различных сообществах на увлажнённых почвах.

Для хвощовых характерно: полый стебель в междоузлиях, пучковое строение стели, причём расположение пучков на протяжении стебля от междоузлия к

междоузлию закономерно меняется. Такая, как бы членистая стель, называется артростель. На верхушках стеблей находятся спороносные колоски, состоящие из мутовчато расположенных своеобразных, только хвощам свойственных, спорангиофоров.

Представитель – хвощ полевой, многолетнее травянистое растение, с членистым ветвистым подземным корневищем. На нём образуются клубни с запасом питательных веществ, главным образом крахмала. От узлов корневища отходят пучки тонких придаточных корней. Наземные побеги двоякого рода: одни – зелёные, мутовчато разветвлённые, появляются в конце весны и к осени отмирают – это вегетирующие летние побеги, функция которых обеспечение растения продуктами фотосинтеза; другие – розовато-бурые, спороносные, появляются рано весной и вскоре после высыпания спор увядают – это весенние побеги (рис. 14).

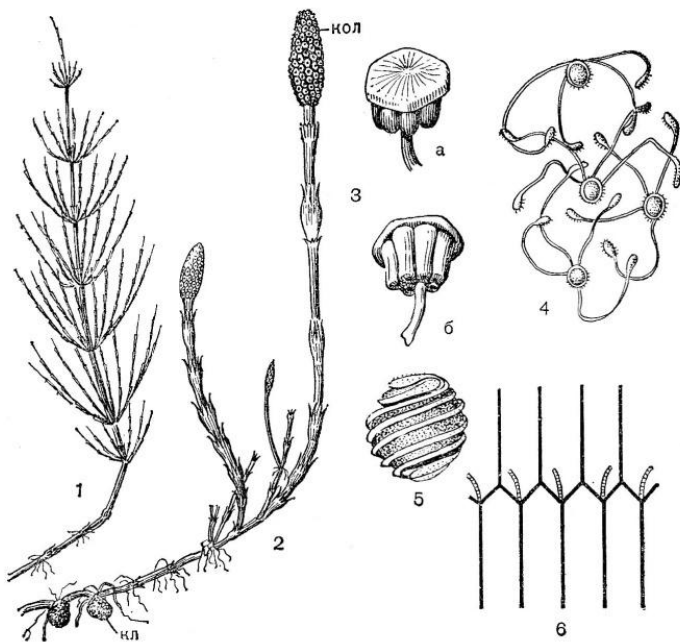


Рис. 14. Хвощ полевой:

1 – летний, вегетативный побег; 2 – весенний, спороносный побег (кл – клубеньки, кол – спороносный колосок); 3 – спорангиофор со спорангиями (а – вид сбоку, б – вид снизу); 4 – споры с развернувшимися гаптерами; 5 – споры со свёрнутыми гаптерами; 6 – схема прохождения проводящих пучков в стебе хвоща

кремнезёмом. Устьица расположены в ложбинках. Периферическая часть первичной коры состоит из чередующихся участков механической и хлорофиллоносной ткани (хлоренхимы). Хлоренхима стебля концентрируется под ложбинками. Глубже хлоренхимы расположены воздухоносные полости, называемые валекулярными. Внутренний слой первичной коры – эндодерма – отграничивает центральный осевой цилиндр, в котором по окружности расположены коллатеральные закрытые проводящие пучки с прото- и метаксилемой. В процессе разрушения первичной протоксилемы развиваются полости, называемые каринальными, которые оказываются в центре проводящего пучка. К периферии от каринальной полости расположена флоэма.

В строении стебля чётко выделяются узлы и междоузлия. Бороздки, идущие вдоль стебля, чередуются с рёбрами. В соседних междоузлиях бороздки и рёбра взаимно меняются местами. Мутовки чешуевидных листьев сростаются в общее влагалище, которое защищает меристему, расположенную в узле.

На поперечном срезе междоузлия видна эпидерма, первичная кора и центральный осевой цилиндр, а в центре стебля – полость. Эпидерма состоит из плотно сомкнутых клеток с извилистыми стенками, наружная оболочка их сильно утолщена, шероховата от различных скульптурных образований и пропитана

Подземные побеги хвоща полевого образуют корневище с чешуевидными бесцветными листьями и придаточными корнями. Некоторые междоузлия корневищ разрастаются и превращаются в клубни.

На верхушках весенних побегов, несущих чешуевидные листья, развиваются спороносные колоски. Спороносный колосок состоит из осевой части и отходящих от нее щитковидных спорангиофоров (щитков) с шестью спорангиями, располагающихся на внутренней стороне щитка. В незрелом состоянии щитки плотно примыкают друг к другу и образуют единую поверхность, защищающую развивающиеся спорангии. При созревании последних осевая часть колоска вытягивается, и спорангиофоры раздвигаются, открывая спорангии. У споры хвощей три оболочки, внешняя из которых превращена в гаптеры – спиральные ленты с ложковидными расширениями на концах. Гаптеры гигроскопичны, при подсыхании разворачиваются и скручиваются, усиливая давление споровой массы на стенку спорангия изнутри, чем способствуют вскрыванию спорангия, а также разрыхляют и сцепляют массу спор в комочки, переносимые ветром на значительные расстояния. Морфологически все споры у хвощей одинаковы (морфологическая равноспоровость). Споры прорастают на влажном затенённом субстрате, из них развиваются пластинчатые, рассечённые на доли гаметофиты. У хвощей три типа гаметофитов (физиологическая разноспоровость): мужские, женские и обоеполые, различающиеся между собой по темпам роста и степени расчленённости. Мужские гаметофиты, как правило, меньше женских и менее расчленены. С нижней стороны заростков развиваются ризоиды. Сперматозоиды многожгутиковые. Оплодотворение происходит при наличии воды (рис. 15).

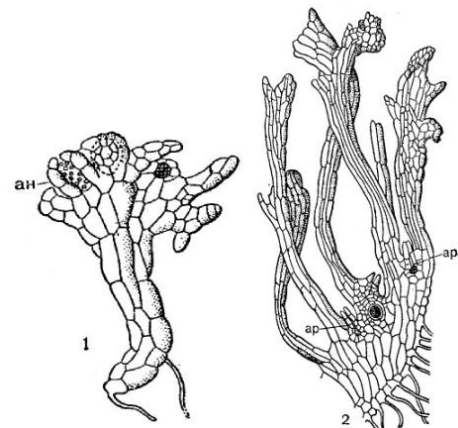


Рис. 15. Гаметофиты хвоща:  
1 – мужской с антеридиями;  
2 – женский с архегониями

**МАТЕРИАЛ:** гербарные образцы хвоща полевого и других видов хвощей, постоянный микропрепарат: продольный срез спороносного колоска хвоща

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** равноспоровость, артростель.

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНИЙ ВИД И СТРОЕНИЕ СПОРОНОСНОГО КОЛОСКА ХВОЩА ПОЛЕВОГО*

Рассмотреть и **ЗАРИСОВАТЬ** внешний вид хвоща полевого. На рисунке обозначить весенний (спороносный) побег, летний (вегетативный) побег, мутовки листьев, мутовки боковых ветвей, спороносный колосок, корневище, корни.

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепарат продольного среза спороносного колоска хвоща полевого, **ЗАРИСОВАТЬ**. На рисунке обозначить ось колоска, ножку и щиток спорангиофора, спорангий, споры с элатерами.

**Задание 2. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ХВОЩА ПОЛЕВОГО**  
**ЗАРИСОВАТЬ** схему цикла воспроизведения хвоща полевого. Показать смену ядерных фаз.

**Задание 3. ПОЗНАКОМИТЬСЯ С РАЗНООБРАЗИЕМ ХВОЩЕЙ**  
 Рассмотреть гербарные образцы хвощей, записать видовые названия.

#### Контрольные вопросы

1. Какие отличительные признаки у представителей отдела хвощевидные?
2. Каково соотношение диплофазы и гаплофазы в цикле воспроизведения хвоща полевого?
3. В чём особенности анатомического строения междоузлий хвоща?
4. Одинаковы ли споры хвоща по морфологическим и физиологическим особенностям?
5. Сколько типов гаметофитов может развиваться из спор хвоща?
6. Какое биологическое значение имеют гаптеры на спорах?
7. Чем прикрепляется гаметофит хвоща к почве?
8. Сравните строение спороносных органов хвощей и плаунов.
9. Сравните листья плауна и хвоща по их строению, происхождению и выполняемым ими функциям.

### **ТЕМА 3. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ (POLYPODIOPHYTES)**

Современные папоротниковидные играют значительную роль в растительном покрове и разнообразны по жизненным формам. Среди них имеются древовидные формы, лианы, эпифиты, длинно- и короткокорневищные многолетние травы, однолетники, наземные и водные растения.

Отличительная особенность папоротниковидных – крупные листья (вайи), большей частью многократно рассечённые, реже цельные, подобно стеблям длительно нарастающие верхушкой. Доказано, что листья папоротниковидных произошли путём срастания и уплощения теломов – конечных осей растения, т.е. листья у папоротниковидных это "плосковетки".

Спорангии развиваются на нижней стороне листьев и обычно собраны в сорусы, которые часто покрыты индузием. Причём у одних видов листья с сорусами остаются зелёными и продолжают фотосинтезировать, у других – специализируются только на функции спороношения.

Среди папоротниковидных встречается равно- и разноспоровость. У равноспоровых гаметофит – пластинчатое, зелёное, самостоятельное растение. У разноспоровых форм гаметофит редуцирован до нескольких клеток, находящихся под защитой стенки спорангия.

#### **КЛАСС ПОЛИПОДИОПСИДЫ (POLYPODIOPSIDA)**

Многолетние или очень редко однолетние растения. Проводящая система от протостелы до очень специализированных типов диктиостелы. Трахеиды лестничные, редко имеются сосуды. Молодые листья спирально закрученные. Равноспоровые или редко разноспоровые растения. Спорангий развивается из одной инициальной клетки. Стенка спорангия однослойная и растрескивается

посредством кольца – специализированной группы клеток.

### ПОРЯДОК ПОЛИПОДИЕВЫЕ (POLYPODIALES)

Представитель порядка – щитовник мужской широко распространённый папоротник лесной зоны. Листья крупные, перисторассечённые, сближенные в

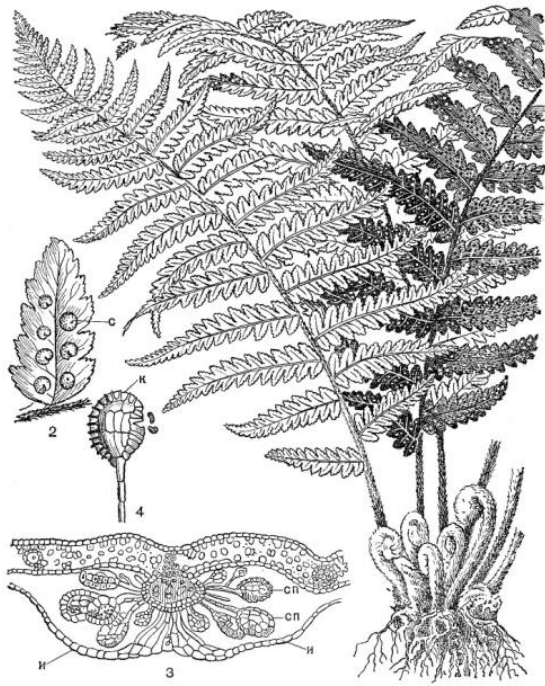


Рис. 16. Щитовник мужской:

1 – спорофит с молодыми улиткообразно закрученными вайями; 2 – часть листа с сорусами (с – сорус); 3 – поперечный срез вайи с сорусом (и – индузий, сп – спорангии) 4 – спорангий с кольцом (к – кольцо)

механических повреждений.

Спорангии дисковидной формы и развиваются из одной инициальной клетки (по лептоспорангиатному типу). Стенка спорангия однослойная. По гребню спорангия проходит ряд клеток, охватывающий его на  $\frac{2}{3}$  окружности и образующий кольцо. Внутренняя и радиальные стенки клеток кольца утолщены, а внешняя – тонкая. Кольцо замыкается группой довольно крупных тонкостенных клеток, образующих устье. Здесь происходит разрыв стенки спорангия после его созревания.

При созревании спор подсыхают клетки кольца и в них падает тургор. При этом тонкие стенки клеток кольца вдавливаются, что приводит к резкому сокращению верхней стороны кольца. Силой выпрямляющегося кольца стенка спорангия в тонком участке разрывается, и созревшие споры с силой выбрасываются и рассеиваются ветром. Кольцо является приспособлением к раскрыванию спорангия и распространению спор.

Споры гаплоидные, из них развивается заросток (гаметофит). Развитый гаметофит представляет собой зелёную сердцевидную пластинку диаметром до 1 см. Края её однослойные; средняя часть более толстая, многослойная. От нижней стороны гаметофита на некотором расстоянии от выемки отходят много-

розетку на верхушке корневища. Листья закладываются на конусе нарастания и развиваются в течение двух лет. На черешке вайи хорошо заметны коричневые чешуйки. Проводящие пучки концентрические амфивазальные. На поперечном срезе вайи видно, что имеется нижняя и верхняя эпидерма, слабо выражена палисадная и хорошо развита губчатая паренхима. Устьица расположены на нижней эпидерме (рис. 16).

Для корневища щитовника мужского характерна диктиостела с крупными листовыми прорывами. Отдельные тяжи стели построены по концентрическому типу. Ксилема состоит из лестничных трахеид и паренхимных клеток, флоэма из ситовидных трубок и лубяной паренхимы.

На нижней стороне вайи развиваются сорусы, прикрытые индузием (покрывальцем), защищающим спорангии от



численные ризоиды (рис. 17).

Архегонии и антеридии возникают также на нижней стороне гаметофита: архегонии – около выемки, антеридии – между ризоидами. Брюшко архегония с яйцеклеткой погружено в ткань гаметофита. Короткая, слегка согнутая шейка выступает над его поверхностью. Канальцевые клетки, превращаясь в слизь, оказывают давление на шейку, концевые клетки которой раздвигаются. Слизь, содержащая яблочную кислоту, привлекающую сперматозоиды, выступает из шейки. Антеридий построен довольно просто. Под его стенкой, состоящей из немногих клеток, находятся материнские клетки сперматозоидов.

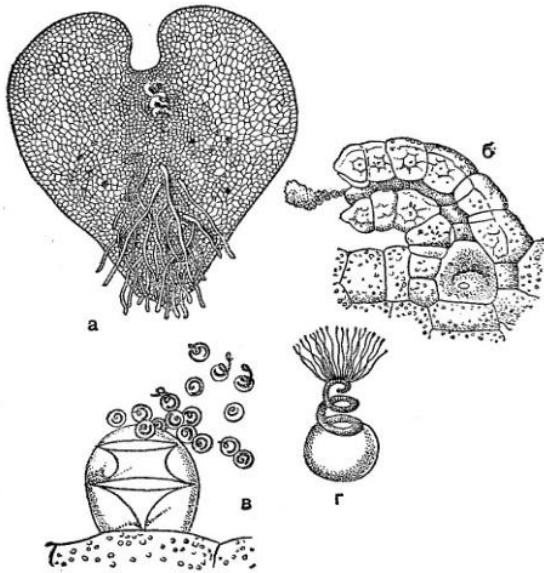


Рис. 17. Гаметофит щитовника:

а – внешний вид заростка, б – архегоний, в – антеридий с выходящими сперматозоидами, г – сперматозоид

ный проводящий пучок.

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНИЙ ВИД ЩИТОВНИКА МУЖСКОГО*

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ внешний вид щитовника мужского. На рисунке обозначить корневище, придаточные корни, сформировавшиеся вайи с сорусами, молодые улиткообразно закрученные вайи.

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СОРУСА ПАПОРОТНИКА*

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепарат поперечного среза соруса папоротника. Обратит внимание на строение спорангия, наличие кольца. ЗАРИСОВАТЬ поперечный разрез листа с сорусом и отдельный спорангий, на рисунках обозначить плаценту, индузий, спорангий, ножку спорангия, кольцо.

### *Задание 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЗАРОСТКА ПАПОРОТНИКА*

Рассмотреть при м/ув микроскопа постоянный микропрепарат заростка папоротника. ЗАРИСОВАТЬ общий вид, на рисунке обозначить пластинку заростка, архегонии, антеридии, ризоиды.

### *Задание 4. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЩИТОВНИКА*

Для передвижения сперматозоидов от антеридиев к архегониям необходима вода и оплодотворение возможно только при наличии воды.

Из зиготы развивается зародыш – зачаток нового спорофита.

**МАТЕРИАЛ**, гербарные образцы щитовника мужского и других папоротников, живые растения комнатных видов папоротников, постоянные микропрепараты: поперечный срез соруса папоротника, заросток папоротника.

**ОБОРУДОВАНИЕ**: бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ**: вайя, сорус, диктиостель, концентрированный проводящий пучок, амфивазаль-

## МУЖСКОГО

ЗАРИСОВАТЬ схему цикла воспроизведения щитовника мужского. Показать смену ядерных фаз.

### Задание 5. ПОЗНАКОМИТЬСЯ С РАЗНООБРАЗИЕМ ПАПОРОТНИКОВ

Рассмотреть гербарные образцы и живые комнатные виды папоротников, записать видовые названия.

#### Контрольные вопросы

1. Какой тип корней у щитовника мужского?
2. Каково происхождение листа папоротников?
3. Благодаря какому механизму происходит активное рассеивание спор у мужского папоротника?
4. В чём принципиальные отличия вайи папоротника от листа плауна?
5. Какие проводящие элементы встречаются в стели папоротников?
6. Сравните заростки мужского папоротника, плауна булавовидного и хвоща полевого. Определите их основные сходства и отличия.

### ПОРЯДОК САЛЬВИНИЕВЫЕ

Представители порядка распространены в пресных, слабо проточных водо-

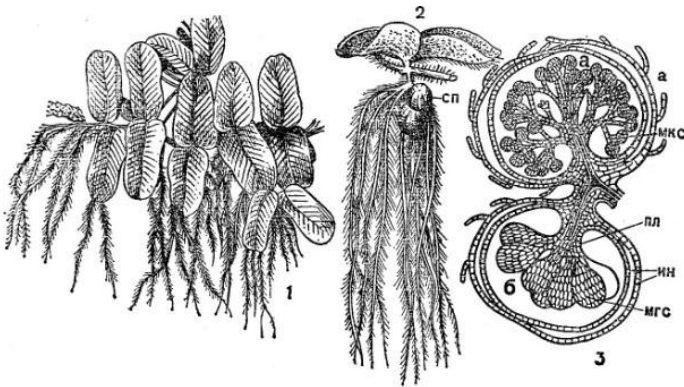


Рис. 18. Сальвиния плавающая:

1 – общий вид, 2 – участок побега с двумя плавающими листьями и одним подводным, сильно рассечённым (сп – спорокарпий у основания подводного листа), 3 – разрез спорокарпиев (а – микроспорокарпий, б – макроспорокарпий, мкс – микроспорангий, пл – плацента, ин – индузий)

Сальвиния – однолетнее растение длиной 5–15 см, на плавающем стебле листья расположены мутовками. В мутовке три листа: два одинаковых, зелёных, яйцевидных короткочерешковых, плавающих и один сильно видоизменённый, погружённый в воду и разделённый на доли, подобные корням. Настоящих корней у сальвинии нет. Стебель и верхняя сторона плавающих листьев покрыты сосочками, между которыми удерживается воздух, когда листья покрываются водой. Благодаря наличию воздуха между сосочками, погружённое в воду растение, сразу всплывает и принимает на поверхности воды естественное положение (рис. 18).

емах тропических и субтропических стран. В водоёмах средней полосы и юга России встречаются водные папоротники – сальвиния плавающая и марсилия четырёхлистная. Все представители порядка – водные разноспоровые папоротники с сорусами, заключёнными в полые вместилища. Гаметофиты однополые, более или менее редуцированные.

Сальвиния плавающая – папоротник, плавающий на поверхности воды, иногда образует сплошной ковёр, её часто выращивают в аквариумах.

Анатомическое строение стебля сальвинии соответствует её водному образу жизни: в центре расположен один концентрический проводящий пучок, хорошо развита первичная кора с крупными воздушными полостями. Наружный слой клеток, выполняющий функцию эпидермы, чётко не обособлен от первичной коры (рис. 19).

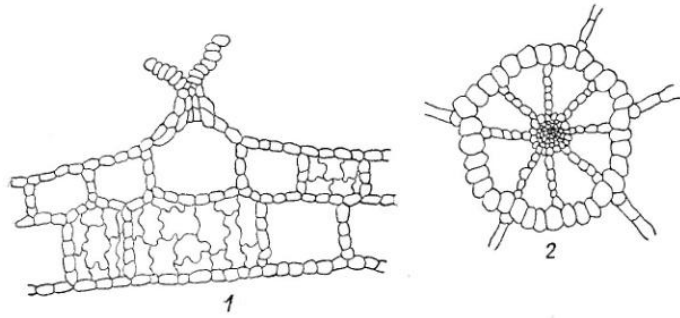


Рис. 19. Анатомическое строение плавающего листа (1) и стебля (2)

У основания подводных листьев расположены шаровидные сорусы. Стенки сорусов, соответствующие индузию, двойные, с воздушной полостью между ними. Внутри соруса на плаценте располагаются спорангии. В одних сорусах образуются мелкие, круглые, многочисленные, на тонких длинных ножках микроспорангии, содержащие по 64 микроспоры; в других находится по несколько крупных, овальной формы, с короткими ножками мегаспорангиев с одной мегаспорой.

Осенью, после созревания спор, сорусы отрываются и погружаются на дно, где и зимуют. Весной стенки сорусов разрушаются, спорангии освобождаются и всплывают на поверхность водоема. Прорастание спор начинается в спорангиях. Из микроспоры внутри её оболочки развиваются сильно редуцированные мужские гаметофиты с двумя антеридиями. В каждом из них образуется 4 многожгутиковых сперматозоида. Из мегаспоры развивается женский гаметофит, имеющий вид зелёной пластинки, высовывающейся из оболочки мегаспоры. На женском гаметофите образуется 3–5 архегониев, погружённых в его ткань. После оплодотворения из зиготы развивается зародыш, который первое время – до развития вегетативных органов спорофита – питается за счёт зелёного женского гаметофита (рис. 20).

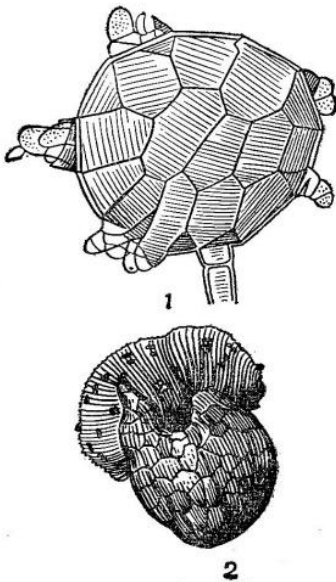


Рис. 20. Гаметофиты сальвинии:  
1 – микроспорангий с проросшими микроспорами, 2 – макроспорангий и женский заросток

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов, пинцет.

**МАТЕРИАЛ:** гербарные образцы и живые растения сальвинии плавающей.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** разноспоровость, спорокарпий.

**Задание 1. ИЗУЧИТЬ ВНЕШНИЙ ВИД САЛЬВИНИИ ПЛАВАЮЩЕЙ**

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ внешний вид сальвинии плавающей. Под бинокляром рассмотреть верхнюю и нижнюю поверхности плавающих листь-

ев, а также рассмотреть погружённые листья. На рисунке обозначить стебель, плавающие листья, рассечённый подводный лист, спорангии.

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СПОРАНГИЕВ САЛЬВИНИИ*

Найти группу спорангиев. Выделить сорусы с мегаспорангиями (через стенку соруса просматривается по несколько крупных желтоватых мегаспорангиев) и сорусы с микроспорангиями. Оторвать их пинцетом, затем острым лезвием разрезать каждый спорангий вдоль пополам и поместить в воду на предметное стекло и рассмотреть под биноклем. Иглой отделить часть стенки соруса и рассмотреть её под микроскопом. ЗАРИСОВАТЬ разрез сорусов с мегаспорангиями и микроспорангиями, обозначить покровы соруса, воздушную полость, мегаспорангии, микроспорангии.

### *Задание 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ГАМЕТОФИТОВ САЛЬВИНИИ*

Изучить строение мужского и женского гаметофитов сальвинии. ЗАРИСОВАТЬ и на рисунке обозначить оболочку микроспоры, мужской гаметофит с антеридиями, оболочку мегаспоры, женский гаметофит с архегониями.

### *Задание 4. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ САЛЬВИНИИ ПЛАВАЮЩЕЙ*

ЗАРИСОВАТЬ схему цикла воспроизведения сальвинии плавающей. Показать смену ядерных фаз.

#### Контрольные вопросы

1. Проанализируйте приспособительные признаки сальвинии к водному образу жизни.
2. Какие особенности строения спорофита и гаметофита характерны для разноспоровых папоротников?
3. Каковы черты приспособительной эволюции папоротниковидных?
4. Назовите признаки примитивности и специализации в строении и цикле воспроизведения папоротников.
5. В чём отличие папоротниковидных от других современных высших споровых растений?

## **СЕМИНАР "ЭВОЛЮЦИЯ ВЫСШИХ СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ"**

#### План семинара

1. Особенности высших растений как результат приспособления их к воздушно-почвенной среде обитания.
2. Возможные предки высших растений.
3. Типы циклов воспроизведения высших растений и возможные пути их возникновения.
4. Особенности цикла воспроизведения моховидных: взаимоотношения гаметофита и спорофита; протонема и её биологическое значение.
5. Особенности строения моховидных – как результат приспособления к наземным условиям обитания:
  - анатомо-морфологические особенности строения гаметофитов моховидных;
  - приспособления моховидных к наземным условиям обитания (система

водоснабжения, особенности функционирования фотосинтетического аппарата);

- приспособления спорофитов к рассеиванию спор;
- признаки примитивности и специализации в различных группах мховидных.

6. Возникновение и развитие листостебельного строения тела у высших споровых растений:

- морфологическое расчленение тела древнейших риниофитов;
- микрофилльная и макрофилльная линии эволюции побегов;
- эволюция проводящих тканей;
- эволюция стелы в связи с развитием листостебельных побегов;
- какие изменения произошли в строении стелы осевых органов у микрофилльных и макрофилльных растений;

7. Эволюция гаметофита у высших споровых растений:

- возникновение разноспоровых форм, особенности их цикла воспроизведения;

- редукция гаметофита и её биологическое значение;

- значение разноспоровости.

8. Эволюция жизненных форм у высших споровых растений.

9. Формы ветвления растений. Особенности верхушечного ветвления у высших споровых растений. Примитивность верхушечного ветвления относительно бокового ветвления.

#### **ТЕМА 4. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ (PINOPHYTA)**

Представители голосеменных распространены по всему земному шару. Голосеменные – вечнозелёные, реже листопадные деревья или кустарники, редко лианы, с моноподиальным нарастанием. Форма листьев сильно варьирует: от цельных – чешуевидных, игольчатых – до дихотомически рассечённых, двулопастных, перистых и дваждыперистых. Отличительная черта голосеменных, так же как и покрытосеменных, – наличие семязачатка и образующегося из него семени.

У голосеменных семязачаток состоит из нуцеллуса и интегумента (покрова) с микропиле (пыльцевход). Все голосеменные – разноспоровые растения с сильно редуцированными заростками, развивающимися под оболочками спор. Внутри семязачатка из мегаспоры развивается женский гаметофит с двумя или несколькими архегониями. Микроспоры формируются в пыльниках (микроспорангиях) и в дальнейшем здесь же из микроспоры развивается мужской гаметофит (пыльцевое зерно). Мужской гаметофит лишён антеридиев и полного развития достигает на семязачатке.

Семязачатки у голосеменных располагаются открыто ("голо") (отсюда название отдела) на семенных чешуях или на мегаспорофиллах. Пыльца попадает непосредственно на микропиле. Из семязачатка развивается семя, состоящее из зародыша – спорофита нового поколения, гаплоидного эндосперма – ткани, обеспечивающей питание развивающегося зародыша и возникающей из женского гаметофита, и семенной кожуры, образующейся из остатков нуцеллуса и

интегумента.

Половой процесс у всех высших споровых растений зависит от наличия воды в окружающей среде, а у семенных растений (голосеменных и покрытосеменных) половое размножение оказалось независимым от воды, так как оплодотворение и развитие зародыша происходит внутри семязачатка. Благодаря этому семенные растения могут размножаться половым путём даже в пустыне и даже в бездождное время года. Функцию воды, как среды, по которой у споровых растений передвигаются сперматозоиды, у семенных растений выполняет цитоплазма пыльцевой трубки.

Для семян большинства семенных растений (кроме саговниковых и гинкго) характерен более или менее длительный период покоя. Период покоя имеет важное биологическое значение, так как он даёт возможность переживать неблагоприятное время года, а также способствует более далёкому расселению.

Отдел Голосеменные подразделяется на 6 классов: семенные папоротники (вымершая группа), саговниковые, беннеттитовые (вымершая группа), гнетовые, гинкговые, хвойные.

### КЛАСС ХВОЙНЫЕ (PINOPSIDA)

Современные представители хвойных – вечнозелёные, реже листопадные (лиственница, метасеквойя, таксодиум), обычно высокие деревья, иногда кустарники. Побеги большей частью двух типов: удлинённые со спиральным листорасположением и укороченные, несущие пучки листьев. Листья игловидные – хвоя (отсюда название), реже чешуевидные (кипарис и др.) или с широкой эллиптической пластинкой (агатис, подокарп). Большинство хвойных – однодомные растения. Микростробилы (пыльниковые колоски, мужские шишки) главным образом одиночные, состоят из укороченной оси и микроспорофиллов. Собрания мегаспорофиллов образуют женскую шишку. Пыльца образуется в большом количестве, очень лёгкая, сухая, переносится ветром на большие расстояния. Оплодотворение происходит в тот же сезон, что и опыление (у сосны через 12–14 месяцев). Семена деревянистые, с 1, реже 2–3 плёнчатыми "крыльями" или без них, разносятся ветром или животными.

В древесине хвойных хорошо выражены годовые кольца прироста. В коре и древесине, как правило, имеются смоляные ходы.

У хвойных в женской шишке есть ряд особенностей, обеспечивающих успешное опыление.

У секвойи, секвойядендрона ко времени опыления чешуи женской шишки отходят друг от друга, образуя воронки. Нижний край воронки достигает оси шишки, где находится микропиле семязачатка. Апикальные клетки нуцеллуса вырабатывают секрет, который заполняет микропиллярный канал и образует маленькую опылительную каплю на верхушке.

При обдувании женских шишек потоком воздуха внутри шишки создаётся низкое давление и пыльцевые зёрна втягиваются внутрь. Пыльцевое зерно попадает на опылительную каплю, освобождается от экзины и переносится к нуцеллусу, т.е. опылительная капля выполняет транспортную и питательную функции.

У болотного кипариса, криптомерии на поверхности воронки конденсируется влага в виде небольших капель, которые вместе с пыльцевыми зёрнами скатываются к микропиле благодаря определённой устройству поверхности чешуи. В воронках создается микроклимат, где температура и влажность несколько выше, чем в окружающей среде. У этих растений опылительная капля выполняет избирательную, транспортную и питательную функции. Избирательность опылительной капли состоит в том, что в микропиле в первую очередь попадают пыльцевые зёрна нормально развитые и этого же вида.

У сосны, ели жидкость в микропиле появляется после попадания туда пыльцевого зерна. А проростковая пора на пыльнке открывается только в условиях повышенной влажности. Выделение жидкости способствует открыванию проростковой поры и служит питательной средой на начальных этапах формирования пыльцевой трубки.

У большинства современных голосеменных контакт пыльцевых зёрен с нуцеллусом осуществляется с помощью опылительной капли. С её помощью происходит и узнавание "своих" и "чужих" пыльцевых зёрен.

Таким образом, в филогенезе изменялись функции опылительной капли:

- транспортная, питательная;
- избирательная, транспортная, питательная;
- собирательная, избирательная, транспортная, питательная.

Произрастают хвойные главным образом в умеренных поясах обоих полушарий, в Евразии и Северной Америке образуют хвойные леса, имеют водоохранное, ландшафтное и декоративное значение, служат важнейшим источником древесины и многих продуктов её переработки, семена некоторых употребляются в пищу.

## ПОРЯДОК СОСНОВЫЕ (PINALES)

### СЕМЕЙСТВО СОСНОВЫЕ (PINACEAE)

Представители семейства сосновые – это вечнозелёные, реже листопадные (лиственница) деревья (высотой до 50–65 м), иногда кустарники, распространены почти исключительно в северном полушарии. Хвоинки игловидные или узколанцетные, сидят поодиночке на длинных побегах и пучками на коротких боковых побегах. Женские шишки деревянистые, длиной 1,5–50 см, созревают в первый год (лиственница, тсуга) или чаще на 2–3-й год, распадающиеся (пихта, кедр) или опадающие целиком.

В семейство входит 10–11 родов, около 250 видов. Наиболее крупные роды: пихта, ель, лиственница, сосна. В роде сосна около 100 видов. Сосновые дают ценную древесину, их хвоя используется для промышленного получения витамина С.

Представитель семейства – сосна обыкновенная – вечнозелёное дерево высотой 30–35 м с удлинёнными и укороченными побегами. Удлинённые побеги покрыты бурыми чешуевидными листьями, в пазухах которых развиваются укороченные побеги, несущие пучки из двух (сосна обыкновенная, с. приморская), трёх (сосна Бунге, с. длиннохвойная), пяти (сосна Веймутова, с. сибирская, с. европейская, с. корейская) зелёных листьев-хвоинок.

В морфологическом и анатомическом строении хвоинки хорошо заметны черты ксероморфной организации, как приспособления к условиям недостаточного водоснабжения, особенно в зимнее время: листья игольчатой формы, что резко уменьшает их испаряющую поверхность, оболочки клеток эпидермы сильно утолщены, эпидерма покрыта толстым слоем кутикулы, устьица погружены до уровня гиподермы. Особенность хвоинки в наличии своеобразного складчатого мезофилла, благодаря которому значительно увеличивается площадь прилегающего к оболочке слоя цитоплазмы с хлоропластами, расширяя таким образом ассимилирующую поверхность. Проводящий пучок хвоинки отделён от мезофилла хорошо выраженной эндодермой. Между собственно проводящим пучком и эндодермой развивается мощный слой особой трансфузионной ткани, по которой проходят вещества в радиальном направлении (рис. 21).

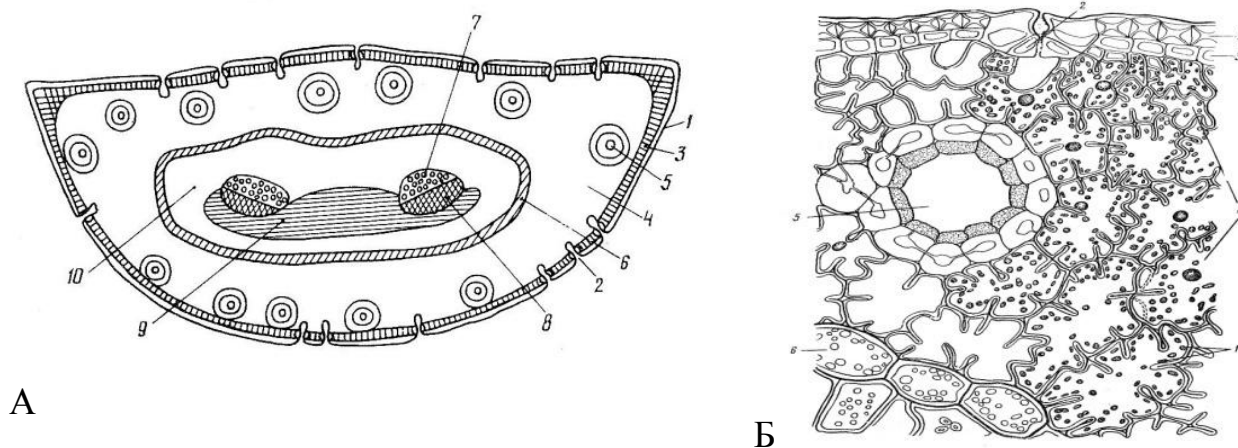


Рис. 21. Поперечный срез хвои сосны:

А – схема строения, Б – фрагмент хвоинки, 1 – эпидерма, 2 – устьице, 3 – гиподерма, 4 – складчатая паренхима, 5 – смоляной канал, 6 – эндодерма, 7 – ксилема, 8 – флоэма (7–8 – проводящий пучок), 9 – склеренхима, 10 – паренхима

Анатомическое строение стебля сосны и других хвойных имеет определённые черты примитивности по сравнению с древесными покрытосеменными, но одновременно и чертами высокой специализации по сравнению с папоротниковидными. Древесина сосны представлена исключительно трахеидами, отсутствуют древесинная паренхима, флоэма состоит из ситовидных клеток без клеток спутниц, но имеются высокоспециализированные окаймлённые поры с торусом.

В конце мая на концах удлинённых побегов образуются одиночные малинового цвета женские шишки, а в основании удлинённых побегов – собрания (констробилы) жёлтых мужских шишек. В центре мужской шишки проходит ось, на которой спирально расположены микроспорофиллы. На их нижней стороне образуются два микроспорангия, погруженных в ткань микроспорофилла. Внутри микроспорангия из диплоидных материнских клеток спор в результате мейотического деления формируются микроспоры.

Развитие мужского гаметофита из микроспоры начинается в микроспорангии (рис. 22). При этом в результате четырёх делений образуются две проталлиальные клетки, генеративная и сифоногенная ("клетка пыльцевой трубки") клетки. Проталлиальные клетки представляют собой рудименты вегетативных клеток заростков и они вскоре отмирают. В это время вокруг мужского зарост-



ка – пыльцевого зерна, формируются две оболочки – интина и экзина. Экзина в двух местах по бокам отходит от интины и здесь образуются воздушные мешки, уменьшающие удельный вес пыльцы. На этом завершается формирование пыльцы в микроспорангиях. Таким образом, пыльца это проросшие микроспоры семенных растений. Готовая к высеванию из микроспорангия пылинка представляет собой раннюю стадию развития мужского гаметофита.

Созревший микроспорангий вскрывается продольными щелями, пыльца высыпается и разносится ветром. Пыльца, попавшая на микропиле семязачатка, прорастает. При этом сифоногенная клетка образует вырост – пыльцевую трубку, которая активно прорывает оболочки мегаспоры; генеративная клетка делится на стерильную антеридиальную

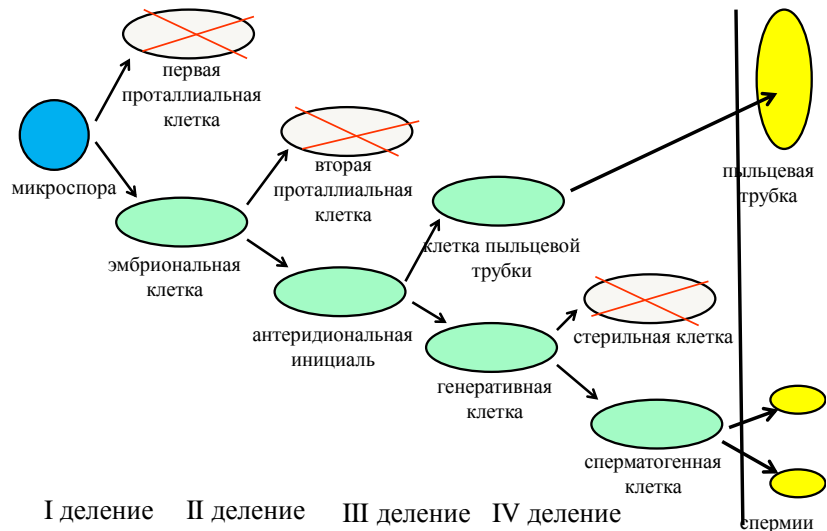


Рис. 22. Схема развития мужского гаметофита у сосны

и сперматогенную (материнская клетка спермиев) клетки. Антеридиальная клетка, представляющая собой единственную клетку стенки антеридия (так называемая клетка ножки), разрушается. Пыльцевая трубка проникает через микропиле, нуцеллус и достигает женского гаметофита. На этом дальнейшее развитие мужского гаметофита приостанавливается. Только весной следующего года сперматогенная клетка делится, образуя два спермия, перемещающиеся по пыльцевой трубке. Пыльцевая трубка достигает архегония и впрыскивает в него большое количество своей цитоплазмы и оба спермия. Ядро одного из них соединяется с ядром яйцеклетки, а второго – разрушается.

Женская шишка состоит из оси со спирально располагающимися на ней кроющими чешуями, в пазухах которых развиваются семенные чешуи (видоизменённые мегаспорофиллы). На верхней стороне у основания семенной чешуи имеется два семязачатка. Микропиле семязачатка обращено к оси шишки. В нуцеллусе семязачатка образуется одна материнская клетка мегаспоры, дающая в результате мейоза линейный ряд из четырёх гаплоидных мегаспор (рис. 23). Функционирует только одна из них, а три другие, расположенные ближе к микропиле, вскоре отмирают. Прорастание мегаспоры начинается в нуцеллусе (мегаспорангии). При этом митотическое деление ядер не сопровождается образованием клеточных оболочек. Они начинают формироваться примерно через 13 месяцев после опыления и постепенно ткань гаметофита заполняет всю полость разрастающейся мегаспоры. Эта многоклеточная гаплоидная ткань и является женским гаметофитом. На нём развиваются два архегония. Вегетативные клет-

ки гаметофита накапливают питательные вещества, в них разрушаются ядра и гаметофит превращается в питательную ткань – эндосперм. Таким образом, у голосеменных женский гаметофит функционирует как гаплоидный эндосперм.

Из оплодотворённой яйцеклетки развивается зародыш – зачаток спорофита нового поколения. Эндосперм служит питательной тканью для зародыша. Семязачаток превращается в семя.

**МАТЕРИАЛ:** гербарные образцы и живые побеги сосны и других хвойных, коллекция шишек, гербарные образцы проростков

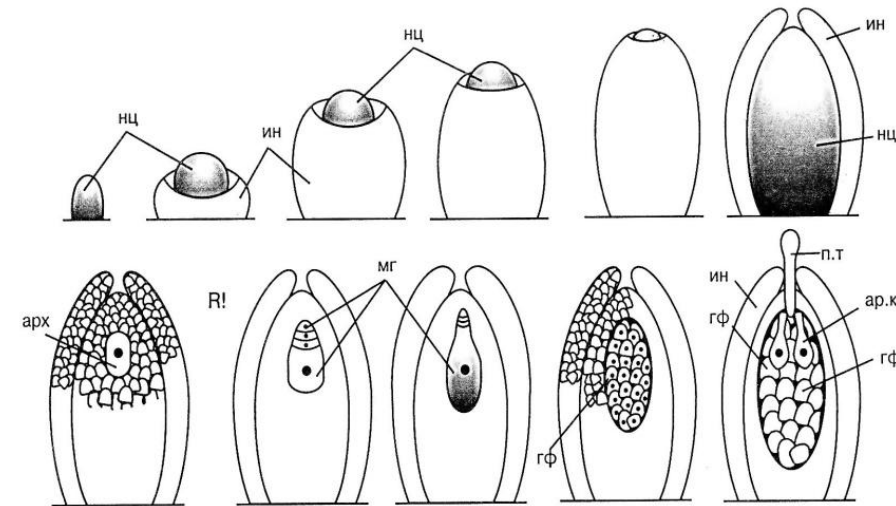


Рис. 23. Схема развития и строение семязачатка сосны:

ин – интегумент; нц – нуцеллус; арх.к – археспориальная клетка; мг – мегаспоры; п.т – пыльцевая трубка; арх – архегоний; гф – гаметофит (эндосперм); R – место мейоза

сосны; фиксированные мужские и молодые женские шишки сосны, постоянные микропрепараты: продольный разрез мужской шишки сосны, поперечный разрез хвоинки, продольный разрез стебля сосны, пыльца сосны.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов, пинцет, скальпель, лезвие, лупа.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** хвоя, микроспора, мегаспора, интегумент, нуцеллус, шишка, спорофилл,

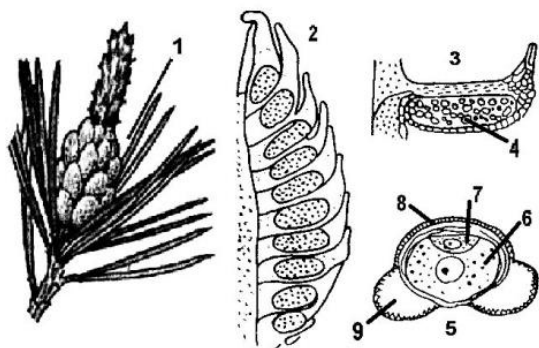


Рис. 24. Мужская шишка сосны:

1 – собрание (констробил) мужских шишек; 2 – продольный разрез шишки; 3 – микроспорофилл; 4 – микроспорангий; 5 – пыльцевое зерно; 6 – клетка пыльцевой трубки; 7 – сперматогенная клетка; 8 – оболочки пыльцевого зерна; 9 – воздушные мешки

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепа-

### *Задание 1. ПОЗНАКОМИТЬСЯ С РАЗНООБРАЗИЕМ ПОБЕГОВ У СОСНЫ*

Найти чешуевидные листья на удлинённых побегах и при основании укороченных побегов. Рассмотреть и **ЗАРИСОВАТЬ** укороченные и удлинённые побеги сосны. На рисунке обозначить удлинённый побег, укороченный побег, чешуевидные листья, хвоинки.

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ МУЖСКОЙ ШИШКИ СОСНЫ*

Рассмотреть внешний вид мужской шишки (рис. 24). Вычленить микроспорофилл и рассмотреть его под бинокляром или лупой, обратить внимание на микроспорангии. Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепа-

рат продольного среза мужской шишки сосны. ЗАРИСОВАТЬ общий вид продольного среза мужской шишки и отдельный микроспорофилл, на рисунке обозначить ось шишки, микроспорофилл, микроспорагний.

### *Задание 3. РАССМОТРЕТЬ ПЫЛЬЦУ СОСНЫ*

Приготовить или на постоянном микропрепарате пыльцы сосны при б/ув изучить строение пыльцы сосны (рис. 24). ЗАРИСОВАТЬ её и на рисунке обозначить оболочки, воздушную полость, клетку пыльцевой трубки, сперматогенную клетку.

### *Задание 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЖЕНСКОЙ ШИШКИ СОСНЫ*

Рассмотреть внешний вид молодой женской шишки. Вычленив семенную чешую и рассмотреть её под биноклем или лупой, обратить внимание на семязачатки (рис. 25). ЗАРИСОВАТЬ: 1) общий вид продольного среза женской шишки, на рисунке обозначить ось шишки, семенную и кроющую чешуи, семязачатки; 2) продольный разрез семязачатка, на рисунке обозначить интегумент, нуцеллус, эндосперм, архегонии, микропиле.

Рассмотреть строение зрелой женской шишки сосны и зрелого семени, ЗАРИСОВАТЬ их внешний вид.

### *Задание 5. ПОЗНАКОМИТЬСЯ С РАЗНООБРАЗИЕМ ХВОЙНЫХ*

Рассмотреть гербарные образцы различных хвойных, шишки, живые растения, записать видовые названия.



Рис. 25. Женская шишка сосны:

1 – шишка первого года; 2 – женская шишка в разрезе; 3 – семенная чешуя с семязачатками; 4 – семенная чешуя со зрелыми семенами; 5 – шишка второго года

#### Контрольные вопросы

1. Каковы наиболее важные признаки, отличающие голосеменные от высших споровых растений?

2. Какие типы побегов имеются у сосны?

3. Какие черты ксероморфности проявляются в строении хвоинки сосны?

4. Какое биологическое значение имеют воздушные мешки пыльцы сосны?

5. Чему гомологична семенная чешуя сосны?

6. Чему гомологичен семязачаток голосеменных?

7. Сколько времени развивается женская шишка сосны обыкновенной?

8. В чём биологическое значение семени?

9. Какие признаки сближают голосеменные с другими высшими споровыми растениями?

## ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ, или ЦВЕТКОВЫЕ РАСТЕНИЯ (Angiospermae, или Magnoliophyta)

По классификации А.Л. Тахтаджяна (1987) в отделе покрытосеменные 2 класса, 533 семейства, около 13 000 родов и не менее 250 000 видов. По числу видов цветковые растения значительно превосходят все остальные группы высших растений, взятые вместе. Покрытосеменные произрастают во всех климатических зонах и в самых различных экологических условиях. Они составляют основную массу растительного вещества биосферы и являются самой важной для человека группой растений.

Основные признаки покрытосеменных:

- семязачатки заключены в более или менее замкнутую полость (завязь), образованную одним или несколькими плодолистиками;
- пыльцевые зёрна попадают не непосредственно на микропиле семязачатка, а на рыльце, которое у некоторых примитивных видов избегает вдоль шва или вдоль более или менее свободных (несросшихся) краёв плодолистика;
- гаметофиты без гаметангиев и развиваются в результате минимального числа митотических делений;
- двойное оплодотворение, триплоидный эндосперм.

Цветковые растения существенно отличаются от голосеменных, и промежуточные формы между ними до сих пор не найдены. Из современных семенных наиболее близки к цветковым – гнетовые, но различия между ними значительны и гнетовые настолько специализированы, что нельзя говорить о сколько-нибудь близком родстве. Гнетовые произошли, видимо, от беннеттитовых или имели с ними общее происхождение и представляют собой слепую ветвь эволюции. Среди вымерших семенных некоторые общие черты с цветковыми растениями имеют те же беннеттитовые, но у всех известных их представителей структура стробила очень отличается от структуры цветка, поэтому можно говорить только об общем происхождении. Предполагается, что и цветковые, и беннеттиты, вероятнее всего, произошли от каких-то древних и мало специализированных голосеменных, возможно семенных папоротников (Тахтаджян, 1987).

Различные группы ископаемых и современных голосеменных обнаруживают те или иные черты сходства с покрытосеменными, однако, нельзя считать их прямыми предками цветковых. Возможно, здесь мы наблюдаем явление, когда у разных групп голосеменных появлялись отдельные черты и особенности, свойственные покрытосеменным, что объясняется не родством групп, а сходными направлениями морфологической эволюции. Отдельные признаки покрытосеменных могли возникать и действительно возникали у разных групп, но многократное и независимое в разных группах появление всего сочетания важнейших особенностей цветковых растений биологически необъяснимо и статистически невероятно. Поэтому можно говорить только о монофилетическом происхождении покрытосеменных, т.е. когда у какого-то одного, вымершего к настоящему времени, таксона голосеменных проявились в совокупности все признаки цветковых, и именно этот таксон дал начало первичным, исходным

покрытосеменным.

Эта группа, видимо, небольшая по объёму, возникла в результате мощного ароморфоза и претерпела быструю и бурную дифференциацию в результате реализации созданных этим ароморфозом возможностей. В итоге дифференциации и при участии гибридизации сформировалось необычайное разнообразие форм покрытосеменных

Следовательно, современные порядки покрытосеменных, как правило, в эволюционном отношении практически одновозрастны. Обычно они не связаны между собой как предки и потомки. По существу это сестринские эволюционные ветви, берущие начало от общего для всех них предка – какого-то древнего голосеменного. Но ни одна из групп современных покрытосеменных не может рассматриваться как исходная, предковая по отношению ко всем остальным.

Цветок первичных покрытосеменных не мог быть крупным, обоеполым и энтомофильным. Репродуктивные органы покрытосеменных возникли из репродуктивных структур голосеменных, которые в подавляющем большинстве случаев однополые и анемофильные. Древние голосеменные также были анемофильными растениями. Время от времени у них, вероятно, могла иметь место и энтомофилия, но совершенно невероятно, чтобы именно насекомые в роли опылителей оказались основным фактором возникновения всего комплекса наиболее существенных признаков покрытосеменных, т.е. насекомые не могли быть причиной возникновения цветка. В дальнейшем же, в период дифференциации покрытосеменных, приспособление их к разным формам энтомофилии сыграло огромную роль в формировании морфологического и биологического разнообразия цветков (Тихомиров, Чистякова, 1985).

Цветки первичных покрытосеменных скорее всего представляли собой однополые собрания спорофиллов, претерпевших в дальнейшем эволюцию в двух основных направлениях: либо с сохранением однополости, либо с агрегацией пространственно сближенных однополых репродуктивных структур в обоеполые стробилы. Таким образом, наиболее характерный для покрытосеменных обоеполый энтомофильный цветок сформировался уже в процессе эволюции отдела покрытосеменные (а не у его предков) из собраний микро- и мегаспорофиллов. У первых цветковых растений не было привычных для нас цветков.

Цветки современных покрытосеменных возникли разными путями, и направления их развития были неодинаковы с самого начала. В частности, обоеполость формировалась в разных группах независимо и на разных этапах эволюции. Поэтому какого-то одного "наиболее примитивного" цветка у представителей современной флоры нет (Тихомиров, Чистякова, 1985).

Гаметофиты цветковых растений до крайности редуцированы и миниатюризированы, что позволяет им развиваться более ускоренными темпами, чем гаметофиты голосеменных. Вместо 10 или 11 делений всё развитие зародышевого мешка покрытосеменных происходит в результате 3–5 делений. Развитие мужского гаметофита покрытосеменных сводится к одному делению, а у сосны мужской гаметофит образуется после 4 делений (рис 26).

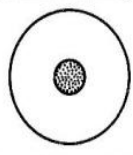
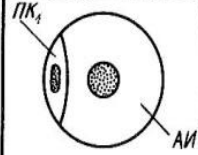
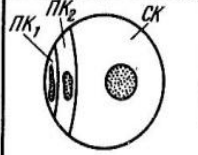
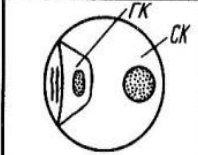
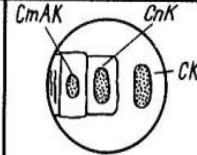
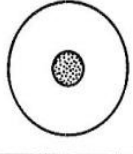
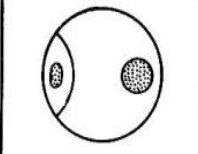
Типы развития мужского гаметофита (пыльцы)	Микроспора	Развитие мужского гаметофита			
		1	2	3	4
Тип сосны					
Тип цветкового растения		X	X		X

Рис. 26. Схемы развития мужских гаметофитов сосны и покрытосеменных:  
*ПК<sub>1</sub>*, *ПК<sub>2</sub>* – проталлиальные клетки; *СпК* – спермагенная клетка; *СК* – сифоногенная клетка; *ГК* – генеративная клетка; *СтАК* – стерильная антеридиальная клетка; *АИ* – антеридиальная инициаль

Отдел покрытосеменные делится на два класса: двудольные и однодольные (табл. 1), которые обособились на заре его эволюции, и одинаково близки к предковой группе. Однако в совокупности у однодольных наблюдается всё же больше вторичных черт, свидетельствующих о несколько большей их специализации по сравнению с двудольными. Это даёт основание располагать их в системе после двудольных.

Из таблицы видно, что нет ни одного признака, по которому чётко отличались бы классы цветковых растений. Они различаются только комбинацией признаков. Это говорит о том, что они ещё не настолько сильно разошлись в процессе эволюции, чтобы можно было разграничивать их по одному какому-либо признаку.

Таблица 1. Важнейшие отличительные признаки классов

Двудольные	Однодольные
Зародыш с 2 семядолями, иногда с 1, редко с 3–4 семядолями.	Зародыш с 1 семядолей.
Семядоли обычно с 3 проводящими пучками.	Семядоля обычно с 2 главными проводящими пучками.
Листья с перистым или реже с пальчатым жилкованием, иногда жилкование дуговидное или параллельное.	Листья обычно с параллельным жилкованием, реже жилкование дуговидное и очень редко пальчатое или перистое.
Жилкование обычно незамкнутое, т.е. имеются свободные концы жилок.	Жилкование обычно замкнутое, т.е. свободных концов жилок, как правило, не бывает.
Листья обычно с черешком.	Листья обычно не расчленены на черешок и пластинку, часто с влагалищем.
Листовых следов 1–3, иногда больше.	Листовых следов много.

Предлистья (самые нижние, недоразвитые листья боковых вегетативных побегов) и брактеоли обычно парные, расположены по бокам побега.	Предлистья и брактеоли непарные (одиошные), расположены на брюшной стороне побега.
Проводящая система стебля обычно состоит из одного кольца проводящих пучков, как правило, с камбием.	Проводящая система стебля обычно состоит из многих отдельных проводящих пучков, расположенных беспорядочно, проводящие пучки, как правило, без камбия.
Во флоэме обычно имеется паренхима.	Во флоэме нет паренхимы.
Кора и сердцевина хорошо дифференцированы.	Нет ясной дифференциации коры и сердцевины.
Зародышевый корешок развивается в главный корень.	Зародышевый корешок отмирает рано, заменяясь придаточными корнями, образующими мочковатую корневую систему.
Корневой чехлик и ризодерма в онтогенезе формируются из одной группы инициальных клеток.	Чехлик и эпидерма корня в онтогенезе формируются из разных групп инициальных клеток.
Древесные и травянистые растения, иногда вторичные древовидные растения.	Обычно травы, иногда вторичные древовидные формы (первичные древесные растения отсутствуют).
Цветки большей частью 5- или (реже) 4-членные, и лишь у некоторых, преимущественно примитивных таксонов, 3-членные.	Цветки обычно 3-членные, иногда 1- или 2-членные, но никогда не бывают 5-членными.
Нектарники разных типов, часто представляют собой видоизменённые тычинки, редко бывают септальными.	Нектарники преимущественно септальные, т.е. расположены на перегородках завязи.

## СЕМИНАР "ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОТДЕЛА ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ"

### План семинара

1. Каково происхождение и функции цветка?
2. Назвать части цветка. Какова их морфологическая природа? Каким органам спороношения папоротниковидных и голосеменных гомологичны андроец и гинецеи?
3. Каково происхождение пестика? Чем отличаются плодолистики от мегаспорофиллов архегонияльных растений (строение, функции)?
4. Описать типичное строение тычинки. Сколько микроспорангиев она несёт? Каково строение пыльника?
5. Описать микроспорогенез и развитие мужского гаметофита покрытосеменных. Сравнить мужские гаметофиты покрытосеменных и голосеменных.
6. Описать мегаспорогенез и развитие женского гаметофита покрытосеменных. Сравнить женские гаметофиты покрытосеменных и голосеменных.



7. Каковы причины редукции гаметофитов у цветковых растений?

8. Описать процесс оплодотворения у покрытосеменных. Когда и кем этот процесс был детально изучен?

9. Как возникает эндосперм в семени покрытосеменных? Сравнить происхождение, строение и функции эндосперма у голосеменных и покрытосеменных.

10. Каково разнообразие связей покрытосеменных с животными (сравнить с голосеменными)?

## **ТЕМА 5. ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ**

У покрытосеменных, так же как и у предшествующих отделов растений, происходит чередование двух поколений. Как и у большинства высших растений, наиболее развито, доминирующее поколение – спорофит, половое же поколение у покрытосеменных редуцировано ещё сильнее, чем у голосеменных.

У всех архегониальных растений чётко прослеживается эволюционная тенденция к разноспоровости, при которой происходит редукция полового поколения в жизненном цикле. Покрытосеменные представляют собой высший этап эволюции разноспоровости. Наибольшее сокращение микро- и мегаспорогенеза и ускорение развития гаметофитов, связанное с их сильным упрощением, были, вероятно, важными эволюционными факторами. В результате женский гаметофит цветковых растений представлен зародышевым мешком, состоящим в типе всего из 7 клеток, а мужской гаметофит – пыльцевым зерном, в котором всего 2 клетки – клетка пыльцевой трубки и спермагенная, дающая 2 спермия; при развитии мужского гаметофита нет даже следов проталлиальных клеток, которые ещё сохраняются у голосеменных.

Одним из характерных признаков цветковых растений считается цветок. Наиболее существенные его части – пестики и тычинки.

Важнейшая часть пестика – завязь, замкнутая полость, в которой развиваются семязачатки (в отличие от голосеменных, у которых семязачатки расположены на поверхности открытых мегаспорофиллов). В полости завязи семязачатки оказываются в условиях влажной и тёмной камеры, оптимальных для их развития на определенном этапе. Также, благодаря наличию завязи расширяются и обогащаются возможности распространения зачатков: из цветка формируется плод, и теперь при диссеминации расселяются уже не только отдельные семена, но и целые плоды, у которых есть различные приспособления к распространению семян.

Как и у голосеменных, у цветковых растений для движения спермиев не нужна капельножидкая вода, они передвигаются по цитоплазме пыльцевой трубки, которая обеспечивает высокую точность попадания спермиев в зародышевый мешок. Но, так как семязачатки находятся в завязи, пыльца не может попасть непосредственно на микропиле. Аппаратом, обеспечивающим улавливание пыльцы у покрытосеменных, служит рыльце на верхушке пестика. Наличие рыльца – очень важная особенность. Рыльце покрыто железистой тканью, в секрете которой содержатся сахара, необходимые для питания прорастающей пыльцы, а также ферменты, стимулирующие прорастание.



Для покрытосеменных характерно двойное оплодотворение, которое отсутствует у представителей других отделов растительного мира. В ходе двойного оплодотворения один из спермиев сливается с яйцеклеткой, образуя диплоидную зиготу, а второй – с центральным ядром зародышевого мешка, образуя триплоидную зиготу. В результате двойного оплодотворения образуются две зиготы: диплоидная в дальнейшем даёт начало зародышу, а из триплоидной – формируется эндосперм. Следует обратить внимание, что эндосперм у голосеменных и покрытосеменных – аналоги, но не гомологи.

Наличие двойного оплодотворения у всех представителей покрытосеменных растений является одним из доказательств их единого, монофилетического происхождения.

Покрытосеменные – наиболее пластичная группа растений, они обладают исключительной приспособляемостью к различным естественноисторическим условиям Земли, представители их имеют очень широкое географическое распространение, они растут в самых разнообразных климатических условиях.

Как наиболее приспособленные к условиям внешней среды, покрытосеменные растения отличаются большим разнообразием форм вегетативных и репродуктивных органов – корней, листьев, цветков, плодов, семян. У них более сложное и более совершенное анатомическое строение, чем у представителей других отделов растений. Элементы проводящей системы обеспечивают у них наиболее быстрое передвижение воды и пластических веществ.

У большинства покрытосеменных проводящие элементы ксилемы – сосуды, тогда как почти у всех голосеменных древесина состоит только из трахеид. Специализация тканей сыграла важную эволюционную роль. Паренхиматизация позволила покрытосеменным выработать специальные запасные ткани и разнообразные травянистые жизненные формы. В отличие от древесных растений у трав возможно сокращение онтогенеза и ускорение темпов эволюции; травянистые растения способны существовать в таких крайних условиях, в которых деревья и кустарники жить не могут.

**МАТЕРИАЛ:** фиксированные цветки лютика, тюльпана, вишни, белой акации, гороха, зопника, шиповника, сирени, картофеля, вьюнка, льнянки, черники, шалфея; постоянные микропрепараты: поперечного среза пыльника и завязи; пыльца на рыльце.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** микроскоп, лупы, пинцеты, препаровальные иглы.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** тычинка, тычиночная нить, эндотеций, тапетум, пыльник, пестик, завязь, столбик, рыльце, пыльцевая трубка, плодолистик, интегумент, микропиле, синергиды, яйцеклетка, антиподы, нуцеллус, халаза.

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ТЫЧИНКИ И ПЫЛЬНИКА*

Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника. Пыльник разделён на две теки, каждая из которых состоит из двух пыльцевых гнёзд, в которых образуется пыльца.

Проанализировать одну из тычинок цветков лютика, тюльпана, вишни, шалфея. **ЗАРИСОВАТЬ** формы тычинок изученных растений, обозначить тычиночную нить, пыльник, связник.

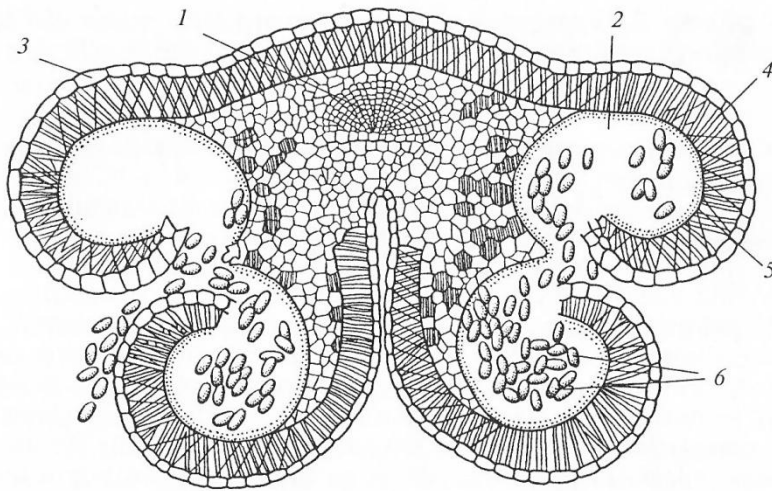


Рис. 27. Поперечный срез пыльника:  
1 – связник; 2 – пыльцевые гнёзда; 3 – эпидерма;  
4 – эндотеций; 5 – тапетум; 6 – пылинки

ний. Обратить внимание на видоспецифичность пыльцевых зёрен. ЗАРИСОВАТЬ пыльцевые зёрна изученных растений.

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепарат пыльцы на рыльце. ЗАРИСОВАТЬ микропрепарат и обозначить рыльце, пыльцу, пыльцевую трубку.

### Задание 3. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ПЕСТИКА, ЗАВЯЗИ И СЕМЯЗАЧАТКА

В типичном случае пестик разделён на три специализированные части – рыльце, столбик, завязь.

Изучить пестики цветков лютика, тюльпана, вишни, шалфея. ЗАРИСОВАТЬ формы пестиков изученных растений, обозначить рыльце, столбик, завязь.

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепарат поперечного среза завязи. Изучить строение семязачатка (рис. 28). ЗАРИСОВАТЬ: 1) схему поперечного среза завязи, отметить семязачаток, семяножку, плаценту, гнездо завязи, стенку завязи; 2) схему строения семязачатка, обозначить семяножку, интегумент, микропиле, синергиды, яйцеклетку, центральное ядро, антиподы, нуцеллус, халазу.

### Задание 4. ИЗУЧИТЬ ЦИКЛ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ЦВЕТКОВОГО РАСТЕНИЯ

Составить и ЗАРИСОВАТЬ схему цикла воспроизведения цветкового растения.

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа постоянный микропрепарат поперечного среза пыльника. ЗАРИСОВАТЬ поперечный срез пыльника, обозначить теку, пыльцевое гнездо, эпидерму, эндотеций, тапетум.

### Задание 2. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЁРЕН ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Рассмотреть при м/ув и б/ув микроскопа зрелую пыльцу различных расте-

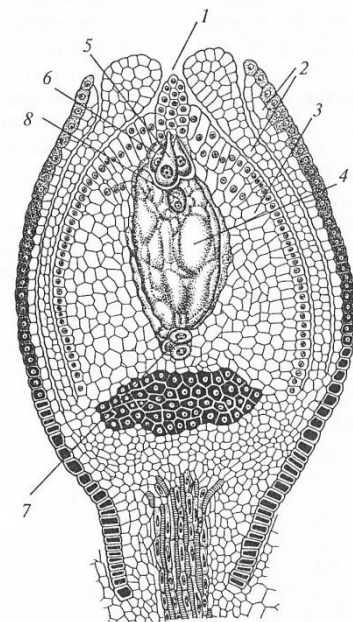


Рис. 28. Строение семязачатка:  
1 – микропиле; 2 – интегументы;  
3 – нуцеллус; 4 – зародышевый мешок; 5 – яйцеклетка; 6 – синергиды; 7 – антиподы; 8 – центральное ядро

### Контрольные вопросы

1. Из каких частей состоит тычинка? Какой формы может быть тычиночная нить?
2. Из каких тканей состоит стенка гнезда пыльника? Каковы функции этих тканей?
3. Какая часть тычинки является гомологом микроспорангия?
4. Что такое пестик? Каковы его функциональные части?
5. Каково строение семязачатка? Какая часть семязачатка является гомологом мегаспорангия?

### Тема 6. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ ЦВЕТКОВ

Цветок – репродуктивный орган покрытосеменных растений (рис. 29). Анализ строения цветка предполагает изучение строения и расположения частей цветка, их количества.

Часть стебля, находящуюся под цветком, называют цветоножкой. Она переходит в ось цветка – цветоложе, на котором формируются все остальные элементы цветка: чашелистики, лепестки, тычинки, пестики. Цветоложе может быть плоским, вогнутым, выпуклым и др.

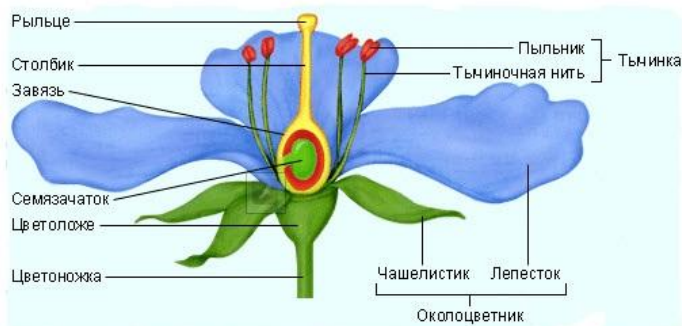


Рис. 29. Строение цветка

Совокупность чашелистиков образует *чашечку*, а лепестков – *венчик*. Чашечка и венчик вместе составляют *околоцветник*. Околоцветник, дифференцированный на различно окрашенные чашечку и венчик, называют двойным, а состоящий из однородных листочков называют простым.

Простой чашечковидный околоцветник обычно зелёный, мало заметный (свёкла, щавель). Простой венчиковидный околоцветник окрашен ярко (тюльпан). Цветки без околоцветника называют голыми (ива, ясень).

Если через околоцветник можно провести две и более плоскости симметрии, то цветок называют актиноморфным (правильным), а если – только одну плоскость симметрии – зигоморфным (неправильным).

**МАТЕРИАЛ:** фиксированные цветки лютика, кувшинки, тюльпана, вишни, белой акации, гороха, зопника, шиповника, свёклы, ивы, сирени, картофеля, выюнка, льнянки, лука, вечерницы, клещевины, шалфея.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** микроскоп, лупы, пинцеты, препаровальные иглы.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** цветок, цветоложе, чашелистик, чашечка, лепесток, венчик, околоцветник, актиноморфный цветок, зигоморфный цветок, формула цветка, диаграмма цветка.

#### Задание 1. УЯСНИТЬ ЗАКОНОМЕРНОСТИ В РАСПОЛОЖЕНИИ ЧАСТЕЙ ЦВЕТКА

Изучить строение цветка лютика. Сделать продольный срез через цветок, обратить внимание на последовательность в расположении частей цветка на выпуклом цветоложе.

ЗАРИСОВАТЬ схему продольного среза цветка лютика, обозначить цветоножку, цветоложе, чашелистики, лепестки, тычинки, пестики.

*Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА КУВШИНКИ*

Используя фиксированный материал, изучить строение цветка кувшинки. У кувшинки чашечка состоит из четырёх листочков, а венчик из большого числа лепестков. По направлению к центру цветка лепестки уменьшаются в размерах, становятся более узкими. Самые внутренние лепестки можно рассматривать как переходные формы к тычинкам. Таким образом, в цветке кувшинки ясно видна тычиночная природа лепестков. Это же наблюдается у лютиковых, маковых, кактусовых, розоцветных и др.

ЗАРИСОВАТЬ морфологический ряд перехода от тычинок к лепесткам.

*Задание 3. РАССМОТРЕТЬ АКТИНОМОРФНЫЕ И ЗИГОМОРФНЫЕ ЦВЕТКИ*

Рассмотреть актиноморфные цветки лютика, тюльпана, вишни и зигоморфные цветки белой акации, гороха, зопника.

ЗАРИСОВАТЬ изученные цветки, обозначить плоскости симметрии.

*Задание 4. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ОКОЛОЦВЕТНИКОВ*

Изучить и ЗАРИСОВАТЬ цветки: с двойным околоцветником (лютик, шиповник), простым венчикообразным околоцветником (тюльпан), простым чашечкообразным околоцветником (свёкла), голые цветки (ива, тополь).

*Задание 5. ИЗУЧИТЬ ФОРМЫ СРОСТНОЛЕПЕСТНОГО ВЕНЧИКА*

Чашелистики и лепестки бывают свободными (чашечка раздельнолистная, венчик раздельнолепестный) или более или менее сросшимися (чашечка сросстнолистная, венчик сросстнолепестный). Срастание лепестков, как и других частей цветка, определяют следующим образом: отрывают один из лепестков, если при этом отрывается весь венчик или хотя бы часть других лепестков, то венчик – сросстнолепестный.

Изучить и ЗАРИСОВАТЬ формы сросстнолепестного венчика у сирени (блюдцевидный), картофеля (колесовидный), вьюнка (воронковидный), зопника (двугубый), льнянки (шпористый).

*Задание 6. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ, ТИПЫ АНДРОЦЕЯ*

Андроцей – совокупность тычинок в цветке. Часто тычинки в цветке не срастаются, тогда андроцей свободный. Если тычинки срастаются между собой, андроцей называют сросшимся. Различают однобратственный андроцей, у которого срастаются все тычинки (сложноцветные); двубратственный, у которого одна тычинка остаётся свободной (многие бобовые); многобратственный, у которого тычинки срастаются в несколько групп (зверобой).

Рассмотреть строение андроцея в цветке лютика, тюльпана, льнянки, черники, белой акации, подсолнечника. Обратить внимание на число тычинок, их взаимное расположение, положение по отношению к лепесткам и чашелистикам, длину тычиночных нитей, их срастание.

ЗАРИСОВАТЬ типы андроцея на примере изученных растений.

### Задание 7. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ, ТИПЫ ГИНЕЦЕЯ И ПЕСТИКА

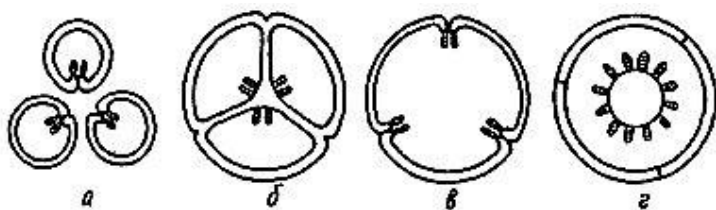


Рис. 30. Типы гинецея: *a* – апокарпный из трёх плодolistиков; *б, в, з* – ценокарпный из трёх плодolistиков (*б* – синкарпный, *в* – паракарпный, *з* – лизикарпный)

(горох) до множества (лютик). Гинецей, состоящий из нескольких сросшихся своими стенками плодolistиков, из которых образуется один пестик, называется ценокарпным. Обычно пестик дифференцирован на завязь, столбик, рыльце.

По положению в цветке различают нижнюю и верхнюю завязь. Стенки верхней завязи образованы только тканями плодolistиков. Все остальные части цветка в этом случае располагаются ниже завязи. Стенки нижней завязи возникают в результате срастания тканей плодolistиков с разросшимся вогнутым цветоложем, чашелистиками и другими элементами цветка. В цветках с нижней завязью верхушки чашелистиков, лепестков и тычинок находятся выше завязи.

**А.** Рассмотреть цветки лютика, ивы, вишни, шиповника, яблони, подсолнечника. Сделать продольный разрез цветка, определить тип завязи.

ЗАРИСОВАТЬ схемы типов завязей изученных цветков.

**Б.** Сделать поперечные срезы завязей цветков гороха, тюльпана, картофеля. Определить тип гинецея. ЗАРИСОВАТЬ схемы поперечных срезов завязей изученных цветков.

### Задание 8. СОСТАВИТЬ ФОРМУЛЫ И ДИАГРАММЫ ЦВЕТКОВ

Краткую характеристику цветка можно дать сокращённо в виде формулы. В формуле части цветка обозначают следующим образом: \* – актиноморфный цветок; ↑ – зигоморфный цветок; *P* (лат. *perigonium*) – простой околоцветник; *Ca*

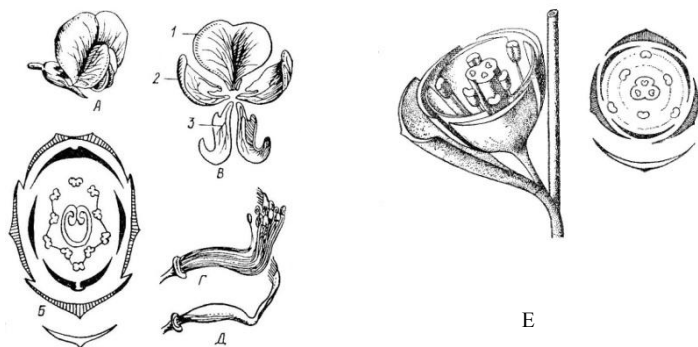


Рис. 31. А–Д – цветок гороха: А – общий вид; Б – диаграмма цветка; В – венчик: 1 – парус, 2 – вёсла, 3 – лодочка; Г – андроцей; Д – гинецей; Е – построение диаграммы цветка

зывают положением черты:  $G_{(5)}$  – нижняя завязь;  $G_{(5)}$  – верхняя завязь.

Например, формула цветка гороха:  $\uparrow Ca_{(5)} Co_{3+(2)} A_{1+(9)} G_{\perp}$

Гинецей – совокупность пестиков в цветке. Различают апокарпный и ценокарпный гинецей (рис. 30). Гинецей, состоящий из не сросшихся друг с другом плодolistиков, каждый из которых образует пестик, называется апокарпным. Число пестиков в апокарпном гинецее варьирует от одного

(лат. *calyx*) – чашечка; *Co* (лат. *corolla*) – венчик; *A* (лат. *androecium*) – андроцей; *G* (лат. *gynoecium*) – гинецей. Если какие-либо органы цветка расположены в несколько кругов, то используют знак "+", например:  $A_{10+10+5}$ ; срастание частей показывают круглыми скобками, например,  $Ca_{(5)}$ . Большое (больше 12) и неопределённое число обозначают знаком  $\infty$ . Положение завязи показывают положением черты:  $G_{(5)}$  – нижняя завязь;  $G_{(5)}$  – верхняя завязь.

Диаграмма цветка представляет собой схематическую проекцию цветка на плоскость, перпендикулярно оси цветка и проходящую также через кроющий лист и ось соцветия или побега, на котором сидит цветок. Чашелистики изображаются скобкой с килем на спинке; лепестки – круглой скобкой; для тычинок даётся поперечный разрез через пыльник, для гинецея – поперечный разрез завязи (или завязей) с плацентацией и семязачатками. Диаграмма отражает также срастание органов и некоторые дополнительные детали цветка: нектарники, диски и др. Составляются диаграммы по поперечным разрезам бутонов, так как при распускании цветка некоторые его части могут опадать (рис. 31).

Подробно проанализировать строение цветков тюльпана, лютика, вишни, яблони, белой акации или гороха, зопника, вечерницы или редьки.

Составить их формулы и диаграммы цветков.

#### Контрольные вопросы

1. Что такое цветок? Из каких частей состоит цветок? Каковы функции каждой из частей цветка?
2. В чём различие между циклическими, ациклическими и гемициклическими цветками?
3. Как различают простой венчиковидный и чашечковидный околоцветники?
4. Из каких частей состоит тычинка? Какой формы может быть тычиночная нить?
5. Из каких тканей состоит стенка гнезда пыльника? Каковы функции этих тканей?
6. Что такое плодолистик, гинецей, пестик?
7. Как установить число слагающих пестик плодолистиков?
8. Каких типов бывает ценокарпный гинецей?
9. Какая часть семязачатка является гомологом мегаспорангия?
10. Что даёт более полное представление о строении цветка – формула или диаграмма?

### **Тема 7. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ СОЦВЕТИЙ**

Соцветие – побег или система побегов, несущих цветки, более или менее резко отграниченных от вегетативных побегов. Соцветия присущи подавляющему большинству цветковых растений. Соцветия классифицируются по степени разветвленности (простые, сложные), по способу нарастания осей (моноподиальные, симподиальные, тирс), по наличию и характеру прицветных листьев (фрондозные, брактеозные, голые), по поведению апикальных меристем главного и боковых побегов (закрытые, открытые). В большинстве случаев признаки соцветия не зависят друг от друга, встречаются в разных сочетаниях, но некоторые из этих признаков оказываются взаимосвязанными. Например, симподиальные соцветия, как правило, сложные, простые – моноподиальные, хотя среди моноподиальных встречаются и сложные. Симподиальные соцветия относятся к закрытым, а моноподиальные – как к открытым (ландыш, черёмуха, грушанка), так и закрытым (хохлатка, колокольчик).

МАТЕРИАЛ: фиксированные соцветия и набор гербария.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, лупы, пинцеты, препаровальные иглы.

**ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ:** соцветие, кисть, зонтик, щиток, колос, головка, корзинка, початок, метёлка, тирс, завиток, извилина, монохазий, дихазий, плейохазий, обёртка.

*Задание. ИЗУЧИТЬ МОРФОЛОГИЮ СОЦВЕТИЙ*

**ЗАРИСОВАТЬ** схему соцветия пастушьей сумки, дать его характеристику.

Сравнить форму листьев в вегетативной и генеративной частях побега фиалки полевой или фиалки трёхцветной. Охарактеризовать соцветия этих растений. **ЗАРИСОВАТЬ** листовую серию изученного растения.

Рассмотреть верхушки соцветий яблони (или груши), сурепки (или пастушьей сумки), ландыша, черёмухи. Определить открытые или закрытые это соцветия. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы соцветий изученных растений, на рисунке показать верхушку соцветия.

Определить тип соцветия бузины.

Изучить дихазии звездчатки ланцетолистной (или звездчатки дубравной) и монохазии незабудки. Охарактеризовать эти соцветия по признакам их олиственности и нарастания. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы соцветий изученных растений.

Сравнить строение соцветия серёжки берёзы и ивы. Определить простые они или сложные. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы соцветий серёжки берёзы и ивы.

Рассмотреть и **ЗАРИСОВАТЬ** один лист из обёртки лопуха или чертополоха. Уяснить связь структуры этих листьев со способом распространения плодов этих видов.

Определить последовательность распускания цветков в корзинках нивяника (или подсолнечника) и короставника. Чем различается последовательность распускания цветков у этих растений?

Рассмотреть соцветия зопника клубненосного, синяка обыкновенного. **ЗАРИСОВАТЬ** схемы изученных тирсов.

Изучить набор гербария по теме "Соцветие". **ЗАРИСОВАТЬ** схемы основных типов соцветий.

Контрольные вопросы

1. Что такое соцветие?
2. Каково биологическое значение соцветий? В чём преимущество растений, имеющих соцветия, перед теми, у которых цветки одиночные?
3. Чем отличаются простые соцветия от сложных, фрондозные от брактеозных, открытые от закрытых?
4. Назвать характерные признаки каждого из сложных и простых соцветий.

## **Тема 8. СТРОЕНИЕ И РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОДОВ**

Плод – видоизменённый вследствие оплодотворения (или апомиксиса) гинецей одного цветка с прирастающими или сохраняющимися при гинееце другими частями цветка или соцветия, т.е. плод – это зрелый цветок.

Разнообразие плодов определяется тремя группами признаков: строением околоплодника; способом вскрывания или распада; особенностями, связанными с распространением.

Морфологическая классификация плодов основана на типе гинецея. В связи с этим различают апокарпные и ценокарпные плоды (рис. 32–35). Использо-



ется в некоторых случаях и искусственная классификация плодов, основанная главным образом на эколого-морфологических признаках, возникших как приспособления к распространению.

МАТЕРИАЛ: коллекция сухих и фиксированных плодов.

ОБОРУДОВАНИЕ: лупы, лезвия, пинцеты, препаровальные иглы.

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: плод, околоплодник, экзокарпий, мезокарпий, эндокардий, боб, многоорешек, листовка, коробочка, стручок, стручочек, орешек, орех, семянка, зерновка, костянка, многокостянка, ягода, яблоко, тыква

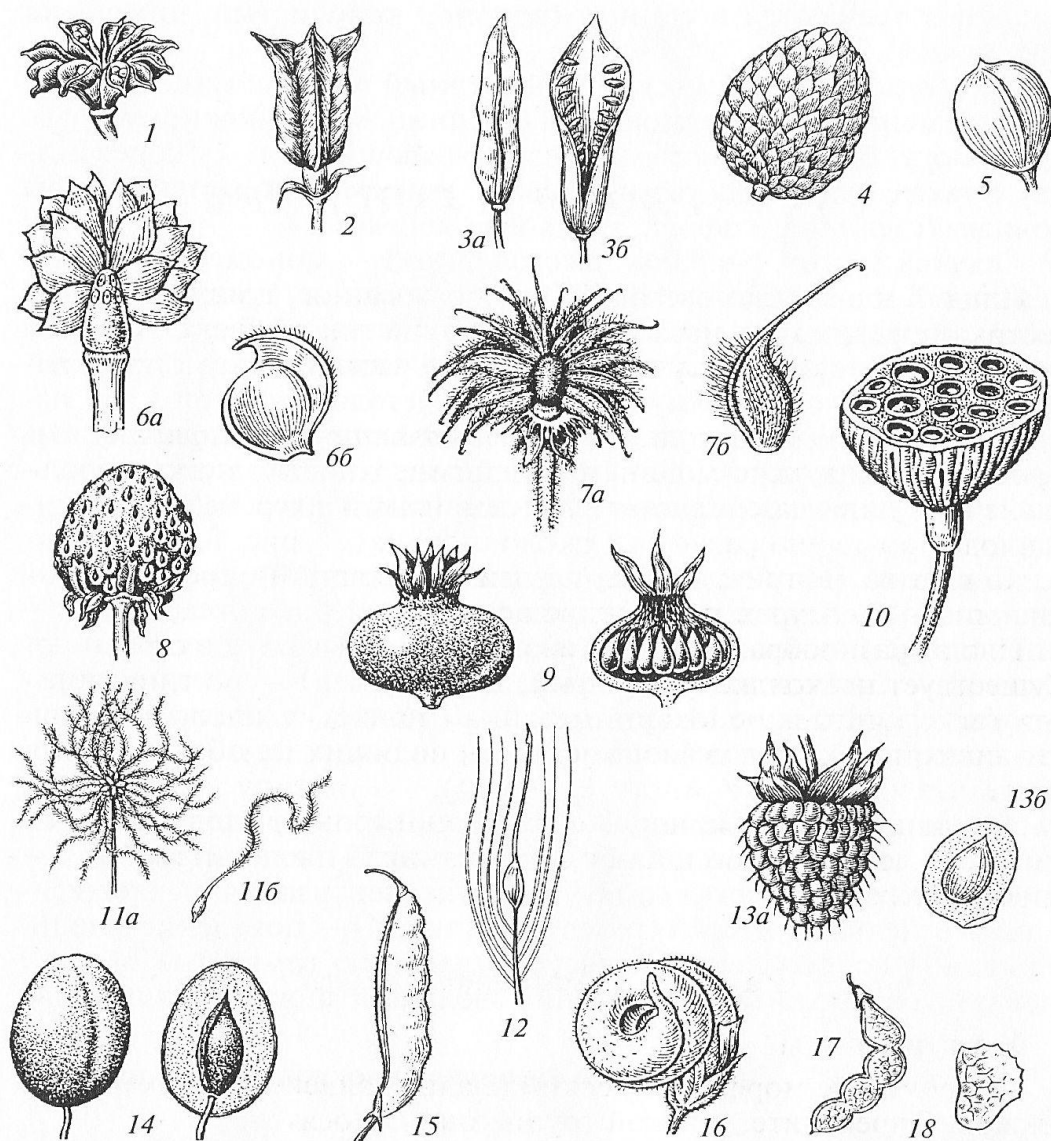


Рис. 32. Апокарпные плоды:

1 – сухая спиральная многолистовка калужницы; 2 – сухая циклическая многолистовка живокости; 3а – сухая однолистовка живокости полевой со спинной стороны; 3б – раскрывающаяся по брюшному шву; 4 – сочная спиральная многолистовка анноны; 5 – сочная однолистовка воронца; 6 – многоорешек лютика; 7а – многоорешек гравилата; 7б – отдельный плодик; 8 – многоорешек (фрага) земляники; 9 – многоорешек (цинародий) шиповника; 10 – многоорешек, погружённый в цветоложе лотоса; 11а – многоорешек ломоноса; 11б – отдельный плодик; 12 – одноорешек рогоза; 13а – многокостянка малины; 13б – отдельный плодик; 14 – однокостянка сливы; 15 – многосемянной вскрывающийся боб гороха (*Pisum arvense*); 16 – скрученный боб люцерны; 17 – членистый боб копеечника; 18 – односемянный боб эспарцета



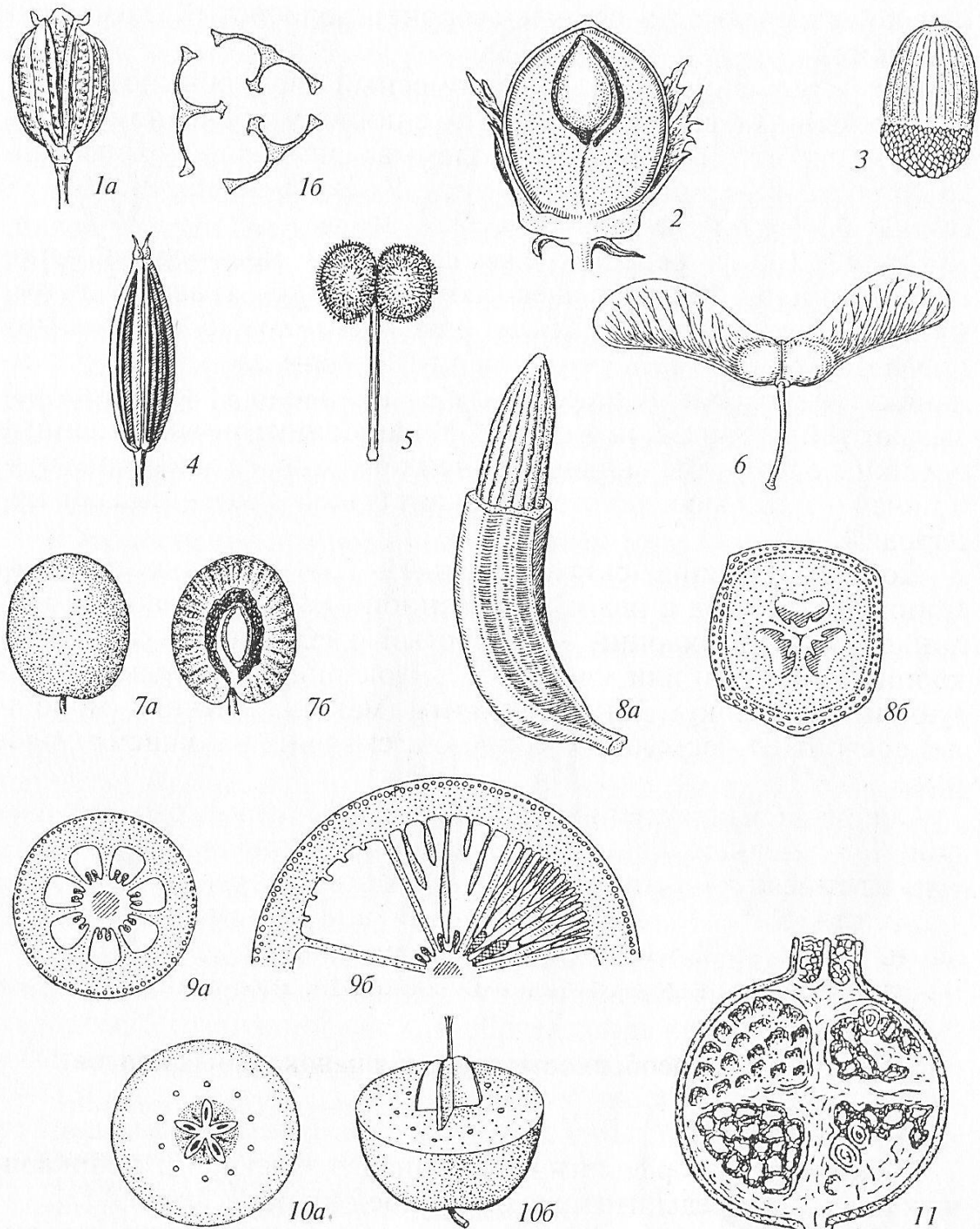


Рис. 33. Ценокарпные плоды, образованные из синкарпного гинецея:

1а – коробочка тюльпана; 1б – схема вскрывания на поперечном срезе; 2 – продольный разрез ореха лещины; 3 – жёлудь дуба; 4 – вислоплодник; 5 – дробный плод подмаренника; 6 – двукрылатка клёна; 7а – костянка маслины; 7б – продольный разрез; 8а – ягода банана с частично удаленным околоплодником; 8б – поперечный разрез плода бессемянной формы; 9а – схема поперечного разреза плода апельсина; 9б – сектор плода на поперечном разрезе; 10а – поперечный разрез яблока яблони; 10б – яблоко с отпрепарированными плодолистиками; 11 – продольный разрез плода граната

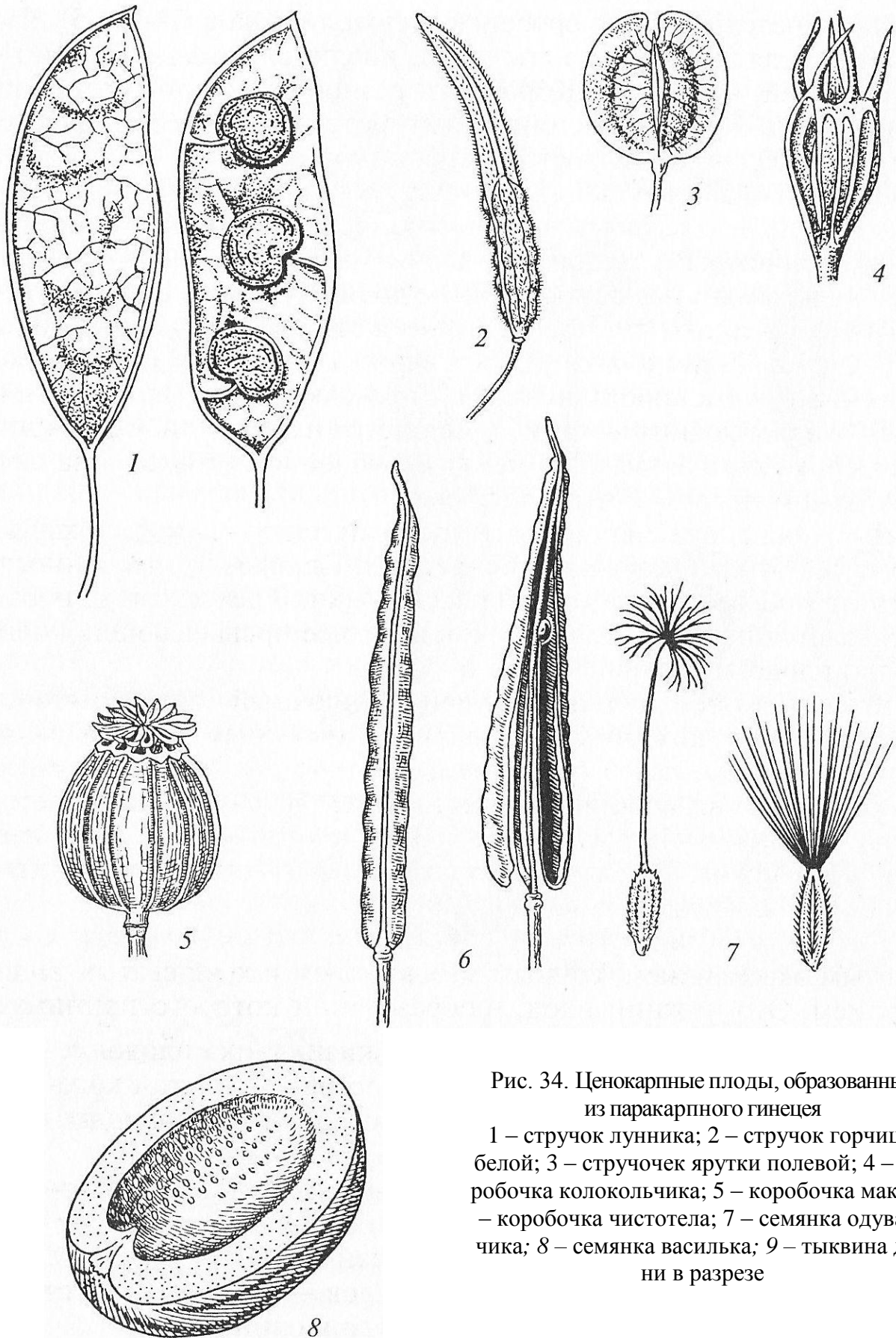


Рис. 34. Ценокарпные плоды, образованные из паракарпного гинецея  
 1 – стручок лунника; 2 – стручок горчицы белой; 3 – стручок ярутки полевой; 4 – коробочка колокольчика; 5 – коробочка мака; 6 – коробочка чистотела; 7 – семянка одуванчика; 8 – семянка василька; 9 – тыква дыни в разрезе

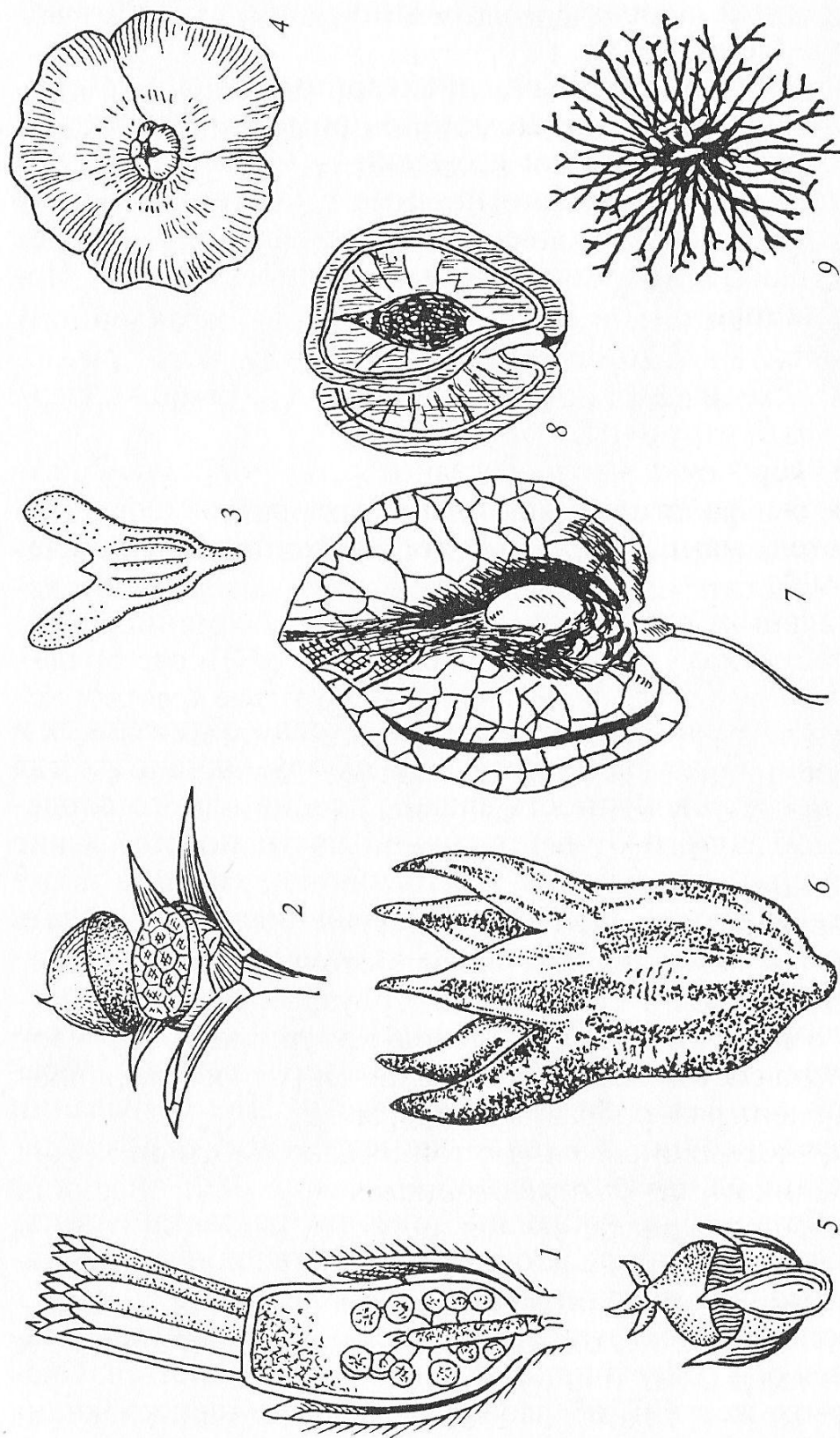


Рис. 35. Ценокарпные плоды, образованные лизикарпного гинцея:

1 – коробочка ясколки с удалённой передней стенкой; 2 – коробочка очного цветка; семянковидный лизикарпий лебеды стельчатой; 4 – семянковидный лизикарпий солянки шерстистой; 5 – односемянный лизикарпий ширицы запрокинутой; 6 – односемянный лизикарпий дивалы однолетней; 7 – семянка щавеля курчавого; 8 – семянка ревеня; 9 – семянка джугзуна

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОДОВ*

Рассмотреть коллекцию плодов, найти среди них следующие типы:

- апокарпные плоды;
- ценокарпные плоды;
- плоды сухие, многосемянные, вскрывающиеся
- листовка, многолистовка, боб, коробочка, стручок, стручочек;
- плоды сухие, односемянные, невскрывающиеся
- орешек (одноорешек, многоорешек), орех, семянка, зерновка;
- плоды сочные, односемянные и многосемянные, невскрывающиеся
- костянка (многокостянка), ягода, земляника, яблоко, тыква, померанец

ЗАРИСОВАТЬ плоды разных типов, указать растения, имеющие такие плоды.

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ОРЕШКОВ*

Из коллекции плодов выбрать одноорешки и многоорешки. Изучить их разнообразие. Обратит внимание, что разнообразие многоорешков определяется формой, особенностями разрастания, консистенцией цветоложа (плодоложка).

Изучить многоорешки лютика, гравилата, прострела, ломоноса, рогоглавника, лотоса, земляники.

ЗАРИСОВАТЬ разнообразие многоорешков, указать растения, имеющие такие плоды.

### *Задание 3. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ КОРОБОЧЕК*

Из коллекции плодов выбрать коробочки. Изучить их разнообразие. Обратит внимание, что разнообразие коробочек определяется количеством плодолистиков (количеством гнезд), способом вскрывания (дырочками, крышечкой, зубчиками, створками), размерами и формой, плацентацией (расположением семян), консистенцией околоплодника к моменту созревания, разного типа выростами и придатками.

Изучить коробочки тюльпана, лука, белены, дурмана, мака, примулы, фиалки, колокольчика, вероники, гвоздики, звездчатки.

ЗАРИСОВАТЬ разнообразие коробочек, указать растения, имеющие такие плоды.

#### Контрольные вопросы

1. Из чего образуется плод? Каково его строение?
2. По каким признакам классифицируют плоды?
3. В чём сходство и различие между листовкой, бобом, стручком, коробочкой?
4. В чём сходство и различие между ягодой и тыквиной, ягодой и костянкой?
5. Что такое соплодие?
6. Каковы функции плодов? Чем определяется их разнообразие?

## Семинар "ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОРФОЛОГИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ"

### План семинара

1. Назвать черты примитивности в строении цветка покрытосеменных. Какие доказательства можно привести в пользу первичности такого типа строения цветка?
2. В каких направлениях шла морфологическая эволюция цветка (ось цветка, расположение на ней листовых органов, положение завязи)?
3. Охарактеризовать основные направления эволюции околоцветника. Как они связаны с изменениями способов опыления? Привести примеры цветков, околоцветник которых видоизменён в связи с приспособлением к опылению насекомыми, ветром, другими агентами.
4. Каковы направления эволюции андрогнея (число тычинок, их расположение, срастание, форма пыльников, способы их вскрывания и т.п.)? Привести примеры семейств или родов растений с чертами специализации в строении андрогнея.
5. Назвать основные типы гинецея. Каковы пути эволюции гинецея? Привести примеры растений с различными типами гинецея.
6. Охарактеризовать основные направления эволюции апокарпных и цепокарпных плодов. Описать приспособления к распространению плодов и семян.
7. Какой тип жизненной формы (древесный, травянистый) можно считать первичным для покрытосеменных? Обосновать ответ.
8. Какие преимущества приобрели покрытосеменные с возникновением в ходе их эволюции разнообразия жизненных форм?
9. Охарактеризовать предполагаемые первичные покрытосеменные по следующим признакам: жизненная форма; листья; особенности древесины; размеры и положение цветков.

## НЕКОТОРЫЕ СЕМЕЙСТВА ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

### Тема 9. СЕМЕЙСТВО ЛЮТИКОВЫЕ

#### КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ (Dicotyledoneae)

#### ПОДКЛАСС РАНУНКУЛИДЫ (Ranunculidae)

Большей частью многолетние и однолетние травянистые растения, редко кустарники. Паренхимные ткани без эфиромасличных клеток. Сосуды обычно с простой перфорацией. Цветки обоеполые или реже однополые, спиральные, гемциклические или чаще циклические, от актиноморфных до зигоморфных, с двойным или простым околоцветником, с большим количеством тычинок и большей частью апокарпным гинецеем. Листья простые без прилистников.

#### Порядок ЛЮТИКОЦВЕТНЫЕ (Ranunculales)

#### Семейство ЛЮТИКОВЫЕ (Ranunculaceae)

В семействе около 50 родов и более 2 000 видов, широко распространённых по всему земному шару, но сосредоточенных главным образом в умеренных и холодных областях северного и южного полушарий, особенно в северной

умеренной зоне. Большинство лютиковых – многолетние травы, но немало однолетников и двулетников, встречаются также эфемероиды и водные формы (водный лютик). Древесные формы (род ломонос), вероятно, возникли вторично.

Листья простые, цельные или расчленённые, без прилистников. Цветки очень разнообразны: актиноморфные и зигоморфные, спиральные, гемициклические и циклические, одиночные или чаще собранные в соцветия разных типов. Околоцветник простой чашечковидный или двойной. В цветке всегда большое и неопределённое число тычинок, гинецей апокарпный, завязь верхняя.

В строении цветка хорошо выражены признаки приспособления к насекомопылению, в частности наличие разных по форме и происхождению нектарников. Некоторые виды не имеют нектарников (ветреница), но насекомые посещают их цветки, привлекаемые большим количеством пыльцы. Существует и ветроопыление (василистник), но, вероятно, это явление вторичное.

Плод – чаще многолистовка или многоорешек, иногда сочная однолистовка (воронец).

**МАТЕРИАЛ:** фиксированные цветки и плоды, гербарий растений семейства лютиковые.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, микроскоп, оборудование для приготовления микропрепаратов

#### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ*

Из гербария выбрать растения следующих жизненных форм:

- гемикриптофиты с полурозеточными побегами;
- гемикриптофиты с надземно-ползучими побегами;
- геофиты с запасующими корнями;
- длиннокорневищные геофиты;
- терофиты летние;
- терофиты-эфемеры;
- древесные лианы.

Для каждой жизненной формы записать примеры растений.

#### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА ЛЮТИКА ЕДКОГО*

Используя фиксированные цветки и гербарий, изучить строение цветка лютика едкого.

**ЗАРИСОВАТЬ:** 1) продольный разрез цветка, показать вытянутое цветоложе, положение чашелистиков, лепестков-нектарников, тычинок и пестиков; диаграмму цветка;

2) лепесток-нектарник с нектарной ямкой на внутренней стороне; пестик с сидячим рыльцем; орешек плода.

Составить формулу цветка.



### Задание 3. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ЦВЕТКОВ ЛЮТИКОВЫХ

Изучить различные типы строения цветка на примере следующих растений:

- а) спиральный – адонис весенний; гемициклический – лютик (рис. 36); циклический – водосбор;



Рис. 36. Лютик едкий: 1 – внешний вид; 2 – плод многоорешек; 3 – лепесток с нектарной ямкой, прикрытой чешуйкой; 4 – диаграмма цветка

ЗАРИСОВАТЬ диаграммы цветков;

- б) с простым венчиковидным околоцветником – сон-трава, ветреница, калужница; с двойным околоцветником – лютик;

в) актиноморфный – лютик, ветреница; зигоморфный – живокость, дельфиниум;

г) с неопределённым (большим) количеством элементов цветка – калужница; с определенным (обычно кратным 5) – лютик, водосбор;

д) без нектарников – калужница; с лепестками-нектарниками – лютик; с нектарниками, расположенными глубоко в шпорце – водосбор, живокость;

ЗАРИСОВАТЬ лепесток-нектарник, лепесток со шпорцем;

е) с большим количеством плодолистиков с многочисленными семязачатками – купальница; с большим неопределенным числом плодолистиков с одним семязачатком – ветреница, сон-трава, лютик; с определенным числом плодолистиков – водосбор, дельфиниум, живокость.

ОТМЕТИТЬ примитивные и продвинутые признаки в строении цветка.

Изучить формулы цветков некоторых представителей семейства лютиковые: \*  $P_{C_0 3+2} A_{\infty} G_{\infty}$  – калужница; \*  $Ca_5 Co_5 A_{\infty} G_{\infty}$  – лютик; \*  $P_{C_0 3+3} A_{\infty} G_{\infty}$  – ветреница лютиковая; \*  $Ca_3 Co_{7-9} A_{\infty} G_{\infty}$  – чистяк; \*  $Ca_5 Co_5 A_{\infty} St_{10} G_{\underline{5}}$  – водосбор;  $\uparrow Ca_{1-4} Co_{(2)} A_{\infty} G_{\underline{1}}$  – живокость.

Выявить возможные направления эволюции цветка в семействе лютиковых.

### Задание 4. УСТАНОВИТЬ ГОМОЛОГИЮ ЧАСТЕЙ ЦВЕТКА

Сделать поперечные срезы черешка листа, чашелистика, лепестка и тычинки цветка лютика. Рассмотреть их под микроскопом и по количеству проводящих пучков доказать, что чашелистики у лютиковых это метаморфизированные прицветные листья, а лепестки – видоизмененные (стерильные) тычинки.

ЗАРИСОВАТЬ схемы поперечных срезов черешка листа, чашелистика, лепестка и тычинки, обозначить проводящие пучки.

### Задание 5. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОДОВ

Изучить различные типы плодов на примере следующих растений:

- спиральная многолистровка – калужница;
- циклическая 5-листровка – водосбор;
- циклическая 3-листровка – дельфиниум;
- сросшаяся до верхушки многолистровка – чернушка;
- сухая однолистровка – живокость;
- сочная однолистровка – воронец;
- многоорешек – лютик, сон-трава, ломонос, рогоглавник.

ЗАРИСОВАТЬ различные типы плодов. Построить схему возможных направлений морфологической эволюции плодов.

#### Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте основные направления морфологической эволюции цветка в семействе лютиковые.
2. Какие типы опыления встречаются в семействе лютиковые?
3. Как изменяется строение цветка лютиковые при переходе от одного типа опыления к другому?
4. Чем привлекают насекомых цветки лютиковых?
5. Охарактеризуйте полиморфизм плода лютиковых и возможные пути их эволюции.
6. Каковы способы распространения плодов лютиковых?
7. Охарактеризуйте морфологические приспособления плодов к распространению.

## ТЕМА 10. СЕМЕЙСТВО КРЕСТОЦВЕТНЫЕ

### ПОДКЛАСС ДИЛЛЕНИИДЫ (Dilleniidae)

Деревья, кустарники и травы с простыми или реже сложными листьями с прилистниками или без них. Цветки очень разных типов, обычно с двойным околоцветником, спиральным, гемициклическим или циклическим. Гинецей апокарпный или чаще ценокарпный, со свободными или сросшимися стилодиями; завязь верхняя или нижняя. Плоды разных типов.

Дилленииды – один из наиболее крупных подклассов и в филогенетическом отношении одна из центральных групп.

### Порядок КАПЕРЦОВЫЕ (Capparales)

#### Семейство КРЕСТОЦВЕТНЫЕ (Cruciferae, или Brassicaceae)

В семействе насчитывается до 380 родов и около 3 000 видов. Расселены они по земному шару крайне неравномерно. В основном сконцентрированы в умеренной зоне северного полушария, главным образом в Старом Свете.

Крестоцветные хорошо приспособляются к самым разнообразным местообитаниям. Одни из них приурочены к крайним условиям высокогорий; другие – по морским побережьям; некоторые продвинулись далеко на север и характерны для арктических областей; многие являются обитателями пустынь, полупустынь и степей. Широко представлены крестоцветные также в лесах, среди степной растительности, на увлажненных местах и даже в воде, однако,



преобладают среди них растения засушливых и сухих местообитаний.

Несмотря на высокую пластичность в приспособлении к условиям среды, наблюдается относительно небольшое разнообразие жизненных форм. Большинство крестоцветных – однолетние или многолетние травы, есть полукустарнички, и очень редко – кустарники.

Листья крестоцветных очередные, нижние часто образуют прикорневую розетку. У некоторых видов наблюдается гетерофиллия. Листовая пластинка простая, цельная или в разной степени рассеченная. Среди крестоцветных встречаются растения как голые, так и опушенные простыми или вильчато или звездчато-разветвленными волосками.

Соцветие – щитковидная кисть. Цветки часто очень мелкие, невзрачные, по своему строению крайне однообразны. Чашелистики, расположенные в два круга (по 2), у основания могут быть с мешковидными вместилищами нектара.

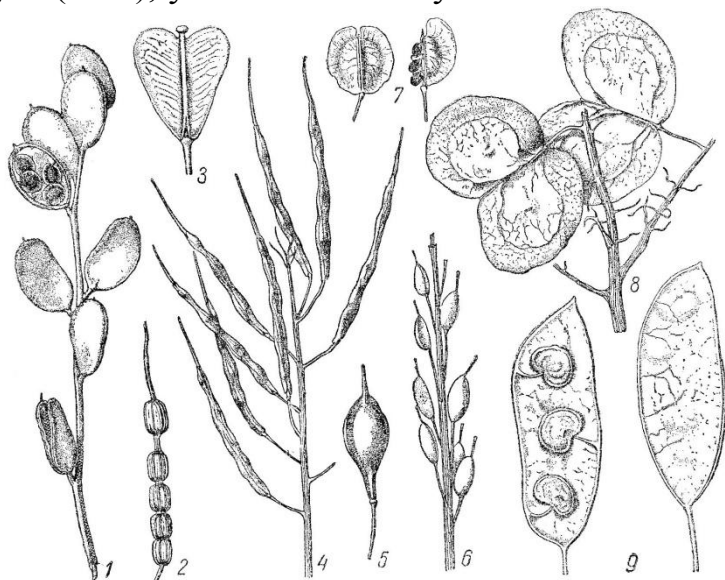


Рис. 37. Плоды крестоцветных:

1 – фибигия щитовидная; 2 – редька дикая; 3 – пастушья сумка обыкновенная; 4 – капуста огородная; 5 – свербига; 6 – бурячок; 7 – ярутка полевая; 8 – крупноплодник гигантский; 9 – лунник оживающий на 2 гнезда.

Крестоцветные – энтомофильные растения. Перекрестное опыление обеспечивается дихогамией (разновременное созревание пыльников и рыльца цветка). Для большинства из них характерна протогиния. Однако нередко наблюдается и самоопыление, например, клейстогамия известна у шильника водяного и др.

Плод – стручок или стручочек. Плоды крестоцветных сильно варьируют по величине, форме створок, различным выростам на них (рис. 37).

Семена без эндосперма. Для систематики семейства имеет большое значение положение корешка зародыша относительно семядолей его, так как у крестоцветных зародыш всегда согнутый, а корешок и гипокотиль по-разному прилегают к семядолям. Зародыш бывает: краекорешковый – корешок прилегает к краю обеих семядолей (сердечник); спинно-корешковый – корешок прилегает к спинке одной из семядолей (гулявник); вдоль складчатый – семядоли

Венчик из 4 свободных лепестков, расположенных крестообразно (отсюда и название крестоцветные). Тычинок обычно 6, расположенных в 2 круга; две из них, образующие внешний круг, короткие, четыре срединные более длинные. При основании тычинок располагаются небольшие нектарники. Гинецей всегда ценокарпный, из 2 плодолистиков, завязь верхняя. По шву срастания плодолистиков образуется ложная перегородка, делящая завязь на 2 гнезда.

сложены так, что корешки оказываются в ложбинке одной из них (редька, капуста); спиральный – семядоли закручены спирально, и благодаря этому поперечный разрез пересекает их дважды (свербига).

Среди крестоцветных преобладают анемохоры и зоохоры.

**МАТЕРИАЛ:** гербарные образцы и фиксированный материал соцветий и плодов крестоцветных; замоченные семена.

**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, препаровальные иглы, лупы, таблицы.

### *Задание 1. СДЕЛАТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ РЕДЬКИ ПОСЕВНОЙ*

Редька посевная – одно из наиболее широко известных овощных растений. В пределах вида различают два подвида: редька (корнеплод черный или белый, крупный, длиной до 25 см) и редис (корнеплод белый, красный, фиолетовый, длиной до 3–15 см). Определить жизненную форму, тип листорасположения, описать морфологию листа. **ЗАРИСОВАТЬ** лист.



Рис. 38. Капуста огородная: 1 – часть соцветия; 2 – лист цветоносного побега; 3 – цветок в разрезе; 4 – андроцей и гинецей; 5 – зрелый плод

### *Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА КРЕСТОЦВЕТНЫХ*

Рассмотреть цветок капусты (рис. 38). Обратит внимание на чашечку, состоящую из 4 чашелистиков, венчик из 4 лепестков, андроцей из 6 тычинок, нектарные чешуйки, расположенные в основании коротких тычинок, пестик с верхней сидячей завязью, длинным столбиком и головчатым рыльцем. **ЗАРИСОВАТЬ** лепесток, составить формулу и диаграмму цветка.

### *Задание 3. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОДОВ КРЕСТОЦВЕТНЫХ*

Строение плодов – один из важнейших признаков для определения родов крестоцветных.

Рассмотреть: стручок без носика (желтушник), стручок с носиком (капуста), стручочек узко перегородчатый (пастушья сумка), стручочек широкоперегородчатый (бурачок), орешковидный стручочек (рыжик), членистый стручок (редька дикая), крылатый стручочек (ярутка, клоповник). **ЗАРИСОВАТЬ** плоды крестоцветных.

### *Задание 4. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ СЕМЯН КРЕСТОЦВЕТНЫХ*

Познакомиться со строением семян и зародыша желтушника, редьки посевной, капусты огородной, пастушьей сумки, бурачка, икотника серого, рыжика мелкоплодного, сурепки обыкновенной.

Намоченные семена каждого вида растения поочередно положить на стекло и, сняв семенную кожуру, рассмотреть положение корешка зародыша по отношению к его семядолям. Разбухшая семенная кожура легко снимается с се-

мени, надо только иглой надорвать её. Осторожно раздвигая семядоли и корешок определить их взаимное расположение. ЗАРИСОВАТЬ различные типы зародышей семян крестоцветных.

#### *Задание 5. ПОЗНАКОМИТЬСЯ С РАЗНООБРАЗИЕМ КРЕСТОЦВЕТНЫХ*

По гербарным образцам познакомится с важнейшими представителями семейства. Видовые названия растений записать в тетрадь.

#### Контрольные вопросы

1. Назвать основные особенности строения цветка крестоцветных.
2. Назвать типы зародышей семян крестоцветных.
3. Каковы возможные пути морфологической эволюции плода крестоцветных?
4. Чем обеспечивается перекрестное опыление у крестоцветных?
5. Назвать овощные, масличные, кормовые, лекарственные, декоративные и сорные крестоцветные.

## ТЕМА 11. СЕМЕЙСТВО РОЗОЦВЕТНЫЕ

### ПОДКЛАСС РОЗИДЫ (Rosidae)

Деревья, кустарники или травы с простыми или сложными листьями с прилистниками или без них.

Цветки в соцветиях или одиночные, обоеполые или реже однополые, актиноморфные или зигоморфные, циклические, обычно с двойным околоцветником. Лепестки свободные или более или менее сросшиеся. Тычинки от многочисленных до нескольких. Гинецей апокарпный или ценокарпный, завязь верхняя, полунижняя или нижняя. Плоды разного типа. Семена с эндоспермом или без эндосперма.

### Порядок РОЗОЦВЕТНЫЕ (Rosales)

#### Семейство РОЗОЦВЕТНЫЕ, или РОЗАННЫЕ (Rosaceae)

В семействе 100 родов и 3 000–3 350 видов. Очень полиморфное семейство, представители которого встречаются почти во всех областях земного шара, но основная часть видов сосредоточена в умеренной и субтропической зонах северного полушария.

В семействе очень широкий спектр жизненных форм: однолетние и многолетние травы, кустарники, деревья. Наряду с кустарниками с многолетними надземными и подземными побегами, встречаются кустарники, например род малина – с двулетними надземными побегами и многолетними подземными корневищами. У некоторых многолетних розовых формируются плагиотропные побеги (столоны земляники, лапчатки гусиной, лапчатки ползучей).

Цветки розоцветных актиноморфные, обычно обоеполые, с 5-членным двойным околоцветником. У некоторых представителей имеется подчашье и тогда чашечка состоит из двух кругов. Тычинок много, часто кратно 10, иногда редуцировано до 4-х. Тычинки располагаются кругами. Насекомоопыляемые.

Отличительная особенность семейства – строение гинецея и гипантия. Гинецей многочленный или одночленный апокарпный. Гипантий – вогнутая, бокаловидная или блюдцевидная цветочная трубка, образованная разросшимся

цветоложем (нижняя часть гипантия) и сросшимися основаниями лепестков, чашелистиков и тычинок (верхняя часть гипантия). Цветочная трубка окружает завязь и либо срастается с ней, при этом образуется нижняя завязь, либо завязь (или завязи) не срастаются с гипантием, при этом образуется полунижняя или верхняя завязь.

Цветки сохраняют ряд примитивных черт (многочленность андроцея и гинецея, апокарпный гинецей), сближающих розоцветные с лютиковыми. В то же время в строении цветков есть и признаки специализации: цветки циклические; наличие гипантия, принимающего участие в образовании плода; переход от верхней к нижней завязи.

Плоды у розоцветных: многокостянка, многолистовка, многоорешек (на сухом или сочном, выпуклом или вогнутом гипантии), яблоко (апокарпный нижний плод), костянкovidное яблоко, сухая или сочная костянка. Следует отметить огромное разнообразие приспособлений у плодов к зоохории и анемохории.

Розоцветные отличаются от лютиковых по следующим признакам:

- \* более или менее развитый гипантий, иногда сочный, ярко окрашенный;
- \* листья с прилистниками;
- \* чашечка иногда с подчашием, особенно у видов, внешне близких к лютиковым;
- \* цветки всегда актиноморфные, циклические, с двойным 5-членным околоцветником;
- \* тычинки расположены в кругах, их число кратно 5.

На основании строения цветков и плодов семейство делят на 7 подсемейств, из которых в Европейской России встречаются представители четырёх подсемейств.

Подсемейство спирейные включает около 20 родов и примерно 180 видов. Крупные роды: спирея (около 100 видов), рябинник, волжанка, пузыреплодник. Спирейные – листопадные, реже вечнозелёные кустарники или невысокие деревья с цельными или перистыми листьями, чаще без прилистников. Цветки в кистях, метёлках, простых или сложных щитках. Гипантий плоский или колокольчатый. Гинецей апокарпный, обычно из 2–5 плодolistиков.

Формула цветка спиреи:  $* C_{a(5)} C_{o5} A_{10+10+10} St_{10} G_{\underline{1}}$

Плоды – листовка, многолистовка. Это самое примитивное подсемейство.

Подсемейство розовые, включает около 50 родов и около 1 700 видов, самое крупное в семействе. Кустарники, полукустарники и травы. Листья сложные, реже простые, с прилистниками. Цветки в открытых мало- или многоцветковых дихазиях, образующих щитковидные, метельчатые, кистевидные, колосовидные или головчатые соцветия. Иногда цветки одиночные. Гипантий блюдцевидный, колокольчатый, кувшинчатый, выпуклый. Чашелистиков 5(4), лепестков обычно 5(4–9). Нередко чашечка с подчашием (гравилат, лапчатка, земляника). Гинецей многочленный, апокарпный, редко одночленный.

Наиболее типичные формулы цветков:

- \*  $C_{a(5+5)} C_{o5} A_{\infty} G_{\underline{\infty}}$  (земляника, лапчатка); \*  $C_{a5} C_{o5} A_{\infty} G_{\underline{\infty}}$  (шиповник);

\*  $Ca_{(4+4)} Co_4 A_{\infty} G_{\infty}$  (лапчатка прямостоячая),

\*  $Ca_{(4+4)} Co_0 A_{\infty} G_{\perp}$  (манжетка).

Плоды: орешек, многоорешек, многокостянка, земляничина, цинародий. Часто в образовании плода принимает участие гипантий (лапчатка, гравилат, земляника, малина, шиповник), но, в отличие от спирейных, плодики односемянные.

Подсемейство яблоневые включает 22–23 рода (яблоня, груша, боярышник, рябина и др.) и около 600 видов. Деревья и кустарники. Листья простые, цельные, лопастные, реже перистосложные с рано опадающими прилистниками. Цветки одиночные или в сложных кистевидных или щитковидных соцветиях. Гинецей синкарпный из 2–5 плодолистиков, завязь нижняя. Формула цветка

\*  $Ca_{(5)} Co_5 A_{10+10+\dots \text{до } 50} G_{2-5}$

Яблоневые – энтомофильные растения. Плод – яблоко (у яблони, груши, ирги, айвы) или костянковидное яблоко (у боярышника, кизильника, мушмулы).

Подсемейство сливовые объединяет от 5–7 до 10–11 родов и более 400 видов. Листопадные или вечнозеленые деревья и кустарники. Листья простые с рано опадающими прилистниками. На черешках, на листовой пластинке у ее основания, на концах зубчиков листьев часто имеются различной величины и формы железки, функционирующие иногда как экстрафлоральные нектарники. Цветки одиночные или в пучках, кистях, щитках. Формула цветка \*  $Ca_{(5)} Co_5 A_{10+10+10} G_{\perp}$ . Насекомоопыляемые растения.

Для цветков характерен трубчатый или колокольчатый (редко почки плоский) гипантий, на дне которого свободно располагается обычно один плодостик с двумя висячими семязачатками. Гипантий в образовании плода не участвует, он засыхает и обычно опадает. Гинецей мономерный.

Плод – костянка, у большинства сочная, с твёрдым каменистым эндокарпием. У миндаля – сухая костянка, с растрескивающимся ко времени созревания плода мезокарпием.

МАТЕРИАЛ: гербарные образцы и фиксированные цветки и плоды растений семейства розовые.

ОБОРУДОВАНИЕ: бинокляр, препаровальные иглы, лупы, таблицы.

ТЕРМИНЫ К ЗАНЯТИЮ: гипантий, яблоко, костянка, многокостянка, анемохория, экзокарпий, мезокарпий, эндокарпий, подчашие, цинародий, стаминодий.

### *Задание 1. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ*

Из гербария выбрать растения следующих жизненных форм:

- гемикриптофиты с полурозеточными побегами;
- гемикриптофиты с наземно-ползучими побегами;
- геофиты с запасующими корнями;
- длиннокорневищные геофиты;
- терофиты летние;
- терофиты-эфимеры;
- кустарники;

- деревья.

Для каждой жизненной формы записать примеры растений.

### Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ЦВЕТКА СПИРЕИГОРОДЧАТОЙ

Используя фиксированные цветки и гербарий, изучить строение цветка спиреи городчатой. ЗАРИСОВАТЬ: 1) продольный разрез цветка, обратив внимание на чашевидно вогнутый гипантий, расположение чашелистиков, лепестков, тычинок и стаминодиев, находящийся в центре гипантия гинецей; 2) диаграмму цветка; 3) плод – пятилистовку.

### Задание 3. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ЦВЕТКОВ

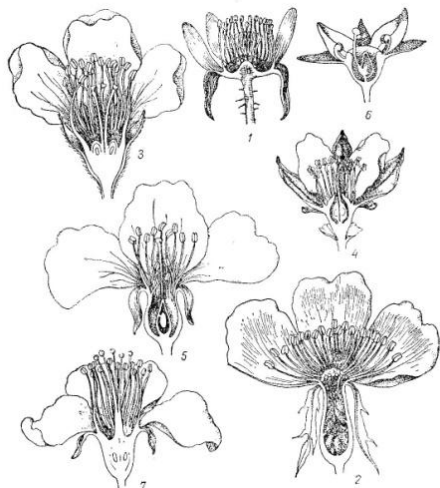


Рис. 39. Типы цветоложа: 1 – малина; 2 – роза; 3 – рябина; 4 – репешок; 5 – вишня; 6 – манжетка; 7 – яблоня

На фиксированном материале изучить особенности строения цветков (рис. 39):

а) чашечка с подчашием – гравилат, лапчатка, земляника;

б) формы цветоложа: коническое – лапчатка, гравилат, малина; бокальчатое – шиповник;

в) цветок с одним пестиком – вишня; цветок со многими пестиками – шиповник, лапчатка;

г) пестик с гинобазическим стилодием – лапчатка, земляника;

д) верхняя завязь – вишня, слива;

е) нижняя завязь – яблоня;

ж) пятичленный цветок – яблоня, вишня;

з) четырёхчленный цветок – кровохлёбка.

Составить формулы и диаграммы цветков изученных растений. ЗАРИСОВАТЬ схемы продольных разрезов цветков изученных растений, отметить их особенности.

### Задание 4. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ СОЦВЕТИЙ

На фиксированном и гербарном материале изучить строение соцветий:

а) кисть – черемуха;

б) колос – кровохлёбка;

в) зонтик – вишня, яблоня;

г) простой щиток – груша;

д) сложный щиток – спирея, рябина;

е) дихазий – лапчатка.

ЗАРИСОВАТЬ схемы изученных соцветий.

### Задание 4. ИЗУЧИТЬ РАЗНООБРАЗИЕ ПЛОДОВ

На фиксированном и гербарном материале изучить строение плодов:

а) 5-листовка – спирея;

б) многоорешек – гравилат, лапчатка;

в) земляничина (многоорешек на разросшемся сочном, яркоокрашенном цветоложе) – земляника;

г) цинародий (многоорешек внутри бокаловидного мясистого яркоокрашенного гипантия) – шиповник;

д) многокостянка – малина (рис. 40);

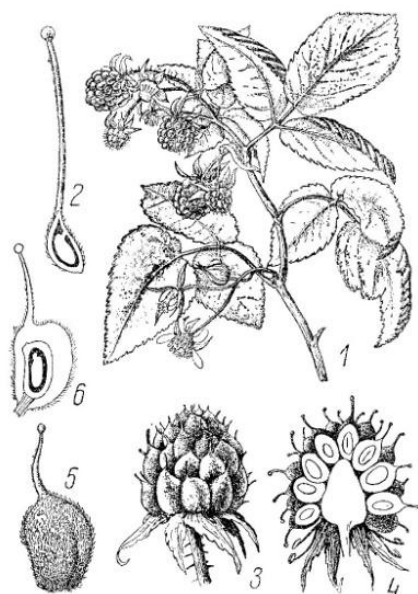


Рис. 40. Малина обыкновенная: 1 – цветущая ветвь; 2 – один из пестиков в разрезе; 3 – многокостянка; 4 – она же в разрезе; 5 – плодик; 6 – плодик в разрезе

г) костянка – вишня, слива, черемуха;

д) яблоко – яблоня, груша, рябина;

е) костянковидное яблоко – боярышник.

ЗАРИСОВАТЬ изученные плоды. Для каждого типа плода указать способ распространения и приспособления к нему.

### Контрольные вопросы

1. Каковы особенности строения цветков у представителей подсемейств семейства розоцветные?

2. В чём примитивность цветка спирейных?

3. Назовите признаки продвинутой в строении цветков яблони, вишни.

4. Какие типы гинецея встречаются в семействе розоцветные? По каким направлениям шла эволюция гинецея в этом семействе?

5. Какова морфологическая природа гипантия?

6. Опишите разнообразие плодов в семействе розоцветные.

7. По каким признакам можно отличить лапчатки от лютиков?

8. Перечислите наиболее важные полезные дикорастущие и культурные растения семейства розоцветные.

## ТЕМА 12. СЕМЕЙСТВО ЗЛАКИ

### КЛАСС ОДНОДОЛЬНЫЕ (Monocotyledoneae)

#### Порядок ЧЕШУЕЦВЕТНЫЕ (Glumiflorae)

#### Семейство ЗЛАКИ (Gramineae, или Poaceae)

В семейство входит 650 родов и до 10 000 видов. Злаки относительно равномерно распространены по всей суше земного шара.

Анатомо-морфологические особенности злаков определяют очень высокую пластичность и приспособленность к самым различным экологическим условиям. Злаки встречаются почти во всех растительных сообществах, но наиболее характерны они для лугов, степей и саванн, где являются основными эдификаторами.

Злаки однолетние или многолетние травы, однако, у некоторых представителей (бамбуковые) стебли сильно одревесневают. Стебли злаков обычно тонкие, цилиндрические, внутри в междоузлиях почти у всех полые (соломина). Листья очередные, расположены почти всегда двухрядно, они состоят из длинного цилиндрического влагалища, охватывающего стебель, и обычно линейной листовой пластинки с параллельным жилкованием. В месте отхождения пла-

стинки от влагалища имеется язычок в виде небольшого плёнчатого выроста или ресничек. Края влагалища у большинства видов не срастаются. Анатомическое строение стебля (характер полости междуузлий, расположение проводящих пучков) и листовых пластинок (характер расположения хлоренхимы, особенности паренхимой и склеренхимной обкладок проводящих пучков) имеет большое значение в систематике злаков.

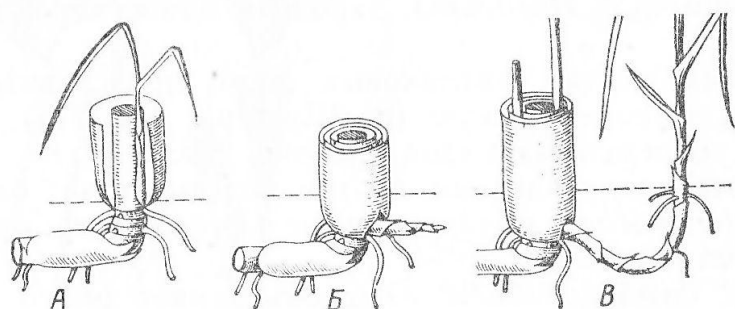


Рис. 41. Типы образования боковых побегов у злаков:  
А – внутривлагалищное; Б – вневлагалищное;  
В – смешанное

на внутривлагалищные и вневлагалищные (рис. 41). При формировании внутривлагалищного побега пазушная почка растет вертикально вверх внутри влагалища своего кроющего листа. При этом образуются очень густые дерновины. Почка вневлагалищного побега начинает расти горизонтально и пробивает своей верхушкой влагалище кроющего листа. Такой способ побегообразования характерен для длиннокорневищных видов. У многих злаков известно и смешанное побегообразование, когда у растения образуются побеги обоих типов.

По типу кушения (рис. 42) многолетние злаки делятся на три группы:



Рис. 42. Типы кушения многолетних злаков:  
А – плотнокустовое; Б – рыхлокустовое; В – корневищное

2) рыхлокустовые – побеги образуются под поверхностью почвы, но растут под острым углом к материнскому побегу так, что образуется очень короткая (в одно междуузлие) подземная часть. Формируется рыхлый куст, или дерновина, в которой сохраняются условия хорошей аэрации (овсяница луговая, ежа сборная, тимофеевка луговая);

У большинства злаков ветвление побегов осуществляется лишь у их основания, где находится зона кушения, где находится зона кушения, состоящая из тесно сближенных узлов. В пазухах отходящих от этих узлов листьев образуются почки, дающие начало боковым побегам. По направлению роста боковые побеги делятся

1) корневищные – побеги образуются в узле кушения под поверхностью почвы и растут некоторое время горизонтально, образуя корневище; позже верхушка побега начинает расти вверх, образуя надземный побег (пырей ползучий, костёр безостый);



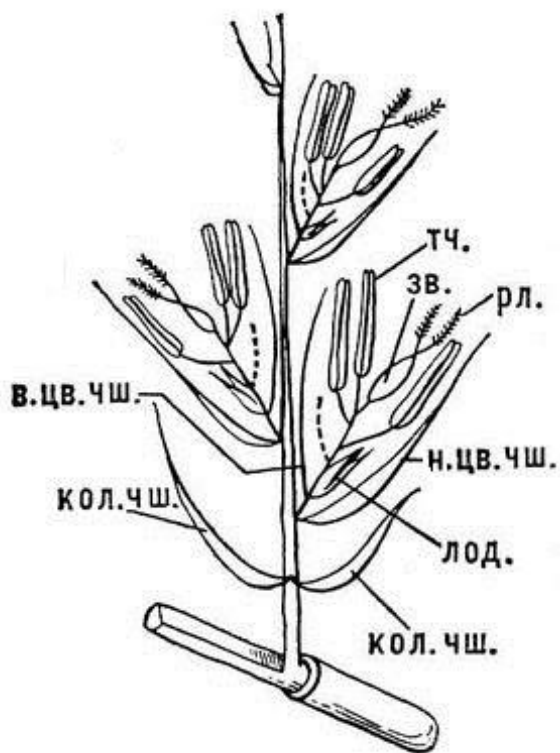


Рис. 43. Схема строения цветка злаков: кол.чш. — колосковая чешуя; н.цв.чш. — нижняя цветковая чешуя; в.цв.чш. — верхняя цветковая чешуя; лод. — лодикула; тч. — тычинка; зв. — завязь; рл. — рыльце

— нижней и верхней (обычно более крупной), а выше расположенные чешуи с цветками в их пазухах — нижними цветковыми чешуями. И те и другие чешуи считаются гомологичными листовым влагалищам, причём нижние цветковые чешуи часто несут придатки в виде остей. Последние обычно считаются гомологами листовых пластинок. Количество цветков в колосках может варьировать от большого и неопределённого до постоянно одного. Ось многоцветкового колоска обычно имеет сочленения под каждой нижней цветковой чешуей и при плодах распадается на членики. Немного выше нижней цветковой чешуи на стороне, обращенной к оси колоска, располагается двухкилевая верхняя цветковая чешуя. Некоторыми авторами она рассматривается как результат срастания двух листочков наружного круга околоцветника, однако, в настоящее время большинство авторов считают её предлистом расположенного в пазухе нижней цветковой чешуи сильно укороченного побега, несущего цветок.

Выше верхней цветковой чешуи на оси у большинства злаков располагаются 2 маленькие бесцветные чешуйки, называемые лодикулами. Одни авторы принимают их за рудименты одного из двух трёхчленных кругов околоцветника, другие — за рудименты прицветников. За лодикулами на оси цветка располагаются тычинки (у большинства злаков 3 тычинки). Тычинки имеют тонкие тычиночные нити, которые повисают при созревании пыльников, что способствует ветроопылению. Выше тычинок расположен гинецей. Вероятно, гинецей злаков образован одним плодолистиком. Сторонники другой точки зрения счи-

3) плотнокустовые, или дерновинные — побеги образуются в узлах кущения у самой поверхности почвы или над ней и растут вертикально в непосредственной близости к материнскому побегу; часто они растут внутри влагалищ кроющих листьев; формируется плотный куст или дернина из тесно прижатых друг к другу побегов. Внутри такой дернины затруднена аэрация, задерживается перегнивание отмерших частей, и дернина постепенно приподнимается над почвой, образуя кочку (щучка, белоус торчащий, овсяница овечья).

Цветки злаков собраны в очень характерные для них парциальные соцветия — колоски, которые в свою очередь, образуют общие соцветия разного типа — метёлку, сложный колос и др. Типичный многоцветковый колосок (рис. 43) состоит из оси и очерёдно расположенных на ней двумя рядами чешуй. Две самые нижние чешуи, не несущие в своих пазухах цветков, называются колосковыми

тают, что гинецей злаков образован тремя плодолистиками. У пестика обычно два длинных перисто-волосистых рыльца (иногда их три). Характер рыльца тоже свидетельствует о приспособлении к ветроопылению.

Плод злаков – зерновка, имеющая тонкий околоплодник, обычно настолько плотно прилегающий к семенной кожуре, что кажется с ней сросшимся. Большую часть зерновки составляет эндосперм. Зародыш злаков существенно отличается по своему строению от зародышей других однодольных.

У злаков широко представлены различные способы вегетативного размножения. Некоторые злаки – эфемероиды, в том числе мятлик луковичный, имеют луковично-образно утолщённые основания побегов. Целый ряд живородящих арктических злаков из родов мятлик, овсяница, щучка развиваются не из семени, а из почек вегетативного размножения, образующихся в пазухе колосковой чешуи на месте цветка. Зерновки распространяются с помощью ветра или животных.

**МАТЕРИАЛ:** гербарные образцы и фиксированные цветки и плоды злаков.  
**ОБОРУДОВАНИЕ:** бинокляр, препаровальные иглы, лупы, таблицы.

*Задание 1. ПРОВЕСТИ МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОСТРА БЕЗОСТОГО*

Провести морфологический анализ костра безостого. Определить жизненную форму, тип корневой системы и побега, листорасположение. Описать морфологию листовой пластинки.

*Задание 2. ИЗУЧИТЬ СТРОЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ КОСТРА БЕЗОСТОГО*

Рассмотреть и ЗАРИСОВАТЬ а) общее соцветие – метёлку; б) колосок с нижней (меньшей с 1 жилкой) и верхней (большей с 3 жилками) колосковыми чешуями и цветками (в количестве от 5 до 12 в разных колосках); в) цветок с нижней и верхней цветковыми чешуями, двумя лодикулами, тремя тычинками и гинецеем. Составить формулу цветка. Проанализировать диаграмму цветка злаков.

**Контрольные вопросы**

1. Назвать особенности строения соцветий и цветков злаков.
2. Сравнить диаграмму цветка лилейных и злаков. В каком направлении эволюционировал цветок злаков? Какие изменения в строении околоцветника, андроцея, гинецея при этом произошли?
3. Каково морфологическое происхождение ости на цветковых и колосковых чешуях злаков?
4. У каких злаков древесные стебли?
5. Назвать пищевые злаки. Перечислить главнейшие кормовые злаки.
6. Какие злаки используются в сахарной, химической, текстильной и других отраслях промышленности?
7. Привести примеры корневищных, рыхлокустовых и дерновинных злаков.

## ПРАВИЛА ЧТЕНИЯ ЛАТИНСКИХ НАЗВАНИЙ РАСТЕНИЙ

Латинский язык – язык международной научной терминологии и номенклатуры. Его широко применяют в биологии, медицине, геологии, химии.

Биолог должен уметь правильно читать латинские названия растений, которые встречаются в определителях, "Флорах", другой справочной литературе.

## Произношение букв и их сочетаний

Буква или буквосочетание	Произношение	В каких случаях	Пример
<i>A</i>	<i>a</i>	В большинстве случаев	<i>Agropyron</i> – агропирон
<i>ae</i>	э	В большинстве случаев	<i>Peonia</i> – пэониа
	<i>ae</i>	В этом случае над буквой <i>e</i> ставят две точки	<i>Aënlus</i> – аэнлус
<i>B</i>	<i>b</i>	Во всех случаях	<i>Beta</i> – бэта
<i>C</i>	<i>c</i>	Перед <i>e, i, y, ae, oe</i>	<i>Cerasus</i> – церасус
	<i>k</i>	В остальных случаях	<i>Communis</i> – комунис
<i>ch</i>	<i>x</i>	Во всех случаях	<i>Chenopodium</i> – хеноподиум
<i>D</i>	<i>d</i>	Во всех случаях	<i>Daucus</i> – даукус
<i>E</i>	э	Во всех случаях	
<i>F</i>	<i>f</i>	Во всех случаях	
<i>G</i>	<i>g</i>	Во всех случаях	
<i>H</i>	<i>x</i> или <i>g</i> ('мягко)	В большинстве случаев	
	не произносится	В сочетаниях <i>th, rh, gh</i>	<i>Rheum</i> – рэум <i>Theobroma</i> – тэоброма
<i>I</i>	<i>i</i>	В начале слова, после согласной	<i>Glycine</i> – глицинэ
	<i>y</i>	После гласной	<i>Dioica</i> – диойка
<i>J</i>	<i>y</i>	Почти во всех случаях	<i>Juniperus</i> – юнипэрус
<i>K</i>	<i>k</i>	Во всех случаях	<i>Kochia</i> – кохиа
<i>L</i>	<i>l</i>	Во всех случаях (мягко)	<i>Salsola</i> – сальсоля
<i>M</i>	<i>m</i>	Во всех случаях	<i>Malva</i> – мальва
<i>N</i>	<i>n</i>	Во всех случаях	<i>Prunus</i> – прунус
<i>O</i>	<i>o</i>	В большинстве случаев	<i>Trifolium</i> – трифолиум
	э	В большинстве случаев	<i>Oenothera</i> – энотэра
<i>oe</i>	<i>oe</i>	В этом случае над буквой <i>e</i> ставят две точки	<i>Aloë</i> – алоэ
<i>P</i>	<i>p</i>	В большинстве случаев	<i>Pyrus</i> – пирус
<i>Ph</i>	<i>f</i>	Во всех случаях	<i>Phacelia</i> – фацелия
<i>Q</i>		Употребляется только в сочетании <i>qu</i>	
<i>qu</i>	<i>kv</i>	Во всех случаях	<i>Equisetum</i> – эквизэтум
<i>R</i>	<i>r</i>	Во всех случаях	<i>Sorbus</i> – сорбус
<i>S</i>	<i>s</i>	В большинстве случаев	<i>Ribes</i> – рибэс
	з	Между двумя гласными, а также между гласным и <i>m, n, g</i>	<i>Rosa</i> – роза

<i>sch</i>	<i>ex</i>	Во всех случаях	<i>Schizandra</i> - схизандра
<i>T</i>	<i>m</i>	Почти во всех случаях	<i>Triticum</i> - тритикум
<i>ti</i>	<i>ци</i>	Перед гласной, но не после <i>s, x, t</i>	<i>Nicotiana</i> – никоциана
<i>U</i>	<i>у</i>	В большинстве случаев	<i>Rubus</i> – рубус
	<i>в</i>	После <i>q</i> и в сочетании <i>aqu</i>	<i>Aquilegia</i> – аквилегия
		Перед гласной, иногда в сочетании <i>su</i> перед гласной	<i>Suaeda</i> – свёда
<i>V, W</i>	<i>в</i>	Во всех случаях	<i>Vicia</i> – вициа
<i>X</i>	<i>кс</i>	Во всех случаях	<i>Carex</i> – карэкс
<i>Y</i>	<i>и</i>	Во всех случаях	<i>Oryza</i> – ориза
<i>Z</i>	<i>з</i>	Почти во всех случаях	<i>Zea</i> – зеа

### Литература

Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений: Учеб. для вузов / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский и др. – М.: ИКЦ "Академия", 2006.

Ботаника. Систематика высших, или наземных растений: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / А.Г. Еленевский, М.П. Соловьёва, В.Н. Тихомиров. – М.: Издат. центр "Академия", 2000.

Жизнь растений: В 6 т. Т. 4–6. – М.: Просвещение, 1978–1982.

Краткий словарь ботанических терминов / Сост. М.В. Буланая, Ю.И. Буланный, А.Г. Еленевский и др. – Саратов: Изд-во Сарат. педин-та, 1993.

Левина Р.Е. Очерки по систематике растений. – Ульяновск, 1971.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия растений. – М.: Эдиториал УРСС, 2000.

Практикум по анатомии и морфологии растений: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В.П. Викторов, М.А. Гуленкова, Л.Н. Дорохина и др. – М.: Издат. центр "Академия", 2001.

Практический курс систематики растений: Учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / Т.Н. Гордеева, И.Н. Дроздова, Ю.К. Круберг и др. – М.: Просвещение, 1986.

Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника: В 2 т. – М.: Мир, 1990.

Старостенкова М.М. Руководство к самостоятельной работе над курсом систематики растений: Учеб. пособ. для студентов-заочников 2 курса биол. фак. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1985.

Тахтаджян А.Л. Система магонолиофитов. – Л.: Наука, 1987.

Тихомиров В.Н., Чистякова О.Н. Ботаника. Высшие растения. Метод. указания. В 2 вып. Вып. 2. Главнейшие порядки покрытосеменных растений. Ч. 1. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. – М.: Агропромиздат, 1989.