

Е.И. Барабанов, С.Г. Зайчикова

# **Ботаника**

# **Руководство к**

# **практическим**

# **занятиям**

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428870.html>

ISBN 978-5-9704-2887-0.

Год издания 2014

## Оглавление

ГЛАВА 1. АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ.....	4
Тема 1. СТРОЕНИЕ И ОСМОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ.....	11
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	11
Тема 2. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ. КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА. ЗАПАСНЫЕ И ЭКСКРЕТОРНЫЕ ВЕЩЕСТВА.....	19
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	19
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	21
Тема 3. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ. ПРОЦЕСС ДЕЛЕНИЯ КЛЕТКИ.....	27
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	28
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	31
Тема 4. ПЕРВИЧНЫЕ ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ.....	35
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	35
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	38
Тема 5. ТРИХОМЫ И ВНУТРЕННЯЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА .....	40
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	40
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	47
Тема 6. ПОКРОВНЫЕ, ОСНОВНЫЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ ТРАВЯНИСТОГО СТЕБЛЯ	50
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	50
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	53
Тема 7. ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ И ТИПЫ СОСУДИСТО-ВОЛОКНИСТЫХ ПУЧКОВ .....	56
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	56
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	60
Тема 8. ТКАНИ ДРЕВЕСНОГО СТЕБЛЯ.....	69
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	69
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	72
Тема 9. ТКАНИ КОРНЯ .....	75
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	75
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	78
Тема 10. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА.....	82
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	82
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	85
Тема 11. ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ (САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА) .....	87
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	87
ГЛАВА 2 СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ Тема 12. ЦАРСТВО ПРОТОКТИСТЫ: ПРОТОКТИСТЫ - ВОДОРОСЛИ. ЦАРСТВО ГРИБЫ.....	99

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	99
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	115
Тема 13. ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ. СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ.....	118
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	118
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	124
Тема 14. ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ. СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ. ОТДЕЛЫ ПЛАУНОВИДНЫЕ, ХВОЩЕВИДНЫЕ И ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ .....	126
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	127
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	134
Тема 15. ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ.....	138
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	138
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	143
Тема 16. МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ	146
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	146
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	156
Тема 17. МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ. МОРФОЛОГИЯ ЦВЕТКА .....	160
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	161
Тема 18. МОРФОЛОГИЯ СОЦВЕТИЙ И ПЛОДОВ.....	177
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	177
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	185
Тема 19. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ И СИСТЕМАТИКИ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ (САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА) .....	189
ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ.....	189
РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ.....	192
Тема 20. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЕЙСТВ СЕМЕЙСТВО МАКОВЫЕ - <i>PAPAVERACEAE</i> .....	196
СЕМЕЙСТВО ЛЮТИКОВЫЕ - <i>RANUNCULACEAE</i> .....	198
СЕМЕЙСТВО РОЗОЦВЕТНЫЕ, ИЛИ РОЗАННЫЕ - <i>ROSACEAE</i> .....	200
СПИСОК ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ ПО КУРСУ ОБЩЕЙ БОТАНИКИ .....	225

## ГЛАВА 1. АНАТОМИЯ РАСТЕНИЙ

### Введение

### ОСНОВЫ БОТАНИЧЕСКОЙ МИКРОТЕХНИКИ

Основные части микроскопа МБР-1 (МБИ-1, «Биолам»): механическая, оптическая и осветительная (рис. 1).

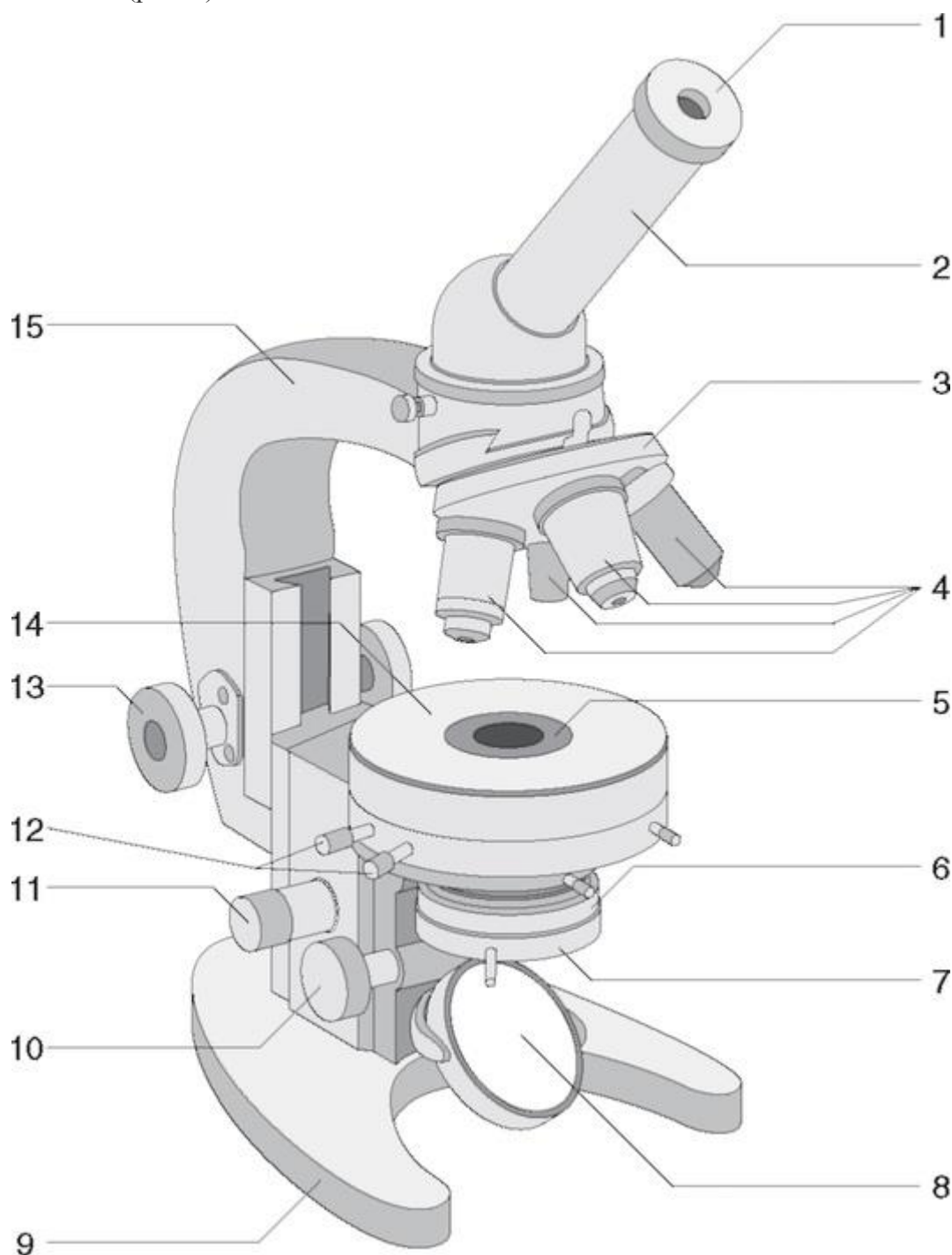


Рис. 1. Устройство микроскопа МБР-1: 1 - окуляр; 2 - тубус; 3 - револьвер; 4 - объективы; 5 - отверстие предметного столика; 6 - конденсор; 7 - диафрагма; 8 - зеркало; 9 - основание (подошва); 10 - винт конденсора; 11 - микрометрический винт; 12 - винты; 13 - макрометрический винт; 14 - предметный столик; 15 - тубусодержатель

К механической части относятся: штатив, предметный столик, тубус, револьвер, макро- и микрометрические винты.

Штатив состоит из массивного подковообразного основания, придающего микроскопу необходимую устойчивость. От середины основания вверх отходит тубусодержатель, изогнутый почти под прямым углом, к нему прикреплен тубус, расположенный наклонно.

На штативе укреплен предметный столик с круглым отверстием в центре. На столик помещают рассматриваемый объект (отсюда название «предметный»). Через отверстие в середине столика проходит пучок света, позволяющий рассматривать объект в проходящем свете.

На боковых сторонах штатива ниже предметного столика находятся два винта, служащие для передвижения тубуса. Макрометрический винт, или кремальера, имеет большой диск и при вращении поднимает или опускает тубус для ориентировочной наводки на фокус. Макрометрический винт применяют при малом (слабом) увеличении; при этом объект изучают в одной плоскости. Микрометрический винт, имеющий наружный диск меньшего диаметра, при вращении перемещает тубус незначительно и служит для точной наводки на фокус. Микрометрический винт используют при работе с большим (сильным) увеличением, что позволяет рассматривать детали и части объекта, лежащие на разной глубине. Микрометрическим винтом пользуются после того, как с помощью макровинта объект поставлен точно в фокус. Вращать микрометрический винт можно только на пол-оборота в обе стороны. Благодаря разным размерам найти нужный винт можно на ощупь. Микрометрический винт может иметь вид плоской пластинки, расположенной на основании микроскопа.

Оптическая часть микроскопа представлена окулярами и объективами.

Окуляр (от лат. *oculus* - глаз) находится в верхней части тубуса и обращен к глазу. Окуляр представляет собой систему линз, заключенных в металлическую гильзу цилиндрической формы. Цифра на верхней поверхности окуляра означает кратность его увеличения (x7, x10, x15). Окуляр можно вынимать из тубуса и заменять другим. На нижней части тубуса находится вращающаяся пластинка, или револьвер (от лат. *revolvero* - вращаю), имеющий три гнезда для объективов. Как и окуляр, объектив представляет собой систему линз, заключенных в общую металлическую оправу. Объектив ввинчивается в гнездо револьвера. На боковой стороне объектива цифрой обозначена кратность увеличения. Различают: объектив малого увеличения (x8), объектив большого увеличения (x40) и иммерсионный объектив, используемый для изучения наиболее мелких объектов (x90). Изображение в микроскопе обратное.

Чтобы определить увеличение микроскопа при рассмотрении препарата, необходимо перемножить показатели кратности увеличения на окуляре и объективе (табл. 1).

Таблица 1. Увеличение микроскопа

Объектив	Окуляр			Увеличение
	x7	x10		
x8	x56	x80	x120	Малое
x20	x140	x200	x300	Большое
x40	x280	x400	x600	Большое
x90	x60	x900	x1350	Иммерсия

При увеличении  $\times 300$  рассматривают детали строения ткани, а при  $\times 600$  и большем - детали строения клетки.

Осветительная часть микроскопа состоит из зеркала, конденсора и диафрагмы. Зеркало укреплено подвижно на штативе ниже предметного столика, благодаря чему его можно вращать в любом направлении. Зеркало устанавливают по отношению к источнику света так, чтобы отраженные им лучи наилучшим образом осветили поле зрения микроскопа. Отбрасываемый зеркалом пучок света проходит через отверстие в центре предметного столика и освещает объект. Зеркало имеет две поверхности - вогнутую и плоскую. Вогнутая поверхность сильнее концентрирует световые лучи и поэтому используется при более слабом освещении (искусственный свет).

Конденсор находится между зеркалом и предметным столиком. Он состоит из двух-трех линз, заключенных в общую оправу. Пучок света, отбрасываемый зеркалом, проходит через систему линз конденсора. Меняя положение конденсора (выше, ниже), можно изменять интенсивность освещенности объекта. Для перемещения конденсора используют винт, находящийся впереди от микро- и макрометрических винтов. При опускании конденсора освещенность уменьшается, при поднятии (к предметному столику) - увеличивается.

Ирисовая диафрагма, вмонтированная в нижнюю часть конденсора, регулирует освещение. Диафрагма состоит из пластинок, расположенных по кругу и частично перекрывающих друг друга таким образом, что в центре остается отверстие для прохождения светового пучка. С помощью специальной ручки, расположенной на конденсоре с правой стороны, можно менять положение пластинок диафрагмы относительно друг друга, уменьшая или увеличивая отверстие. Максимально суженная диафрагма способствует наибольшей четкости изображения, что важно при рассмотрении прозрачных объектов.

#### Методика работы с микроскопом

##### Правила работы с микроскопом МБР-1 (см. рис. 1)

- При переносе микроскоп следует брать правой рукой за ручку штатива и поддерживать его снизу левой рукой.
- Установите микроскоп так, чтобы его зеркало находилось против источника света.
- Поставьте в рабочее положение объектив малого увеличения. Для этого поворачивайте револьвер до тех пор, пока нужный объектив не займет срединное положение по отношению к тубусу и предметному столику (встанет над отверстием столика). Когда объектив занимает срединное (центрированное) положение, в револьвере срабатывает устройство-защелка; при этом слышится легкий щелчок, и револьвер фиксируется.
  - Запомните, что изучение любого объекта начинается с малого увеличения.
- С помощью макрометрического винта поднимите объектив над столиком на высоту примерно 0,5 см. Откройте диафрагму и немного приподнимите конденсор.
- Глядя в окуляр (левым глазом!), вращайте зеркало в разных направлениях до тех пор, пока поле зрения не будет освещено ярко и равномерно.
- Положите на предметный столик приготовленный препарат покровным стеклом вверх, чтобы объект находился в центре отверстия предметного столика.
- Под контролем зрения медленно опустите тубус с помощью макрометрического винта, чтобы объектив находился на расстоянии около 2 мм от препарата.

- Смотрите в окуляр и одновременно медленно поднимайте тубус с помощью микрометрического винта до тех пор, пока в поле зрения не появится изображение объекта (фокусное расстояние для малого увеличения равно приблизительно 0,5 см).

- Чтобы перейти к рассмотрению объекта при большом увеличении микроскопа, необходимо центрировать препарат, т. е. поместить объект или ту часть его, которую вы рассматриваете, в самый центр поля зрения, глядя в окуляр, пока объект не займет нужного положения. Если объект не будет центрирован, то при большом увеличении он останется вне поля зрения.

- Вращая револьвер, поставьте над препаратом объектив большого увеличения. При этом слышится щелчок, и револьвер фиксируется.

- Для тонкой фокусировки используйте микрометрический винт.

— При зарисовке препарата смотрите в окуляр левым глазом, а в альбом - правым.

- При изучении в световом микроскопе мелких объектов используют иммерсионный (от лат. *immersia* - погружать или окунать) объектив. При работе с этим объективом на покровное стекло необходимо поместить каплю вещества, имеющего показатель преломления, одинаковый со стеклом. Обычно для этого используют кедровое масло. Между линзой и покровным стеклом не остается воздушной прослойки, и луч света проходит через однородную в отношении показателя преломления среду без отклонения.

- Опустите тубус (глядя на него сбоку) так, чтобы нижняя линза объектива погрузилась в каплю иммерсионного масла.

- Затем, глядя в окуляр, с помощью только микровинта следует осторожно (!) - фокусное расстояние для объектива х90 еще меньше, чем для объектива х40 - немного опустить, а затем поднять объектив, чтобы получить четкое изображение.

— Помните, что работа с иммерсионным объективом требует более интенсивного освещения поля зрения.

#### Правила работы с микроскопом МБС-1

МБС-1 - стереоскопический микроскоп, позволяющий получить прямое и объемное изображение рассматриваемого предмета. Используется для препаровальных работ и изучения крупных объектов.

Микроскоп состоит из столика, штатива, оптической головки и окулярной (бинокулярной) насадки. Столик имеет вид круглого корпуса, обеспечивающего устойчивость микроскопа. Внутри корпуса вмонтировано плоское зеркало, одна сторона которого матовая. В отличие от зеркала микроскопа МБР-1, оно может вращаться только в горизонтальной плоскости. Спереди, напротив зеркала, в стенке корпуса сделан вырез, через который свет (дневной или искусственный) падает на зеркало. Поскольку зеркало вращается только вокруг горизонтальной оси, при искусственном освещении можно использовать источник, расположенный непосредственно перед вырезом корпуса, или специальный осветитель (в условиях студенческих лабораторий последние, как правило, не применяются). При работе с искусственным освещением рекомендуется использовать матовую поверхность зеркала.

Штатив микроскопа состоит из плоского основания округлой формы, представляющего собой верхнюю поверхность столика, и массивного стержня, вмонтированного в основание и несущего на себе оптическую головку. Спереди над зеркалом основание микроскопа имеет отверстие округлой формы, закрытое стеклянной пластинкой.

Оптическая головка - основная часть микроскопа. Корпус оптической головки прямоугольной формы. Верхняя ее часть имеет резьбу для бинокулярной насадки, на нижней укреплен объектив. На боковых сторонах оптической головки расположен вращающийся барабан (кпереди) и винт (кзади). Барабан - часть устройства для регулировки увеличения. Ось барабана выведена на боковую стенку оптической головки. На ней имеются цифры 0,6; 1; 2; 4; 7, обозначающие различную степень увеличения. Барабан можно закреплять в любом из пяти положений, соответствующих указанным цифрам. При вращении, когда барабан занимает любое из указанных положений, слышится легкий щелчок и происходит его фиксация (рис. 2). Винт, находящийся на боковой стороне оптической головки позади барабана, служит для перемещения головки вверх или вниз по стержню, т. е. для ориентировочной наводки на фокус.

На верхней поверхности оптической головки укреплена окулярная (бинокулярная) насадка. Она состоит из двух цилиндрических трубок, в которые вставлены окуляры и объективы. Расстояние между окулярами можно изменять, раздвигая или сближая их руками, что позволяет добиться совмещенного зрения, т. е. соединить два изображения в одно.

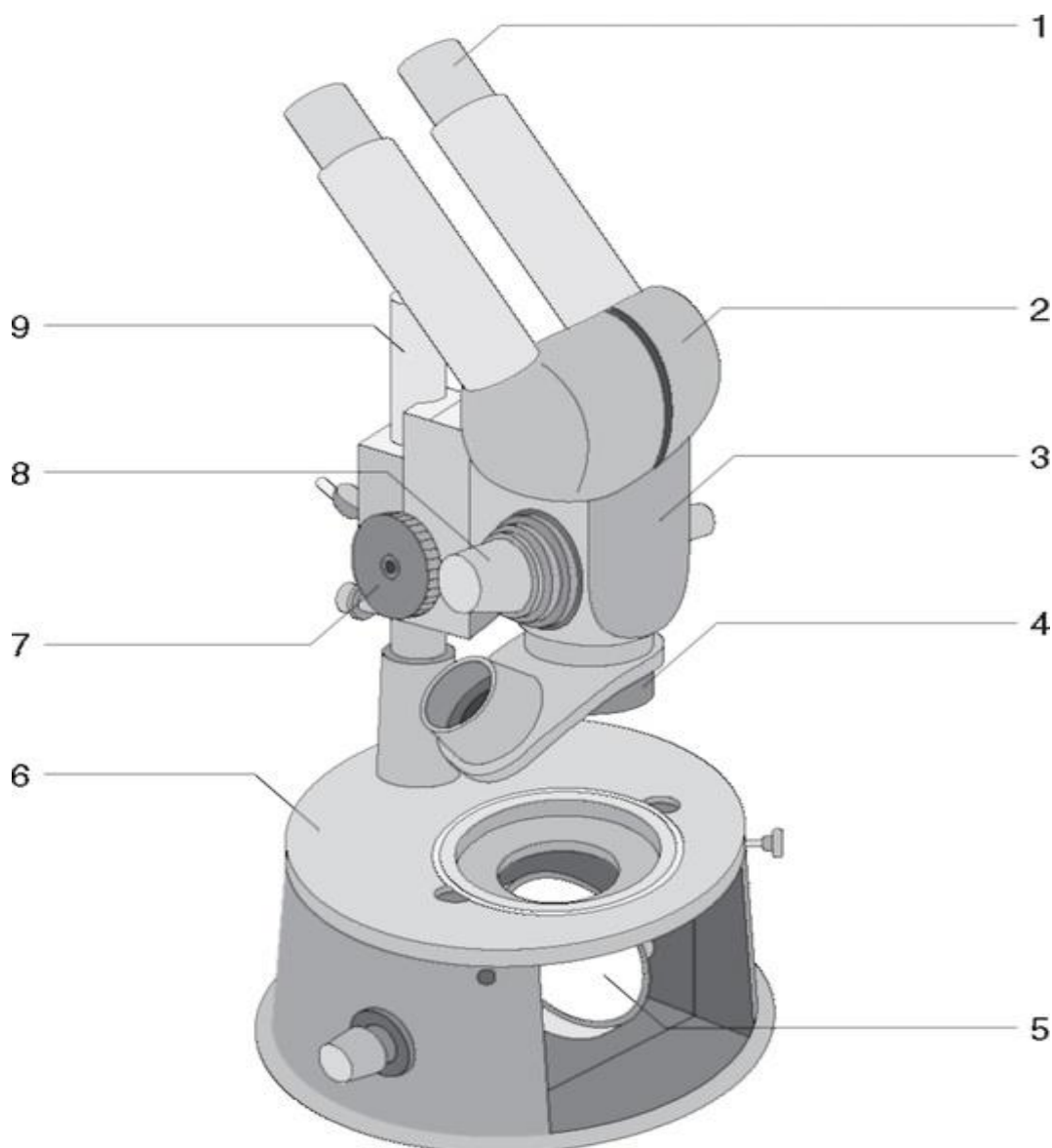


Рис. 2. Устройство микроскопа МБС-1: 1 - окуляр; 2 - бинокулярная насадка; 3 - оптическая головка; 4 - объектив; 5 - зеркало; 6 - предметный столик; 7 - винт для наведения на фокус; 8 - устройство для регулировки степени увеличения; 9 - штатив



## Порядок работы с микроскопом МБР-1

- Установите микроскоп штативом к себе и расположите так, чтобы свет от настольной лампы падал через вырез в корпусе столика на зеркало.
- Глядя в окуляры и вращая зеркало, добейтесь интенсивного и равномерного освещения поля зрения.
- Поместите на стеклянную пластинку основания микроскопа постоянный микропрепарат.
- Установите барабан в положение, соответствующее цифре 1, и, опуская или поднимая оптическую головку с помощью винта, получите изображение объекта.
- Сдвигая или раздвигая руками окулярные трубки, добейтесь, чтобы два изображения слились в одно.
- При настройке микроскопа необходимо следить, чтобы ось головки микроскопа совпадала с центром стеклянной пластинки, иначе может наблюдаться неравномерное освещение поля зрения.
- При работе с микроскопом необходимо соблюдать осторожность. Так, при переносе микроскопа можно брать его только за штатив, нельзя без необходимости вынимать окуляры, крутить микрометрический винт и т. д. Протирать окуляры следует только мягкой тряпочкой, предназначенной специально для этой цели.

## Правила ухода за микроскопом

- Микроскоп следует содержать всегда в чистоте. По окончании работы все части микроскопа протереть мягкой, чистой, сухой салфеточкой.
- Не допускать попадания на микроскоп воды, реактивов и паров кислот.
- Микрометрическим винтом следует пользоваться только при большом увеличении микроскопа. Вращать макрометрический винт можно только на один оборот.
- Во избежание загрязнения линз объектива необходимо закрывать влажные препараты покровным стеклом.
- При обработке препарата реактивами, содержащими кислоты, после действия реактива необходимо снять реактив фильтровальной бумагой, поместить препарат в каплю воды и накрыть покровным стеклом. Только после этого препарат можно поставить под микроскоп.
- По окончании работы перевести револьвер в нейтральное положение (поставить гнездо револьвера без объектива), опустить тубус с помощью макрометрического винта и убрать микроскоп в шкаф.

## Методика изготовления временного микропрепарата

На лабораторное стекло положить чистое сухое предметное стекло. Нанести на середину предметного стекла каплю воды и поместить в нее препарат (мазок, срез, кожицу листа и др.). Методика приготовления отдельного препарата указана в каждом занятии.

Объект, подлежащий микроскопическому исследованию, должен быть очень тонок и прозрачен. При изучении анатомического строения органов чаще всего делают тонкие срезы бритвой. Бритва должна быть новой и очень острой.

Срезы с органов делают в зависимости от цели исследования в разных направлениях. С осевых органов чаще всего делают поперечные срезы - бритва должна быть направлена строго перпендикулярно к продольной оси органа. Иногда необходимо сделать тангентальный срез (параллельно поверхности органа) или радиальный срез по радиусу осевого органа. Исследуемую часть растения держат указательным и большим

пальцами левой руки. Чтобы не порезать большой палец, им придерживают объект на более низком уровне так, чтобы объект выступал над пальцами. Перед изготовлением среза поверхность объекта, с которой предлагается делать срез, должна быть выровнена. Бритву держат правой рукой так, чтобы плоскость лезвия находилась между указательным и большим пальцами. Бритву смачивают в воде и, слегка надавливая на приготовленную поверхность, ведут ее вкось слева направо по направлению к себе. Не нужно стремиться получить срез сразу со всей поверхности, так как в этом случае пришлось бы прикладывать лезвие бритвы ниже приготовленной поверхности объекта: в таком случае срез всегда будет толстым. Для получения тонких срезов лезвие бритвы кладут на выровненную поверхность. При приготовлении поперечного среза надо захватить и центральную часть осевого органа. Рекомендуется сразу делать несколько срезов и сбрасывать их в чашку Петри с водой. Тонкие и ровные срезы будут плавать горизонтально, а скошенные - косо. Самые тонкие и ровные срезы переносят на предметное стекло и в случае необходимости обрабатывают реактивами. Реактивы, содержащие кислоту, во избежание порчи микроскопа после прокрашивания среза снимают ленточкой фильтровальной бумаги и помещают препарат в каплю воды. Накрывают препарат покровным стеклом, для чего необходимо взять чистое, сухое покровное стекло, поставить его под острым углом на предметное стекло у капли воды с препаратом и медленно опускать на каплю воды, поддерживая свободный край стекла препаративной иглой. Посмотрите, имеется ли под покровным стеклом воздух, и где он находится. Под микроскопом пузырьки воздуха выглядят черными окружностями и ухудшают видимость препарата. Если пузырьки попали на объект, то не следует нажимать на стекло сверху, а необходимо приподнять покровное стекло и вновь опустить его, добиваясь, чтобы на объекте не было пузырьков воздуха. При достижении хороших результатов надо снять фильтровальной бумагой лишнюю воду, вышедшую из-под стекла, проверить, не попала ли вода сверху покровного стекла и не затекла ли под предметное стекло. Если под покровным стеклом не все пространство занято водой, то ее необходимо осторожно добавить пипеткой, не снимая покровного стекла. Препарат готов, его можно рассматривать под микроскопом. Если с препаратом предполагается работа в течение нескольких дней, вместо воды под покровное стекло наносят глицерин (он не высыхает).

В работе по курсу анатомии растений для определения тканей и клеточных структур будут применяться различные реактивы. Для определения содержания крахмала используют слабый раствор йода в йодистом калии, он окрашивает зерна крахмала в синефиолетовый цвет. Реактивом на жиры и жироподобные вещества является судан-III, он поглощается жирами и окрашивает их в оранжевый цвет. Характерные реакции на белок: биуретовая - под воздействием водного раствора медного купороса и едкой щелочи белки окрашиваются в фиолетовый цвет и ксантопротеиновая реакция - под воздействием крепкой азотной кислоты белок желтеет, пожелтение усиливается до оранжевого цвета при добавлении капли аммиака. Хлор-цинк-йод - реактив на клетчатку. Хлор-цинк окрамливает клетчатку, йод окрашивает крахмал в сине-фиолетовый цвет. Реактивом на лигнин является флороглюцин и концентрированная соляная кислота. Одревесневшие (пропитанные лигнином) клеточные стенки окрашиваются препаратом в малиново-красный цвет. При нанесении этого реактива необходимо предварительно убрать фильтровальной бумагой воду с препарата, а после прокрашивания так же удалить реактивы, нанести каплю воды и накрыть покровным стеклом.

## Тема 1. СТРОЕНИЕ И ОСМОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

### Цели занятия

• Освоить технику микроскопирования и приготовления временных микропрепаратов. Ознакомиться со строением, функциями и осмотическими свойствами растительной клетки.

• Уметь:

- готовить временные микропрепараты;
- определять и описывать клеточные структуры;
- зарисовывать схему строения клетки.

• Знать:

- технику приготовления микропрепаратов;
- строение растительной клетки.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

#### Строение и осмотические свойства растительной клетки

Все живые организмы, как растительные, так и животные, состоят из клеток. Термин «клетка» был предложен английским ученым Р. Гуком, который усовершенствовал микроскоп и впервые увидел ячеистую клеточную структуру растительной ткани. Растительная клетка покрыта целлюлозной оболочкой (клеточной стенкой), которая придает клетке определенную форму. Формы клеток очень разнообразны (шаровидные, уплощенные, кубические, цилиндрические, веретеновидные, звездчатые и пр.). Размер клеток колеблется от нескольких микрон до нескольких сантиметров.

Однако, несмотря на разнообразие форм и размеров, клетки имеют общность строения. Клетка состоит из живого протопласта и его производных. Основу клетки, т. е. ее живое содержимое, составляет протопласт.

В процессе жизнедеятельности протопласт образует клеточную стенку и клеточный сок, заключенный в вакуоли. Это первичные производные протопласта, образующиеся у всех растительных клеток.

Протопласт может образовывать и вторичные производные - запасные и экскреторные вещества (эти вещества образуются не у всех клеток, а лишь в клетках определенных тканей). Изучение клеточной структуры с помощью электронного микроскопа позволило установить, что протопласт клетки неоднороден и состоит из основных органелл, перечисленных в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Строение растительной клетки

ПРОТОПЛАСТ
Цитоплазма
Гиалоплазма
Клеточные органеллы: <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>двумембранные</i>: митохондрии; пластиды: хлоропласты, лейкопласты, хромопласты;</li><li>• <i>одномембранные</i>: ЭПС, диктиосомы, микротельца: пероксисомы листьев, глиоксисомы, жгутики и ундулоподии</li></ul>

• <i>немембранные</i> : рибосомы, микротрубочки, микрофиламенты	
Ядро	
ПРОИЗВОДНЫЕ ПРОТОПЛАСТА	
<i>Первичные</i>	<i>Вторичные</i>
Клеточная стенка	Запасные питательные вещества (белки, жиры, углеводы)
Вакуоль с клеточным соком	Экскреторные вещества (кристаллические включения, эфирные масла, смолы, слизи и т.д.)

В лабораторный микроскоп МБР-1 в протопласте растительной клетки хорошо различимы лишь гиалоплазма, ядро с ядрышком, пластиды (хлоропласты, лейкопласты, хромопласты), вакуоль и клеточная стенка.

#### Краткая характеристика протопласта

Гиалоплазма представляет собой бесцветный коллоидный раствор, обратимо переходящий от золя к гелю. Ее химический состав довольно сложен. Основу составляют сложные белки - протеиды. Это строительные конституционные белки. Они представляют собой соединения простых белков-протеинов, основу которых составляют аминокислоты; с углеводами - гликопротеиды, или с жирными кислотами - липопротеиды, или с нуклеиновыми кислотами - нуклеопротеиды. Нуклеопротеиды входят в состав как цитоплазмы, так и клеточных ядер и других органоидов. Липопротеиды составляют основу мембран органоидов протопласта. В состав цитоплазмы входят и производные белков. Многие из них являются биокатализаторами, регулирующими обмен веществ в клетке. Это ферменты (протеаза, липаза, диастаза), витамины, гормоны, фитонциды (летучие вещества, обладающие защитными, бактерицидными свойствами).

В состав гиалоплазмы, кроме белков-протеидов, входят также растворимые углеводы, служащие источником энергии в клетке. Цитоплазма производит некоторые полисахариды, например целлюлозу, пектиновые вещества, которые идут на строительство клеточной стенки. Неорганические компоненты составляют 2-6% сухой массы цитоплазмы. Соли в цитоплазме встречаются только в ионизированном состоянии или в соединении с белками. 70% массы всей цитоплазмы составляет вода. Вода - растворитель и катализатор биохимических реакций. Цитоплазма представляет собой сложный структурный комплекс.

В состав цитоплазмы входят:

- плазматические белково-липидные мембраны, обладающие свойством полупроницаемости (проницаемы для воды и почти непроницаемы для молекул других веществ):

- плазмалемма - наружная мембрана, граничащая с клеточной стенкой;
- тонопласт - внутренняя мембрана, ограничивающая клеточный сок, это - стенка вакуоли;

- мезоплазма - основная масса цитоплазмы, заключенная между плазмалеммой и тонопластом; состоит из:

- гиалоплазмы - матрикса - и строительных компонентов;
- клеточных органелл (см. табл. 1.1).

Очень важную роль в жизни клеток играет поступление воды и минеральных веществ, а также выделение экскреторных веществ. Эти процессы регулируются органической проницаемостью или, как говорят, полупроницаемостью цитоплазмы,

особенно ее пограничных слоев - плазмалеммы и тонопласта. Они проницаемы для молекул воды, но почти непроницаемы для молекул других веществ. Поступление минеральных солей в клетку происходит лишь путем ионного обмена между коллоидами цитоплазмы и почвенными коллоидами.

В живых клетках цитоплазма (точнее мезоплазма) всегда находится в движении. Движение цитоплазмы может быть круговым (ротационным) и струйчатым (циркуляционным).

Круговое движение обычно происходит в клетках, где цитоплазма сосредоточена в постенном слое в результате развития одной крупной вакуоли. О скорости движения цитоплазмы можно судить по пассивному передвижению пластид в клетках, которые увлекаются токами цитоплазмы. Она невелика - 1-2 мм/с.

Струйчатое движение наблюдается в клетках, в которых цитоплазма находится не только в постенном слое, но и в виде тяжей, ограничивающих многочисленные вакуоли. Цитоплазма движется тонкими струйками по тяжам в различных направлениях. Струйчатое движение можно наблюдать, например, в клетках жгучих волосков крапивы, в клетках волосков тычиночных нитей традесканции виргинской, в клетках волосков молодых побегов тыквы.

Движение цитоплазмы может быть первичным и вторичным. Первичное движение происходит в естественных условиях в неповрежденных клетках. Вторичное, более активное, движение может происходить при механических повреждениях соседних клеток, при резких изменениях температуры и освещения среды, биохимическом воздействии.

Основу цитоплазмы составляет гиалоплазма.

Гиалоплазма - однородная толща цитоплазмы, в которой расположены остальные органеллы клетки. Она состоит, главным образом, из низкополимерных белков, составляющих 20-25% всех белков клетки, и большого количества ферментов. Благодаря ферментативной активности гиалоплазма направляет все биохимические процессы, происходящие в цитоплазме и контролируемые ядром.

Для растительных клеток характерно наличие пластид. Пластиды покрыты двойной белково-липоидной мембраной, за которой находится белковая строма или матрикс. Внутренняя мембрана образует выросты - ламеллы. Все пластиды имеют ламеллярное строение. Пластиды образуются из пропластид.

Хлоропласты - наиболее важные пластиды, так как в них происходит первичный синтез углеводов. Хлоропласты содержат пигменты: зеленый - хлорофилл «а», «b», «с», «d» - и каротиноиды: оранжевый каротин и желтый ксантофилл. Хлорофилл преобладает, поэтому хлоропласты зеленого цвета. Снаружи хлоропласты покрыты двойной белково-липоидной мембраной. Внутренняя мембрана образует выросты ламеллы, расположенные параллельно друг другу в строме хлоропласта. В отдельных участках ламелл между слоями белков и липоидов концентрируются пигменты (хлорофилл и каротиноиды), образуя утолщенные участки-диски (тилакоиды). Диски располагаются друг над другом и в совокупности образуют грани хлоропласта. Форма хлоропластов чечевицеобразная. Они содержатся в зеленых частях растения, более всего в листьях и стеблях.

Лейкопласты также имеют ламеллярную структуру, но в них отсутствуют пигменты. Это неокрашенные мелкие шаровидные пластиды, мало отличающиеся от пропластид. Они располагаются в цитоплазме, обычно около ядра. Лейкопласты способны к накоплению в своей строме запасного белка и крахмала. В последнем случае лейкопласты превращаются в крахмальные зерна.

Хромопласты - окрашенные пластиды, часто неправильной угловатой или полулунной формы, содержат пигменты группы каротиноидов: оранжевый каротин, желтый ксантофилл и их производные, Ламеллярная структура хромопластов разрушается. Каротиноиды могут кристаллизироваться, что отражается на форме пластид. Хромопласты чаще всего встречаются в клетках плодов растений, реже в других органах (корнеплодах моркови). Яркая окраска цветков и плодов привлекает животных, что способствует опылению и распространению растений. В этом биологическая роль хромопластов.

#### Производные протопласта

В процессе жизнедеятельности в клетке образуются производные протопласта, вначале первичные производные - клеточная стенка и клеточный сок, а затем и вторичные производные - запасные (крахмал, белки, жиры) и экскреторные вещества (кристаллы солей, смолы, эфирные масла).

Клеточная стенка. Главные функции клеточной стенки: защитная и опорная. Стенка придает растительной клетке определенную форму. По форме различают клетки паренхимные (длина равна ширине или превосходит ее до 6 раз) и прозенхимные (длина превышает ширину клетки более чем в 6 раз).

Основные вещества, слагающие клеточную стенку, - сложные углеводы и их производные: клетчатка (целлюлоза), гемицеллюлоза и пектиновые вещества. Молекулы целлюлозы располагаются длинными цепочками  $(C_6H_{10}O_5)_n$  - мицеллами. Мицеллы собраны в пучки - микрофибриллы. Микрофибриллярные пространства заняты матриксом, состоящим из гемицеллюлозы, пектина и гликопротеидов.

Целлюлоза относится к индифферентным веществам - она стойка к температурным воздействиям, нерастворима в обычных растворителях и противостоит щелочам и слабым кислотам. Растворима целлюлоза в реактиве Швейцера. При обработке реактивом хлорцинк-йод целлюлоза окрашивается в синий цвет.

При дифференциации тканей клеточные стенки могут претерпевать изменения: утолщаться, пропитываться различными веществами (кутином, суберином; лигнином, минеральными солями), претерпевать ослизнение. При суберинизации и лигнификации клеточной стенки протопласт обычно отмирает.

Клеточный сок относится к первичным производным протопласта. Он сосредоточен в особых резервуарах - вакуолях (стенкой вакуоли служит тонопласт). В молодой клетке вакуоли очень мелкие, рассеяны по всей цитоплазме. При старении вакуоли становятся крупнее, сливаются друг с другом, и формируется обычно одна центральная вакуоль, а цитоплазма занимает постенное положение.

Клеточный сок состоит из воды, пигментов и растворенных в ней запасных и экскреторных веществ - углеводов, белков, гликозидов, алкалоидов, дубильных веществ, минеральных солей, органических кислот и их солей. Многие из этих веществ используются в фармации. Из пигментов клеточного сока наиболее распространены антоцианы (меняющие свою окраску от синего до красного, в зависимости от реакции среды) и флавоны (пигменты желтого цвета). Антоцианы встречаются, например, в клетках лепестков незабудки, медуницы; флавоны - в лепестках лютика, купальницы. Из солей чаще всего встречаются щавелевокислый кальций или магний, известь, гипс, которые при большой концентрации выпадают внутри вакуоли в виде кристаллов (одиночных кристаллов, друз - сростков кристаллов, рафид - игольчатых кристаллов, кристаллического песка).

Концентрация веществ клеточного сока бывает обычно довольно высокой, и если клетка окружена раствором меньшей концентрации, то по законам осмоса концентрации клеточного сока и окружающего раствора стремятся выровняться. Поскольку цитоплазма

обладает свойством полупроницаемости (проницаема только для молекул воды), вода из окружающего раствора устремляется в вакуоль клетки. Сила, которую надо приложить, чтобы помешать проникновению воды в раствор через полупроницаемую мембрану, называется осмотическим давлением.

Вакуоль, поглощая воду, увеличивает свой объем, давит на цитоплазму, далее давление передается на оболочку. Давление, передаваемое клеточным соком через цитоплазму на оболочку, называется тургорным давлением. Так как направления осмотического и тургорного давления противоположны, то сосущая сила (S) клетки, с которой клетки всасывают воду, составляет разность осмотического (O) и тургорного (T) давлений:

$$S = O - T.$$

Если поместить клетку в гипертонический раствор, т. е. в раствор, имеющий большую концентрацию клеточного сока, то вода из вакуоли будет уходить в окружающий раствор. Вакуоль станет уменьшаться в объеме, в силу чего цитоплазма начнет отходить от клеточной стенки.

Явление отхождения цитоплазмы от клеточной стенки называется плазмолизом. Если плазмолизированную клетку вскоре поместить в гипотонический раствор или дистиллированную воду, то вакуоль снова начнет насасывать воду и произойдет обратное явление - деплазмолиз, цитоплазма вновь займет нормальное постенное положение в клетке в силу восстановления тургора.

Явления плазмолиза и деплазмолиза легко проследить на клетках с окрашенными пластидами (например, на клетках листа элодеи с хлоропластами). Изменение величины вакуоли во время плазмолиза и деплазмолиза легко наблюдать в клетках с пигментированным клеточным соком (кожица красного лука, лепестков примулы и пр.).

Вопросы для самостоятельной работы

1. Опишите протопласт и первичные производные протопласта.
2. Перечислите органеллы цитоплазмы и их роль в жизнедеятельности клетки.
3. Перечислите типы пластид, их биологическое значение и различия в строении и составе пигментов.
4. Опишите значение вакуоли и клеточного сока в жизни клетки.
5. Дайте определение тургорного давления и сосущей силы клетки.
6. Опишите механизм явления плазмолиза и деплазмолиза.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: свежие листья традесканции виргинской, живые веточки элодеи канадской, плоды рябины и плоды шиповника (свежие или размоченные).

Реактивы: вода, раствор калия нитрата 10%.

Оборудование: микроскопы, стекла лабораторные, предметные и покровные, препаровальные иглы, пипетки, пинцеты, скальпели.

Задание 1. Изучить строение растительной клетки и определить тип пластид в клетках листа традесканции виргинской (рис. 1.1)

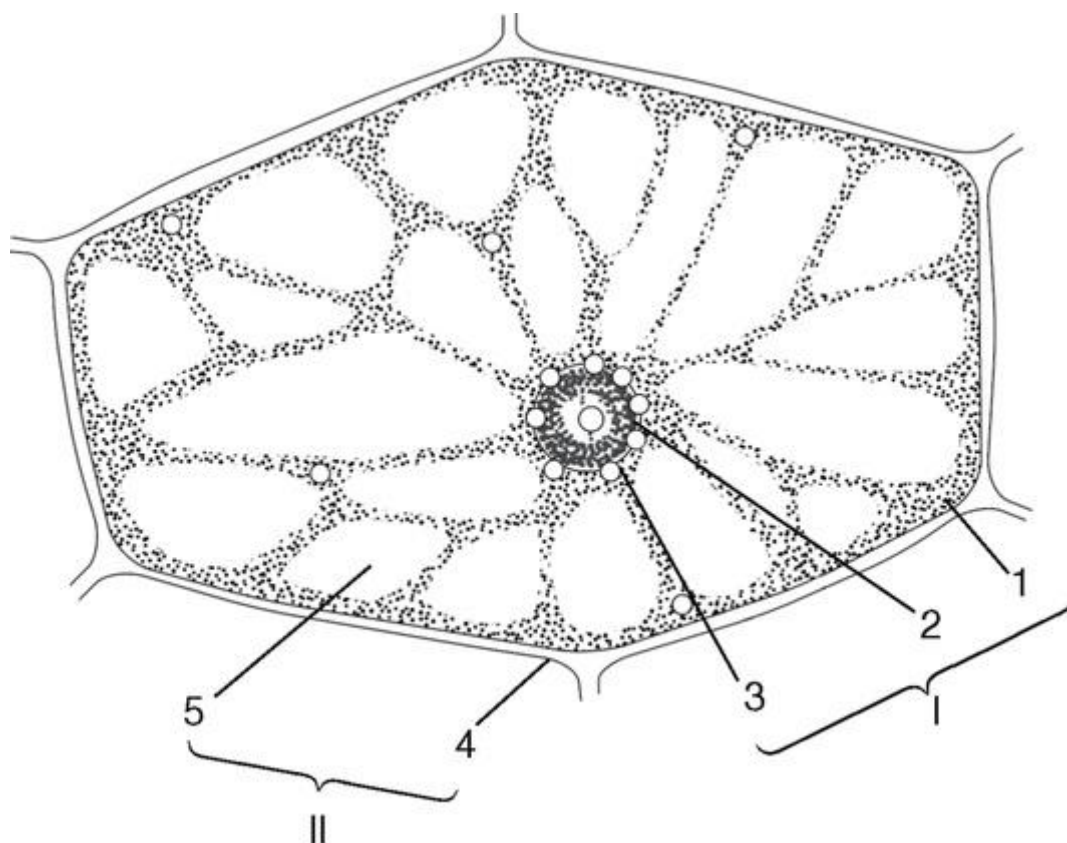


Рис. 1.1. Строение клетки листа традесканции виргинской: I. ПРОТОПЛАСТ: 1 - цитоплазма; 2 - ядро; 3 - лейкопласт; II. ПРОИЗВОДНЫЕ ПРОТОПЛАСТА: 4 - клеточная стенка; 5 - вакуоль

Приготовить микропрепарат. Для этого с нижней стороны молодого листа снять кусочек эпидермы и поместить его в каплю воды на предметном стекле. Накрывать покровным стеклом.

Рассмотреть препарат сначала под малым увеличением микроскопа, а затем под большим. Обратит внимание на то, что кожица состоит из разных по форме клеток: замыкающие клетки устьица имеют полулунную форму. Клетки, примыкающие к замыкающим клеткам, трапециевидной формы. Остальные клетки значительно крупнее и имеют многогранную вытянутую форму. Рассмотреть внимательно клетки вытянутой или трапециевидной формы. Найти в них цитоплазму, ядро, пластиды, клеточную стенку и вакуоль. Зарисовать изученную клетку в альбоме.

Задание 2. Определить тип пластид, изучить строение и осмотические свойства клеток листа элодеи канадской (рис. 1.2)



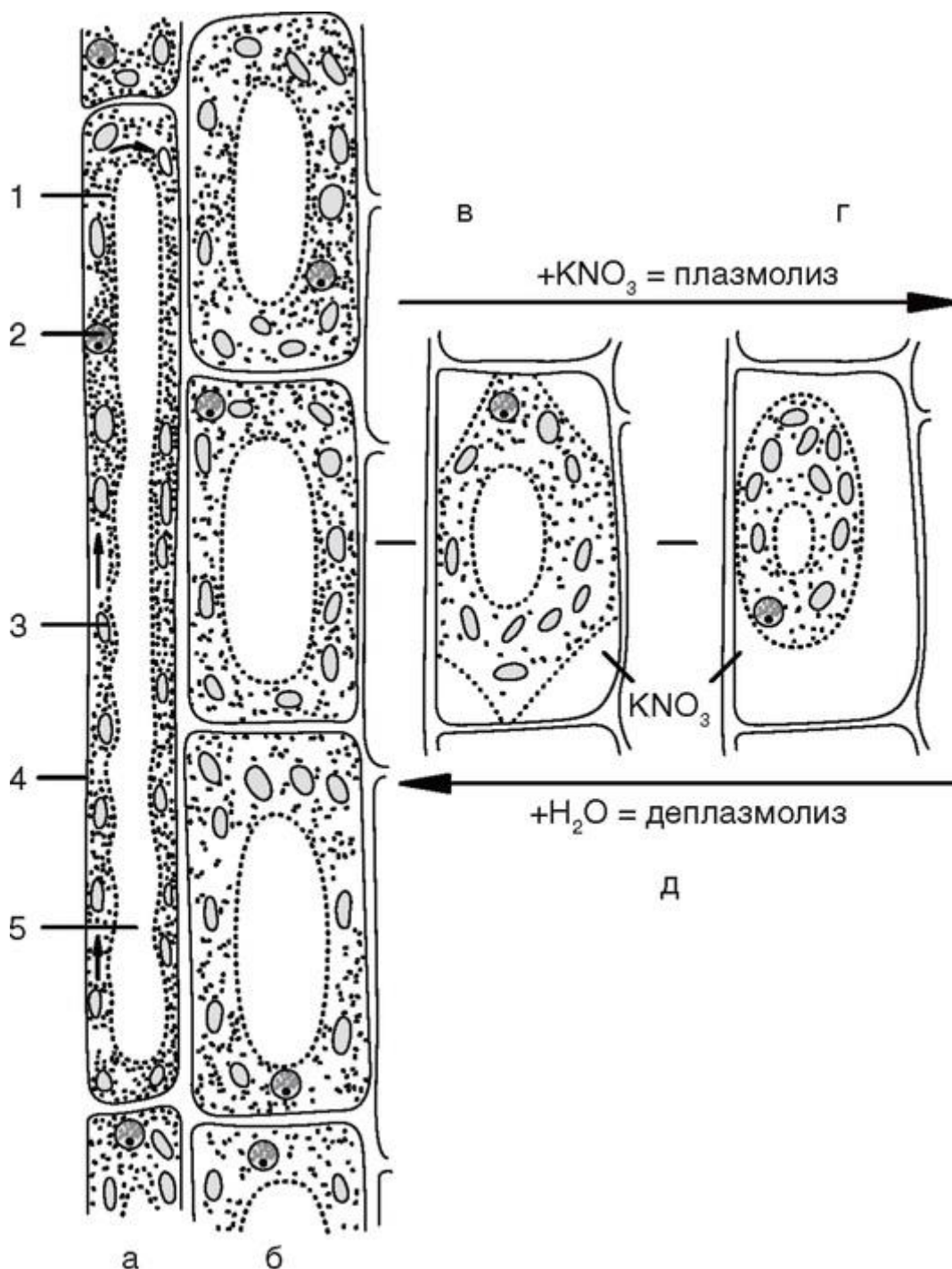


Рис. 1.2. Явление плазмолиза и деплазмолиза (в клетках листа элодеи канадской): а - прозенхимные клетки: 1 - цитоплазма; 2 - ядро; 3 - хлоропласты; 4 - клеточная стенка; 5 - центральная вакуоль; б - паренхимные клетки; в - начало плазмолиза (клетка, помещенная в гипертонический раствор  $KNO_3$ ); г - полный плазмолиз; д - деплазмолиз

Приготовить микропрепарат, для чего с молодого стебля элодеи отрывают листочек, помещают его в каплю воды на предметном стекле и накрывают покровным стеклом.

Изучить препарат под малым увеличением микроскопа. Найти среднюю жилку, после чего перевести револьвер микроскопа на большое увеличение. Под большим увеличением изучить клетки средней жилки и клетки, примыкающие к ней. Первые - узкие длинные - прозенхимные, вторые - короткие и более широкие - паренхимные. Найти

в клетках цитоплазму, ядро, пластиды. Обратите внимание на круговое движение цитоплазмы, которое лучше заметно в прозенхимных клетках.

На микропрепарате заменить воду раствором калийной селитры ( $KNO_3$ ). Для этого капнуть раствор калийной селитры на границе покровного стекла, а с противоположной стороны подложить фильтровальную бумагу. Вода по фильтровальной бумаге будет уходить из-под покровного стекла и заменяться раствором соли.

Рассмотреть препарат под большим увеличением микроскопа. Обратите внимание на явление плазмолиза.

Зарисовать клетку в состоянии плазмолиза, отметив на рисунке уменьшение объема вакуоли. Теперь меняем раствор соли на воду по той же технологии и прослеживаем явление деплазмолиза.

Задание 3. Изучить строение клеток и определить тип пластид в клетках мякоти плодов шиповника и рябины (рис. 1.3)

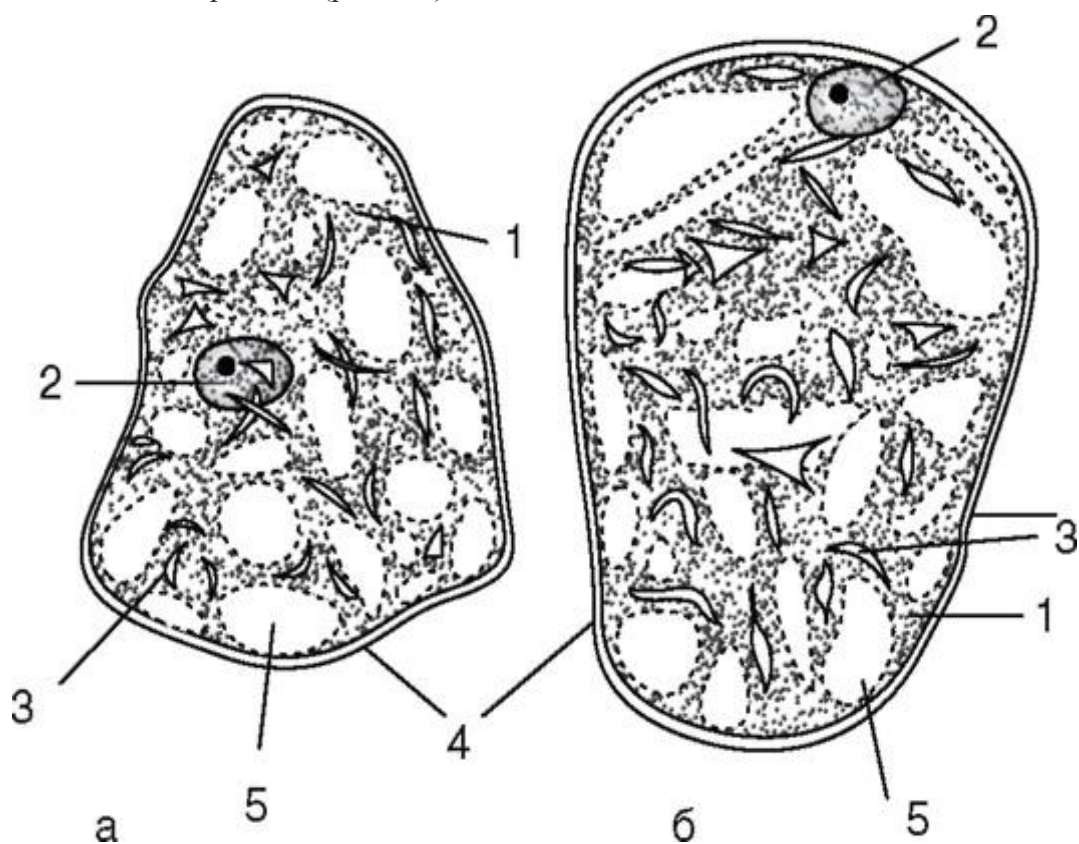


Рис. 1.3. Строение клетки мякоти плодов: а - рябины; б - боярышника; 1 - цитоплазма; 2 - ядро; 3 - хромопласты; 4 - клеточная стенка; 5 - вакуоль

Приготовить микропрепарат. Для этого взять небольшой кусочек мякоти плода шиповника или рябины (предварительно сняв с плода кожицу) и поместить его в каплю воды на предметном стекле. Осторожно препаровальной иглой или скальпелем размешать мякоть плода в капле воды и осторожно накрыть покровным стеклом. Зарисовать 2-3 клетки в альбоме, отметив тип пластид.

### Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 7-23.

## Тема 2. СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ. КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА. ЗАПАСНЫЕ И ЭКСКРЕТОРНЫЕ ВЕЩЕСТВА

### Цели занятия

- Изучить строение клеточной стенки и клеточных включений на приготовленных микропрепаратах.
- Уметь:
  - готовить микропрепараты;
  - проводить простейшие микрохимические реакции;
  - определять тип утолщения клеточной стенки;
  - определять тип клеточных включений;
  - проводить зарисовку и описание микропрепарата.
- Знать:
  - строение клеточной стенки, ее происхождение и химический состав;
  - запасные включения, их формы и место локализации в клетке;
  - экскреторные включения, их формы и место локализации в клетке.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Живое содержимое клетки, протопласт, в процессе жизнедеятельности создает первичные и вторичные производные. Первичные производные - клеточная стенка и клеточный сок - образуются почти у всех клеток растений. Вторичные производные - запасные и экскреторные вещества - имеются не во всех клетках.

#### Клеточная стенка

Молодые растущие клетки покрыты тонкой оболочкой (первичной клеточной стенкой), состоящей в основном из целлюлозы (клетчатки). Матрикс клеточной стенки состоит из пектина и гемицеллюлозы, фибриллы клетчатки расположены в матриксе беспорядочно.

Когда рост клеток прекращается, наступает процесс дифференциации клеток (подготовка к выполнению каких-либо определенных функций). При дифференциации клеток часто происходит образование вторичных клеточных стенок за счет оппозиции - наложения со стороны протопласта новых слоев клетчатки на первичную оболочку. Содержание клетчатки во вторичной оболочке - до 80% и более. Фибриллы клетчатки располагаются параллельно друг другу, их направление в каждом последующем слое иное, чем в предыдущем, что обуславливает особую прочность вторичной клеточной стенки. Утолщение клеточной стенки имеет, главным образом, механическое значение. Наслоение вторичной клеточной стенки не всегда идет равномерно. Часто утолщению подвергаются лишь отдельные ее участки. Различают два типа неравномерного утолщения клеточной стенки:

- возникают скульптурные утолщения на меньшей части первичной клеточной стенки;
- утолщена почти вся клеточная стенка, а неутолщенными остаются только маленькие участки - поры.

Поры бывают простые и окаймленные. В простой поре диаметр порового канала одинаков по всей его длине, вплоть до первичной клеточной стенки. В окаймленной поре вторичная клеточная стенка нависает над первичной, в результате чего полость поры конически сужается от первичной клеточной стенки к полости клетки, образуя

окаймление. Первичная клеточная стенка пронизана микроскопическими отверстиями - плазмодесменными каналцами, через которые из одной клетки в другую проходят тяжи цитоплазмы - плазмодесмы. Особенно много плазмодесменных каналцев в поровых полях. В процессе жизнедеятельности клетки клеточная стенка подвергается химическим изменениям: одревеснению, опробковению, кутинизации, ослизнению, минерализации.

При одревеснении клеточная стенка пропитывается лигнином. При этом увеличивается прочность оболочки, прекращается ее плоскостной рост. Клетки с сильно одревесневшими клеточными стенками, как правило, мертвые. Реактивы на лигнин - флороглюцин и соляная кислота, от которых вторичная клеточная стенка окрашивается в красный цвет.

Опробковение происходит при пропитывании клеточной стенки суберином (жироподобным веществом). Реактивом на суберин служит судан-III. Он конденсируется жировыми и жироподобными веществами, окрашивая их в оранжевый цвет. Опробковевшие клеточные стенки не пропускают ни воду, ни воздух, и содержимое клетки отмирает. Опробковению подвергаются клеточные стенки клеток вторичной покровной ткани - пробки.

Кутинизация - образование кутикулы, жироподобной пленки на поверхности клеточных стенок клеток эпидермы. Реактивом на кутин служит судан-III, окрашивая его в оранжевый цвет.

Минерализация - внедрение в толщу клеточных стенок минеральных веществ (кремнезема, углекислого кальция). Минерализация клеточных стенок наблюдается в клетках покровных тканей, например эпидерма у хвощей.

Ослизнение - превращение пектиновых веществ и частично целлюлозы в слизь. Ослизнение клеточных стенок наблюдается у клеток покровной ткани, или как защитное приспособление (у водных растений), или при прорастании семян. При прорастании семян льна оболочки семенной кожуры ослизняются, становятся клейкими, что способствует лучшему их закреплению в почве.

#### Экскреторные вещества

Экскреторные вещества - вещества, образующиеся в процессе жизнедеятельности и подлежащие удалению из клетки. Это эфирные масла, бальзамы, кристаллы щавелевокислого кальция (кальция оксалат) и др. Наиболее часто эксcretорные вещества встречаются в виде кристаллов в клеточном соке. Кристаллы щавелевокислого кальция могут присутствовать в вакуолях в следующих формах.

- Одиночные кристаллы (в вакуолях клеток наружных чешуй луковицы лука, черешка бегонии и др.).
- Кристаллический песок (скопление мелких кристаллов в листьях скополии, красавки и др.).
- Друзы - сростки кристаллов (в вакуолях клеток черешка бегонии, стебля опунции).
- Рафиды - игольчатые кристаллы, одиночные или в виде «пачек» тонких игловидных кристаллов. Рафиды встречаются в вакуолях клеток листа алоэ, корневища купены, черешках листьев бегонии, гречихи сахалинской и др.

Запасные вещества - также производные протопласта. К запасным веществам клетки относятся запасные углеводы, белки, жиры. Углеводы могут встречаться в клетках в растворимом состоянии, в виде сахара в клеточном соке и в нерастворимом состоянии, в виде зерен крахмала в цитоплазме. Крахмал может быть: - ассимиляционный, образующийся при фотосинтезе в хлоропластах;

— транзиторный, отмечаемый на пути передвижения от хлоропластов в запасные органы;

— оберегаемый, содержащийся в клетках корневого чехлика и в эндодерме (этот крахмал не расходуется растением);

— запасной крахмал - откладывается в виде сравнительно крупных зерен в клетках запасных тканей (корневища, луковицы, клубней).

Запасной крахмал откладывается в лейкопластах. В лейкопласте образуется крахмалообразовательный центр, вокруг которого откладываются слои крахмала. Если крахмалообразовательный центр расположен в центре лейкопласта, то образуется концентрическое крахмальное зерно, если же он смещен, то образуется эксцентрическое крахмальное зерно.

По форме различают крахмальные зерна простые, сложные и полусложные. Чаще всего встречаются простые крахмальные зерна. У них один образовательный центр, вокруг которого хорошо заметна слоистость - чередование темных и светлых слоев, обусловленное полимеризацией (в различной степени) амилозы и амилопектина.

Сложные зерна крахмала образуются при наличии нескольких крахмалообразовательных центров, в этом случае зерно состоит из нескольких зерен. Полусложное зерно сходно со сложным, но отличается от него тем, что зерна крахмала откладываются в одном лейкопласте и снаружи покрываются общими слоями крахмала. Реактивом на крахмал служит раствор йода в йодистом калии. Он окрашивает крахмал в сине-фиолетовый цвет.

Жиры локализируются в сферосомах цитоплазмы клетки в виде мелких капелек. Жиры обычно накапливаются в клетках семян. Реактивом на жиры служит судан-III, он окрашивает капельки жира в оранжевый цвет.

Белки обычно откладываются в виде алейроновых зерен. Алейроновые зерна представляют собой обезвоженные вакуоли. Алейроновые зерна ограничены мембраной - тонопластом. Зерна могут быть:

— простыми, состоящими из гомогенного аморфного белка;

— сложными, в которых кроме аморфного белка имеется один или реже несколько кристаллоидов (кристаллический белок) и один или несколько глобулоидов (сферическое белковое образование, богатое фосфором, магнием и кальцием).

Сложные алейроновые зерна хорошо видны в клетках семян клещевины, грецкого ореха, конопли и др. Белки могут откладываться и в лейкопластах.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Опишите состав клеточной стенки.
2. Перечислите запасные вещества клетки и места их локализации.
3. Перечислите экскреторные вещества клетки и место их локализации.
4. Перечислите реактивы на жиры, белки, углеводы.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: околоплодник перца; чешуя лука в глицерине; черешок листа бегонии; корневище купены; клубень картофеля; семя клещевины или грецкого ореха.

Реактивы: вода дистиллированная; судан-III; раствор йода в КJ.

Оборудование: микроскопы: ИБР-1, БИОЛАМ; рабочие, предметные и покровные стекла; пинцеты; иглы препаровальные; скальпели; полоски фильтровальной бумаги.

Задание 1. Изучить строение клеток и клеточной стенки внутренней кожицы околоплодника перца (рис. 2.1)

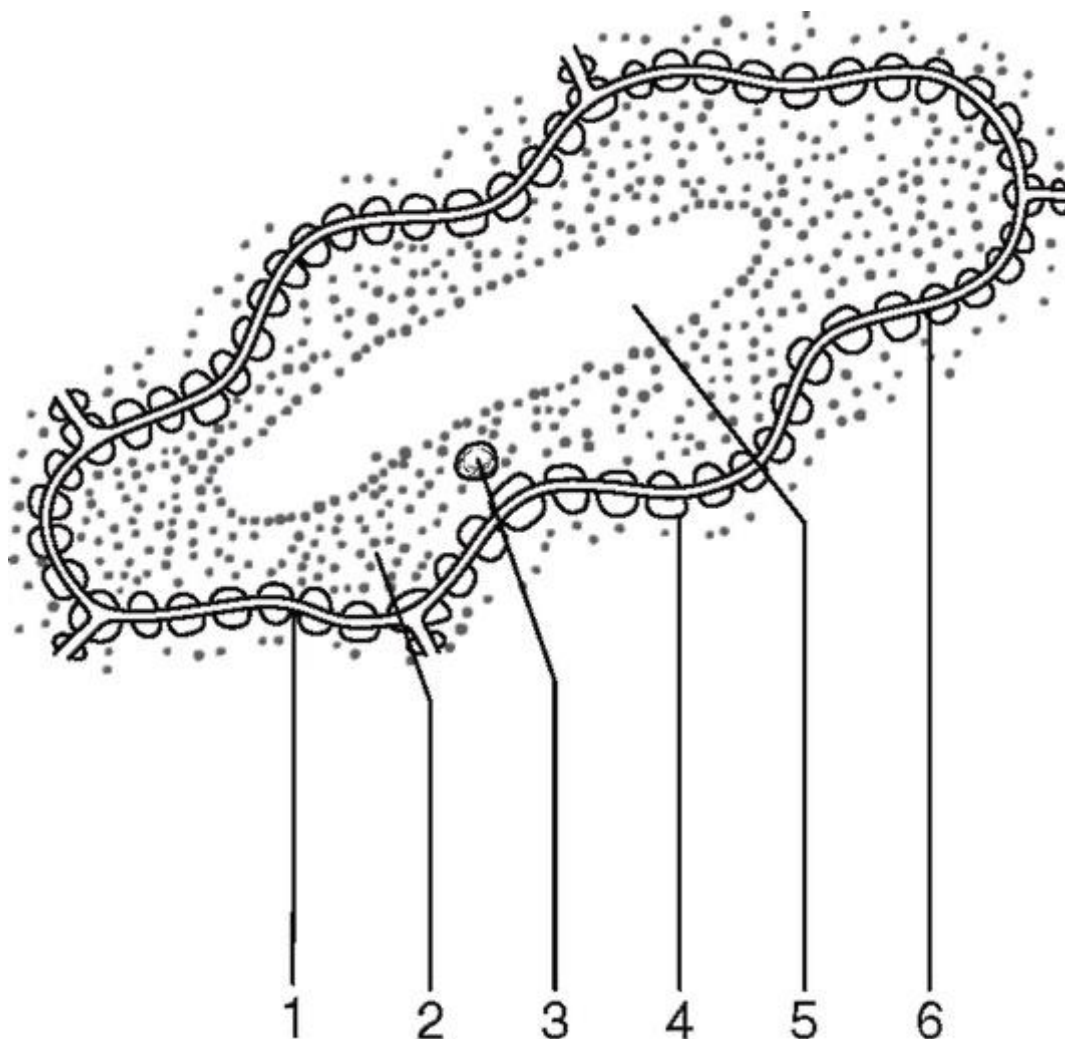


Рис. 2.1. Строение первичной и вторичной клеточной стенки (в клетках внутренней кожицы околоплодника перца): 1 - пора; 2 - цитоплазма; 3 - ядро; 4 - вторичная оболочка; 5 - вакуоль; 6 - первичная оболочка

Приготовить микропрепарат. Для этого разрезать плод перца и с внутренней стороны околоплодника снять кожицу с помощью препаровальной иглы или пинцета. Опустить кожицу в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом и поставить сначала на малое увеличение микроскопа.

Выбрать участок кожицы, где среди тонкостенных клеток встречаются группы извилистых клеток (клетки извилистых очертаний) с толстыми оболочками. На большом увеличении (объектив  $\times 40$ ) рассмотреть структуру клеточных стенок. Хорошо видна толстая клеточная стенка, пронизанная цилиндрическими поровыми каналами. Обратите внимание на то, что поровые каналы оболочек соседних клеток находятся точно друг против друга, что создает возможность обмена веществ через плазмодесменные каналы. Зарисовать 2-3 клетки кожицы. При зарисовке обратить внимание на извилистые очертания ее клеток, на тонкую целлюлозную первичную оболочку и на утолщенную вторичную клеточную стенку, пронизанную простыми цилиндрическими порами. Сделать рисунок и на рисунке правильно зарисовать поровые каналы - они открываются внутрь клетки, упираются в первичную клеточную стенку и располагаются напротив поровых каналов соседней клетки.

Задание 2. Изучить кристаллические включения оксалата кальция в клетках чешуи луковичы лука (рис. 2.2)

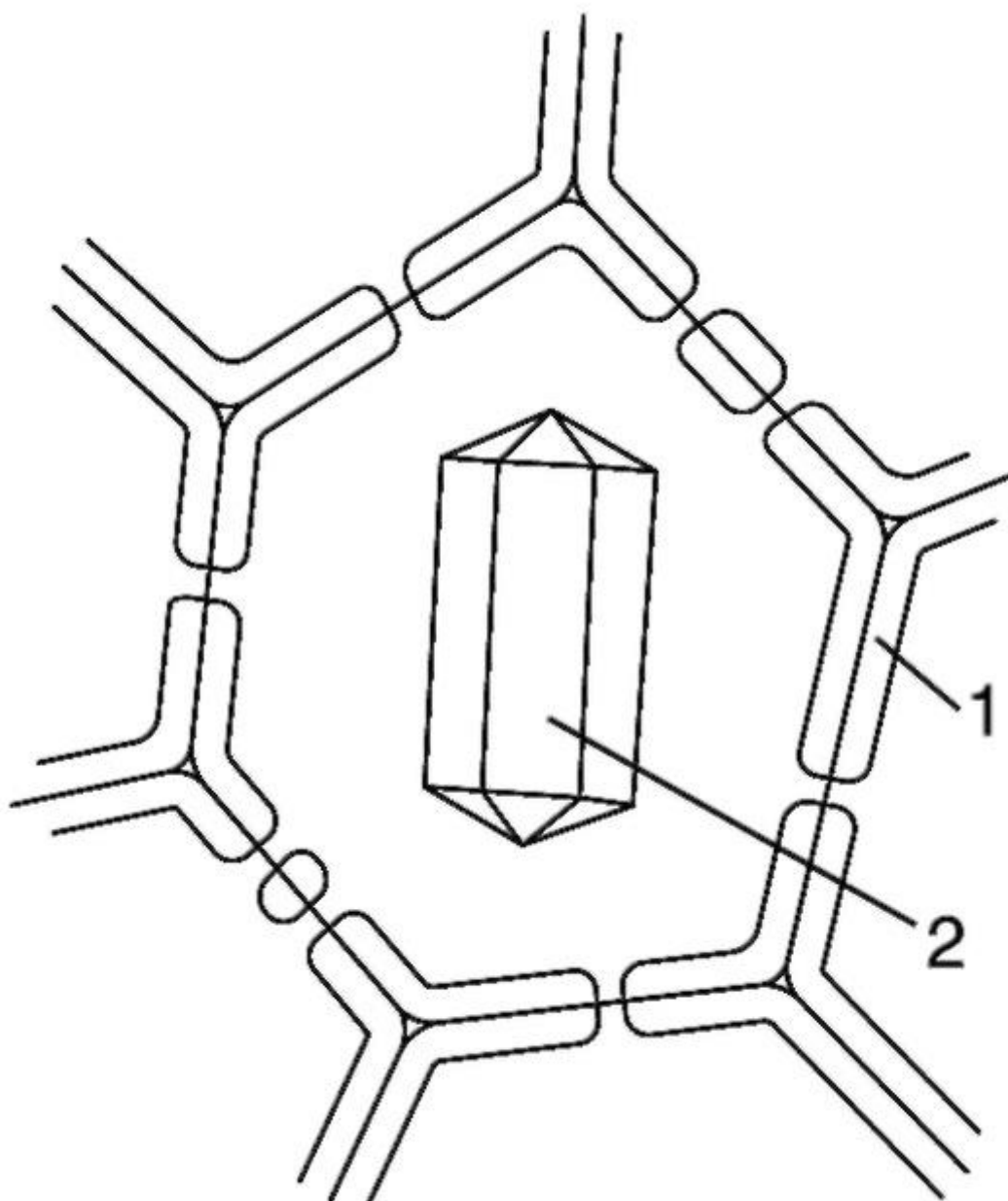


Рис. 2.2. Строение кристаллических включений кальция оксалата в клетках чешуи луковичы лука: 1 - клеточная стенка; 2 - одиночные кристаллы кальция оксалата

Для приготовления микропрепарата отрезать кусочек от чешуи лука, предварительно выдержанной в глицерине, положить на предметное стекло в каплю глицерина и накрыть покровным стеклом. Так как чешуя лука представляет собой высохшее основание ранее сочных листьев, то естественно, что эта ткань многослойная. Поэтому на большом увеличении при вращении микровинта фокусируются то верхние, то нижние слои клеток. Все клетки мертвые. В клетках видны одиночные кристаллы щавелевокислого кальция призматической формы. Зарисовать 1-2 клетки с одиночными кристаллами.

Задание 3. Изучить кристаллические включения в клетках стебля опунции или черешка листа бегонии (рис. 2.3)

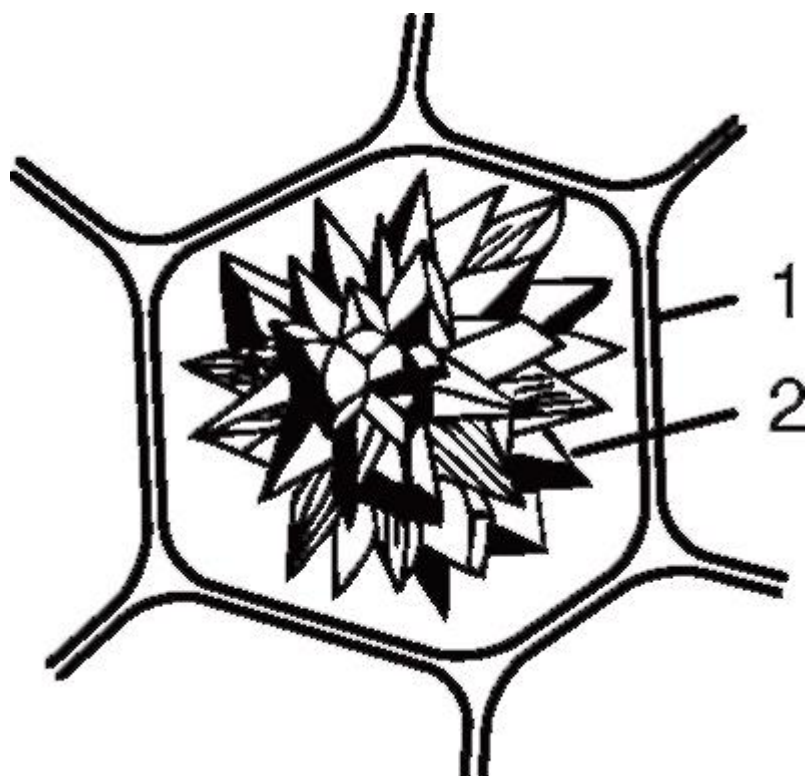


Рис. 2.3. Строение кристаллических включений кальция оксалата в клетках черешка листа бегонии: 1 - клеточная стенка; 2 - друзы

Для приготовления препарата сделать тонкий поперечный срез бритвой со стебля опунции или черешка бегонии. Поместить срез в каплю воды на предметном стекле, накрыть покровным стеклом. Под малым увеличением найти клетки, содержащие в вакуолях друзы. Друзы выглядят темно-серыми сростками кристаллов. Поставить эти клетки в центре поля зрения, рассмотреть и зарисовать при большом увеличении микроскопа. Сделать рисунок, отметив клеточную стенку, цитоплазму, ядро, хлоропласты, вакуоль и друзы.

Задание 4. Изучить кристаллические включения в клетках корневища купены (рис. 2.4)

Для приготовления препарата сделать тонкий продольный срез с корневища купены. Поместить срез в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом. Под малым увеличением микроскопа найти в препарате обычно мертвые крупные клетки - идиобласты, содержащие пачку игловидных кристаллов - рафид.



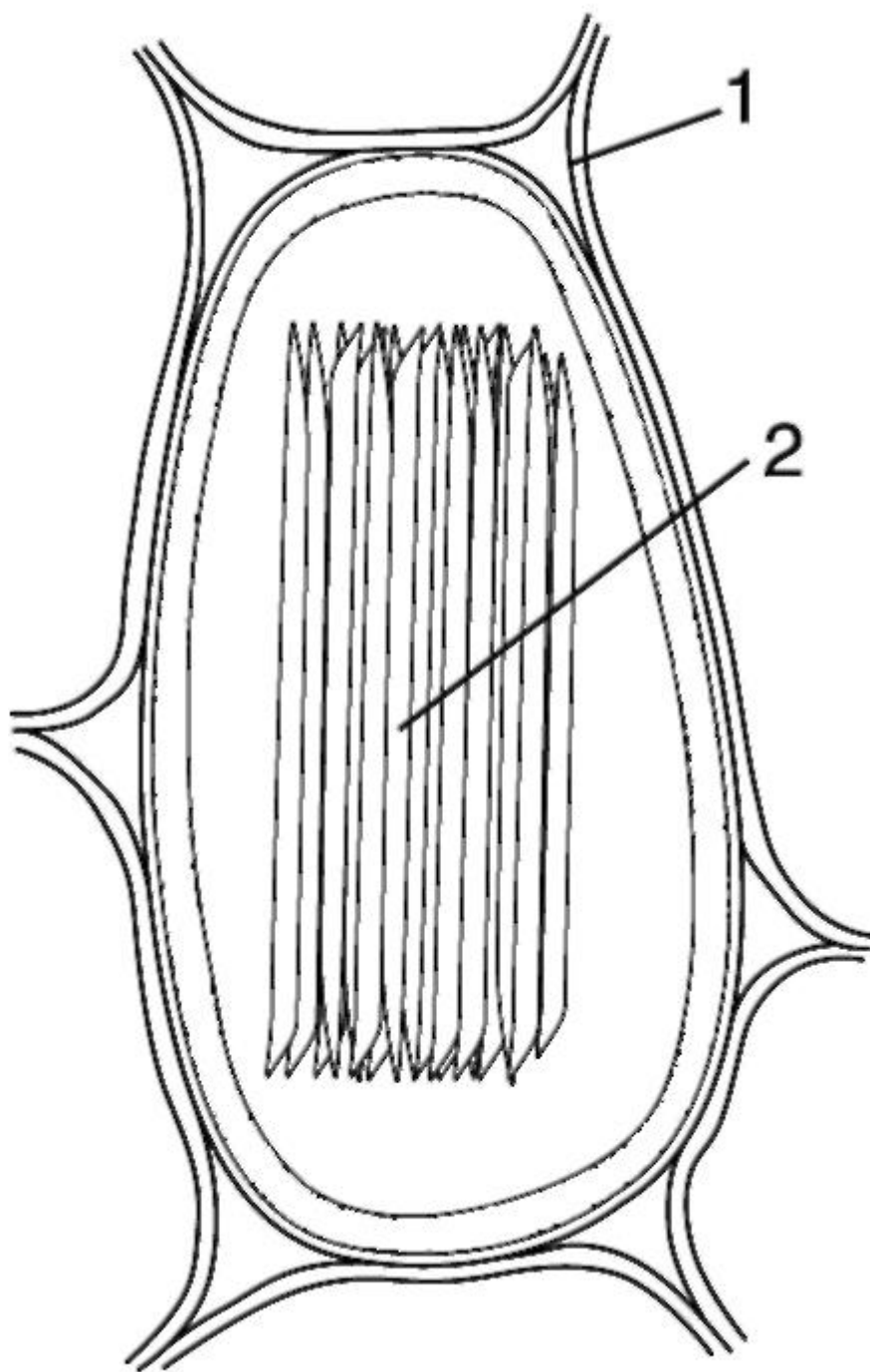


Рис. 2.4. Строение кристаллических включений кальция оксалата в клетках корневища купены: 1 - клеточная стенка; 2 - пачка рафид

Поставить эту клетку в центре поля зрения, перевести микроскоп на большое увеличение, рассмотреть и зарисовать клетку с рафидами. Иногда рафиды рассыпаются из разрушенных идиобластов, и тогда хорошо видна их игловидная форма. Сделать рисунок, отметив клеточную стенку и пучки рафид.

Задание 5. Изучить крахмальные зерна в клетках клубня картофеля (рис. 2.5)

Для приготовления микропрепарата в каплю воды на предметном стекле обмакнуть свежесрезанный кусочек клубня картофеля. Капля помутнеет, так как с поверхности свежего среза смоются водой зерна крахмала. Рассмотреть их при большом увеличении микроскопа. Больше всего в поле зрения будет простых крахмальных зерен. По положению крахмалообразовательного центра определить слоистость зерна

(концентрическое или эксцентрическое). Найти в препарате полусложные зерна. Провести реакцию йода на крахмал - нанести на препарат каплю раствора йода, наблюдать окрашивание крахмальных зерен в сине-фиолетовый цвет. Зарисовать различные типы зерен крахмала. (До зарисовки крашение йодом не делать, так как слоистость зерен после крашения становится незаметной.)

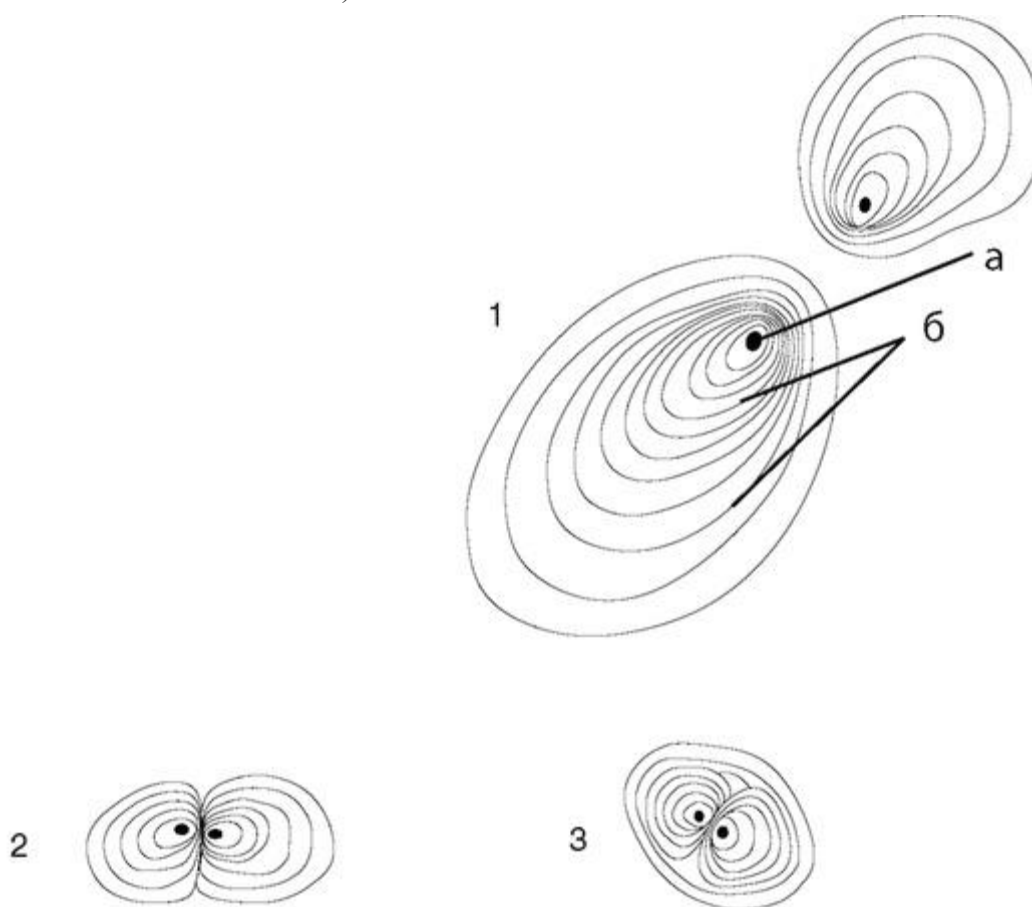


Рис. 2.5. Строение крахмальных зерен в клетках клубня картофеля: 1 - простое зерно: а - крахмалообразовательный центр; б - слоистость; 2 - сложное зерно; 3 - полусложное зерно

Задание 6. Изучить запасные белки и жиры в семени клещевины (рис. 2.6)

Для приготовления микропрепарата очистить семя клещевины от семенной кожуры и на сухом предметном стекле скальпелем растереть кусочек эндосперма семени. На мазок нанести каплю судана-III (реактив на жиры и жироподобные вещества) и каплю раствора йода в йодистом калии. На препарате клеточная структура, естественно, будет разрушена, но хорошо будут видны капли жира, окрашенные в красно-оранжевый цвет, и скопления сложных алейроновых зерен, окрашенных раствором йода в слабо-желтый цвет. Алейроновые зерна (обезвоженные вакуоли) мелкие, овальной формы, покрытые тонопластом, в них хорошо заметны блестящий кристаллоид и округлый глобид, окруженный аморфным белком. Сделать рисунок сложного алейронового зерна и окрашенной капли масла.

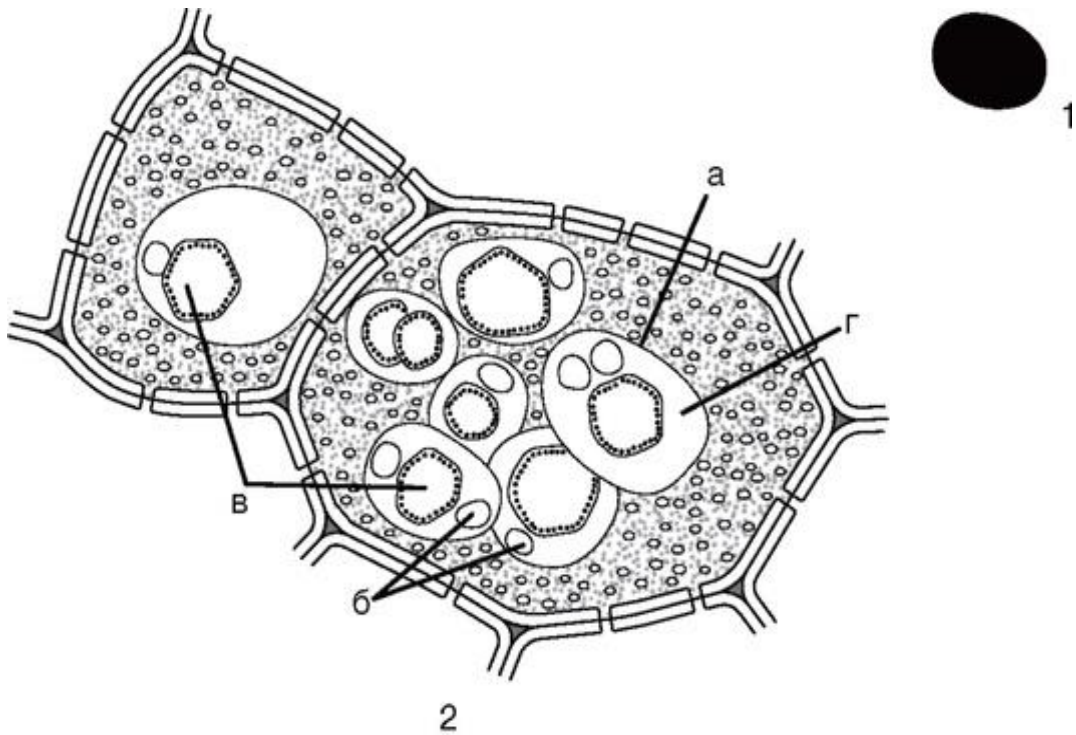


Рис. 2.6. Запасные жиры и белки в семени клещевины: 1 - капли жира, окрашенные суданом-III в оранжевый цвет; 2 - сложное алейроновое зерно: а - тонопласт (оболочка алейронового зерна); б - глобуид; в - кристаллоид; г - аморфный белок

#### Литература

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 23-27.

### Тема 3. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ. ПРОЦЕСС ДЕЛЕНИЯ КЛЕТКИ

#### Цели занятия

- Научиться дифференцировать первичные образовательные ткани на временных микропрепаратах.
- Уметь:
  - препарировать конус нарастания стебля элодеи и готовить временный микропрепарат;
  - готовить временный микропрепарат из молодого корня пшеницы или другого культурного злака;
  - зарисовывать контуры конуса нарастания стебля и кончика корня, а также отдельные клетки образовательной ткани.
- Знать:
  - принципы классификации образовательных тканей;
  - отличительные особенности клеток образовательной ткани;
  - теории строения конусов нарастания: гистогенов, туники и корпуса;
  - фазы митоза.

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

### Растительные ткани

Клетка - структурная единица организма. У одноклеточных растений она выполняет все функции, связанные с жизнедеятельностью организма - она многофункциональна. В процессе эволюции растительного мира, возникновения и развития многоклеточных организмов шли специализации клеток и разделение функций между ними. Различные по функциям клетки стали отличаться друг от друга строением и формой. Таким образом, в многоклеточном организме определенные функции стала выполнять не одна клетка, а целая группа клеток, которые имели сходное строение и общее происхождение, т. е. образовались ткани. Итак, растительная ткань - это группа клеток, которые выполняют общую физиологическую функцию и имеют одинаковое происхождение. Если клетки, составляющие ткань, более или менее одинаковые по форме и функциям, ткань называют простой, если неодинаковые - ткань называют сложной. Все ткани растения, кроме того, принято делить на образовательные - меристемы - и постоянные - ткани, возникающие в результате роста и дифференциации клеток - производных меристем. Среди постоянных тканей по выполняемой функции различают: покровные (эпидерма, ризодерма, перидерма), проводящие (флоэма, ксилема), механические (колленхима, склеренхима), основные (ассимиляционная ткань, запасающая и т. д.) и выделительные.

#### Образовательные ткани, или меристемы

Меристема - специализированная ткань, клетки которой делятся и дают начало новым клеткам. Таким образом, основная функция меристемы - образование новых клеток, которые затем дифференцируются в клетки постоянных тканей. Благодаря делению клеток меристемы обеспечивается рост растения и образование новых тканей и органов. Итак, ткани, состоящие из живых тонкостенных, интенсивно делящихся клеток, называются образовательными, или меристемами.

По положению в теле растения меристема может быть верхушечной, вставочной и боковой. С учетом относительно времени появления меристем в процессе развития органа их делят на первичные и вторичные. Первичными называют меристемы, которые первыми обособляются в каждом вновь формирующемся органе растения и обеспечивают первичный рост этого органа. Первичная меристема образуется непосредственно из ткани зародыша семени (промеристемы). Ткани, которые образуются из первичной меристемы, называют первичными постоянными. К вторичным меристемам относят камбий и феллоген. Вторичными их называют потому, что дифференциация этих тканей в органе и их функционирование наступают позднее начала деятельности клеток первичной меристемы. Из вторичной меристемы развиваются постоянные ткани, которые в соответствии со своим происхождением называются вторичными.

#### Первичные меристемы

Первичную меристему, находящуюся на верхушке побега и кончике корня растения, называют верхушечной. Верхушки побегов и корней, сложенные меристематической тканью, получили название конусов нарастания.

Конус нарастания стебля легко обнажить, последовательно снимая листья и их зачатки на верхушке побега, например элодеи канадской. На конусе нарастания хорошо видна стеблевая часть конической формы, заканчивающаяся на верхушке точкой роста, и листовая часть в виде бугорков - зачатков листьев. В основании конуса нарастания находятся лентовидные образования - почти сформированные листья, которые своими верхушками прикрывают и защищают точку роста. Между бугорками - зачатками листьев - иногда заметны более мелкие бугорки - зачатки пазушных почек.

Клетки первичной меристемы, из которой состоит конус нарастания, мелкие, изодиаметричные, т. е. имеют одинаковую протяженность в разных направлениях, многогранные, соединены друг с другом без межклетников. Стенка клеток очень тонкая, целлюлозная. Цитоплазма густая, пластиды еще не сформированы, есть только пропластиды. Центральной крупной вакуоли нет, а имеются отдельные вакуолярные пузырьки. В центре клетки относительно крупное ядро, занимающее большую часть клетки.

По теории А. Шмидта (1924), в первичной меристеме стебля в зависимости от направления деления клеток различают тунику - наружный слой и корпус - внутренний слой клеток меристемы. Туника однодольных растений однослойна и впоследствии дифференцируется в первичную покровную ткань - эпидерму. У большинства двудольных растений туника многослойна, и поэтому при дифференциации, кроме эпидермы, из внутренних ее слоев образуются наружные слои первичной коры. Из корпуса образуется: у однодольных - первичная кора и центральный осевой цилиндр, а у большинства двудольных - внутренняя часть первичной коры и центральный осевой цилиндр.

Конус нарастания корня прикрыт защитным образованием - корневым чехликом. От соприкосновения с твердыми частицами почвы его клетки постоянно разрушаются. Разрушающиеся клетки образуют слизистый чехол, по которому при росте корень продвигается в глубину почвы. Восстанавливается корневой чехлик у большинства растений за счет той же меристемы, а у злаков - за счет особой меристемы - калиптрогена. Меристематическая зона на кончике корня получила название зоны деления. Выше зоны деления располагается зона растяжения. В этой зоне клетки, сохраняя меристематический характер, значительно увеличиваются в объеме за счет сильного оводнения. Часто зону деления и зону растяжения объединяют в общую зону роста.

В этих зонах в первичной меристеме корня по теории Й. Ганштейна (1868) можно выделить, в зависимости от направления деления клеток, три слоя, или три гистогена: наружный - дерматоген, под ним - периблема и внутренний центральный слой - плерома.

В следующей зоне (всасывания), чуть дальше от кончика корня, происходит дифференциация клеток меристемы в постоянные ткани. Из клеток дерматогена образуется первичная покровно-всасывающая ткань корня - ризодерма (эпиблема). Периблема дает начало тканям первичной коры, а плерома - тканям центрального осевого цилиндра. Таким образом, клетки первичной меристемы в этой зоне (зоне всасывания) полностью дифференцируются в первичные постоянные ткани.

Вставочная меристема по происхождению является первичной. Она располагается в различных частях растения, например в основании междоузлий злаков. У злаков вставочная меристема постоянно сохраняется в междоузлиях, а у других растений она недолговечна. За счет вставочной меристемы осуществляются рост стебля злака в длину, выпрямление стебля после полегания. Вставочная меристема имеется также в основании молодых растущих листьев, в основании развивающихся органов цветка, лепестков, тычинок. После завершения роста листьев и междоузлий клетки вставочной меристемы дифференцируются в постоянные ткани стебля и листьев.

### Митоз

Образованию новых клеток предшествует деление ядра, обеспечивающее передачу информации от клетки к клетке. Различают два типа деления клетки: прямое и непрямое. В первом случае ядро делится путем образования перетяжки - этот тип деления у высших растений обычно встречается в старых клетках. Прямое деление клетки может быть результатом патологических изменений в клетке. Непрямое деление клетки сопровождается появлением отчетливо различимых в микроскоп ядерных структур - хромосом, а также нитей ахроматинового веретена (веретено деления).

Хромосомы в этот период становятся более короткими, но при этом и более компактными благодаря спирализации слагающих их компонентов. В природе имеются две формы непрямого деления: митоз и мейоз.

Митоз - деление клетки, в результате которого образуются дочерние клетки, ядра которых равноценны в генетическом отношении и имеют тот же набор хромосом, что и ядро материнской клетки. При митотическом делении из одного материнского ядра возникают два дочерних.

Мейоз - деление клетки, в результате которого в каждом из образующихся дочерних ядер число хромосом в два раза меньше по сравнению с материнским ядром.

Митоз (кариокинез) представляет собой непрерывный процесс, но условно его подразделяют на несколько основных стадий или фаз, каждая из которых имеет ряд особенностей:

- I - интерфаза (подготовительная);
- II - собственно митоз:
  - профаза;
  - метафаза;
  - анафаза;
  - телофаза;
- III - цитокинез (деление цитоплазмы).

Интерфаза - состояние неделящегося ядра. Эта фаза наиболее продолжительна. Хотя интерфазное ядро иногда называют покоящимся, именно в этой фазе ядро наиболее активно физиологически: в нем происходит важнейший процесс удвоения молекул ДНК, который и лежит в основе так называемой редупликации хромосом. Переход от интерфазы к профазе постепенный, поэтому начинающуюся профазу от интерфазы отличить трудно.

Профаза характеризуется увеличением размеров ядра. Хроматиновая сеть становится грубее. Постепенно в ядре начинают выявляться длинные тонкие извитые нити, скрученные в рыхлый клубок - это хромосомы. Они постепенно укорачиваются и утолщаются. К концу профазы хромосомы свободно лежат в кариолимфе под ядерной мембраной. Число хромосом в соматических клетках постоянно для каждого вида растения. Оно всегда четное, диплоидное, так как в каждом ядре имеются пары идентичных по структуре хромосом, которые называют гомологичными. В конце профазы исчезают ядрышко и ядерная мембрана. На противоположных полюсах клетки сгущается цитоплазма, образуются полярные колпачки. Расположение этих колпачков определяет направление оси деления ядра. Это начало образования так называемого ахроматинового веретена.

Метафаза. В ней уже хорошо выражено ахроматиновое веретено. Эта фаза наиболее кратковременна. Ахроматиновое веретено, заостренное на концах и расширенное в средней части, представляет собой студенистую массу, пронизанную бесцветными, тончайшими волокнами. В широкой части веретена, в его экваториальной плоскости, расположены хромосомы. Каждая хромосома состоит из двух участков - плеч, соединенных между собой неокрашенным тельцем - центромерой. Хромосомы выстраиваются в центре так, что их центромеры находятся в экваториальной плоскости, а плечи могут быть обращены к полюсам. К центромерам подходят нити ахроматинового веретена, к которым хромосомы прикрепляются. В метафазе происходит расщепление каждой хромосомы вдоль на две хроматиды. Хромосомы в метафазе не расходятся, а лежат параллельно друг другу.

Анафаза. Нити ахроматинового веретена сокращаются и растягивают хроматиды к противоположным полюсам клетки. Вследствие расхождения хроматид у каждого полюса клетки оказывается одинаковое число хромосом, равное числу хромосом исходного ядра. Структура их совершенно идентична структуре хромосом материнского ядра.

Телофаза представляет собой фазу, обратную профазе. Хромосомы, расположенные у разных полюсов клетки, набухают, сближаются и образуют два плотных темноокрашенных сгустка. Вокруг них возникает ядерная мембрана, т. е. образуется оформленное ядро. В нем появляются ядрышки, хромосомы растягиваются, утончаются, в ядре возникает тонкая хроматиновая сеть. Деление ядра на этом заканчивается.

Вслед за делением ядра происходит деление клетки - цитокинез. Он сопровождается образованием клеточной мембраны или срединной пластинки. Срединная пластинка образуется в экваториальной плоскости клетки путем слияния узелков на нитях ахроматинового веретена. Образовавшаяся мембрана делит материнскую клетку на две дочерние. Затем протопласт каждой клетки достраивает свою оболочку путем наслоения изнутри на образовавшуюся мембрану молекул целлюлозы. Таким образом, деление клетки - цитокинез - происходит вслед за делением ядра. Образуются две клетки, которые после некоторого периода роста могут снова приступить к делению.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Дайте определение растительных тканей и расскажите об их классификации.
2. Дайте классифицицию образовательных тканей по положению в теле растения и времени появления их в процессе развития органа.

Перечислите отличительные особенности клеток образовательной ткани.

3. Опишите строение конуса нарастания стебля по теории Шмидта. Перечислите меристематические слои конуса нарастания стебля, образующие покровную ткань, первичную кору, центральный осевой цилиндр.

4. Опишите строение конуса нарастания корня по теории Ганштейна. Перечислите меристематические слои конуса нарастания корня, образующие покровно-всасывающую ткань, первичную кору, центральный осевой цилиндр.

5. Назовите типы деления клеток и тип деления клеток образовательной ткани.

6. Дайте определение митоза и расскажите о его биологическом смысле. Охарактеризуйте каждую фазу митоза.

7. Дайте понятие цитокинеза и расскажите об его отличиях в растительной и животной клетке.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: верхушки побегов элодеи канадской, живые или фиксированные в спирте; проросшие зерновки пшеницы или другого культурного злака; готовые микропрепараты: 1) продольный разрез конуса нарастания стебля элодеи; 2) продольный разрез кончика корня лука; 3) митоз/кариокинез/в клетках молодого корешка лука.

Реактивы: вода дистиллированная.

Оборудование: микроскопы - МБР-1, БИОЛАМ; рабочие, предметные и покровные стекла; пинцеты; иглы препаровальные; скальпели; полоски фильтровальной бумаги.

Задание 1. Изучить конус нарастания стебля элодеи канадской (рис. 3.1)

1. Приготовить временный препарат конуса нарастания. Для этого помещают на предметное стекло верхушку побега элодеи канадской, и препаровальными иглами

обрывают последовательно листочки, начиная с наружных, пока не обнажится конус нарастания. Затем добавляют каплю воды и закрывают покровным стеклом. Лучше препарирование производить с помощью препаровальной лупы на ее предметном столике.

2. Изучить конус нарастания элодеи при малом увеличении микроскопа. Меристематическая верхушка побега имеет форму конуса с закругленным верхним концом. Она состоит из типичных клеток образовательной ткани. Несколько ниже вершины конуса нарастания находятся небольшие бугорки, представляющие собой зачатки листьев. Между ними иногда заметны более мелкие бугорки - зачатки пазушных почек. Необходимо обратить внимание на то, что наружные клетки конуса нарастания, образующие тунику, несколько отличаются от внутренних клеток, образующих корпус.

3. Изучить готовый препарат «Конус нарастания стебля элодеи» при большом увеличении микроскопа. Рассмотреть клетки образовательной ткани и отметить особенности их строения: многогранную форму клеток с тонкими целлюлозными стенками, зернистую цитоплазму, отсутствие центральной вакуоли, межклетников, относительно крупное ядро. Зарисовать несколько клеток образовательной ткани.

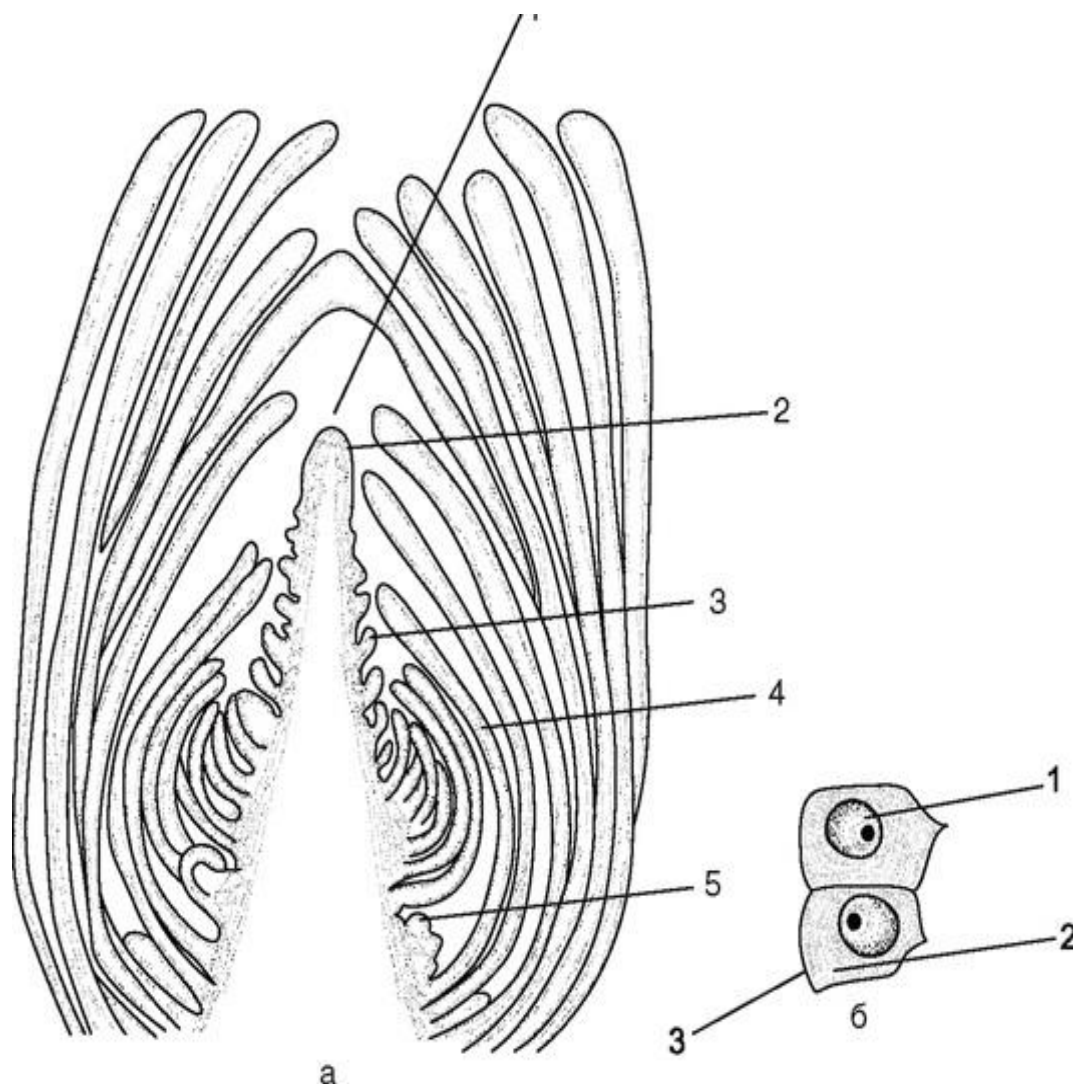


Рис. 3.1. Верхушечная меристема побега элодеи: а - продольный срез: 1 - конус нарастания; 2 - туника; 3 - корпус; 4 - зачатки листьев; 5 - бугорок пазушной почки; б - клетки первичной меристемы: 1 - ядро; 2 - цитоплазма; 3 - клеточная стенка



Задание 2. Изучить кончик корня проростка пшеницы (рис. 3.2)

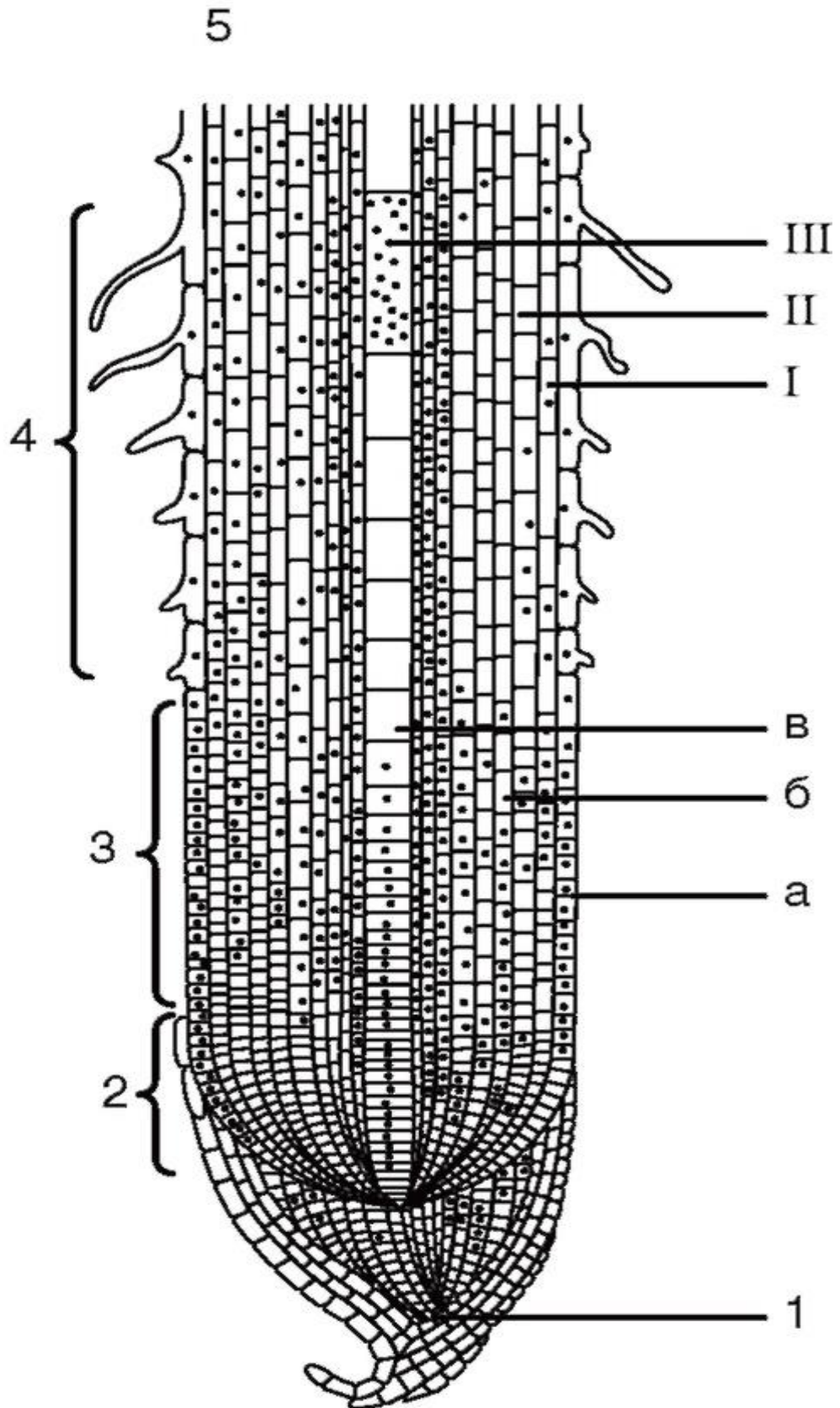


Рис. 3.2. Кончик корня проростка пшеницы: 1 - корневой чехлик; 2 - зона деления; 3 - зона растяжения: а - дерматоген; б - периблема; в - плерома; 4 - зона всасывания: I - покровно-всасывающая ткань; II - первичная кора; III - центральный осевой цилиндр; 5 - зона проведения

1. Приготовить временный препарат кончика корня проростка пшеницы. Для этого отрывают один из корней проростка пшеницы длиной около 1 см, помещают в каплю воды на предметное стекло и закрывают покровным стеклом.

2. Изучить конус нарастания корня пшеницы при малом увеличении микроскопа. Начинать изучение препарата с корневого чехлика. Затем найти зону деления клеток, которая находится на верхушке конуса нарастания. Рассмотреть после этого зону растяжения клеток, которая располагается выше зоны деления. В зоне деления и растяжения можно увидеть меристематические слои: наружный слой клеток - дерматоген, затем довольно светлый слой клеток - периблему и центральную темную часть - плерому. Выше зоны растяжения на препарате необходимо найти зону всасывания с корневыми волосками. В этой зоне клетки первичной меристемы полностью дифференцируются в первичные постоянные ткани. Зарисовать в альбоме контуры кончика корня проростка пшеницы.

Задание 3. Изучить митоз в клетках молодого корешка лука (готовый препарат) (рис. 3.3)

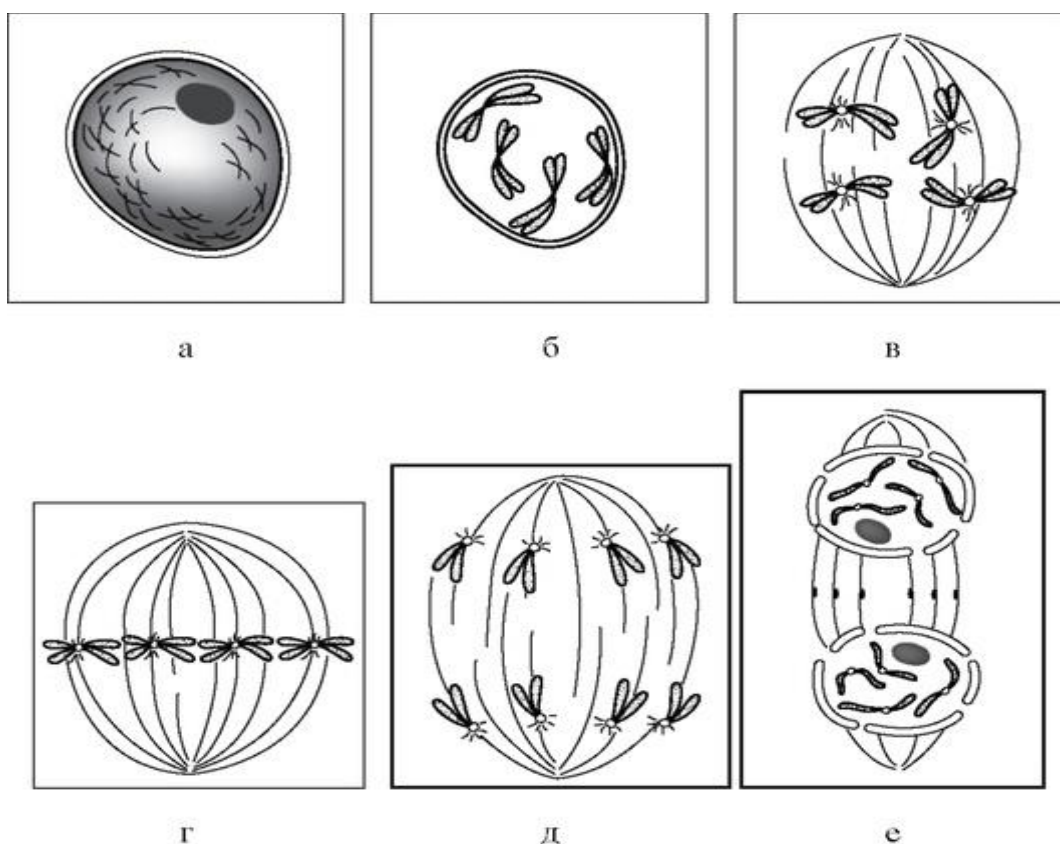


Рис. 3.3. Митоз в клетках молодого корешка лука: а - интерфаза; б - ранняя профаза; в - поздняя профаза; г - метафаза; д - анафаза; е - телофаза

1. Рассмотреть препарат при малом увеличении микроскопа, найти на препарате зону деления и перевести на большое увеличение.

2. Изучить при большом увеличении микроскопа клетки первичной меристемы. Найти делящиеся клетки, определив различные фазы митоза.

3. Зарисовать в альбом клетки в состоянии интерфазы и на разных фазах митоза: профазу, метафазу, анафазу, телофазу, цитокинез.

Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 31-38; 41-44.

## Тема 4. ПЕРВИЧНЫЕ ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

Цели занятия

- Научиться распознавать на микропрепаратах первичные покровные ткани.
- Уметь:
  - распознавать покровные ткани по форме и строению клеток;
  - отличать эпидерму, ризодерму.
- Знать:
  - особенности строения покровных тканей и их функции.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Постоянные ткани. Эпидерма

Молодые стебли и листья покрыты первичной покровной тканью - эпидермой. Эпидерма - живая первичная покровная ткань, которая возникает из наружного слоя верхушечной меристемы - туники.

Главная функция эпидермы - уменьшение транспирации и регуляция газообмена, а также защита внутренних тканей от механических повреждений и проникновения внутрь растения микроорганизмов. Эпидерма относится к сложным тканям, поскольку состоит из клеток одного происхождения, но различающихся строением. Она включает:

- собственно-эпидермальные клетки;
- клетки устьичного аппарата - замыкающие и околоустьичные клетки;
- трихомы (различного строения волоски).

Собственно-эпидермальные клетки плотно сомкнуты между собой.

Чаще всего они имеют таблитчатую форму. Их боковые (антиклинальные) стенки часто извилисты, это повышает прочность соединения клеток. Их наружные (тангентальные) стенки обычно толще боковых (радиальных) внутренних.

Особенностью эпидермы является наличие в клеточных стенках жироподобного вещества - кутина. Это вещество либо инкрустировано в наружной стенке, либо присутствует в виде самостоятельного слоя - кутикулы - на поверхности эпидермы. Процесс пропитывания целлюлозной стенки кутикулой носит название кутинизации. Судан-III окрашивает кутикулу в желто-оранжевый цвет.

В кутикуле находятся вкрапления воска, иногда воск выделяется и на всю поверхность. Кутикула и воск уменьшают транспирацию и способствуют несмачиваемости листа. Толщина кутикулы зависит от условий обитания растений. У растений засушливых мест обитания слой кутикулы достигает значительной толщины. У водных растений кутикула отсутствует, и ее заменяет слизь, выделяемая на поверхность эпидермы. У хвойных растений и некоторых злаков утолщаются и одревесневают все стенки собственно-эпидермальных клеток. При действии флороглюцина и соляной кислоты они окрашиваются в ярко-малиновый цвет.

Форма собственно-эпидермальных клеток значительно отличается у однодольных и двудольных растений. Удлиненные клетки ромбической формы характерны для листьев большинства однодольных растений, для стеблей, черешков и жилок листа двудольных. Листья большинства двудольных растений имеют собственно-эпидермальные клетки с извилистыми в очертании боковыми стенками. Таким образом, форма и строение их является признаком, который может быть использован для диагностики сырья

лекарственных растений. Протопласт собственно-эпидермальных клеток состоит из тонкого постенного слоя цитоплазмы с мелкими редкими лейкопластами и ядром. Иногда эпидерма состоит из нескольких слоев клеток, такая эпидерма встречается преимущественно у тропических растений (бегонии, фикуса и др.). Предполагают, что многослойная эпидерма выполняет еще и функцию водозапасающей ткани. Устьичный аппарат (устьичный комплекс) представлен замыкающими клетками и околоустьичными клетками, которые встречаются не у всех растений. Устьице образовано двумя замыкающими клетками бобовидной формы, между которыми имеется устьичная щель. Устьичная щель ведет в большой межклетник, расположенный в мезофилле листа (дыхательная полость).

Стенки замыкающих клеток утолщены неравномерно: стенки, обращенные к устьичной щели, значительно утолщены, другие стенки, как правило, тонкие и эластичные. Каждая из замыкающих клеток имеет крупное ядро, хлоропласты, а также несколько вакуолей. Устьице регулирует газообмен и транспирацию. Работа устьиц связана с повышением или понижением тургора в замыкающих клетках.

Устьица открыты тогда, когда тургорное давление внутри замыкающих клеток повышается. Повышению тургора способствует поступление ионов  $K^+$ , а также накопление сахара в процессе фотосинтеза внутри замыкающих клеток. Закрытие устьиц связано с понижением тургорного давления в замыкающих клетках вследствие ухода из них воды. Число и распределение устьиц различно в зависимости от вида растений и условий жизни. Устьица находятся на всех надземных частях растений, но больше всего их на листьях. У растений луга, леса встречается от 100 до 700 устьиц на 1  $mm^2$  поверхности листа. Эпидерма листа обычно имеет больше устьиц на нижней стороне, чем на верхней. У плавающих листьев водных растений устьица встречаются на верхней стороне листа. У листьев однодольных растений, имеющих параллельное жилкование, устьица располагаются параллельно относительно длинной стороны клеток, в строгом порядке. В эпидерме листьев двудольных растений устьица расположены беспорядочно. Околоустьичные клетки, отличаясь по форме и размерам от собственно-эпидермальных клеток, имеют ту же структуру протопласта.

В ходе развития устьиц у покрытосеменных растений материнская клетка туники делится на 2 неравные клетки, меньшая из которых делится еще раз и дает начало замыкающим клеткам. Околоустьичные клетки могут возникать из тех же клеток-предшественниц, что и устьице, а также и из других клеток, не имеющих онтогенетического родства с материнскими клетками замыкающих клеток.

В результате деления клеток туники формируются разные типы устьичных комплексов. Они различаются по наличию или отсутствию околоустьичных клеток, по их числу и расположению. У растений наиболее часто встречаются следующие типы устьичных комплексов.

- Аномоцитный (беспорядочноклеточный) - околоустьичных клеток нет (маковые, сложноцветные и др.).
- Анизоцитный (неравноклеточный) - околоустьичных клеток три, одна из них заметно крупнее или меньше других (крестоцветные).
- Парацитный (параллельноклеточный) - околоустьичных клеток две, и они параллельны щели устьица (бобовые).
- Диацитный (перекрестноклеточный) - околоустьичных клеток две, и они перпендикулярны щели устьица (яснотковые).
- Актиноцитный (радиальноклеточный) - устьице окружено несколькими околоустьичными клетками, располагающимися радиально по отношению к замыкающим клеткам.

Трихомы (волоски) представляют собой наружные выросты клеток эпидермы, иногда в образовании их принимают участие субэпидермальные слои.

Отличаются они большим разнообразием и в то же время устойчивостью и типичностью для отдельных видов, родов и семейств. Поэтому внешнее строение волосков является диагностическим признаком.

Трихомы подразделяются на железистые и простые (кроющие). Железистые волоски, как правило, имеют ножку и головку, которые, в свою очередь, могут состоять из разного количества клеток. Секреторные клетки головки выделяют секрет на поверхность оболочки под кутикулу. Кроющие трихомы имеют разное строение, они могут быть одноклеточными, многоклеточными, ветвистыми, неветвистыми, звездчатыми, чешуйчатыми (пельтатными) и т. д. Но всегда они имеют базальную клетку и окружающие ее клетки, которые отличаются по форме и размерам от собственно-эпидермальных клеток.

Кроющие трихомы в одних случаях длительное время остаются живыми, в других - быстро отмирают и заполняются воздухом. Часто они образуют на растениях густой покров, отражают часть солнечных лучей и уменьшают нагревание листьев, в результате чего снижают транспирацию.

Более подробно трихомы будут рассмотрены в теме 5.

#### Ризодерма

Корень в зоне всасывания покрыт ризодермой (эпibleмой). Это первичная покровно-всасывающая ткань возникает на конусе нарастания корня из наружного слоя первичной меристемы - дерматогена. Ризодерма состоит из одного слоя клеток, имеющих тонкую стенку из целлюлозы и пектиновых веществ. Протопласт занимает постенное положение, а клеточный сок характеризуется повышенной концентрацией.

Главная функция ризодермы - поглощение воды и минеральных солей из почвы. Поглощающая способность увеличивается за счет корневых волосков, которые представляют собой выросты клеток ризодермы. Вполне развитый волосок имеет длину до 2 мм. Длина всех корневых волосков одного растения в среднем достигает 3-4 м. Благодаря образованию корневых волосков общая всасывающая поверхность корня увеличивается в десять раз и более.

Корневые волоски и вся ризодерма в целом функционируют в течение немногих дней и отмирают на расстоянии 2-3 см от кончика корня; у некоторых растений ризодерма может функционировать в течение недель и месяцев. По мере отмирания у двудольных растений ризодерма заменяется пробкой. У однодольных растений защитная функция ризодермы после ее отмирания переходит к экзодерме корня.

Эпидерма как покровная ткань функционирует недолго - у большинства растений один вегетационный период. На смену ей образуется перидерма (см. тему 8).

#### Вопросы для самостоятельной работы

1. Охарактеризуйте первичную покровную ткань надземных органов - эпидерму по следующей схеме: а) происхождение; б) функции; в) строение (форма клеток, их расположение, химический состав клеточной оболочки, содержимое).

2. Охарактеризуйте первичную покровно-всасывающую ткань подземных органов по следующей схеме: а) происхождение; б) функция; в) строение (форма клеток, их расположение, химический состав клеточной стенки, содержимое).

3. Опишите устьичный аппарат и механизм его работы.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: лист однодольного растения гемантуса, лист двудольного растения герани; готовые микропрепараты: поперечный разрез листа ириса, первичное строение корня.

Реактивы: вода дистиллированная.

Оборудование: микроскопы - ИБР-1, БИОЛАМ; рабочие, предметные и покровные стекла; пинцеты; иглы препаровальные; скальпели; полоски фильтровальной бумаги.

Задание 1. Изучить эпидерму листа гемантуса и эпидерму листа герани (рис. 4.1)

1. Приготовить временный микропрепарат:

а) кусочек листа гемантуса положить на указательный палец левой руки нижней стороной вверх. Препаровальной иглой надорвать эпидерму с нижней стороны листа и с помощью пинцета снять кусочек прозрачной кожицы размером приблизительно  $5 \text{ мм}^2$ . Положить его в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом;

б) кусочек листа герани положить на указательный палец левой руки нижней стороной вверх. В участке листа между жилками надорвать иглой и пинцетом снять кусочек кожицы, положить его в каплю воды, накрыть покровным стеклом.

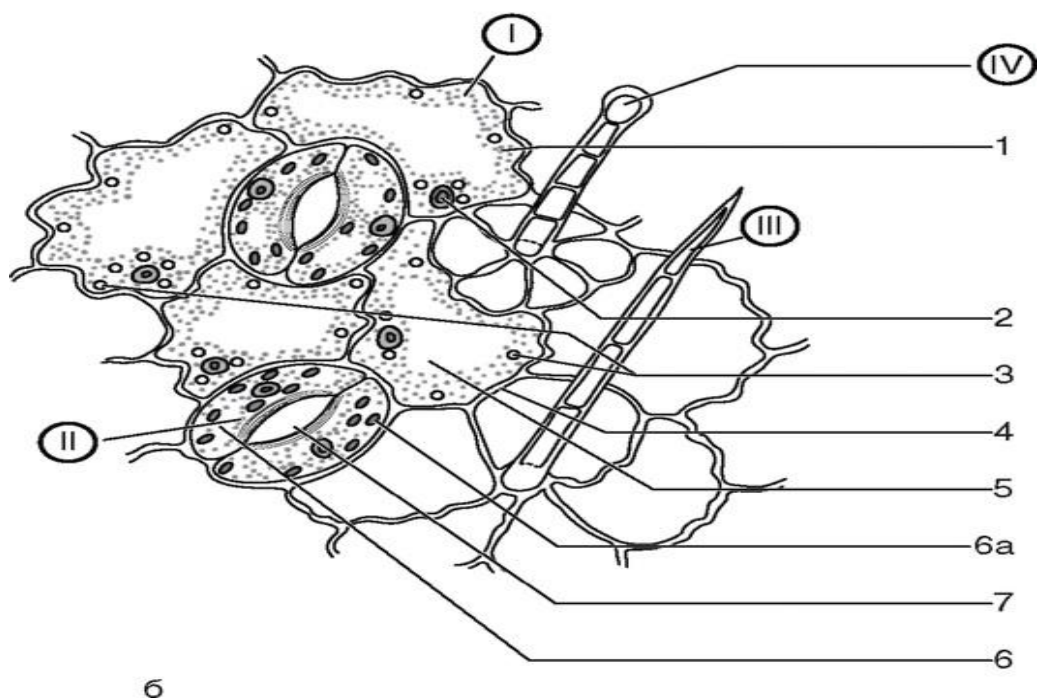
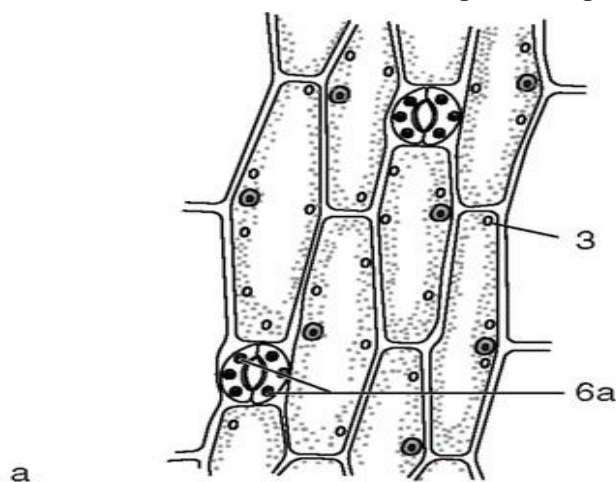


Рис. 4.1. Строение эпидермы листа: а - гемантуса; б - герани: I - собственноэпидермальные клетки: 1 - цитоплазма; 2 - ядро; 3 - лейкопласты; 4 - клеточная стенка; 5 - вакуоль; II - устьице: 6 - замыкающие клетки; ба - хлоропласты; 7 - устьичная щель; III - простой многоклеточный волосок; IV - железистый волосок

2. Изучить препарат - рассмотреть последовательно оба кусочка кожицы при малом увеличении микроскопа. Найти собственноэпидермальные клетки и замыкающие клетки устьица, отметить форму, размер тех и других клеток, их расположение относительно друг друга; посчитать количество собственно-эпидермальных клеток, окружающих одно устьице.

При большом увеличении рассмотреть препарат и найти различия в собственно-эпидермальных клетках и замыкающих клетках устьиц. Определить, в каких из них содержатся лейкопласты, в каких - хлоропласты. Найти волоски и определить их тип (простые, железистые), отметить их размер, строение, место прикрепления (базальную и окружающую клетки). На основании полученных данных определить, к какому классу растений относятся гемантус и к какому - герань.

3. Зарисовать участок эпидермы гемантуса и герани с устьицами и прилегающими к ним клетками.

Задание 2. Изучить строение эпидермы на поперечном срезе листа ириса (готовый препарат)(рис. 4.2)

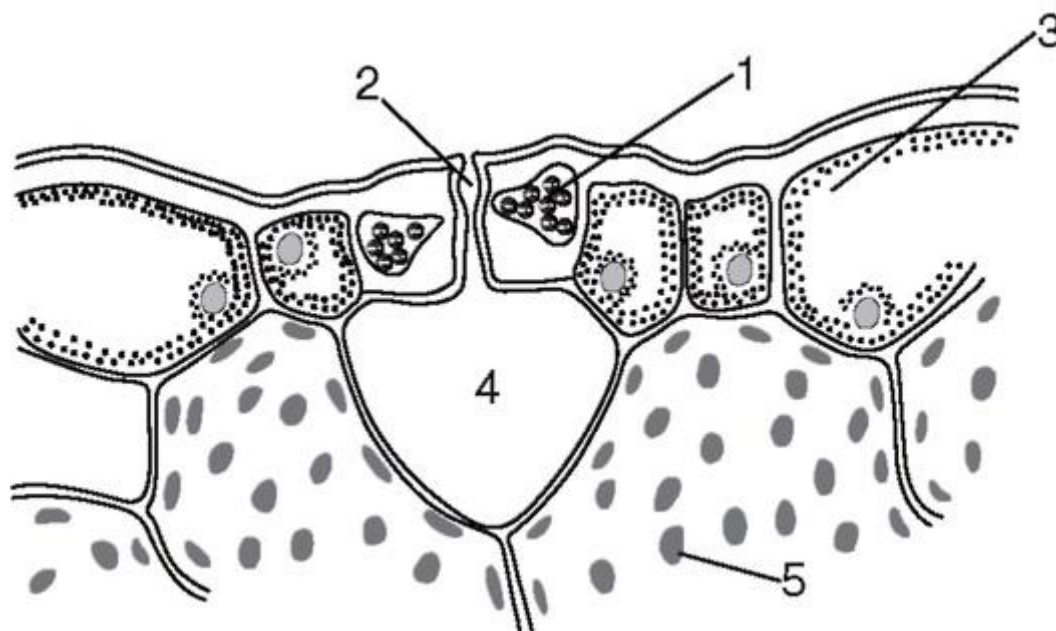


Рис. 4.2. Строение эпидермы листа ириса на поперечном срезе: 1 - замыкающие клетки устьица; 2 - устьичная щель; 3 - собственно-эпидермальные клетки; 4 - воздухоносная полость; 5 - мезофилл листа

При малом увеличении установить препарат так, чтобы в центре поля зрения оказалась нижняя сторона листа. Найти на ней устьице и прилегающую к нему воздухоносную полость.

При большом увеличении рассмотреть собственно-эпидермальные клетки, отметить их форму и неравномерное утолщение стенок, отметить также положение замыкающих клеток устьица относительно собственно-эпидермальных клеток и неравномерное утолщение их стенок. Зарисовать этот участок листа ириса.

Задание 3. Изучить строение ризодермы корня (готовый препарат) (рис. 4.3)

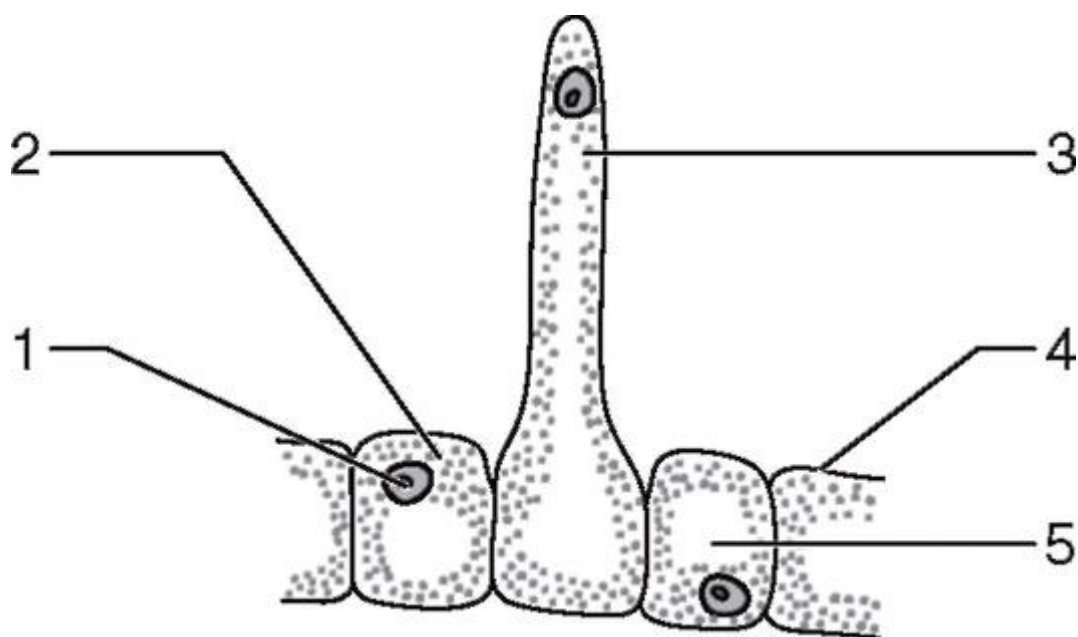


Рис. 4.3. Строение ризодермы корня: 1 - ядро; 2 - цитоплазма; 3 - корневой волосок 4 - клеточная стенка; 5 - вакуоль

Готовый препарат «Первичное строение корня» рассмотреть при малом увеличении микроскопа, найти ризодерму и изучить ее при большом увеличении микроскопа. Определить отличие ризодермы от эпидермы.

Зарисовать 2-3 клетки ризодермы с корневым волоском.

Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 44-51.

## Тема 5. ТРИХОМЫ И ВНУТРЕННЯЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Цели занятия

- Научиться диагностировать различные типы трихом, вместилищ и млечников на временных микропрепаратах.
- Уметь:
  - готовить микропрепараты;
  - классифицировать и зарисовывать различные типы трихом;
  - определять и зарисовывать разные типы вместилищ и млечников.
- Знать:
  - основные типы трихом;
  - основные типы внутренних и наружных секреторных структур.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Трихомы

Трихомы или волоски представляют собой самые разнообразные выросты первичной покровной ткани. Встречаются они на всех органах растений, бывают эфемерными (недолговечными) или существуют в течение всей жизни органа, в этом случае некоторые из них сохраняются живыми, другие отмирают и наполняются воздухом.



Волоски могут образоваться в результате выпячивания клеток эпидермы либо в результате делений клеток эпидермы; в других случаях в образовании волосков-трихом участвуют эпидермальные и субэпидермальные слои тканей, тогда подобные трихомы относят к эмергенцам.

Клеточные стенки трихом обычно целлюлозные, тонкие или утолщенные, часто покрыты кутикулой. На поверхности волосков могут быть мелкие бугорки, образуемые кутикулярным слоем. Бывает, что волоски образуют толстую вторичную клеточную стенку (например, у хлопчатника). Утолщенные клеточные стенки волосков часто минерализуются углекислым кальцием (у многих капустных), кремнеземом (у некоторых сложноцветных, зонтичных), а в других случаях клеточная стенка волоска содержит и кремнезем, и углекислый кальций (у крапивных, тыквенных и др.), изредка клеточная стенка может одревесневать. Мертвые волоски в основном выполняют функцию внешней защиты, они отражают часть солнечных лучей, защищают лист от перегрева, снижают транспирацию, защищают растение от резких колебаний температуры.

Волоски некоторых пустынных и эпифитных растений предназначены для поглощения влаги. Клеточная стенка трихом эпифитных растений образует мощные утолщения, состоящие из пектиновых веществ, которые усиленно впитывают атмосферную влагу; для пустынных растений, поглощающих воду, характерны трихомы, у которых клеточная стенка имеет резко выраженную складчатость и лишена кутикулы. Они впитывают влагу, выпадающую в виде капель росы и дождя.

Железистые волоски вырабатывают, накапливают и выделяют различные вещества, часть которых является отбросами клетки, а большинство из этих веществ играет определенную физиологическую роль в жизни растений. Так, например, смолы и другие вещества служат для защиты; эфирные масла и нектар - для привлечения насекомых-опылителей.

Волоски некоторых растений имеют большое промышленное значение. Так, волоски, образующиеся на семенах хлопчатника, состоят почти из чистой целлюлозы, достигают значительной длины, благодаря чему их используют в текстильной промышленности.

Существует большое разнообразие трихом. Часто одно растение имеет несколько типов волосков. Структура их постоянна для определенного таксона (вида, рода, семейства), поэтому этот признак имеет значение для систематики растений и диагностики лекарственного сырья. В зависимости от функции и внешнего строения трихомы классифицируют на несколько типов (рис. 5.1).

#### Простые трихомы

Простые волоски могут быть одноклеточными и многоклеточными.

Одноклеточные волоски образуются в результате вытягивания протодермальной клетки. Они подразделяются на ветвистые и неветвистые.

Неветвистые волоски различаются по форме клеток и бывают прямые, извилистые; крючковатые; сосочковидные; ретортовидные и др.

Ветвистые волоски отличаются числом разветвлений клетки и бывают двухлучевые, трехлучевые и многолучевые.



Рис. 5.1. Графологическая структура по теме «Трихомы»

Многоклеточные волоски появляются вследствие вытягивания и последующих делений одной протодермальной клетки - материнской, или производящей, клетки. Они очень разнообразны по форме, среди них выделяют следующие основные группы: неветвистые, ветвистые, пельтатные (чешуйчатые).

Неветвистые однорядные волоски имеют несколько клеток, расположенных одна над другой в один ряд, нередко у них утолщенная клеточная стенка (например, у яснотковых). Неветвистые многорядные (массивные) волоски могут образоваться при участии одной материнской клетки (у мака-самосейки) или нескольких (у сложноцветных и губоцветных). Волосок имеет вид колонки, сужающейся к вершине. Основание массивного волоска обычно образуется при участии субэпидермальных клеток, и такие волоски называются эмергенцами. Число клеток на поперечном срезе убывает от основания волоска к его вершине.

Ветвистые волоски, у которых клетки, располагающиеся в один ряд, ветвятся, образуя боковые выросты. Иногда они ветвятся так сильно, что напоминают ветви дерева (например, у норичниковых, см. рис. 5.2). Содержимое у таких волосков имеется лишь в молодом возрасте. Пельтатный (чешуйчатый) волосок состоит из большого числа клеток, расположенных радиально в одной плоскости. Волосок располагается на короткой ножке, переходящей в материнскую клетку, и внешне напоминает зонтик. Содержимое чаще отсутствует, и полости клеток заполнены воздухом, поэтому они кажутся серебристыми.

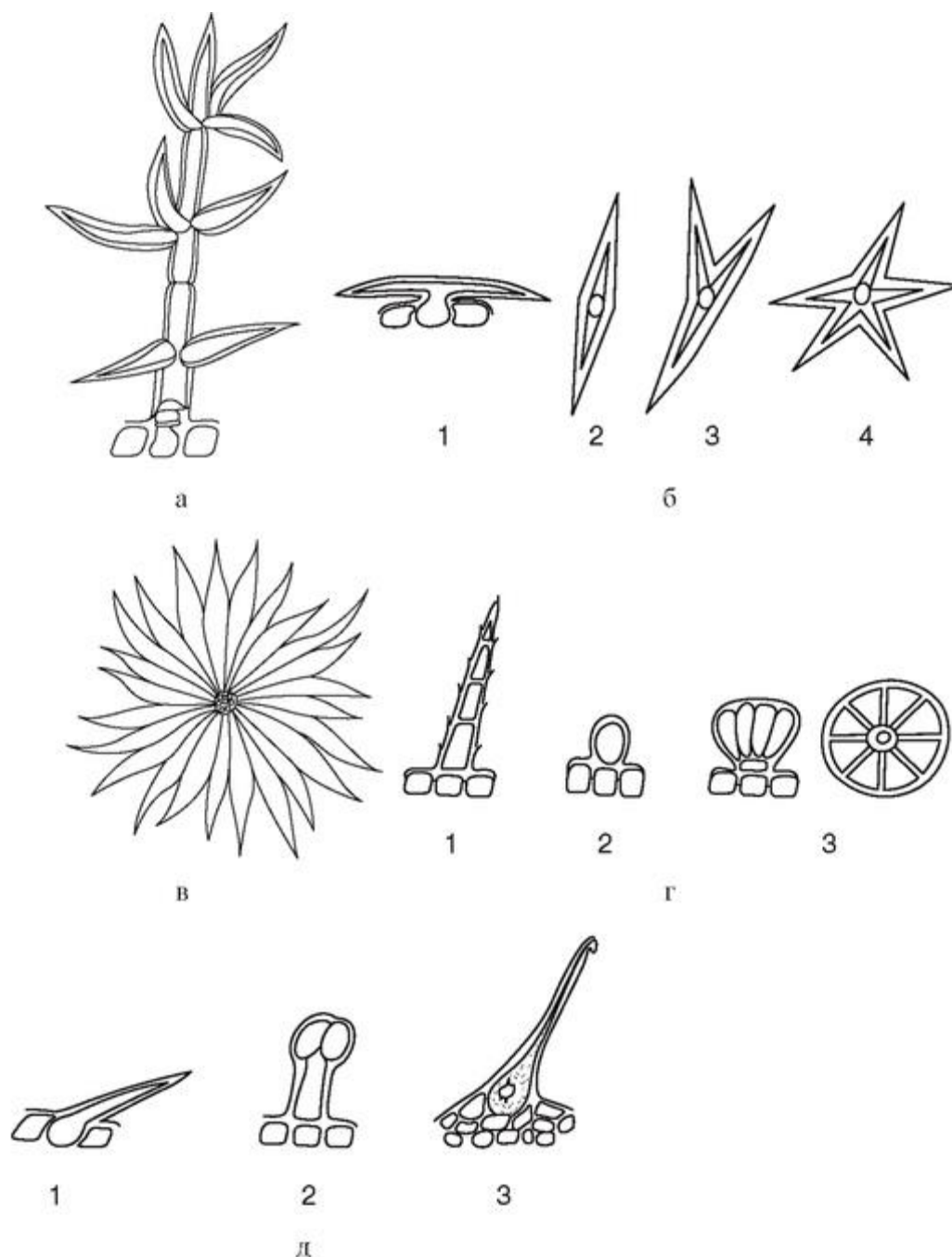


Рис. 5.2: а - простой многоклеточный ветвистый волосок коровяка скипетровидного; б - волоски простые одноклеточные ветвистые желтушника серого: 1, 2 - двухлучевой; 3 - трехлучевой; 4 - многолучевой; в - простой многоклеточный пельтатный волосок лоха серебристого (облепихи крушиновидной); г - трихомы и секреторные структуры мяты перечной: 1 - простой многоклеточный неветвистый бородавчатый; 2 - простой одноклеточный железистый; 3 - восьмиклеточная железка; д - трихомы и секреторные структуры крапивы двудомной: 1 - простой одноклеточный неветвистый ретортовидный; 2 - железистый волосок на одноклеточной ножке и двухклеточной головкой; 3 - жгучий волосок

#### Секреторные структуры (выделительные системы)

Все вещества, выделяемые растениями, обобщенно называют секретами. Растения могут выделять секреты в виде слизи, сахаров, белковых веществ, воды, солей различных кислот, смол, эфирных масел и других веществ.

В зависимости от того, где оказываются секреты - во внутренних или наружных частях растения - различают наружные и внутренние секреторные структуры или, как их иначе называют, выделительные системы или выделительные ткани (см. рис. 5.3).



Рис. 5.3. Графологическая структура по теме «Секреторные структуры»

Наружные секреторные структуры (железистые структуры внешней секреции)

Они объединяют: нектарники, водовыводящие структуры, солевыводящие структуры, жгучие волоски, переваривающие железки, эфиромасличные структуры.

Обычно наружные секреторные структуры представлены железистыми волосками (трихомами), железками и железистыми эмергенцами.

Железистые трихомы и железки - образования эпидермы, а часто и субэпидермальных слоев, способствующих накоплению и выделению секрета. Железками обычно называют высокодифференцированные секреторные структуры, состоящие из ножки и многоклеточной головки. Железистые трихомы и железки часто трудно разделить, так как между ними существует ряд переходов.

Нектарники - различные образования, секретирующие нектар. Встречаются они обычно в цветках. Их выделительные клетки характеризуются густой цитоплазмой и повышенной активностью обмена веществ. Снаружи нектарники покрыты кутикулой. Они секретируют жидкость, содержащую 8-50% сахара, и тем самым привлекают насекомых-опылителей.

Водовыводящие структуры включают гидатоды и водные пузырьки.

Гидатоды - это водные устьица, которые от обычных отличаются тем, что их устьичные щели постоянно открыты. К водному устьицу примыкает группа рыхлых тонкостенных клеток мезофилла (эпитема), которые соприкасаются с ксилемной частью проводящего пучка. При избыточном поступлении воды в растение и ослабленной транспирации через гидатоды происходит гуттация - выделение капелек воды (земляника, манжетка и др.). Таким способом растение освобождается от избытка воды и солей. Располагаются гидатоды обычно по зубчикам листа.

Водные пузырьки характерны для многих представителей семейства маревых. Волосок, имеющий вид пузырька (пузыревидный волосок), или водный пузырек формируется в результате растяжения эпидермальных клеток и наполняется водой. Содержащаяся в волосках вода используется растением при недостатке влаги.

Солевыводящие структуры - образования, секретирующие соли, они варьируют по структуре и способу выделения соли. Различают солевые клетки и солевыводящие железки.

Солевые клетки у разных видов лебеды, например, имеют пузыревидную форму и располагаются над эпидермой. Соли секретируются в крупной центральной вакуоли. После разрушения оболочек трихом соль откладывается на поверхности листа.

Солевыводящие железки (например, гребенщика) представляют собой комплекс из восьми клеток, из которых шесть секреторные, а две базальные - собирательные клетки. Секретируемая соль выходит наружу через поры в поверхностном слое клеток. Солевые клетки и солевые железки поддерживают солевой баланс путем секреции избытка соли.

Жгучие волоски - многоклеточные образования, которые формируются не только эпидермой, но и тканями, лежащими под ней, т. е. относятся к эмергенцам. Жгучий волосок крапивы имеет одну крупную клетку - вырост эпидермы, располагающуюся на многоклеточном основании, образованном соседними эпидермальными клетками и тканями, прилегающими к ним, которые охватывают волосок наподобие чаши, образуя своеобразную колонку. Клетка волоска сверху заостряется и заканчивается маленькой головкой, под которой стенка оболочки не утолщена. Конец волоска пропитан кремнеземом, остальная часть пропитана известью (защита от животных), поэтому даже при легком прикосновении головка волоска косо обламывается, острые края проникают в кожу, и жидкость, содержащая гистамин и ацетилхолин, вызывая ощущение ожога, выталкивается в ранку под давлением, оказываемым основанием волоска.

Эфиромасличные структуры. Эфиромасличные волоски (головчатые) образуются в большинстве случаев без участия нижележащих тканей. Волосок состоит из головки, продуцирующей секрет, и ножки, состоящей из разного числа нежелезистых клеток. Головка обычно одноклеточная и по форме может быть округлой, овальной, вытянутой. Эфирные масла, продуцируемые клетками головки, обычно накапливаются между клеточной стенкой головки и кутикулой. Позднее кутикула разрывается, и секрет выходит наружу.

Эфиромасличные железки состоят из головки, как правило, многоклеточной, в одном случае она «сидит» на образующей ее клетке эпидермы, не имея ножки; в другом случае железка имеет головку и укороченную ножку, ширина клетки ножки превышает ее высоту. Строение ножки и головки железистых волосков и железок является диагностическим признаком.

#### Внутренние секреторные структуры

Внутренние выделительные структуры имеют разное строение и очень разнообразное содержимое. Они объединяют секреторные клетки, секреторные вместилища и млечники.

Секреторные клетки располагаются в тканях рассеянно и по размерам значительно отличаются от окружающих клеток. По форме они изодиаметричны, или вытянуты, иногда могут ветвиться. Они накапливают различные вещества - смолы, масла, слизи, танины, кальция оксалат и др. Секреторные клетки обычно классифицируют по их содержимому, среди них выделяют масляные клетки, мирозиновые, слизевые, таниновые, кристаллоносные и др.

Масляные секреторные клетки характерны для представителей семейств лавровых, перечных и др. Они выглядят как увеличенные паренхимные клетки и встречаются в проводящих и основных тканях листа и стебля. В некоторых масляных клетках секрет заключен в масляные мешки, имеющие свою собственную целлюлозную оболочку, прикрепленную с помощью выроста в виде ножки к оболочке клетки (авокадо).

Мирозиновые клетки имеют удлиненную или разветвленную форму, содержат фермент мирозиназу, под действием которой расщепляются горчичные масла, что вызывает жгучий эффект (в горчичниках). Они обнаружены в семенах семейств капустных, резедовых и др.

Слизевые клетки, содержащие слизь, встречаются в коре и сердцевине стеблей у представителей семейств мальвовых, липовых и др.

Таниновые клетки часто образуют единую систему, соединенную с проводящим пучком. Танины представляют собой обычные эргастические вещества паренхимных клеток. Встречаются они в семействах бобовых, вересковых, розоцветных, миртовых и др.

Кристаллоносные клетки содержат рафиды (игольчатые кристаллы). Они имеют вид длинных мешковидных пустых клеток, называемых идиобластами (купена).

Секреторные вместилища разнообразны по форме, величине и происхождению. В них накапливаются и длительно хранятся продукты жизнедеятельности, которые выключаются из обмена веществ: летучие терпены, вязкие бальзамы, камеди, слизи и т. п. Встречаются они во всех органах растения. Различают схизогенные и лизигенные вместилища.

Схизогенные вместилища (от греч. схизейн - расщеплять) представляют собой межклетники. Образуются они в результате расхождения клеток в процессе их дифференциации. Живые клетки (эпителиальный слой), выстилающие вместилища и выделяющие секрет, могут делиться, что приводит к еще большему увеличению объема вместилища. Снаружи вместилища часто формируется обкладка из механической ткани. Схизогенные вместилища характерны для сосновых, миртовых, сельдерейных, аралиевых, многих сложноцветных и др.

Лизигенные вместилища (от греч. лизис - растворение) образуются путем растворения группы клеток, которые распадаются после накопления в них экскреторных веществ. Лизигенные вместилища встречаются у цитрусовых.

Млечники формируются из живых клеток с постенным слоем цитоплазмы, содержащих в вакуолях млечный сок, латекс молочно-белой, ярко-оранжевой или другой окраски. Млечный сок содержит смолы, каучук, эфирные масла, белковые соединения, различные алкалоиды. Стенка млечников эластична и состоит из целлюлозы, пектиновых веществ и гемицеллюлозы. Млечники встречаются у 900 родов однодольных и двудольных растений и бывают членистые и нечленистые.

Членистые млечники возникают из многих клеток, у которых в местах соприкосновения растворяются оболочки, а протопласты и вакуоли с млечным соком сливаются в сплошную разветвленную систему. Членистые млечники встречаются у астровых, маковых, колокольчиковых и многих других растений.

Нечленистые ветвистые млечники возникают из одной клетки во время развития зародыша. Вместе с ростом растения они развиваются в разветвленные системы и проникают во все его органы. Рост нечленистых ветвистых млечников сосредоточен обычно на их концах, которые растут, внедряясь в пространство, образованное между другими клетками (интрузивный рост). При развитии пазушных почек и боковых корней нечленистые млечники вырастают и в них. Окончания млечников имеются в непосредственной близости от верхушечных меристем побега и корня. Во время развития

нечленистых млечников их ядра неоднократно делятся, вновь образовавшиеся ядра переходят в растущие части млечников (фикус и др.).

Нечленистые неветвистые млечники в зачатке можно обнаружить в развивающемся побеге и корне. Возникают они ниже верхушечной меристемы, и каждый зачаток вырастает в одну неветвистую трубку путем внедрения между другими клетками или растет параллельно им. У некоторых видов неветвистые млечники во время развития становятся многоядерными.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Охарактеризуйте различные типы простых волосков.
2. Охарактеризуйте различные типы наружных выделительных систем.
3. Охарактеризуйте группу железистых волосков.
4. Охарактеризуйте различные группы внутренних выделительных систем.
5. Охарактеризуйте разные типы секреторных вместилищ.
6. Охарактеризуйте разные типы млечников.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: гербарий - мяты перечной, крапивы двудомной, лоха серебристого (облепихи крушиновидной), коровьяка скипетровидного, желтушника серого; листья живые или фиксированные в спирте, соответствующие гербарным образцам; свежий или фиксированный в спирте околоплодник апельсина; фиксированные в спирте корни одуванчика лекарственного или демонстрационный препарат продольного разреза корня одуванчика лекарственного.

Реактивы: вода дистиллированная, глицерин, судан-III.

Оборудование: микроскопы - МБР-1, БИОЛАМ; рабочие, предметные и покровные стекла; пинцеты; иглы препаровальные; скальпели; полоски фильтровальной бумаги.

Задание 1. С помощью логической схемы определить различные типы волосков эпидермы листьев следующих растений (см. рис. 5.2)

- Коровьяка скипетровидного.
- Желтушника серого.
- Лоха серебристого (облепихи крушиновидной).
- Мяты перечной.
- Крапивы двудомной.

Последовательность выполнения задания

1. Приготовить временные микропрепараты:

— сделать соскоб скальпелем с нижней стороны листа коровьяка, облепихи, желтушника и поместить в капли воды, накрыть покровными стеклами;

— часть живого или фиксированного в спирте листа мяты положить на указательный палец левой руки нижней стороной вверх. Препаровальной иглой надорвать эпидерму в месте соединения жилок, пинцетом снять небольшой кусочек кожицы и положить его на предметное стекло в каплю воды, накрыть покровным стеклом; - снять эпидерму со стебля, с черешка или с жилок листа крапивы и рассматривать в капле глицерина.

2. Изучить препараты от первого к последующему сначала при малом, затем при большом увеличении микроскопа.

3. Определить с помощью логической схемы (см. рис. 5.1) различные типы волосков. Зарисовать их, разместив так, как показано на рис. 5.2.

Задание 2. Изучить строение вместилищ эфирного масла в околоплоднике апельсина и определить его тип (рис. 5.4)

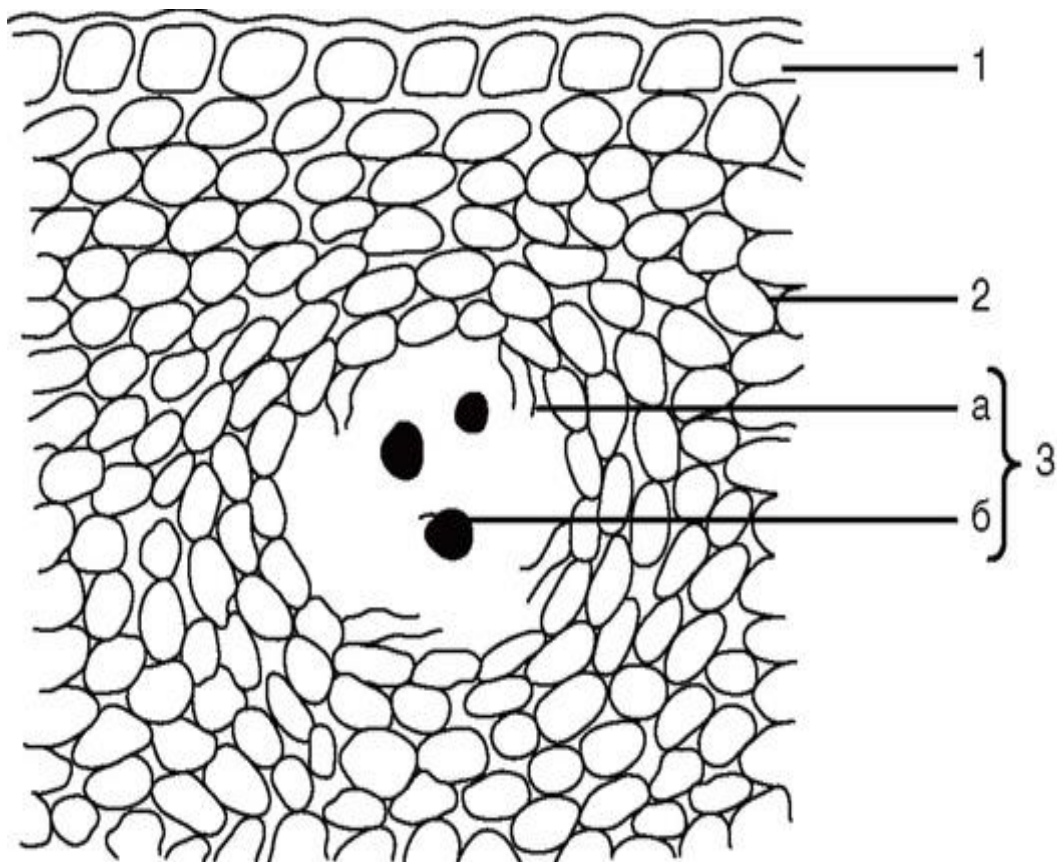


Рис. 5.4. Строение вместилища эфирного масла в околоплоднике апельсина: 1 - эпидерма; 2 - клетки околоплодника; 3 - лизигенное вместилище: а - растворяющиеся клетки; б - капли эфирного масла

Последовательность выполнения задания

1. Приготовить временный микропрепарат - для этого с кусочка околоплодника апельсина бритвой сделать поверхностный срез, поместить его на предметное стекло в каплю воды, подействовать суданом-III, накрыть покровным стеклом.

2. Изучить препарат при малом увеличении микроскопа и зарисовать вместилище эфирного масла.

Задание 3. Изучить млечники на продольном срезе корня одуванчика и определить их тип (демонстрационный препарат) (рис. 5.5)



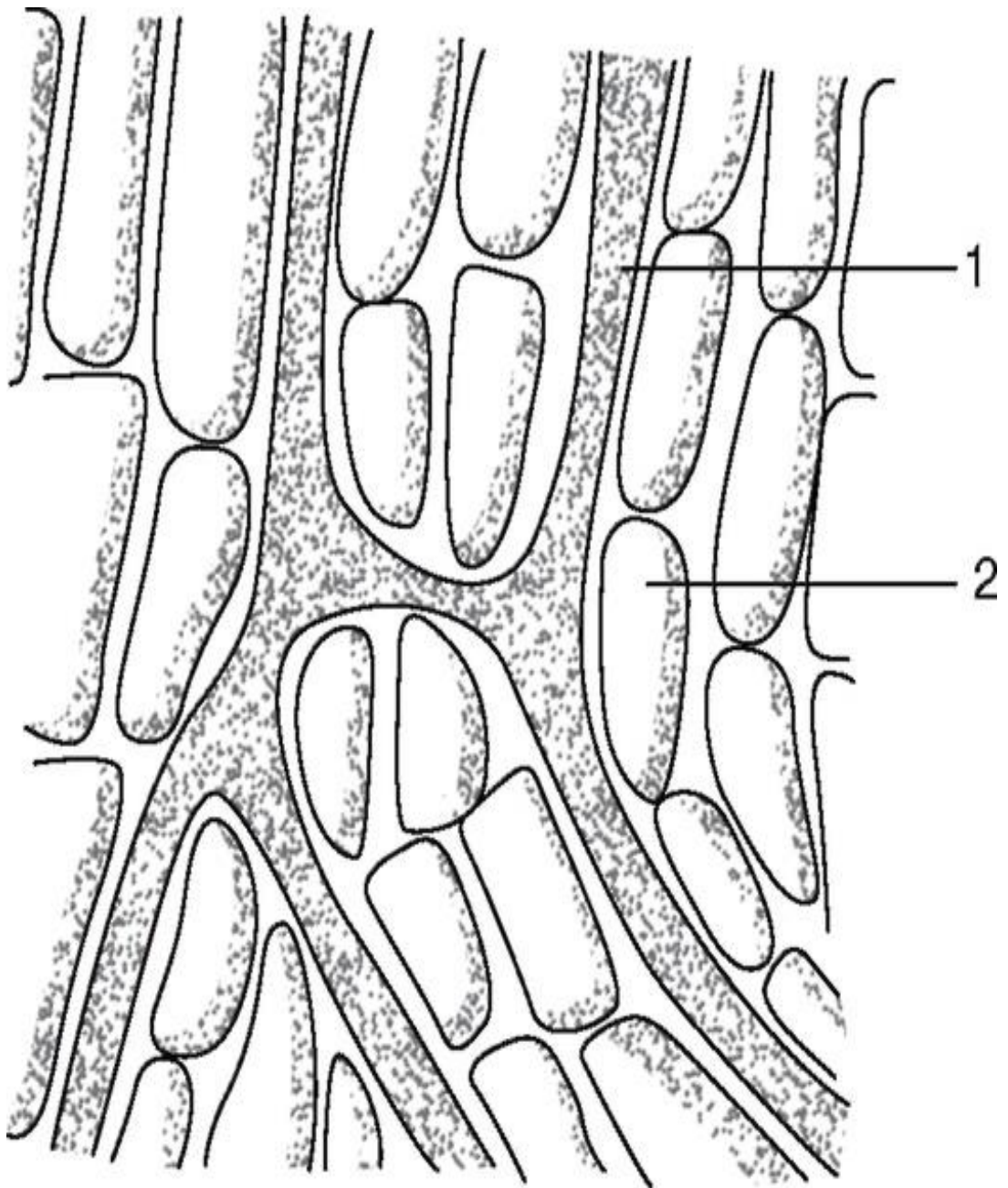


Рис. 5.5. Членистые ветвистые млечники корня одуванчика: 1 - членистые ветвистые млечники; 2 - паренхимные клетки

Изучить препарат при малом увеличении микроскопа, найти млечники, определить их тип и зарисовать.

Литература

*Барбанов Е.И., Зайчикова С.Г.* Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 48-49, 59-61.

## Тема 6. ПОКРОВНЫЕ, ОСНОВНЫЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ ТРАВЯНИСТОГО СТЕБЛЯ

### Цели занятия

- Научиться распознавать на микропрепаратах покровные, основные и механические ткани травянистого стебля.
- Уметь:
  - делать поперечные и продольные срезы с травянистого стебля растений;
  - применять реактивы для выявления тканей с целлюлозными и одревесневшими клеточными стенками;
  - различать по характерным признакам строение клеток покровных, механических и основных тканей;
  - отражать в рисунке особенности строения клеток этих тканей;
  - составлять топографическую схему расположения их в травянистом стебле.
- Знать:
  - строение покровных, механических и основных тканей.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Анатомическая структура травянистого стебля включает большое разнообразие тканей. Это первичная покровная ткань эпидерма, механические ткани, проводящие и основные ткани. С первичной покровной тканью - эпидермой - мы уже познакомились (см. тему 4). Это занятие мы посвятим изучению механических и основных тканей.

#### Механические ткани

Основная функция механических тканей - обеспечение прочности растения. Они являются арматурными тканями, составляющими каркас тела растения. Именно благодаря механическим тканям растение способно противодействовать ветру, дождю и т. д. Прочность механических тканей достигается благодаря утолщению их клеточных стенок, а также благодаря тургору в клетках живых механических тканей и одревеснению стенок - в мертвых. Различают три типа механической ткани - колленхиму, склеренхиму, склереиды.

Колленхима - специализированный тип живой механической ткани с неравномерным утолщением клеточных стенок. Развивается она в надземных органах двудольных растений, у однодольных растений обычно отсутствует. Клетки колленхимы на продольном срезе имеют удлиненную форму с целлюлозными клеточными стенками. Действие хлор-цинк-йода вызывает сине-фиолетовое окрашивание клеточных стенок колленхимы. В клетке имеются постенный слой цитоплазмы и другие обязательные органеллы, содержатся хлоропласты. Располагается колленхима в травянистых стеблях двудольных растений непосредственно под эпидермой. В ребристых стеблях она обычно располагается в ребрышках. Механические свойства клеток колленхимы обусловлены тургором и неравномерным утолщением клеточных стенок. В зависимости от характера их утолщения различают три типа колленхимы: уголковую, пластинчатую и рыхлую.

При формировании уголковой колленхимы клеточная стенка утолщается только по углам клеток. Клетки уголковой колленхимы, как правило, в сечении многогранны, соединяются без межклетников. В клетках пластинчатой колленхимы утолщаются только тангентальные стенки, т. е. клеточные стенки, параллельные поверхности органов. Пластинчатая колленхима чаще встречается в стеблях древесных и кустарниковых растений, клетки ее на поперечном срезе имеют прямоугольные очертания. Сравнительно

редко встречается рыхлая колленхима, клетки которой соединяются с крупными межклетниками. Утолщения клеточной стенки рыхлой колленхимы могут быть как уголковыми, так и пластинчатыми. Чаще утолщаются стенки клеток, которые примыкают к межклетникам. Иногда встречаются комбинированные структуры типа пластинчато-рыхлоуголковой колленхимы. Под микроскопом клеточные стенки колленхимы кажутся блестящими благодаря сильному преломлению света.

Склеренхима - мертвая механическая ткань. Различают два вида склеренхимы: волокна и склереиды.

Волокна на продольном срезе прозенхимной формы, на поперечном срезе многогранны с равномерно утолщенными и одревесневшими клеточными стенками, которые очень плотно соединены друг с другом. В клеточных стенках имеются простые поры. Живое содержимое в клетках отсутствует. Склеренхиму можно обнаружить, применив реактив флороглюцин с концентрированной соляной кислотой, под действием которого клеточные стенки окрашиваются в вишнево-красный цвет. В зависимости от места расположения различают два типа склеренхимных волокон: ксилемные или древесинные волокна (либриформ) и экстраксиллярные волокна - коровые, периваскулярные (перициклические) и флоэмные (лубяные) или камбиформ.

- Древесинные волокна или либриформ располагается в древесине, укрепляя ее проводящие элементы - сосуды. Это прозенхимные клетки с одревесневшими клеточными стенками.

- Коровые волокна встречаются в первичной коре стеблей растений.

- Периваскулярные или перициклические волокна также прозенхимной формы с одревесневшими клеточными стенками, плотно соединенные между собой. Они возникают путем деления клеток перицикла и последующего одревеснения их клеточных стенок. Основная функция периваскулярной склеренхимы - укрепление центрального осевого цилиндра. В надземных стеблях травянистых и древесных растений периваскулярная склеренхима образует наружную защитную обкладку центрального осевого цилиндра.

- Лубяные волокна (камбиформ) располагаются в лубе (флоэме). Иногда их клеточные стенки долго не одревесневают, как у льна, и используются как сырье для текстильной промышленности. Клетки лубяных волокон прозенхимной формы, их длина во много раз (до 1000) превышает ширину. Лубяные волокна выполняют армирующую функцию, защищая живые ткани флоэмы, особенно жизненно важные ситовидные трубки.

Склереиды - мертвые клетки с очень сильно утолщенной и одревесневшей клеточной стенкой, в которой имеются простые или ветвистые поры. Склереиды часто встречаются поодиночке (в мезофилле листа), группами (в мякоти плодов груши) или образуют ткань эндокарпия в околоплоднике плодов сливы, вишни, грецкого ореха, миндаля и т. д.

Склереиды могут быть разнообразны по форме и размерам, в связи с чем имеют различные названия. Склереиды более или менее изодиаметрической формы называют брахисклереидами или каменистыми клетками. Склереиды, имеющие расширения на обоих концах клетки, придающие им форму большой берцовой кости, носят название остеосклереид (в листе чая). Склереиды, форма которых напоминает звезду, называют астросклереидами (в листе камелии). Существуют также макросклереиды - удлиненные палочковидные клетки (в семенах бобовых), нитевидные склереиды, похожие на волокна (в листьях маслины), трихосклереиды, напоминающие волоски и проникающие даже в межклетники.

Основные ткани

К основным тканям относятся живые паренхимные ткани, составляющие основу тела растений. Иногда их называют основной паренхимой. Основные ткани состоят из живых паренхимных клеток с тонкими целлюлозными оболочками, рыхло сочленяющихся друг с другом. Различают три типа основных тканей: ассимиляционную, запасную и дыхательную. Ассимиляционные ткани составляют основу первичной коры стеблей травянистых растений и мезофилл листьев. Клетки паренхимы первичной коры стебля освещаются солнечными лучами и, как правило, содержат хлоропласты. Такая паренхима называется хлорофиллоносной или ассимиляционной.

В клетках паренхимы сердцевинной и сердцевидных лучей стебля откладываются запасные вещества в виде крахмальных зерен, поэтому она называется запасной паренхимой. Зерна запасного крахмала, который используется растением в крайних случаях голодания, откладываются в эндодерме стебля двудольных растений, поэтому этот слой первичной коры получил название крахмалоносного влагалища. Нередко клетки основной паренхимы развивают вторичные клеточные стенки, которые одревесневают. Такая паренхима называется склерифицированной. Обычно она развивается в центральном осевом цилиндре.

Дыхательные ткани встречаются в стеблях и других органах водных, прибрежных и болотных растений. Они характеризуются развитием крупных межклетников, которые представляют собой резервуары для запаса газообразных веществ. Дыхательные ткани получили название аэренхимы.

Расположение тканей в травянистом стебле растений

В анатомической структуре стебля можно выделить три основные части:

- покровную ткань;
- первичную кору;
- центральный осевой цилиндр.

Первичной покровной тканью всех надземных органов является эпидерма.

Первичная кора представлена комплексом тканей. В травянистых стеблях двудольных растений сразу под эпидермой находится механическая ткань колленхима, клетки которой нередко содержат хлоропласты. У травянистых растений развивается угольчатая колленхима (реже пластинчатая колленхима), у древесных обычна пластинчатая колленхима.

Далее следует хлорофиллоносная паренхима первичной коры. Самым внутренним слоем у двудольных растений является эндодерма. Клетки ее отличаются от других клеток коры размерами и слегка вытянутой формой. Первичная кора однодольных обычно представлена только ассимиляционной паренхимой.

Центральный осевой цилиндр представлен комплексом тканей. Начинается он с перицикла, который часто превращается в склеренхиму. Склеренхимный цилиндр защищает сосудисто-волокнистые пучки в центральном осевом цилиндре. Бывают случаи, когда склеренхима не образует сплошного кольца, а располагается отдельными участками над сосудисто-волокнистыми пучками. Эту склеренхиму, встречающуюся по периферии центрального осевого цилиндра, называют перициклической или периваскулярной. Сосудисто-волокнистые пучки окружены основной паренхимой и часто имеют склеренхимную обкладку. Иногда в центре стебля образуется воздушная полость.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислите признаки, характерные для клеток механической ткани.
2. Перечислите основные структурные отличия клеток колленхимы от клеток склеренхимы.

- 3 Опишите классификацию склеренхимных волокон.
4. Перечислите, какие типы склереид встречаются в органах растений.
5. Опишите классификацию основных тканей.

#### РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: стебель тыквы (кабачка, огурца), свежий или фиксированный в спирте; «поперечный срез стебля тыквы» - готовый препарат; околоплодник груши - свежий или фиксированный в спирте.

Реактивы: раствор флороглюцина 1% в спирте; соляная кислота концентрированная; хлор-цинк-йод; вода дистиллированная.

Оборудование: микроскопы (МБР-1 или Биолам); бритвы; скальпели; пинцеты; препаровальные иглы; предметные стекла; покровные стекла; чашки Петри; полоски фильтровальной бумаги.

Задание 1. Изучить строение брахисклереид на примере каменистых клеток из околоплодника груши *Pyrus communis L.* (рис. 6.1)

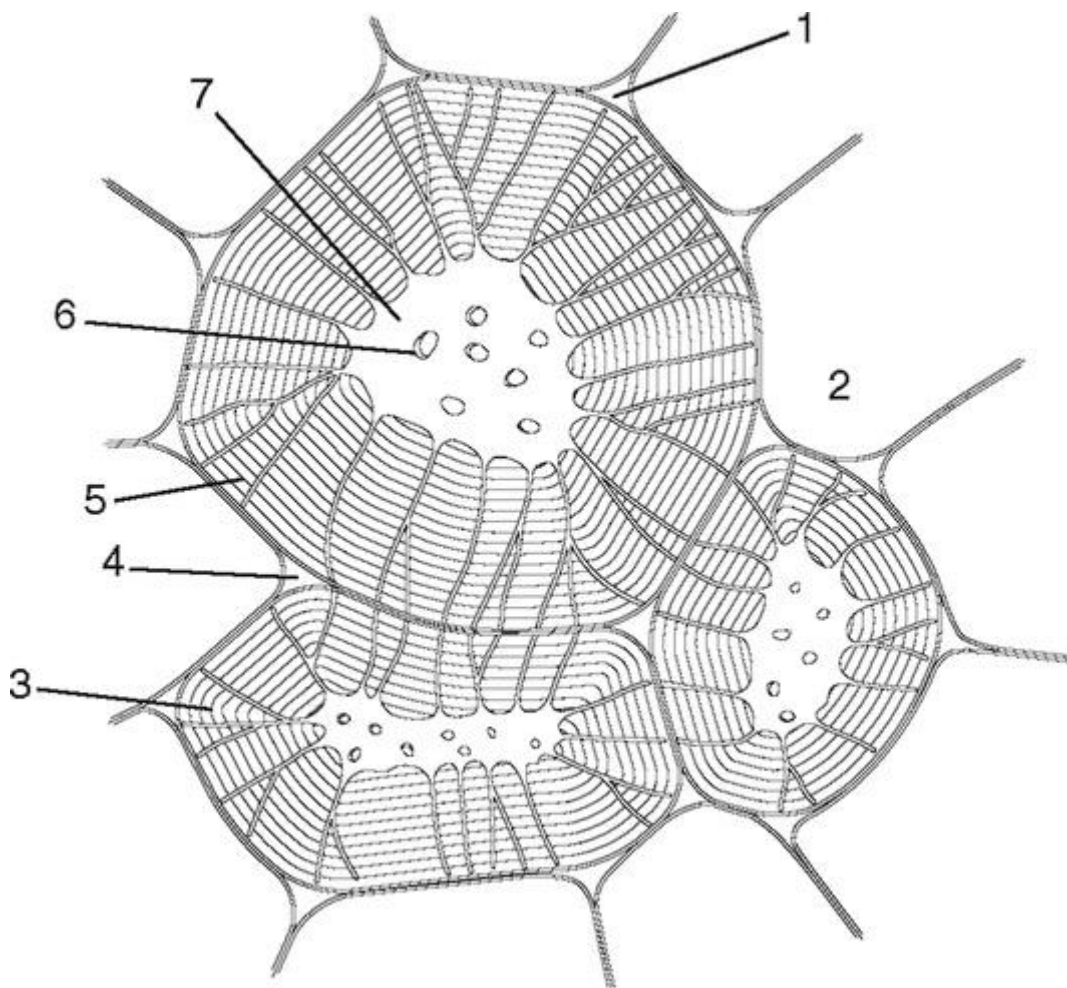


Рис. 6.1. Строение брахисклереид из околоплодника груши (*Pyrus communis L.*): 1 - первичная оболочка; 2 - тонкостенные клетки; 3 - слои вторичной оболочки; 4 - межклетники; 5 - вторичная оболочка; 6 - поровые каналы в плане и в разрезе; 7 - полость клетки

Склереиды встречаются в различных органах растений, но лучшим объектом для изучения строения брахисклереид являются плоды груши. Брахисклереиды встречаются группами в мякоти плода груши в виде мелких желтоватых крупинок.

### Приготовление препарата

На предметное стекло положить отпрепарированную из мякоти плода груши группу каменистых клеток. Раздавить ее скальпелем, пинцетом или уголком другого предметного стекла, чтобы отдельные каменистые клетки разошлись. Обработать объект флороглюцином и соляной кислотой. После окрашивания клеточных стенок в малиново-красный цвет реактив удалить полоской фильтровальной бумаги, объект заключить в каплю дистиллированной воды или глицерина и накрыть покровным стеклом. Излишнюю воду или глицерин, вытекший из-под покровного стекла, удалить фильтровальной бумагой. Приготовленный препарат поместить на предметный столик микроскопа и найти объект при малом увеличении (объектив  $\times 7$ , окуляр  $\times 8$ ). Перевести револьвер микроскопа на большое увеличение (объектив  $\times 40$ ) и изучить структуру отдельных клеток брахисклереид, обратив внимание на структуру клеточных стенок. Брахисклереиды представляют собой мертвые клетки изодиаметрической формы с толстой одревесневшей вторичной стенкой, на что указывает цветная реакция с флороглюцином и соляной кислотой. Клеточная стенка пронизана ветвящимися поровыми каналами, которые всегда располагаются напротив поровых каналов соседних клеток и доходят до первичной клеточной стенки. Поровые каналы начинаются в полости клетки, проходят через толщу вторичной стенки, нередко разделяясь на 2-3 канала, доходящих также до первичной клеточной стенки. Под большим увеличением микроскопа зарисовать 2-3 клетки брахисклереид.

При выполнении рисунка сначала наметить контуры первичной клеточной стенки, затем обозначить границу полости клетки. В заключение зарисовать ветвистые поры и наметить слои вторичной стенки.

Задание 2. Изучить ткани и их расположение в стебле травянистого двудольного растения на примере поперечного среза стебля тыквы *Cucurbita pepo* L. (рис. 6.2)

### Приготовление препарата

Со стебля тыквы (или огурца) опасной бритвой сделать несколько поперечных срезов, сбрасывая их в чашку Петри, наполненную водой. Из серии приготовленных срезов отобрать наиболее тонкие и некосые срезы, т. е. те, которые плавают на поверхности воды или ровно ложатся на дно. Косые срезы утолщенной стороной погружаются в воду и всплывают под углом к поверхности воды другой стороной. Срезы переложить на предметное стекло и проверить их качество под малым увеличением микроскопа. При этом ясно должны быть видны очертания клеток. Если срезы хорошие, обсушить их фильтровальной бумагой и провести цветные реакции. Один из срезов обработать флороглюцином с концентрированной соляной кислотой для выявления одревесневших тканей, состоящих из клеток с лигнифицированными (одревесневшими) клеточными стенками, которые окрасятся в малиново-красный цвет. Через 3-5 мин после проведения реакции реактивы удалить фильтровальной бумагой, а препарат заключить в каплю дистиллированной воды или глицерина. Объект накрыть покровным стеклом, удалить фильтровальной бумагой избыток воды или глицерина. Другой срез обработать хлор-цинк-йодом для выявления живых тканей, состоящих из клеток с целлюлозными клеточными стенками. При действии хлор-цинк-йода целлюлозные клеточные стенки и крахмальные зерна в клетках запасяющих тканей окрасятся в фиолетовый цвет. Не удаляя реактива, препарат накрыть покровным стеклом. Удалить излишек реактива фильтровальной бумагой. Приготовленные таким образом временные препараты готовы для работы с ними под микроскопом. Препараты рассмотреть под малым, а затем под большим увеличением микроскопа.

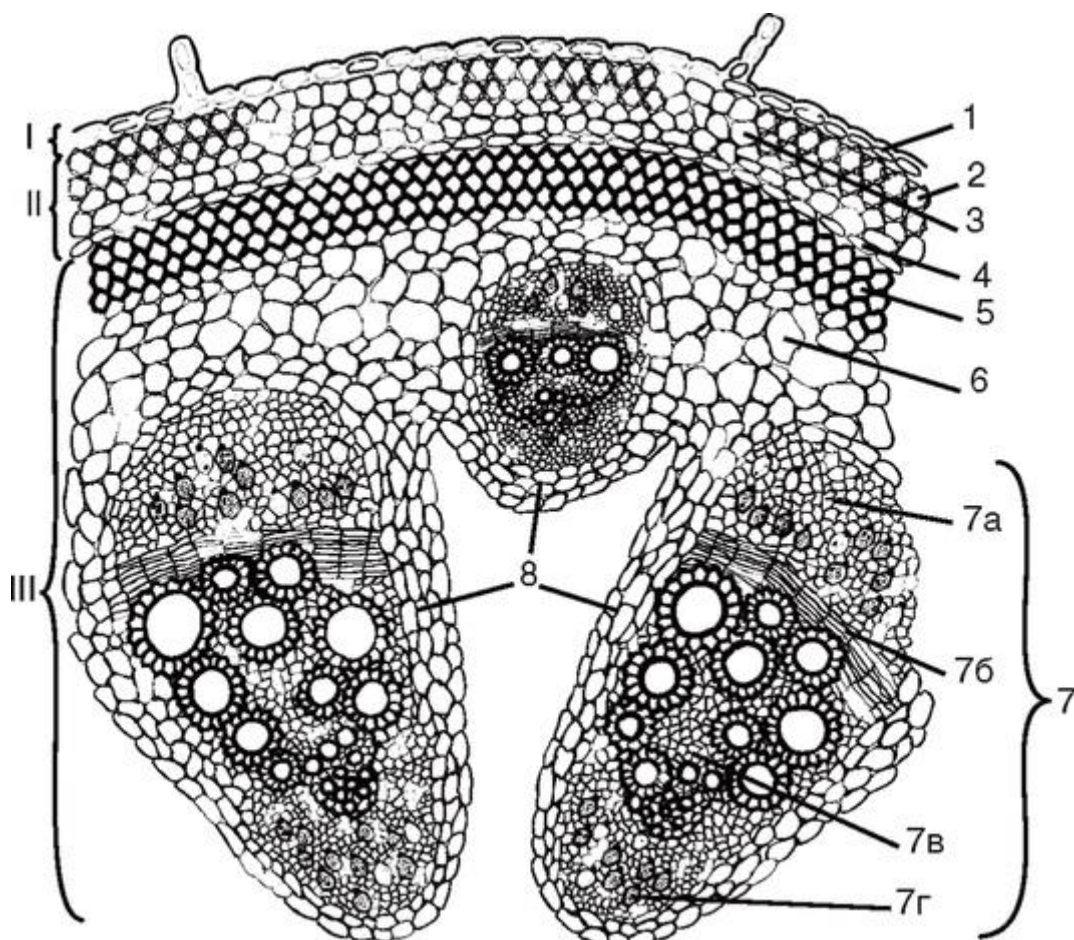


Рис. 6.2. Строение стебля травянистого двудольного растения (на примере стебля тыквы *Cucurbita pepo* L.): I - покровная ткань: 1 - эпидерма; II - первичная кора: 2 - уголкового колленхима; 3 - хлоренхима; 4 - эндодерма; III - центральный осевой цилиндр: 5 - склеренхима; 6 - основная паренхима; 7 - биколлатеральный сосудисто-волокнистый пучок: 7а - флоэма; 7б - камбий; 7в - ксилема; 7г - внутренняя флоэма; 8 - воздушная полость

#### Изучение и описание препарата

На препарате, обработанном флороглюцином и концентрированной соляной кислотой, под малым увеличением микроскопа найти границы первичной коры и центрального осевого цилиндра по окрашенному в малиново-красный цвет кольцу периклической (периваскулярной) склеренхимы.

В рабочих тетрадях зарисовать топографическую схему сектора поперечного среза стебля тыквы, где пунктиром нанести границы покровной ткани, первичной коры и центрального осевого цилиндра.

Под большим увеличением микроскопа рассмотреть детали структур клеток этих тканей.

Установить тип покровной ткани и справа от топографической схемы зарисовать 2-3 клетки крупным планом.

Детально рассмотреть структуру клеток, окрашенных флороглюцином и соляной кислотой в малиновый цвет, определить эту ткань и справа от топографической схемы зарисовать 2-3 ее клетки крупным планом.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть препарат, обработанный хлорцинк-йодом. Определить три типа ткани первичной коры. Справа от топографической

схемы зарисовать 2-3 клетки каждой ткани, обратив внимание на наличие пластид и других органоидов.

На этом препарате определить, какие ткани окружают сосудисто-волокнистые пучки и зарисовать их отдельные клетки.

Литература

*Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г.* Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 51-59.

## Тема 7. ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ И ТИПЫ СОСУДИСТО-ВОЛОКНИСТЫХ ПУЧКОВ

Цели занятия

- Научиться распознавать на микропрепаратах стеблей и корневищ проводящие ткани и различные типы сосудисто-волокнистых пучков.

- Уметь:

- различать по характерным признакам строения клеток проводящие ткани восходящего и нисходящего тока;

- распознавать на поперечном срезе стебля комплексы проводящих тканей (ксилему и флоэму);

- распознавать на микропрепаратах типы сосудисто-волокнистых пучков;

- составлять схему расположения всех тканей и сосудисто-волокнистых пучков стеблей и корневищ травянистых растений.

- Знать:

- состав комплексных тканей: ксилемы и флоэмы;

- различные типы сосудисто-волокнистых пучков.

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Растение имеет два типа питания: минеральное, обеспечиваемое корнями, и воздушное, обеспечиваемое зелеными частями растения, главным образом листьями. Питательные вещества передвигаются по проводящим тканям растения, которые сосредоточены в сосудисто-волокнистых пучках. Каждый сосудисто-волокнистый пучок включает флоэму и ксилему (табл. 7.1). Продукты ассимиляции (органические вещества и др.) передвигаются по проводящим элементам флоэмы от листьев к корням, образуя «нисходящий» ток веществ. Вода и растворенные в ней минеральные соли передвигаются по проводящим элементам ксилемы от корней к листьям, образуя «восходящий» ток.

Таблица 7.1. Состав ксилемы и флоэмы

Ткань	Проводящие элементы	Механические элементы	Запасающие элементы
Флоэма (луб)	Ситовидные трубки и клеткиспутницы	Лубяные волокна (камбиформ)	Лубяная паренхима (тонкостенная)



Ксилема (древесина)	Сосуды и трахеиды	Древесинные волокна (либриформ)	Древесинная паренхима (часто склерифицированная)
------------------------	-------------------	------------------------------------	---

Флоэма и ксилема - сложные (комплексные) ткани, в состав которых, кроме проводящих, входят еще механические и запасающие элементы. Проводящие элементы ксилемы (древесины) представлены трахеидами и сосудами; механические элементы - древесинными волокнами (либриформом) и запасающие - древесинной паренхимой. Во флоэме (лубе) проводящие элементы представлены ситовидными трубками с клетками-спутницами, механические - лубяными волокнами (камбиформом) и запасающие - лубяной паренхимой. Волокнистые механические элементы часто отсутствуют в ксилеме и флоэме травянистых растений, но бывают хорошо развиты у деревьев и кустарников.

Ксилема (древесина)

Проводящие элементы ксилемы

Проводящие элементы ксилемы - сосуды и трахеиды.

В процессе эволюции трахеиды возникли раньше сосудов. Трахеиды - мертвые прозенхимные клетки веретеновидной формы, в среднем до 1 мм длиной. Поперечные размеры трахеиды измеряются десятками и сотыми долями миллиметра. Клеточные стенки неравномерно утолщены и пропитаны лигнином. В зависимости от формы утолщения клеточных стенок различают кольчатые, спиральные, лестничные и пористые трахеиды. Древесина хвойных растений состоит из пористых трахеид. Пористые трахеиды всегда имеют окаймленные поры, у хвойных обычно с торусом. Сообщение между трахеидами осуществляется через плазмодесменные каналы, пронизывающие первичную стенку в области поры. Трахеиды выполняют не только проводящую функцию, но и механическую. Трахеиды с сильно утолщенной стенкой узкопросветны и очень сходны с древесинными волокнами (либриформом). В древесине хвойных отсутствует либриформ, так как его функцию выполняют осенние толстостенные трахеиды. Трахеиды очень плотно соединяются между собой (без межклетников), обеспечивая этим относительно быструю фильтрацию восходящего тока вещества через поры и максимальную прочность древесины.

Сосуды (трахеи) представляют собой полые трубки, состоящие из продольного ряда клеток - члеников сосуда. Членики сосуда сообщаются друг с другом посредством сплошных отверстий (перфораций) в поперечных стенках. Длина сосудов может достигать несколько метров, а поперечное сечение - 0,1-0,15 мм. Формирование сосуда происходит из продольного ряда клеток первичной меристемы или камбия. Клетки (членики будущего сосуда) растут, протопласт вакуолизируется и занимает постенное положение. На первичную стенку неравномерно в виде колец, спиралей, сетки или почти сплошным слоем изнутри наслаиваются утолщения, которые впоследствии одревесневают. В поперечных стенках путем ослизнения образуются сплошные перфорации, соединяющие клетки-членики в один сосуд. Постепенно протопласт в члениках отмирает. По форме утолщений клеточной стенки различают кольчатые, спиральные, сетчатые, пористые (точечные) и лестничные сосуды. Из первичной меристемы обычно формируются в быстро растущих органах кольчатые и спиральные сосуды ксилемы. Их стенка лишь частично утолщена и способна растягиваться вслед за ростом органа. Это сосуды протоксилемы. На более поздних этапах развития органа появляются пористые сетчатые и лестничные сосуды. Стенки этих сосудов почти сплошь утолщены, и неутолщенные места представлены только порами, причем у пористых (точечных) сосудов поры округлой формы, а у лестничных - поперечно-щелевидной. Эти сосуды обычно встречаются в метаксилеме. Сосуды вторичной ксилемы, образованные камбием, могут быть разных типов. Сосуды функционируют несколько лет, потом происходит затилловывание

(закупорка), т. е. в полость сосуда через пору вырастает часть клетки древесинной паренхимы. Неутолщенная часть стенки сосуда, образуя пору, растягивается растущим отростком и перекрывает полость сосуда. Древесина, имеющая затиллованные сосуды, пропитывается дубильными веществами, прочна, красива и ценится в столярном деле под названием ядровой древесины.

#### Древесинные волокна (либриформ)

Бывают хорошо развиты в древесине древесных и кустарниковых растений; у травянистых растений они встречаются реже. Древесинные волокна представляют собой мертвые склеренхимные клетки прозенхимной формы с заостренными концами. Длина волокон либриформа не превышает 2 мм. Клеточные стенки древесинных волокон утолщены и лигнифицированы (одревесневшие). Волокна соединяются между собой плотно. Они часто группируются вокруг сосудов, выполняя защитную функцию, или у древесных растений сосредоточены в осенней древесине, упрочняя ее. Волокна либриформа очень сходны с трахеидами, но отличаются от последних более толстой оболочкой и редуцированными окаймленными порами. Полагают, что в процессе эволюции древесинные волокна возникли из трахеид.

#### Древесинная паренхима

Эта ткань выполняет запасную и защитную функции. Как запасная ткань древесинная паренхима состоит из живых клеток с целлюлозными или одревесневшими стенками. В клетках содержатся запасные жиры, крахмал, танины и другие вещества. Нередко древесинная паренхима бывает склерифицированной, т. е. клеточные стенки ее утолщаются и одревесневают. Эти клетки окружают сосуды, защищая и упрочняя их.

#### Флоэма (луб)

Флоэма - сложная ткань, состоящая из ситовидных трубок с клетками-спутницами, лубяных волокон и лубяной паренхимы.

Ситовидные трубки - проводящие элементы флоэмы. По ним передвигается нисходящий ток питательных веществ, несущий продукты ассимиляции. Ситовидные трубки представляют собой продольный ряд живых клеток (члеников трубки) с целлюлозными стенками, сообщающихся друг с другом через ситечки (перфорации), расположенные в поперечных клеточных стенках. Поперечные клеточные стенки из-за наличия в них перфораций получили название ситовидных пластинок. Ситечки - тонкие участки поперечной клеточной стенки, пронизанные многочисленными сквозными отверстиями - расширенными плазмодесменными каналцами. Каждый из каналцев выстлан и окружен каллозой (полимером группы углеводов). Диаметр ситовидной трубки - 20-30 мкм, длина членика также невелика - 15-30 мкм.

Через перфорации из одного членика в другой проходят течи цитоплазмы. У цветковых растений членик ситовидной трубки образуется одновременно с клеткой-спутницей (или несколькими клетками-спутницами) из одной меристематической клетки камбия или прокамбия. По мере формирования ситовидной трубки протопласт в члениках изменяется: цитоплазма становится денатурированной - она перестает двигаться, теряет свойство полупроницаемости и не плазмолизует от действия гипертонических растворов сахара или других веществ, смешивается с клеточным соком. Разрушается ядро. Ситовидная трубка функционирует один-два-три вегетационных периода. В конце вегетации разросшаяся каллоза закрывает каналцы ситечек, образуя каллюс, или мозолистое тело. Цитоплазма отмирает и разрушается. Членики заполняются водой или воздухом. Давлением со стороны окружающих клеток они сплющиваются обычно до полного исчезновения полости (облитерируются).

Клетки-спутницы (сопровождающие клетки) имеют меньшие диаметры, чем ситовидная трубка, и на поперечных срезах их очертания треугольные или

четырёхугольные. У клеток-спутниц тонкие целлюлозные стенки, густая цитоплазма, крупное ядро, мелкие вакуоли, запасных веществ нет. Клетки-спутницы отсутствуют во флоэме хвойных растений. Роль сопровождающих клеток окончательно не выяснена. Полагают, что они стимулируют передвижение органических веществ по ситовидной трубке вследствие выделения ферментов в ситовидную трубку. Клетки-спутницы отмирают почти одновременно с члениками ситовидной трубки.

Лубяные волокна входят в состав флоэмы и относятся к механическим тканям типа склеренхимы (лубяной склеренхимы). Клеточные стенки лубяных волокон не всегда одревесневают и могут сохранять в связи с этим эластичность.

Лубяная паренхима выполняет запасающую функцию и представлена живыми тонкостенными клетками.

#### Типы сосудисто-волокнистых пучков

В центральном осевом цилиндре стебля в основной паренхиме находятся сосудисто-волокнистые пучки. В их состав входят у однодольных растений флоэма и ксилема, а у двудольных еще и камбий. По взаимному расположению в пучке флоэмы и ксилемы различают всего пять типов пучков: закрытые коллатеральные, открытые коллатеральные, биколлатеральные, концентрические и радиальные; три первых характерны для стебля (закрытые коллатеральные, открытые коллатеральные и биколлатеральные). Коллатеральные пучки бывают открытые (у двудольных растений) и закрытые (у однодольных растений).

Закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок не имеет камбия. Закрытые коллатеральные пучки характерны для стеблей и корневищ однодольных растений. Очень часто в закрытых коллатеральных пучках тяж флоэмы несколько вдавлен в тяж ксилемы, так что ксилема полуохватывает флоэму. Закрытые коллатеральные пучки расположены по спирали по всему осевому цилиндру. Размеры их на поперечном срезе увеличиваются к центру.

Открытый коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок имеет камбий между флоэмой и ксилемой. В коллатеральном пучке ксилема обращена к центру стебля, а флоэма к периферии. Открытые коллатеральные пучки занимают кольцевое положение в центральном осевом цилиндре стеблей и корневищ двудольных растений.

Биколлатеральный сосудисто-волокнистый пучок сходен с открытым коллатеральным, но в отличие от последнего имеет еще внутреннюю флоэму, так что радиус, пересекающий пучок от центра к периферии, поочередно пройдет через флоэму, ксилему, камбий и опять через флоэму. Биколлатеральные пучки располагаются в осевом цилиндре по кольцу и характерны для стеблей и корневищ некоторых семейств двудольных растений (например, пасленовых, тыквенных).

Концентрический сосудисто-волокнистый пучок не имеет камбия, и ксилема со всех сторон окружает флоэму (центрофлоэмный концентрический пучок), а если флоэма окружает ксилему, пучок называется центроксилемным. Этот тип пучка характерен для корневищ однодольных растений. В центральном осевом цилиндре корневища они располагаются беспорядочно, часто вперемежку с коллатеральными пучками.

#### Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислите составные элементы флоэмы и ксилемы.
2. Назовите типы сосудов и их характерные особенности.
3. Перечислите типы сосудисто-волокнистых пучков, встречающихся в стеблях и корневищах однодольных и двудольных растений. Назовите характерные особенности их строения и расположения в центральном осевом цилиндре.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: готовые микропрепараты - поперечный срез стебля тыквы; сосудистые элементы на продольном срезе стебля подсолнечника; трахеиды на продольном срезе стебля сосны; ситовидные трубки на продольном срезе стебля тыквы; поперечный срез стебля купены; поперечный срез корневища ландыша.

Оборудование: микроскопы МБР-1 или БИОЛАМ; гербарий: купена лекарственная, ландыш майский.

Задание 1. Изучить ткани сосудисто-волокнистого пучка на поперечном срезе стебля тыквы *Cucurbita pepo* L. (рис. 7.1)

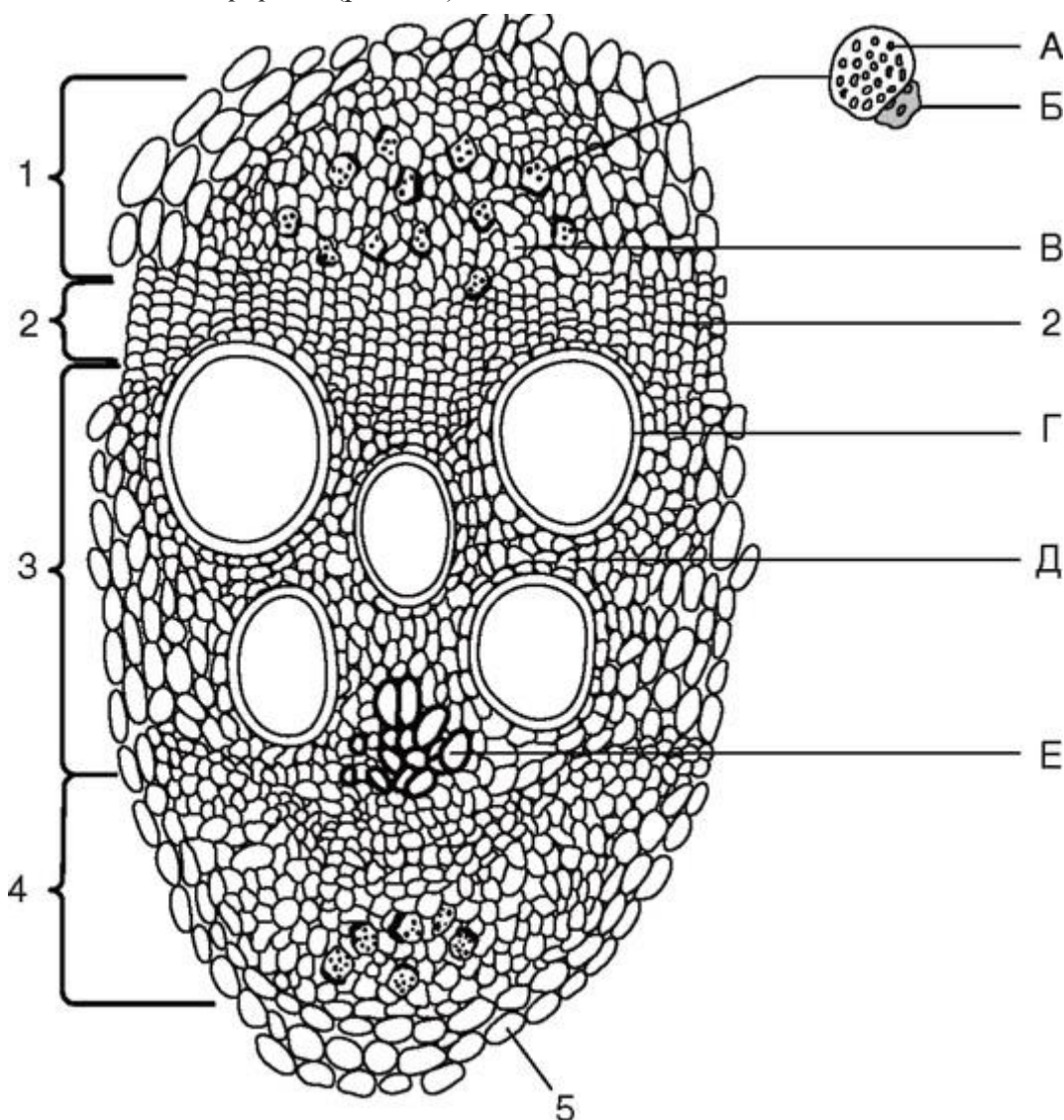


Рис. 7.1. Строение биколлатерального пучка на поперечном срезе стебля тыквы (*Cucurbita pepo*L.): 1 - вторичная флоэма (луб): А - ситовидная трубка; Б - клетка-спутница; В - лубяная паренхима; 2 - камбий; 3 - ксилема (древесина): Г - сосуды вторичной ксилемы; Д - древесинная паренхима; Е - трахеиды первичной ксилемы; 4 - внутренняя флоэма; 5 - запасаящая паренхима осевого цилиндра

На готовом препарате поперечного среза стебля тыквы при большом увеличении микроскопа найти сосудисто-волокнистый пучок.

Сосудисто-волокнистые пучки расположены в основной паренхиме центрального осевого цилиндра стебля тыквы в два ряда, причем пучки наружного ряда мельче

внутренних. Внутренние пучки расположены в лопастях основной паренхимы, вдающихся в центральную воздушную полость. Все пучки имеют одинаковый биколлатеральный тип строения, поэтому для изучения можно выбрать любой из них.

Найти в пучке ксилему и флоэму. В середине пучка находится ксилема. Она окрашена в красноватые тона и выделяется наличием сосудов, стенки которых окрашены в красный цвет и имеют форму колец. По обе стороны от ксилемы, к центру и к периферии среза, располагается флоэма, она окрашена в голубой цвет. Между наружной флоэмой и ксилемой имеется слой камбия.

Составить топографическую схему строения биколлатерального пучка.

Поставить в центр поля зрения ксилемную часть пучка и перевести револьвер микроскопа на большое увеличение. Рассмотреть строение флоэмы. Найти проводящие элементы флоэмы - ситовидные трубки с клетками-спутницами. Полости члеников ситовидных трубок сравнительно крупные в сечении, многогранные или почти округлые с синими точками, мелкими кружочками или пятнышками в середине - это видны перфорации ситовидной пластинки. С одной стороны к членнику ситовидной трубки примыкает маленькая синяя клетка трехли или четырехугольной формы. Это клетка-спутница. Между ситовидными трубками с клетками-спутницами расположены небольшие клетки лубяной паренхимы. Толстостенных клеток во флоэме стебля тыквы нет. Следовательно, флоэма стебля тыквы состоит из ситовидных трубок, клеток-спутниц и лубяной паренхимы, лубяные волокна в ней отсутствуют.

Найти на препарате камбий. Клетки его мелкие, тонкостенные, узкие, тангентально-сплюснутые, прямоугольных очертаний, расположены радиальными рядами. Радиальные ряды клеток - это производные камбия, которые впоследствии дифференцируются в элементы флоэмы и ксилемы.

Во флоэме эти радиальные ряды клеток со стороны камбия довольно хорошо заметны вначале, а затем смещаются постепенно разрастающимися клетками. В ксилеме эти ряды менее заметны, так как у тыквы быстро развиваются очень крупные сосуды, которые сразу же их смещают. У других растений бывают очень четко выражены радиальные ряды клеток - элементов ксилемы, производных камбия. В случае если клетки камбия быстро дифференцируются и в связи с этим слабо заметны на препарате, о наличие камбия в пучке свидетельствуют его производные - радиально расположенные элементы ксилемы или флоэмы. Именно поэтому при выполнении рисунка открытого сосудисто-волокнистого пучка очень важно отразить эти ряды клеток.

Зарисовать в топографическую схему биколлатерального пучка клетки камбия и флоэмы, отразив в рисунке составные элементы флоэмы. Ситовидные трубки и клетки-спутницы можно нарисовать синим карандашом, а лубяную паренхиму - простым; камбий также рисовать простым карандашом.

Поставить в центр поля зрения ксилему. Рассмотреть ее строение.

Найти первичную ксилему. Она расположена на внутренней более узкой стороне ксилемы и состоит из живых тонкостенных, неодревесневших паренхимных клеток, между которыми размещаются поодиночке или группами трахеиды с заметно утолщенными окрашенными в красный цвет клеточными стенками. Большая часть ксилемы является вторичной - производной камбия. В составе этой древесины выделяются широкопросветные сосуды с одревесневшими стенками и окружающие их и расположенные между ними клетки древесинной паренхимы. Большинство клеток древесины имеет утолщенные, одревесневшие клеточные стенки.

Врисовать в топографическую схему биколлатерального пучка клеточное строение древесины (ксилемы), отразив составные элементы первичной и вторичной ксилемы. Сосуды, трахеиды и паренхимные клетки с одревесневшими клеточными стенками

рисовать красным карандашом; паренхимные клетки с неодревесневшими стенками - простым.

Задание 2. Изучить строение сосудов на продольном срезе стебля подсолнечника *Helianthus annuus L.* (рис. 7.2)

Поставить готовый препарат «Сосудистые элементы стебля подсолнечника на продольном срезе» под малое увеличение микроскопа. На срезе будут видны:

- окрашенные в сплошной красный цвет склеренхимные волокна - длинные, со скошенными концами толстостенные, плотно расположенные мертвые клетки;
- прозрачные тонкостенные, живые, несколько вытянутые клетки паренхимы;

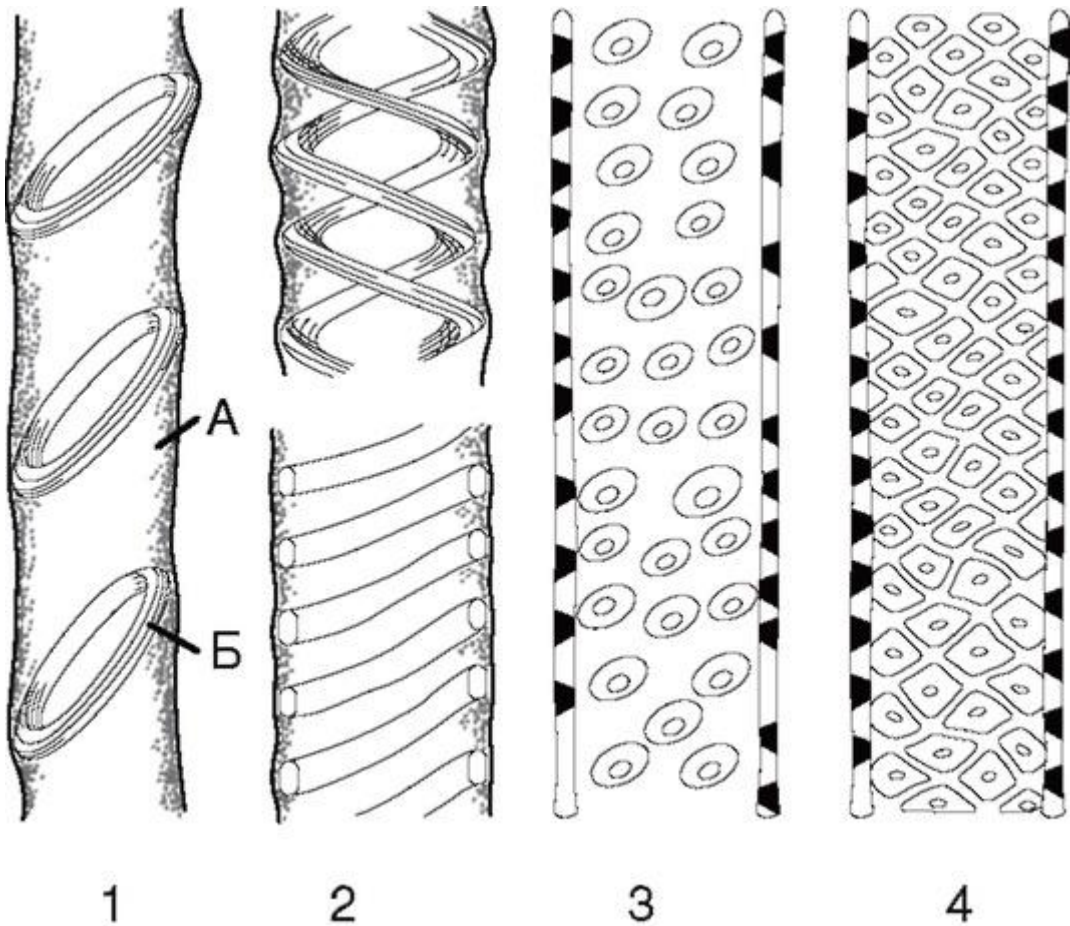


Рис. 7.2. Типы сосудов на продольном срезе стебля подсолнечника (*Helianthus annuus L.*): 1- кольчатый сосуд: А - первичная клеточная стенка; Б - вторичные утолщения клеточной стенки; 2 - спиральный сосуд; 3 - пористый сосуд; 4 - сетчатый сосуд

— длинные трубчатые образования с окрашенными в красный цвет кольчатыми, спиральными и другими утолщениями на прозрачной клеточной стенке. Рассмотреть сосуды при большом увеличении микроскопа. По рисунку утолщенной клеточной стенки найти сначала кольчатые и спиральные сосуды, а затем - пористые сетчатые и лестничные. Кольчатые и спиральные сосуды имеют прозрачную первичную клеточную стенку, на которую изнутри наложены вторичные утолщения: в виде колец у кольчатых сосудов, в виде спиралей - у спиральных. Можно рассмотреть также границы члеников сосуда. Сосуды могут иметь два или несколько переплетающихся спиральных утолщений клеточной стенки. В последнем случае на стенке сосуда видна окрашенная в красный цвет сеточка. Такой сосуд называют сетчатым. Пористые (точечные) и лестничные сосуды непрозрачны, так как их клеточная стенка утолщена почти сплошь, и в ней видны поры, округленные у пористых сосудов и узкощелевидные - у лестничных.

Зарисовать в альбом различные типы сосудов, отметив характерные особенности их строения. Первичную клеточную стенку рисовать простым карандашом, вторичную - красным.

Задание 3. Изучить строение трахеид на радиальном срезе ветки сосны *Pinus sylvestris* L. (рис. 7.3)

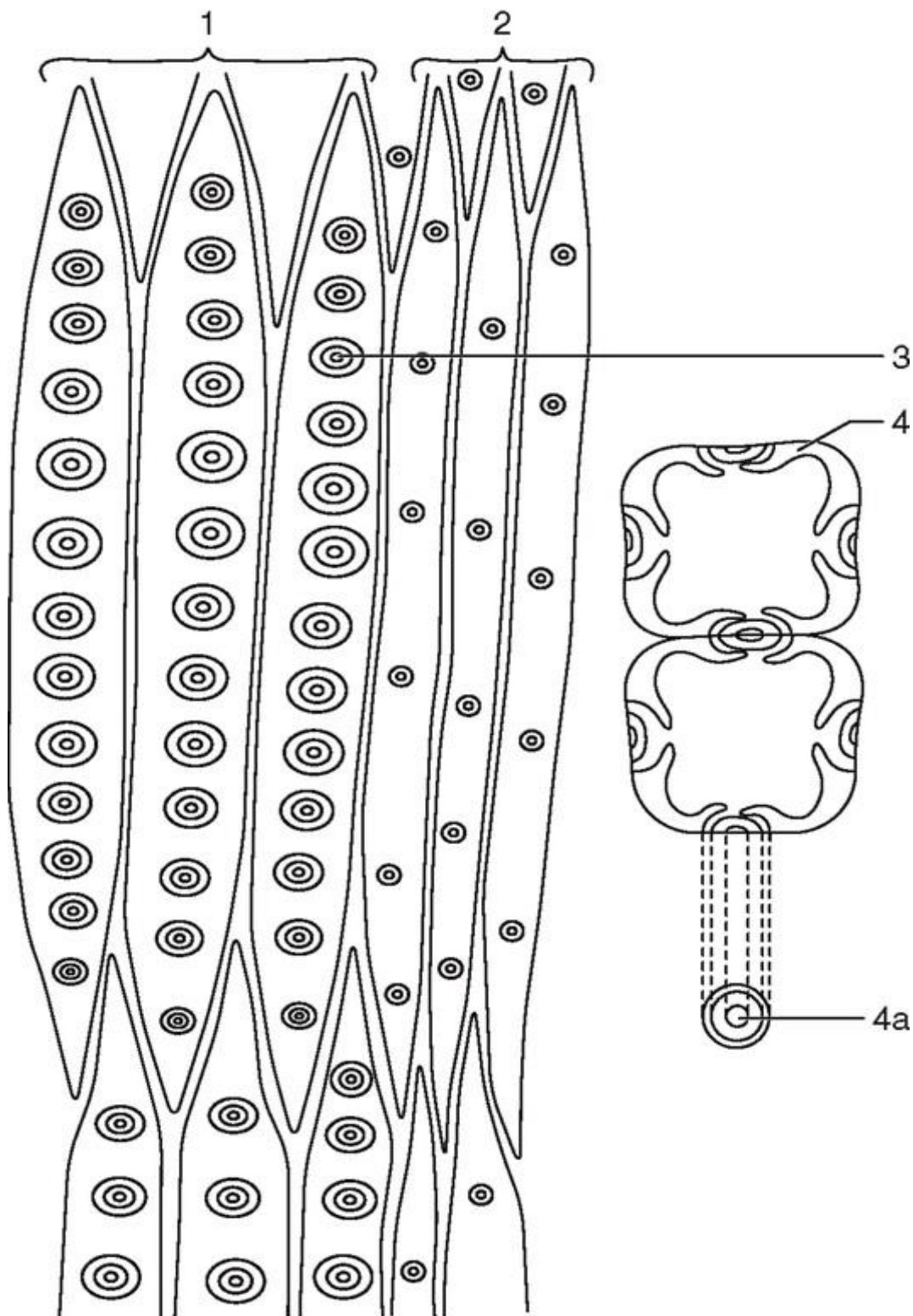


Рис. 7.3. Строение трахеид на радиальном срезе ветки сосны (*Pinus sylvestris* L.): 1 - весенние трахеиды; 2 - осенние трахеиды; 3 - окаймленные поры в клеточных стенках; 4 - поперечный разрез трахеид; 4а - проекция поры

На готовом препарате древесина сосны окрашена серноокислым анилином в желтый цвет (если самим сделать срез и обработать его флороглюцином и соляной кислотой, то древесина окрасится в привычный красный цвет).

На малом увеличении микроскопа рассмотреть препарат и найти весенние (светло-желтые) и осенние (темно-желтые) элементы древесины. На весеннем срезе древесины четко видны границы составляющих ее клеток-трахеид, их веретеновидная форма и плотное их соединение. Под большим увеличением микроскопа изучите строение весенних и осенних трахеид, сравните их и найдите отличительные особенности их строения. Весенние трахеиды по сравнению с осенними более светлые, значит, более тонкостенные; более широкие в поперечном сечении, и в их клеточной стенке хорошо выражены окаймленные поры.

Составьте представление о длине трахеид, проследив на препарате границы клетки, найдя оба ее заостренных конца и подсчитав число окаймленных пор по длине видимой стенки одной трахеиды. Обратите внимание на число окружностей в проекции окаймленной поры, вспомните, почему их три.

Зарисуйте в альбом осенние и весенние трахеиды, отметив в рисунке характерные особенности строения клеток и их соединения между собой (отразив концевое и боковое соединение клеток).

На рисунке оболочки весенних трахеид закрасить светло-желтым цветом; осенних - темно-желтым; окаймленные поры и границы клеток трахеид - простым карандашом.

Задание 4. Изучить строение ситовидных трубок с клетками-спутницами на продольном срезе стебля тыквы *Cucurbita pepo L.* (рис. 7.4)

На готовом препарате «Ситовидные трубки» на продольном разрезе стебля тыквы при малом увеличении микроскопа найти ситовидные трубки, состоящие из продольного ряда члеников с клетками-спутницами. Членики соседних ситовидных трубок расположены поперечными рядами (по отношению к продольной оси трубки), что является следствием деятельности клеток камбия.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть строение членика ситовидной трубки и строение клетки-спутницы.

Зарисовать две-три ситовидных трубки, состоящие из члеников с клетками-спутницами. На рисунке показать строение членика ситовидной трубки и прохождение тяжелой цитоплазмы из одного членика в другой через ситовидную пластинку, строение клеткиспутницы. Рисунок выполнить простым карандашом.



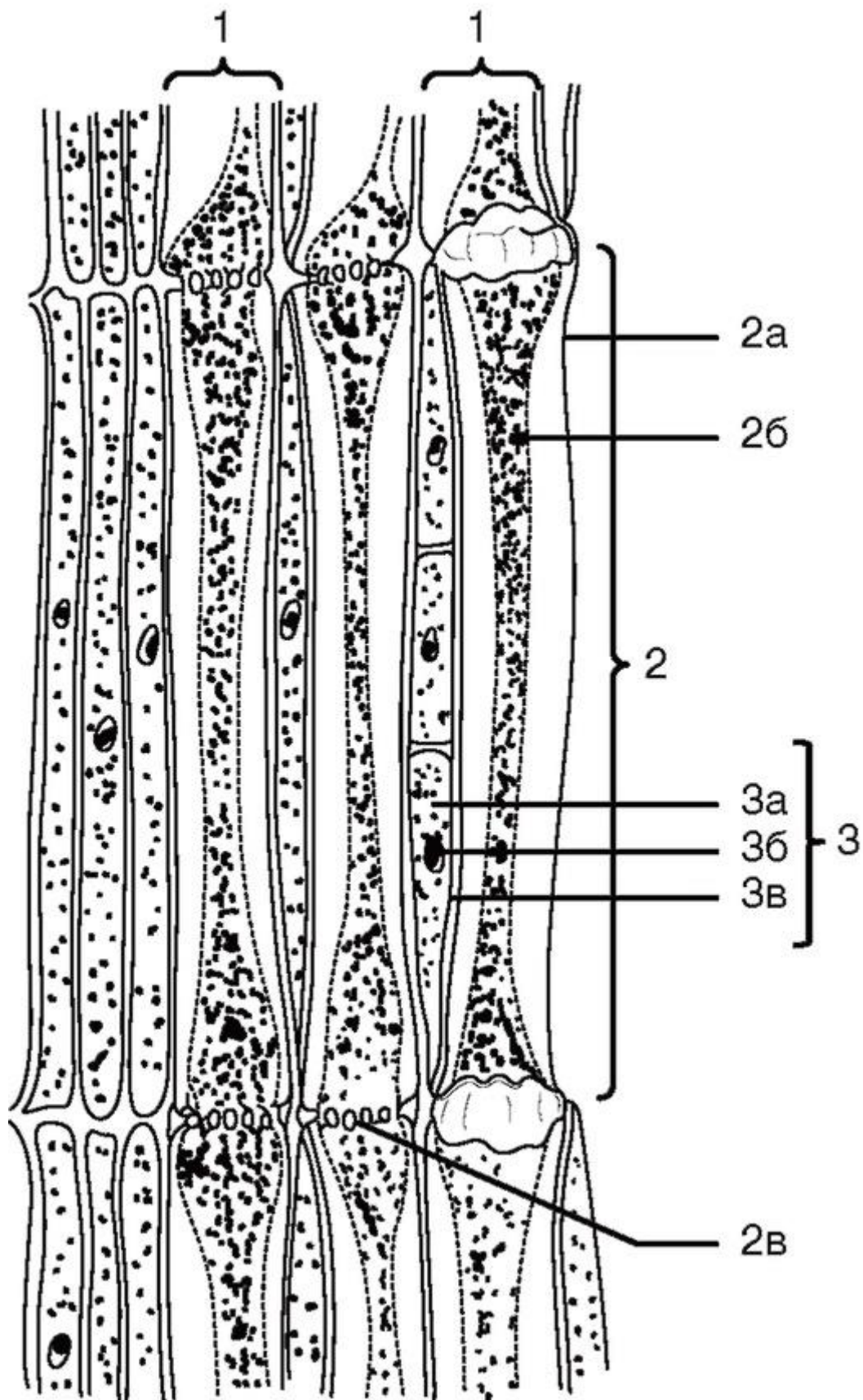


Рис. 7.4. Строение ситовидных трубок с клетками-спутницами на продольном срезе стебля тыквы (*Cucurbita pepo* L.): 1 - ситовидная трубка; 2 - членик ситовидной трубки: 2а - клеточная стенка; 2б - тяж цитоплазмы; 2в - ситовидная пластинка; 3 - клетка-спутница: 3а - цитоплазма; 3б - ядро; 3в - клеточная стенка

Задание 5. Изучить расположение и строение сосудистоволокнистых пучков на поперечном срезе стебля однодольного растения - купены лекарственной *Polygonatum officinale* All. (рис. 7.5)

Готовый препарат «Поперечный срез стебля купены» рассмотреть под малым увеличением микроскопа и определить ткани.

В анатомической структуре стебля однодольного растения выделить три части: покровную ткань; первичную кору; центральный осевой цилиндр.

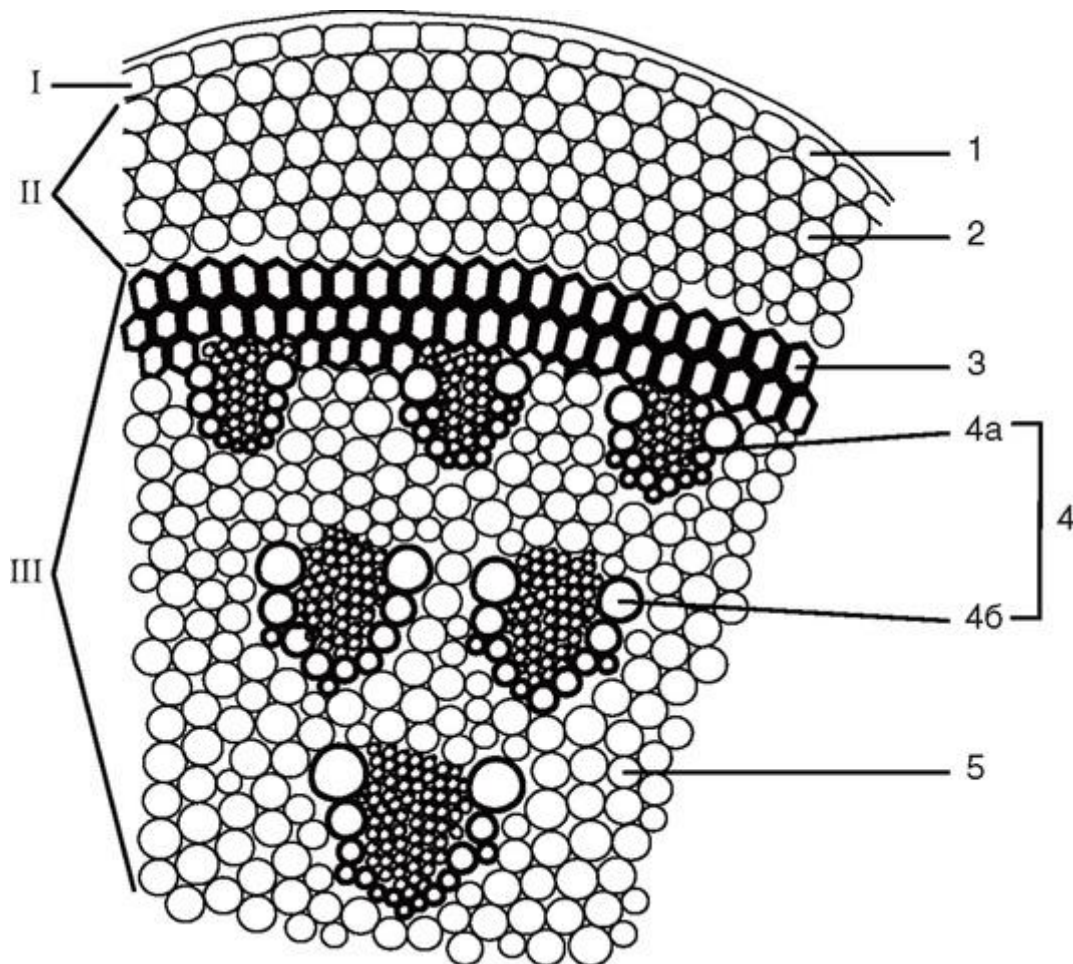


Рис. 7.5. Поперечный срез стебля однодольного растения (купены лекарственной - *Polygonatum officinale* All.): I - покровная ткань: 1 - эпидерма; II - первичная кора: 2 - ассимиляционная паренхима; III - центральный осевой цилиндр: 3 - перициклическая склеренхима; 4 - закрытый коллатеральный сосудистоволокнистый пучок: 4а - флоэма; 4б - ксилема; 5 - запасяющая паренхима

Покровная ткань представлена эпидермой - первичной покровной тканью. Первичная кора состоит из однородной ассимиляционной паренхимы. Центральный осевой цилиндр занимает большую часть стебля и четко выделяется благодаря окружающему его кольцу перициклической склеренхимы, окрашенному в красный цвет.

В основной паренхиме центрального осевого цилиндра по всей плоскости среза расположены по спирали сосудисто-волоконные пучки. Самые крайние пучки примыкают к перициклической склеренхиме. Это самые мелкие пучки. К центру пучки увеличиваются в диаметре. Увеличиваются к центру и размеры клеток основной паренхимы.

Выделить в поле зрения микроскопа наиболее типичный сосудисто-волоконный пучок и изучить его строение. В каждом пучке ксилема расположена ближе к центру,

флоэма - ближе к коре. Флоэма выделяется в виде голубой ажурной сеточки: ее мелкие клетки четырехугольной формы окрашены в голубой цвет. Это клетки-спутницы. Клетки покрупнее, полые, чередуются с клетками-спутницами - это ситовидные трубки. Флоэма несколько вдается в ксилему, так что ксилема скобкой охватывает флоэму со стороны, обращенной к центру стебля. Сосуды ксилемы окрашены на препарате в красный цвет. Они укрупняются по направлению к центру осевого цилиндра, отчего весь пучок несколько сужается в этом направлении.

Составить топографическую схему тканей в стебле однодольного растения - купены. На рисунке сектора стебля схематично обозначить типы тканей, относящиеся к трем генетическим слоям стебля (покровной ткани, первичной коре, центральному осевому цилиндру). На рисунке отразить строение, изменяющуюся величину и расположение сосудисто-волокнистых пучков. При зарисовке пучка на схеме флоэму обозначить синим цветом, ксилему - красным. Справа от рисунка зарисовать с препарата при большом увеличении микроскопа клеточное строение закрытого коллатерального сосудисто-волокнистого пучка, отразив составные элементы ксилемы и флоэмы.

Задание 6. Изучить строение и расположение сосудистоволокнистых пучков на поперечном срезе корневища однодольного растения - ландыша майского *Convallaria majalis* L. (рис. 7.6)

Поставить готовый препарат «Корневище ландыша на поперечном срезе» на малое увеличение микроскопа, рассмотреть и определить ткани. В анатомической структуре корневища (подземного стебля) выделить три слоя: покровную ткань; первичную кору; центральный осевой цилиндр.

Покровная ткань представлена первичной покровной тканью - эпидермой. Первичная кора состоит из запасающей паренхимы, два самых внутренних слоя клеток первичной коры (эндодерма) имеют неравномерно утолщенную и одревесневшую оболочку. На поперечном срезе эти утолщения в оболочке выглядят похожими на подковы, поэтому такая эндодерма получила название эндодермы с подковообразными утолщениями клеточных стенок.

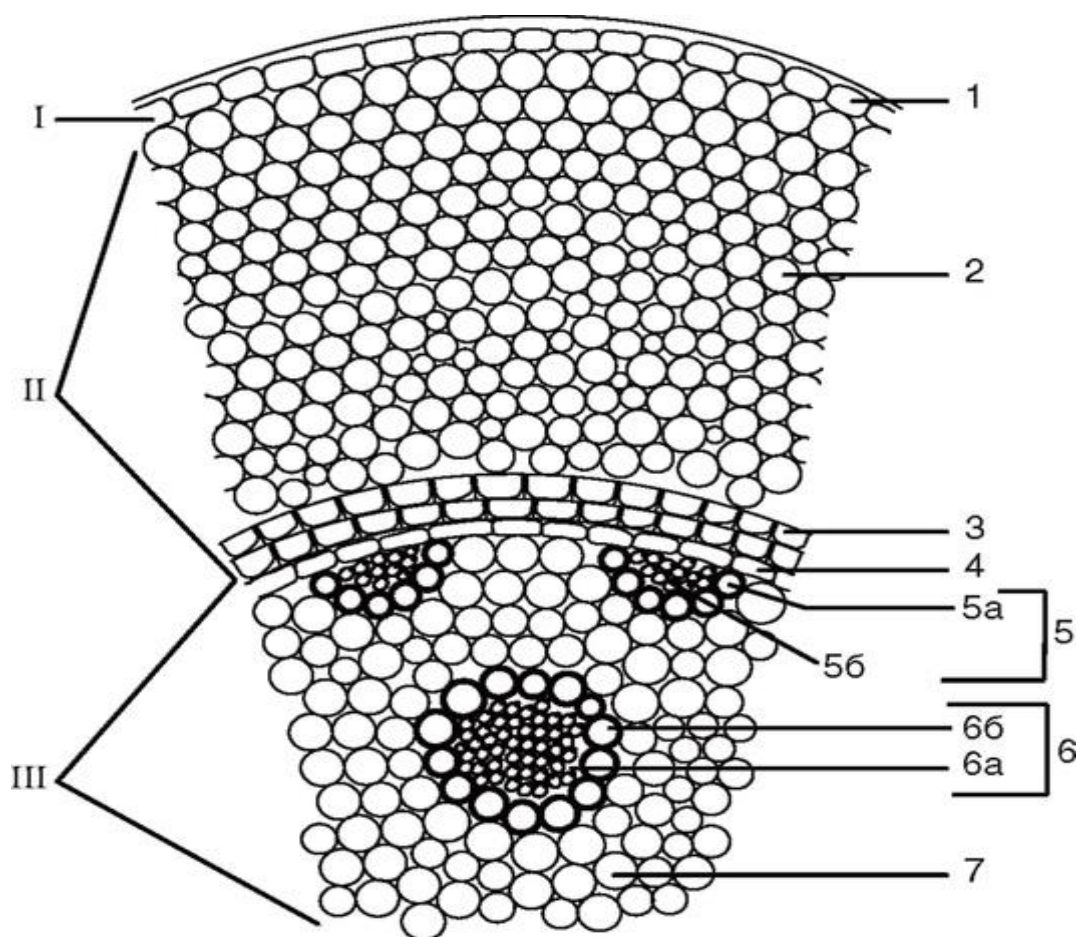


Рис. 7.6. Поперечный срез корневища однодольного растения (ландыша майского - *Convallaria majalis* L.): I - покровная ткань: 1 - эпидерма; II - первичная кора: 2 - запасяющая паренхима; 3 - эндодерма с подковообразными утолщениями клеточных стенок; III - центральный осевой цилиндр: 4 - перицикл; 5 - закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок: 5а - ксилема; 5б - флоэма; 6 - концентрический сосудистоволокнистый пучок: 6а - флоэма; 6б - ксилема; 7 - запасяющая паренхима осевого цилиндра

Внутри от эндодермы расположен центральный осевой цилиндр. Он начинается слоем перицикла из живых тонкостенных мелких клеток. В основной запасяющей паренхиме центрального осевого цилиндра имеются сосудисто-волокнистые пучки двух типов. Одни из них расположены по кольцу и примыкают своей флоэмной частью к перициклу. В этих пучках сосуды ксилемы скобкой охватывают флоэму только с одной стороны, от центра - это закрытые коллатеральные пучки. Другие - расположены в центральной части осевого цилиндра, у них сосуды ксилемы со всех сторон окружают флоэму (концентрические центрофлоэмные пучки).

Изучить строение сосудисто-волокнистых пучков при большом увеличении микроскопа. Зарисовать сектор корневища, схематично отразив на рисунке топографию тканей. На рисунке изобразить эпидерму двойной линией простым карандашом, основную паренхиму - точками (простым карандашом), эндодерму - двойной красной линией, перицикл - узкой линией, флоэму - синим цветом, ксилему - красным.

Рядом со схемой-рисунком зарисовать с препарата при большом увеличении микроскопа клеточное строение концентрического пучка.

#### Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 85.

## Тема 8. ТКАНИ ДРЕВЕСНОГО СТЕБЛЯ

### Цели занятия

- По топографии тканей научиться распознавать стебли древесных растений на микропрепаратах.
- Уметь:
  - готовить микропрепараты;
  - определять ткани и их месторасположение в микропрепарате стебля древесного;
  - зарисовывать схему строения стебля.
- Знать:
  - ткани и их расположение в стебле древесного растения.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

#### Строение стебля

В стеблях древесных растений, как и в стеблях травянистых, имеются покровные ткани, ткани первичной коры и осевого цилиндра.

В первый год жизни стебель древесных растений покрыт первичной покровной тканью - эпидермой. К концу первого года, а у некоторых растений позже, первичная покровная ткань сменяется вторичной - перидермой, которая возникает в результате деятельности феллогена - пробкового камбия. Основной частью перидермы является пробка.

Под покровной тканью расположена первичная кора. Ткани, которые входят в состав первичной коры, те же, что и в стебле травянистых растений. Непосредственно под покровной тканью расположена живая механическая ткань - колленхима. В отличие от травянистого стебля, в стеблях древесных растений колленхима пластинчатая, состоящая из клеток, у которых утолщены только тангентальные стенки, а радиальные остаются тонкими. Под колленхимой располагается богатая хлоропластами ассимиляционная паренхима. У большинства древесных растений внутренний слой первичной коры представлен одним рядом клеток с крахмальными зёрнами - эндодермой, который называется крахмалоносным влагалищем.

У многих стеблей древесных растений пробка может закладываться в более глубоких слоях первичной коры. У более старых стеблей пробка возникает в еще более глубоких слоях - во вторичной коре. Вследствие этого ткани первичной коры и частично вторичной, оказавшиеся между слоями пробки и снаружи от нее, отмирают. Таким образом возникает корка, покрывающая стебель снаружи.

В центральном осевом цилиндре имеются те же ткани, что и в стебле травянистого растения. На границе с первичной корой располагается механическая ткань - склеренхима (перициклическая). Расположена она у одних растений в виде сплошного кольца, у других - отдельными участками.

В отличие от травянистых растений, флоэма (луб) и ксилема (древесина) образуют сплошное кольцо, т. е. расположение проводящих тканей в стебле древесных растений кольцевое. Между флоэмой и ксилемой находится вторичная образовательная ткань - камбий. Во флоэме у древесных покрытосеменных растений можно найти все ее элементы: ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяная паренхима составляют так называемый мягкий луб, лубяные волокна образуют твердый луб.

Ксилема, или древесина, включает в себя следующие элементы: сосуды (трахеи), трахеиды, либриформ (древесинные волокна) и древесинную паренхиму.

В результате деления клеток камбия возникают элементы вторичной ксилемы и вторичной флоэмы. Отличить продукты работы камбия можно по правильному расположению друг над другом клеток флоэмы и ксилемы. Вторичная ксилема (древесина) в стебле древесного растения, в отличие от травянистого, расположена кольцеобразно в виде годичных колец. Каждое годичное кольцо представляет собой прирост древесины за вегетационный период и состоит из весенней и осенней древесины. Это является следствием того, что в течение вегетационного периода образование вторичной древесины происходит неодинаково весной и осенью. Весной, когда условия питания и водоснабжения лучше, образуются широкопросветные и тонкостенные элементы древесины - весенняя древесина. К осени в связи с ухудшающимися внешними условиями возникают толстостенные элементы, в основном древесинные волокна, узкопросветные сосуды и трахеиды. Вторичная древесина накладывается на первичную. Первичная древесина расположена под вторичной на границе с сердцевинной. Древесина нарастает значительно быстрее луба. Поэтому на спилах видно, что основную массу стебля занимает древесина. Наружная часть осевого цилиндра, включающая вторичную флоэму и сердцевинные лучи, составляют вторичную кору.

Центральную часть осевого цилиндра в стебле древесного растения занимает сердцевина, состоящая из основной паренхимы. У некоторых растений здесь можно встретить одиночные каменистые клетки (брахисклерейды).

Через флоэму и ксилему в радиальном направлении до сердцевины проходят сердцевинные лучи, состоящие из запасающей паренхимы. Сердцевинные лучи, доходящие до сердцевины, называют первичными, так как частично они были заложены в конусе нарастания. Но можно также видеть проходящие через флоэму и ксилему вторичные сердцевинные лучи, которые обычно до сердцевины не доходят. Эти сердцевинные лучи возникли благодаря делению клеток камбия. Рассматривая сердцевину, можно видеть, что центральная часть ее занята более крупными клетками, часто они бывают мертвыми. Периферическая же часть ее, примыкающая к первичной древесине, состоит из мелких живых клеток. Это - перемедулярная зона сердцевины.

Рассмотрев строение стебля двудольного древесного растения, можно сделать вывод, что в древесном стебле встречаются те же ткани, что и в стебле травянистом. Но благодаря тому, что камбий закладывается в виде сплошного кольца, флоэма и ксилема также имеют кольцевое расположение. Стебли хвойных растений имеют такое же строение, как и стебли древесных покрытосеменных, но имеют и некоторые специфические черты. Первичная кора состоит из однородной паренхимы и не дифференцирована на отдельные ткани. В лубе (флоэме) отсутствуют клетки-спутницы, а в древесине (ксилеме) есть только трахеиды. В первичной коре и в древесине имеются схизогенные вместилища - смоляные ходы.

### Перидерма

Древесные растения покрывает вторичная покровная ткань - перидерма.

Перидерма - сложная многослойная ткань, имеющая вторичное происхождение. Сложной она является потому, что состоит из комплекса клеток, различных по строению и функциям. Перидерму составляют следующие ткани:

- феллема (пробка) - выполняет главные защитные функции;
- феллоген (пробковый камбий) - благодаря нему перидерма длительное время нарастает в толщину;
- феллодерма - выполняет функцию питания феллогена.

Формирование перидермы начинается с заложения феллогена. Он может возникнуть из клеток эпидермы или клеток субэпидермального слоя, иногда образуется и в более глубоких слоях коры. Феллоген представляет собой один слой меристематических клеток, откладывающих наружу клетки пробки, а внутрь органа клетки феллодермы.

Клетки будущей пробки, образованные феллогеном, сначала имеют тонкие первичные целлюлозные стенки. Затем возникает вторичная стенка, состоящая из слоев суберина и пленок растительного воска, поэтому живое содержимое клеток отмирает, и клетки пробки заполняются воздухом. После образования пробки зеленый цвет однолетних побегов становится бурым. Феллема (пробка) состоит из плотно соединенных правильными радиальными рядами клеток. Главная функция пробки - защита от потери влаги. Кроме того, она предохраняет растение от проникновения в него микроорганизмов и от резких колебаний температуры. По мере утолщения стебля пробка растягивается по окружности и сплющивается в радиальном направлении.

Феллодерма - однослойная или многослойная живая паренхимная ткань с хлоропластами, выполняющая функцию питания феллогена. Располагается она под феллогеном в тех же радиальных рядах, что и пробка.

Чечевички. Живым тканям, лежащим под пробкой, необходим газообмен, поэтому в перидерме формируются чечевички - специальные образования, которые служат для газообмена и транспирации. Образуются они чаще всего под устьицами. Феллоген в этих участках активно откладывает наружу клетки, которые располагаются параллельными рядами, а затем дифференцируются в рыхло расположенную паренхиму, так называемую выполняющую ткань чечевички. Эта ткань давит на эпидерму, разрывает ее - образуется чечевичка. Чечевичка имеет вид небольшого бугорка на поверхности побегов деревьев и кустарников. Большие межклетники выполняющей ткани имеют связь с межклетниками стебля и корня, по ним проходят водяные пары и газы. Феллоген под чечевичкой также имеет межклетники, поэтому не препятствует газообмену. Осенью феллоген под выполняющей тканью откладывает замыкающий слой из опробковевших клеток. Весной он разрывается под напором новых клеток выполняющей ткани.

Корка. Пробка функционирует обычно десятки лет и иногда достигает мощного развития (у пробкового дуба, например, за 15 лет вырастает на 8-10 см в толщину). На смену пробке приходит корка. Формируется она следующим образом: пробка в результате утолщения ствола растрескивается. Новые слои пробки, образующиеся из феллогена, закладываются в более глубоких слоях первичной, а затем и вторичной коры. Формирующаяся пробка изолирует слои, лежащие снаружи от нее, поэтому они отмирают, и в результате образуется корка, которая состоит из чередующихся слоев пробки и заключенных между ними отмерших тканей коры.

Мертвые ткани корки не могут растягиваться, поэтому при утолщении ствола они растрескиваются. Толстая корка надежно защищает стволы деревьев от механических повреждений, резкой смены температур.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислите части, которые можно выделить на поперечном срезе стебля древесного растения.

2. Перечислите признаки, по которым можно отличить стебель древесного растения от стебля травянистого.

3. Опишите формирование годичного кольца.

4. Опишите состав твердого и мягкого луба.

5. Перечислите ткани, входящие в состав вторичной коры.

6. Охарактеризуйте вторичную покровную ткань пробки по схеме: а) происхождение; б) функция; в) строение (форма клеток, их расположение, наличие или отсутствие содержимого, химический состав клеточной стенки).

7. Опишите образование корки и ее состав.

### РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: трех-пятилетние ветки липы (живой материал); готовые препараты - поперечный срез стебля липы; поперечный срез стебля бузины.

Реактивы: вода дистиллированная; раствор флороглюцина 1% в спирте; глицерин; концентрированная соляная кислота; раствор хлор-цинк-йода.

Оборудование: микроскоп МБР-1 (БИОЛАМ); предметные стекла; покровные стекла; бритвы; мягкая кисточка, препаровальные иглы, скальпель; полоски фильтровальной бумаги; чашки Петри.

Задание 1. Изучить ткани и их расположение на поперечном срезе стебля липы *Tilia cordata* Mill. (рис. 8.1)

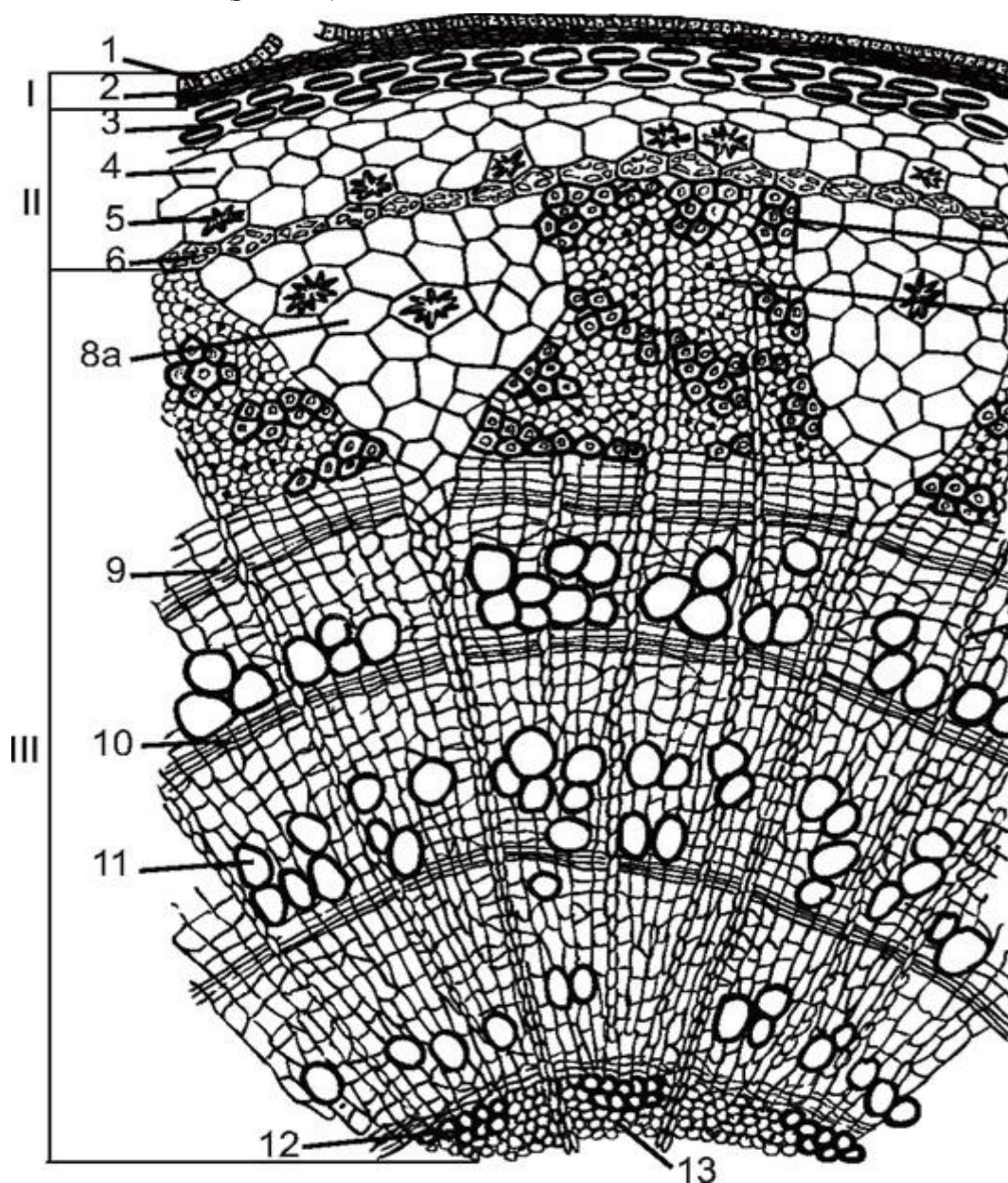




Рис. 8.1. Поперечный разрез трехлетней ветви липы: I - покровная ткань: 1 - остатки эпидермы; 2 - пробка; II - первичная кора: 3 - пластинчатая колленхима; 4 - хлоренхима; 5 - друзы; 6 - эндодерма; III - центральный осевой цилиндр: 7 - флоэма: а - твердый луб (лубяные волокна); б - мягкий луб (ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяная паренхима); 8а - первичный сердцевинный луч; 8б - вторичный сердцевинный луч; 9 - камбий; 10 - осенняя древесина; 11 - весенняя древесина; 12 - первичная ксилема; 13 - паренхима сердцевины

#### Приготовление микропрепарата

С трех-пятилетней ветки липы сделать несколько поперечных срезов бритвой. (Срез может представлять только сектор, но обязательно должен пройти так, чтобы захватить сердцевину и покровную ткань.) Полученные срезы мягкой кисточкой переносят на предметное стекло, на срез наносят 2-3 капли флороглюцина и несколько капель концентрированной соляной кислоты. Примерно через 30-40 с краситель удаляют полоской фильтровальной бумаги. После этого на срез наносят раствор хлор-цинк-йода. После удаления красителя срез заключают в глицерин и покрывают покровным стеклом.

#### Изучение препарата, его описание и зарисовка

Рассматривая препарат под малым увеличением микроскопа, необходимо определить границы покровной ткани, первичной коры и осевого цилиндра, используя при этом цветную реакцию с флороглюцином и соляной кислотой для выделения одревесневших тканей.

В рабочих тетрадях зарисовать схему-сектор, в которой контурами (пунктиром) отметить границы покровной ткани, первичной коры и осевого цилиндра, а также контуром показать покрасневшие одревесневшие ткани.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть покровную ткань и определить ее тип. В схему-сектор в правую ее часть зарисовать участок покровной ткани. В левой части сектора показать эту ткань условно-коричневым цветом.

При большом увеличении микроскопа рассмотреть первичную кору и определить ткани, входящие в ее состав, и клетки этих тканей зарисовать в правую часть схемы-сектора.

При большом увеличении микроскопа определить число слоев клеток перидермической склеренхимы и зарисовать их в правой части схемы-сектора. В левой части схемы контур перидермической склеренхимы отметить условным обозначением.

Рассматривая препарат под малым увеличением микроскопа, найти древесину (ксилему), камбий и флоэму (луб). Обратит внимание на очертания луба. В схеме-секторе отметить пунктиром местоположение древесины и луба.

Под большим увеличением микроскопа рассмотреть камбиальную зону и зарисовать несколько клеток камбия в схеме-секторе (в правой ее части). В левой части показать камбий двумя параллельными пунктирными линиями (простым карандашом).

Рассмотреть под большим увеличением луб и определить элементы, входящие в его состав. В схему-сектор зарисовать (в правую ее часть) клетки этих тканей.

Рассматривая препарат под малым увеличением микроскопа, найти сердцевинные лучи и определить, из какой ткани они состоят. В правую часть схемы-сектора врисовать клетки сердцевинных лучей. В левой части показать их контуром.

Рассматривая препарат под малым увеличением, найти древесину. Определить число годичных колец. Показать их контуром в схемесеборе.

Рассматривая препарат под малым увеличением, определить, какая ткань находится в самом центре стебля, какая образует сердцевину, а также обратить внимание на форму клеток этой ткани. Зарисовать эти клетки в схему-сектор.

Рассматривая препарат под малым увеличением микроскопа, найти местоположение первичной древесины (определить, расположена ли она под вторичной древесиной или же находится на пути сердцевинных лучей). Зарисовать ее подробно в правой части сектора, а в левой - показать условными обозначениями.

Рассматривая вторичную древесину (годовые кольца) под большим увеличением, определить, из каких элементов она состоит, и зарисовать их в правой части схемы-сектора. В левой части сектора древесину зарисовать условными обозначениями.

Обозначить в схеме-секторе все ткани стебля.

Задание 2. Изучить строение перидермы и чечевички на поперечном срезе стебля бузины (рис. 8.2)

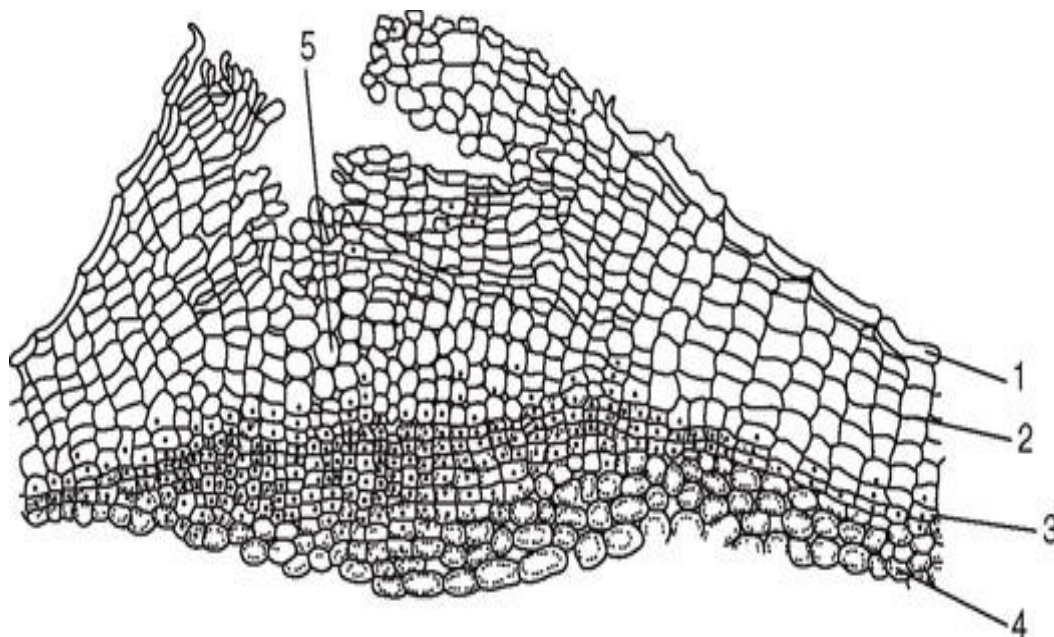


Рис. 8.2. Строение перидермы и чечевички на поперечном срезе стебля бузины: 1 - отмершая эпидерма; 2 - пробка; 3 - феллоген; 4 - феллодерма; 5 - выполняющая ткань чечевички

При малом увеличении микроскопа рассмотреть наружную часть препарата стебля, найти разрывы в покровной ткани и выпячивания в виде бугорков - чечевички. Этот участок рассмотреть при большом увеличении. Определить тип покровной ткани. Отметить количество слоев, ее цвет и расположение клеток относительно друг друга (клетки пробки располагаются радиальными рядами). Под пробкой найти слой феллогена, отметить форму клеток и внутрь от феллогена найти феллодерму. Отметить разницу между клетками пробки и тканью, заполняющей чечевичку. Зарисовать этот участок перидермы с чечевичкой.

Литература

Барбанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 93-97.

## Тема 9. ТКАНИ КОРНЯ

### Цели занятия

- Научиться различать по микропрепаратам корни однодольных и двудольных растений.
- Уметь:
  - готовить микропрепараты (поперечный срез корня) и применять реактивы, необходимые для обнаружения одревесневших тканей;
  - распознавать и описывать отдельные ткани корня;
  - составлять топографическую схему расположения тканей в корне первичного и вторичного строения.
- Знать:
  - основные ткани корня для диагностики сырья.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

#### Зоны корня

В корне различают четыре зоны: деления, растяжения, всасывания, проведения (укрепления).

В зоне деления выделяют верхушку конуса нарастания, где происходит деление клеток. Эта зона состоит из тонкостенных паренхимных клеток первичной меристемы. Клетки прикрыты корневым чехликом, который выполняет в основном защитную функцию при продвижении корня между частицами почвы. От соприкосновения с почвой его клетки постоянно разрушаются, образуя слизистый чехол. Восстанавливается корневой чехлик у большинства растений за счет той же меристемы, а у злаков за счет особой меристемы - калиптрогена.

В зоне растяжения клетки, сохраняя меристематический характер, увеличиваются, вытягиваются в длину, в них появляются крупные вакуоли, деление клеток постепенно прекращается. Вследствие вытягивания клеток в продольном направлении осуществляется рост корня в длину и продвижение его в почве. Иногда эти две зоны объединяются в одну - зону роста. Самый поверхностный слой клеток этой зоны - дерматоген, следующая светлая часть зоны - периблема, центральная темная часть зоны - плерома. Протяженность зоны роста - от 0,5 до 2 мм.

В зоне всасывания происходит дифференциация тканей корня. По происхождению эти ткани будут первичными, так как они образуются из первичной меристемы конуса нарастания. Из дерматогена возникает покровно-всасывающая ткань - ризодерма (эпibleма), из перилемы образуются ткани первичной коры, из плеромы формируются ткани центрального осевого цилиндра. Клетки ризодермы живые, с тонкой целлюлозной стенкой, имеют особые выросты - корневые волоски. Каждый корневой волосок представляет собой длинный вырост одной из клеток ризодермы, ядро клетки обычно находится в кончике волоска. Корневой волосок содержит тонкий постенный слой цитоплазмы, более плотной на верхушке волоска, и крупную центральную вакуоль. Корневые волоски недолговечны, на более старых частях корня они отмирают. Зона всасывания представляет собой физиологически очень важную часть корня. Клетки ризодермы поглощают водные растворы всей поверхностью наружных стенок. Развитие корневых волосков во много раз увеличивает поверхность поглощения. Протяженность этой зоны - от 1 до 1,5 см.

Зона всасывания постепенно переходит в зону проведения (укрепления). Она тянется вплоть до корневой шейки и составляет большую часть протяженности корня. В этой зоне происходят интенсивное ветвление и появление боковых корней.

#### Первичное строение корня

Микроскопическое строение корня в зоне всасывания называют первичным потому, что дифференциация тканей в этой зоне происходит из первичной меристемы конуса нарастания. Первичное строение корня в зоне всасывания можно наблюдать как у однодольных, так и у двудольных растений. На поперечном срезе корня первичного строения в зоне всасывания выделяются три основные части: покровновсасывающая ткань, первичная кора, центральный осевой цилиндр.

Покровно-всасывающая ткань - ризодерма (эпиблема) - выполняет как покровную функцию, так и функцию всасывания воды и минеральных веществ из почвы. Как уже было сказано выше, клетки ризодермы живые, с тонкой целлюлозной стенкой, с крупной вакуолью и повышенной концентрацией клеточного сока. Клетки ризодермы имеют выросты - корневые волоски, которые отмирают в более старых частях корня.

Первичная кора корня развита более мощно, чем центральный осевой цилиндр. Она состоит из трех слоев тканей: экзодермы, мезодермы (паренхимы первичной коры) и эндодермы.

По мере отмирания клеток ризодермы функция покровной ткани в корне переходит к экзодерме. Многоугольные клетки экзодермы расположены плотно, в несколько рядов. Стенки клеток пропитаны суберином и лигнином. Суберинизация (опробковение) обуславливает проницаемость клеток для воды и газов. Одревеснение (лигнификация) делает их более прочными. В экзодерме обычно против корневых волосков сохраняются клетки с тонкими целлюлозными неопробковевшими стенками - пропускные клетки, через них проходят вода и минеральные вещества, поглощаемые ризодермой.

Под экзодермой находятся живые клетки первичной коры - мезодерма. Это наиболее широкая часть первичной коры. Клетки мезодермы крупные, более или менее округлые, расположены рыхло, образуют межклетники. Клетки мезодермы выполняют запасную функцию, а также функцию проведения воды и растворенных в ней солей от ризодермы с корневыми волосками в центральный осевой цилиндр. Иногда в мезодерме располагаются склериды в виде отдельных клеток, скоплений или сплошного кольца.

Внутренний однорядный слой клеток первичной коры представлен эндодермой. На ранних этапах развития она состоит из живых, несколько вытянутых в тангентальном направлении тонкостенных клеток. В дальнейшем ее клеточные стенки утолщаются, подвергаются одревеснению и опробковению. По форме утолщения стенок различают два типа паренхимы: эндодерма с пятнами Каспари и подковообразная эндодерма.

Эндодерма с пятнами Каспари - начальный этап формирования эндодермы, при котором утолщению подвергаются четыре стенки ее клеток, образуя поясok Каспари. На поперечном срезе он виден в виде пятен Каспари. В них можно обнаружить лигнин и суберин. Эндодерма регулирует поступление воды и водных растворов от корневых волосков к центральному осевому цилиндру.

*Подковообразная эндодерма.* У многих двудольных растений образованием поясков Каспари обычно заканчивается дифференциация эндодермы (первая стадия). У однодольных растений, для которых нехарактерно вторичное строение корня, в клетках эндодермы могут происходить дальнейшие изменения. Вся внутренняя поверхность клеточной стенки покрывается субериновой пластинкой, так что пятна Каспари оказываются отделенными от цитоплазмы и связь между ними перестает быть заметной (вторая стадия). На третьей стадии развития на субериновую пластинку накладывается толстый слой целлюлозы, который затем подвергается одревеснению. Наружные стенки

клеток эндодермы почти не утолщаются. Такая эндодерма не участвует в проведении водных растворов и выполняет лишь механическую барьерную функцию. Однако среди толстостенных клеток в эндодерме встречаются клетки с тонкими неодревесневшими стенками. Это пропускные клетки. Они обычно располагаются напротив лучей ксилемы радиального пучка. Через пропускные клетки осуществляется физиологическая связь между первичной корой и центральным осевым цилиндром.

Центральный осевой цилиндр начинается с клеток перицикла, который в молодых корнях состоит из живых тонкостенных паренхимных клеток, расположенных в один или несколько рядов. Клетки перицикла дольше других тканей сохраняют свойства меристемы и способность к новообразованиям. Из перицикла образуются в зоне укрепления боковые корни, поэтому его называют корнеродным слоем.

Проводящая система корня представлена одним радиальным сосудисто-волокнистым пучком, в котором группы элементов первичной флоэмы чередуются с лучами первичной ксилемы. У двудольных растений в радиальном пучке встречается от одного до пяти лучей ксилемы, у однодольных - от шести и более. Элементы ксилемы формируются из прокамбия в центростремительном направлении, поэтому ближе к центру сосуды крупнее. Иногда в центре радиального пучка имеется древесинная паренхима или механическая ткань ксилемы - либриформ. Первичная флоэма формируется также центростремительно. Самые ранние элементы флоэмы находятся возле перицикла, более крупные элементы флоэмы - ближе к центру. В отличие от стебля, корни не имеют развитой сердцевины.

У однодольных растений первичное строение корня остается без значительных изменений в течение всей жизни растения. В зоне всасывания и в зоне укрепления корни однодольных растений сохраняют первичное анатомическое строение, при этом ризодерма отмирает, а функцию покровной ткани выполняет экзодерма.

#### Вторичное строение корня

У двудольных растений на границе зоны всасывания и зоны укрепления происходит переход от первичного строения корня к вторичному. Живые тонкостенные клетки, расположенные под первичной флоэмой, между лучами первичной ксилемы, приобретают способность к делению. При тангентальном делении этих клеток у двудольных растений возникает камбий, деятельность которого приводит к вторичным изменениям и значительному утолщению корня. Появляющиеся дуги камбия замыкаются на клетках перицикла. К этому времени небольшие участки перицикла, находящиеся между дугами камбия, над лучами первичной ксилемы, также начинают делиться, в результате образуется сплошное камбиальное кольцо.

Клетки камбиальных дужек образуют к центру вторичную ксилему, а к периферии - вторичную флоэму. Камбиальные клетки, образованные из перицикла, при делении дают начало паренхиме радиальных (сердцевинных) лучей. Таким образом, в результате деятельности камбия в корне между лучами первичной ксилемы формируются открытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки в числе, равном числу лучей первичной ксилемы. Первичная флоэма при этом оттесняется вторичными тканями к периферии и сплющивается.

Увеличение объема центрального осевого цилиндра, обусловленное наличием вторичного роста, вызывает разрывы и сбрасывание первичной коры. К этому времени клетки перицикла начинают делиться по всей окружности, образуя широкую зону паренхимных клеток вторичной коры, во внешнем слое которой закладывается пробковый камбий, дающий начало перидерме - вторичной покровной ткани. Иногда пробковый камбий образуется прямо из клеток перицикла. Пробка изолирует первичную кору от проводящих тканей, первичная кора отмирает и сбрасывается.

Таким образом, в корне вторичного строения покровной тканью является перидерма. Первичная кора отсутствует, и корень фактически представлен только центральным осевым цилиндром. В самом центре осевого цилиндра сохраняются лучи первичной ксилемы, между которыми располагаются открытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки. Комплекс тканей снаружи от камбия получил название вторичной коры, т. е. можно сказать, что корень при вторичном строении состоит из ксилемы (с сердцевинными лучами), камбия, вторичной коры и пробки.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислите основные зоны корня.
2. Опишите функцию, которую выполняет каждая из зон корня.
3. Перечислите ткани, входящие в состав первичной коры корня. Дайте характеристику каждой ткани.
4. Перечислите ткани, входящие в состав вторичной коры.

### РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: фиксированные в спирте корни ириса, кливии, тыквы; готовые микропрепараты: первичное строение корня; появление камбия в молодых корешках бобов; вторичное строение корня тыквы.

Реактивы: 1% раствор флороглюцина в спирте; концентрированная соляная кислота; глицерин; дистиллированная вода.

Оборудование: микроскоп МБР-1 или БИОЛАМ; опасные бритвы или лезвие безопасной бритвы; предметные стекла; покровные стекла; препаровальные иглы; скальпели; полоски фильтровальной бумаги; чашки Петри.

Задание 1. Изучить ткани и их расположение в корне первичного строения однодольного растения на примере поперечного среза корня ириса (рис. 9.1)

Приготовить временный микропрепарат - поперечный срез корня однодольного растения с предлагаемого объекта по общепринятой методике с последующей обработкой флороглюцином с концентрированной соляной кислотой.

Изучить препарат при малом увеличении микроскопа. Найти границы трех основных частей корня: покровно-всасывающей ткани, первичной коры и центрального осевого цилиндра. Обратит внимание на соотношение первичной коры и осевого цилиндра.

Зарисовать в альбоме контурную схему соотношения трех составных частей. Изучая препарат при малом увеличении микроскопа, рассмотреть ткани, входящие в состав первичной коры и центрального осевого цилиндра. Обратит внимание на то, какие ткани покраснели после действия флороглюцина с концентрированной соляной кислотой. Найти в осевом цилиндре радиальный сосудисто-волокнистый пучок, посчитать в нем число лучей первичной ксилемы.

В альбоме пунктиром наметить местоположение каждой ткани в контурной схеме. Первичную ксилему наметить пунктиром по радиусам, число которых должно быть равно числу лучей первичной ксилемы.

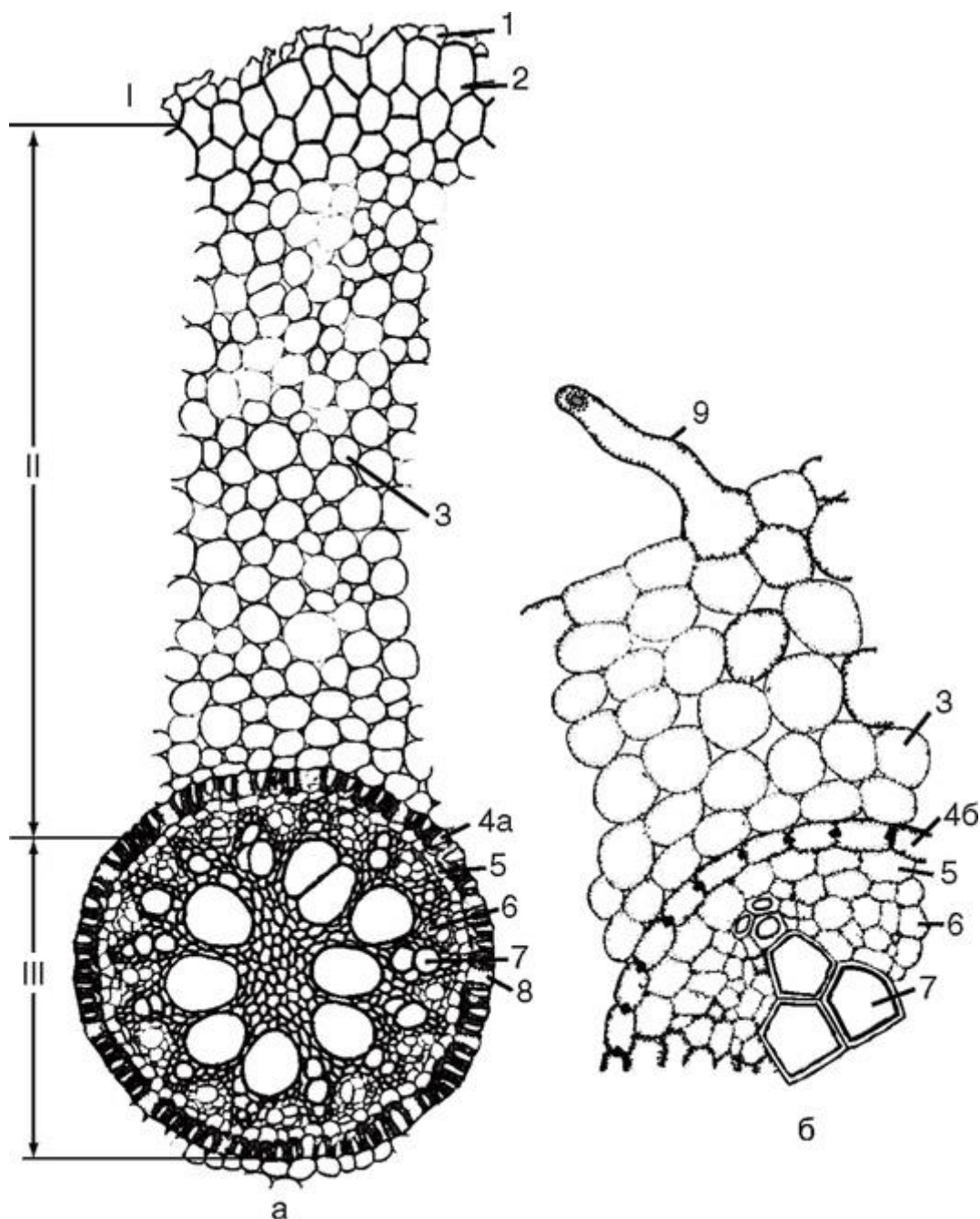


Рис. 9.1: а - первичное строение корня однодольного (на поперечном срезе корня ириса); б - первичное строение корня двудольного; I - покровная ткань: 1 - остатки эпиблемы; II - первичная кора: 2 - экзодерма; 3 - мезодерма; 4а - эндодерма с подковообразными утолщениями; 4б - эндодерма с пятнами Каспари; III - ЦОЦ (центральный осевой цилиндр): 5 - перицикл; 6 - первичная флоэма; 7 - сосуды первичной ксилемы; 8 - пропускные клетки эндодермы; 9 - корневой волосок

Изучить при большом увеличении микроскопа особенности строения клеток покровно-всасывающей ткани. Изучить при большом увеличении микроскопа особенности строения клеток тканей, входящих в состав первичной коры, обратив внимание на тип эндодермы; определить эти ткани. Зарисовать в правой половине контурной схемы клетки каждой ткани.

Изучить при большом увеличении микроскопа особенности строения клеток ткани, с которой начинается центральный осевой цилиндр корня. Определить эту ткань, внести клетки этой ткани в контурную схему.

Изучить при большом увеличении микроскопа особенности строения клеток тканей, входящих в состав первичной флоэмы и ксилемы, образующих радиальный сосудисто-волокнистый пучок. Внести элементы первичной флоэмы и ксилемы в контурную схему.

Задание 2. Изучить особенности строения эндодермы на поперечном срезе корня кливии (см. рис. 9.1, б)

Приготовить временный микропрепарат - поперечный срез корня с предлагаемого объекта по общепринятой методике с последующей обработкой флороглюцином и концентрированной соляной кислотой.

Изучить готовый препарат при малом и большом увеличении микроскопа, обратив особое внимание на строение эндодермы. Отметив характер утолщения клеточной стенки, определить тип такой эндодермы.

Зарисовать в альбоме клетки эндодермы с пятнами Каспари.

Задание 3. Изучить переход корня от первичного строения во вторичное на примере готового препарата «Появление камбия в молодом корешке конских бобов» (рис. 9.2)

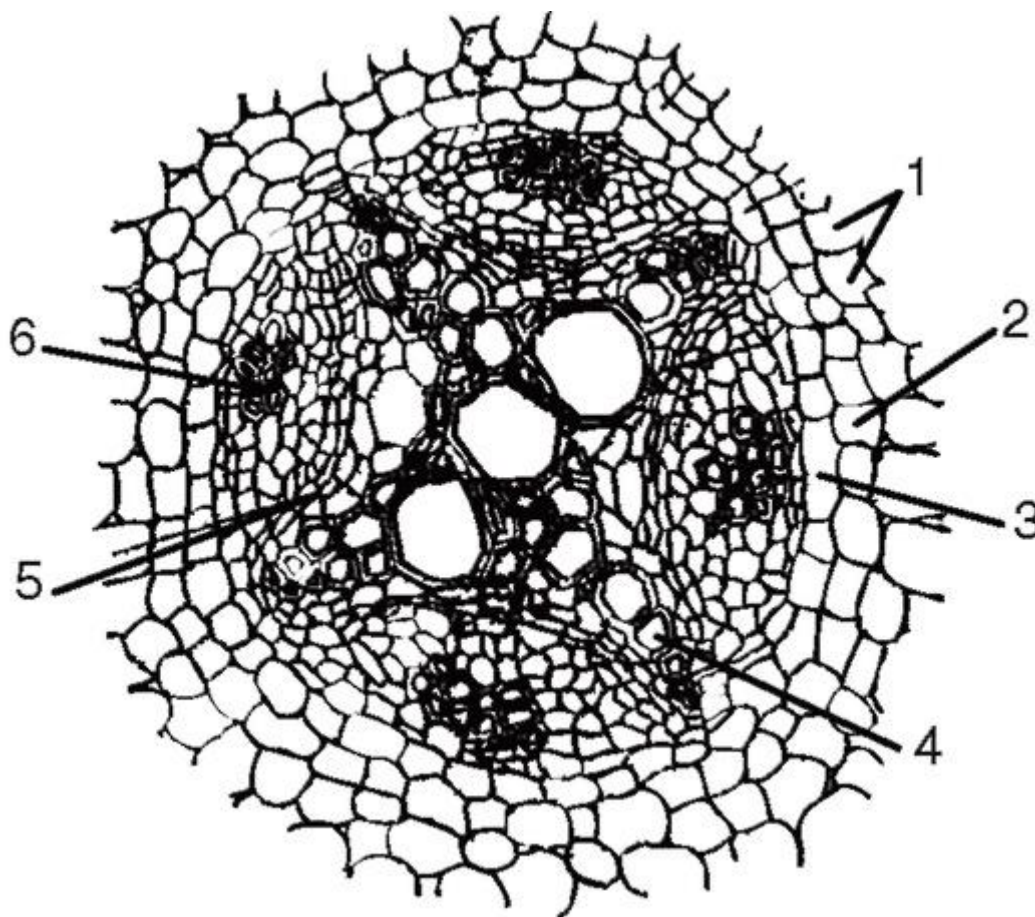


Рис. 9.2. Переход строения корня от первичного к вторичному: 1 - внутренние слои первичной коры; 2 - эндодерма; 3 - перицикл; 4 - первичная ксилема; 5 - камбий; 6 - первичная флоэма

Изучить готовый препарат при малом и большом увеличении микроскопа, обратив особое внимание на появление между флоэмой и лучами ксилемы в радиальном сосудисто-волокнистом пучке камбиальных дуг, замыкающихся на перицикле.

Зарисовать в альбоме центральный осевой цилиндр и часть первичной коры.



Задание 4. Изучить ткани и их расположение в корне вторичного строения двудольного растения на примере поперечного среза корня тыквы (рис. 9.3)

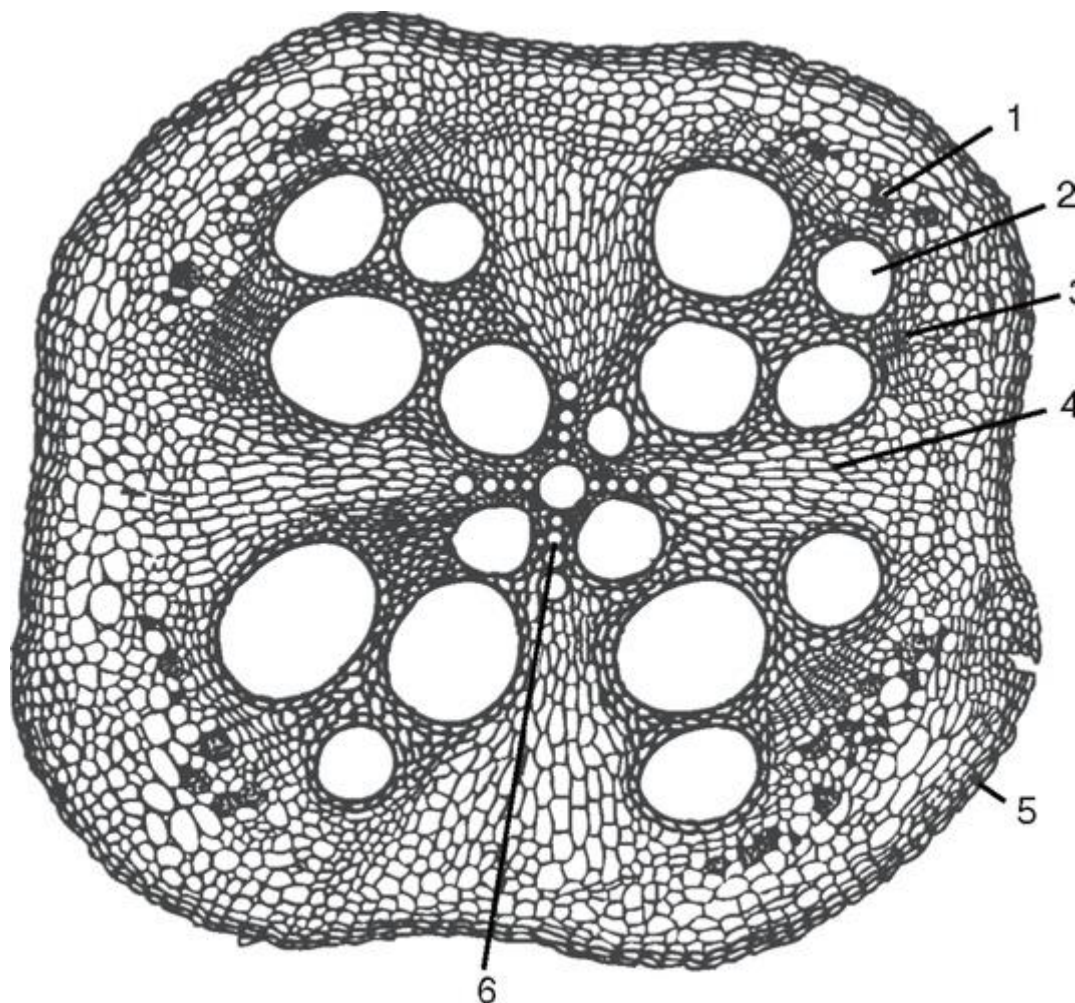


Рис. 9.3. Вторичное строение корня (на поперечном срезе корня тыквы): 1 - вторичная флоэма; 2 - сосуды и трахеиды вторичной ксилемы; 3 - камбий; 4 - сердцевинный луч; 5 - пробка; 6 - остаток первичной ксилемы (четыре луча);

Приготовить временный микропрепарат - поперечный срез корня тыквы по общепринятой методике с последующей обработкой флороглюцином с концентрированной соляной кислотой.

Изучить препарат при малом увеличении микроскопа.

Обратить внимание на то, какие ткани в корне окрасились после действия флороглюцина с концентрированной соляной кислотой и в какой цвет. Найти в самом центре корня лучи первичной ксилемы с более крупным центральным сосудом и мелкими, слабо заметными элементами ксилемы в ее лучах. Определить число лучей первичной ксилемы. Рассмотреть сердцевинные лучи, которые отходят от первичной ксилемы.

Найти между сердцевинными лучами широкие участки вторичной ксилемы с крупными сосудами, мелкоклеточную древесинную паренхиму и либриформ (если он присутствует).

Рассмотреть кнаружи от вторичной ксилемы камбий, клетки которого расположены правильными радиальными рядами.

Найти к периферии от камбия против участков вторичной ксилемы вторичную флоэму и облитерированную (сплюсненную) первичную флоэму. Обратить внимание на

сформировавшиеся в результате деятельности камбия сосудисто-волокнистые пучки. Определить тип пучков.

Рассмотреть покровную ткань корня. Определить тип покровной ткани. Обратит внимание на отсутствие первичной коры, отметив при этом, что входит в состав вторичной коры.

Зарисовать в альбоме контурную схему вторичного строения корня. Рисунок начинать с первичной ксилемы. Между лучами первичной ксилемы врисовать контуры сосудисто-волокнистых пучков, отметив местоположение вторичной ксилемы, камбия, вторичной и первичной флоэмы. Затем в контурной схеме наметить границы паренхимы вторичной коры и пробки. При этом необходимо учитывать соотношение этих основных частей корня.

Изучить особенности строения клеток тканей корня при большом увеличении микроскопа. Внести в правую половину контурной схемы рисунок клеток каждой ткани корня.

#### Литература

*Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г.* Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 63-75.

## Тема 10. АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА

### Цели занятия

- Научиться дифференцировать на микропрепаратах различные типы тканей анатомической структуры листа.

- Уметь:

- на готовых или временных препаратах распознавать и описывать отдельные ткани листа;

- по тканям и их расположению различать типы анатомической структуры листа;

- составлять топографическую схему расположения тканей в различных типах листьев.

- Знать:

- особенности строения тканей дорзовентрального листа;

- особенности строения тканей радиального листа.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Лист - вегетативный орган растения, выполняющий функции фотосинтеза, транспирации и газообмена. Основная роль в фотосинтезе принадлежит листовой пластинке. Большая поверхность листовой пластинки обеспечивает наиболее полное использование падающей солнечной энергии и улавливание рассеянного в воздухе углекислого газа.

В листе совершается процесс фотосинтеза, т. е. превращение неорганических веществ (углекислого газа и воды) в органические соединения при обязательном участии хлорофилла и световой энергии. В природе источником энергии служат солнечные лучи. Продукты фотосинтеза - углеводы - перемещаются из листа в другие органы растения. Лист осуществляет также испарение воды (транспирацию) и газообмен с окружающей средой.

Процесс фотосинтеза протекает в клетках мезофилла (хлоренхиме листа). Остальные ткани приспособлены к тому, чтобы обеспечить наиболее продуктивную работу мезофилла.

Прозрачная эпидерма пропускает свет к мезофиллу и регулирует испарение воды и газообмен в листе. По проводящим тканям доставляется вода и отводятся из листа созданные органические вещества. Механические ткани - склеренхима и колленхима - защищают проводящие ткани и придают листу прочность. Благодаря черешку лист может занимать выгодное положение в пространстве по отношению к падению солнечных лучей.

В зависимости от анатомической структуры различают три типа листьев:

- дорзовентральный;
- изолатеральный;
- радиальный.

Дорзовентральный (спинно-брюшной) лист

Наиболее часто встречаются листья дорзовентральной структуры, т. е. когда в листе различают верхнюю (спинную) и нижнюю (брюшную) стороны. С анатомическим строением дорзовентрального листа можно познакомиться на примере листа камелии.

Листовая пластинка сверху и снизу покрыта эпидермой. Однако верхняя эпидерма несколько отличается от нижней. Клетки верхней эпидермы крупнее, чем нижней. Наружная стенка клеток эпидермы, особенно с верхней стороны листа, более утолщена и пропитана жироподобным веществом кутикулом, который, выступая на поверхности клеток, образует кутикулу. На поверхности кутикулы образуется восковой налет. Верхняя эпидерма имеет значительно меньшее количество устьиц по сравнению с нижней эпидермой. Все это приводит к сокращению потери воды с поверхности листа.

Под эпидермой находятся тонкостенные клетки с хлоропластами - мезофилл - срединная ткань листа. Мезофилл выполняет функцию фотосинтеза и транспирации. Он представлен ассимиляционной тканью - хлоренхимой.

Мезофилл неоднороден. Клетки мезофилла, лежащие под верхней эпидермой, вытянутой формы, имеют хлоропласты в постенном слое цитоплазмы, располагаются плотно, почти без межклетников, перпендикулярно к верхней стороне листовой пластинки. Эта ассимиляционная ткань получила название столбчатой или палисадной хлоренхимы. Форма и расположение клеток столбчатой хлоренхимы соответствуют главной функции - фотосинтезу.

Прямые солнечные лучи, падающие на поверхность листа, свободно проходят через прозрачную эпидерму и скользят вдоль радиальных стенок клеток столбчатой ткани. Известно, что прямые солнечные лучи разрушают молекулы хлорофилла. Но здесь этого не происходит, так как хлоропласты, имея чечевицеобразную форму, большую часть времени сосредоточены в постенном слое цитоплазмы на радиальных стенках клетки и не подвержены действию прямых солнечных лучей. Солнечные лучи скользят вдоль них, равномерно освещая хлоропласты, но не разрушая при этом хлорофилл. Все это способствует активному протеканию процесса фотосинтеза. Ближе к нижней стороне листа, где действие света ослаблено, клетки мезофилла листа имеют округлую форму, располагаются рыхло, с межклетниками, хлоропластов в них меньше, чем в клетках столбчатой ткани. Это клетки губчатой хлоренхимы.

Губчатая хлоренхима также содержит хлоропласты и выполняет функцию фотосинтеза, но в меньшей степени, чем столбчатая ткань. Так как клетки губчатой ткани расположены рыхло, в них активно протекают газообмен и транспирация. Иногда в губчатой ткани встречаются одиночные ветвистые каменистые клетки - астроклереиды, придающие листьям прочность.

Во всех направлениях листовую пластинку пронизывают жилки, представляющие собой сосудисто-волокнистые пучки. При выходе пучка из стебля в лист ксилема оказывается ориентированной к морфологически верхней стороне листа, а флоэма - к нижней стороне. Сосудисто-волокнистые пучки в листе двудольных растений открытые. Камбий в пучках листа рано прекращает работу и весь дифференцируется в постоянные ткани. Со всех сторон пучок окружен склеренхимной обкладкой, а над пучком и под ним развивается колленхима.

#### Изолатеральный (равносторонний) лист

Изолатеральный лист имеет одинаковое строение верхней и нижней сторон. Это объясняется тем, что такой лист расположен под небольшим углом к стеблю и равномерно освещается солнечным светом с обеих сторон. У таких листьев под эпидермой как с морфологически верхней, так и с морфологически нижней сторон могут развиваться слои столбчатой ткани, а губчатая располагается между ними (например, лист ириса, гладиолуса, олеандра и др.).

#### Радиальный лист

Свое название радиальный лист получил за некоторое сходство с осевыми органами радиальной структуры. По радиусу от центра к периферии здесь располагается однородный мезофилл. Примером может служить лист сосны.

Листья многих хвойных растений живут в течение нескольких лет. Они приспособлены к недостаточному водоснабжению, особенно в зимнее время, и резким колебаниям летних и зимних температур. Поэтому листья большинства хвойных, в том числе и сосны обыкновенной, имеют ксероморфную структуру: они жесткие, мелкие, с малой испаряющей поверхностью.

Поперечный срез листа сосны имеет лодьевидные очертания. Морфологически верхней стороной листа является уплощенная сторона хвои, морфологически нижней - выпуклая сторона. Снаружи лист покрыт эпидермой с мощной кутикулой. Наружные, боковые и внутренние стенки клеток эпидермы сильно утолщены и одревесневшие. От центральной части клетки к ее углам полость клетки сужается и приобретает вид каналов. В эпидерме видны также крупные околоустьичные клетки и погруженные устьица.

Под эпидермой находится гиподерма, состоящая из одного, а в углах - из двух-трех слоев клеток с утолщенными одревесневшими стенками. Наряду с механической функцией гиподерма защищает растение от излишнего испарения, а также выполняет водозапасающую функцию, не позволяет мезофиллу промерзнуть в зимний период.

Под гиподермой расположен однородный мезофилл - складчатая хлоренхима. Раннее одревеснение покровной ткани и гиподермы ограничивает увеличение объема при росте клеток мезофилла листа. Складки возникают вследствие вставания внутренних слоев стенки внутрь клетки, которая при этом приобретает лопастные очертания. За счет складок увеличивается поверхность постенного слоя цитоплазмы, содержащего хлоропласты, а это увеличивает ассимиляционную поверхность. Клетки мезофилла соединены плотно, межклетники между ними очень малы.

В складчатой хлоренхиме проходят смоляные ходы (схизогенные вместилища). Снаружи смоляной ход имеет обкладку из склеренхимы. Внутри он выстлан тонкостенными живыми клетками эпителия, выделяющими бальзам (смесь смол и эфирных масел). За складчатой паренхимой идет один слой клеток эндодермы с пятнами Каспари.

Проводящая система представлена двумя коллатеральными пучками, расположенными в центре хвои. Ксилема обращена к плоской стороне листа, флоэма - к выпуклой. Ксилема пучка состоит только из трахеид. Флоэма - из ситовидных клеток без

клеток-спутниц. Снизу флоэма защищена тяжем механической ткани - склеренхимой. Вокруг пучков сосредоточена трансфузионная ткань, состоящая из мертвых и живых паренхимных клеток. По мертвым клеткам из ксилемы проходит передача воды и минеральных веществ к клеткам мезофилла. По живым - осуществляется отток из клеток хлоренхимы ассимилятов во флоэмную часть пучка.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислите основные функции листа.
2. Назовите три типа листьев, различающихся своей анатомической структурой.
3. Перечислите особенности анатомического строения дорзовентрального листа.
4. Перечислите особенности анатомического строения радиального листа.

### РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: готовые препараты - поперечный срез листа камелии; поперечный срез листа сосны (хвои).

Лабораторное оборудование: микроскопы МБР-1 или БИОЛАМ.

Задание 1. Изучить ткани и их расположение на поперечном срезе листа камелии (дорзовентральный лист)

Изучить готовый препарат поперечный срез листа камелии при малом увеличении. Найти следующие ткани: эпидерму, столбчатую и губчатую хлоренхиму, колленхиму, склеренхиму, сосудистоволокнистый пучок, астроклереиды.

Зарисовать в альбоме контуры листа, показав схематично местоположение каждой ткани.

Изучить готовый препарат при большом увеличении микроскопа.

Врисовать в схему листа строение клеток каждой ткани и сделать их обозначения (рис. 10.1).

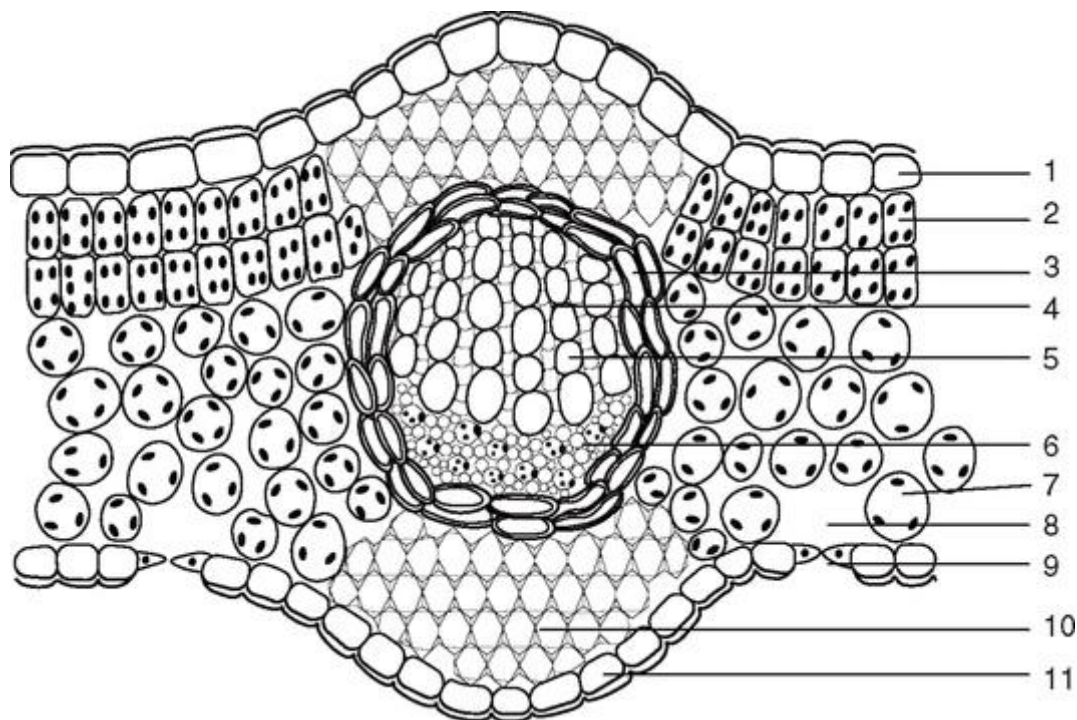


Рис. 10.1. Схема строения дорзовентрального листа: 1 - верхняя эпидерма; 2 - столбчатая хлоренхима; 3 - склеренхима; 4 - древесинная паренхима; 5 - сосуды ксилемы;

6 - флоэма; 7 - губчатая хлоренхима; 8 - воздухоносная полость; 9 - устьице; 10 - колленхима; 11 - нижняя эпидерма

Задание 2. Изучить ткани и их расположение на поперечном срезе хвои сосны (радиальный лист)

Изучить готовый препарат «Поперечный срез листа сосны обыкновенной» при малом увеличении микроскопа. Найти следующие ткани: эпидерму, гиподерму, складчатую хлоренхиму, эндодерму, основную паренхиму (трансфузионную ткань), склеренхиму, ксилему, флоэму, смоляной ход.

Зарисовать в альбоме контуры листа, показав схематично местоположение каждой ткани.

Изучить готовый препарат при большом увеличении микроскопа.

Врисовать в схему листа строение клеток каждой ткани (рис. 10.2).

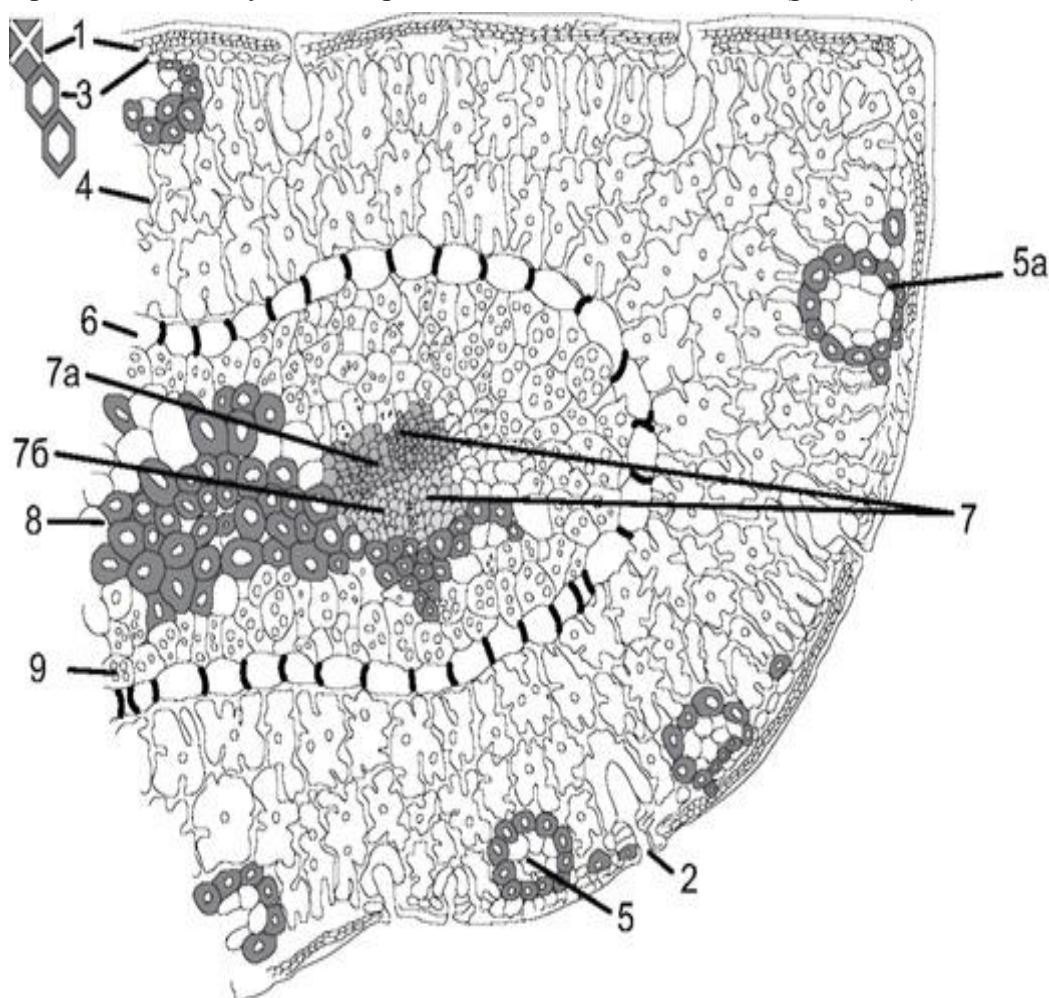


Рис. 10.2. Строение радиального листа (на примере хвоинки сосны): 1 - эпидерма; 2 - устьичный аппарат; 3 - гиподерма; 4 - складчатая паренхима; 5 - смоляной ход; 5а - склеренхимная обкладка смоляного хода; 6 - эндодерма с пятнами Каспари; 7 - закрытый проводящий пучок: 7а - ксилема; 7б - флоэма; 8 - склеренхима; 9 - паренхима (трансфузионная ткань)

## **Тема 11. ИЗУЧЕНИЕ АНАТОМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ (САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА)**

Цель занятия

• Приобрести навыки и умения в определении вегетативного органа растения по его диагностическим признакам.

• Уметь:

- готовить микропрепараты;
- пользоваться реактивами;
- зарисовывать схему-сектор определяемого вегетативного органа;
- пользоваться ключом-определителем;
- диагностировать орган по расположению тканей.

• Знать:

- строение тканей, их взаимное расположение в органе;
- диагностические микроскопические признаки осевых вегетативных органов;
- отличия в анатомическом строении осевых вегетативных органов.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Охарактеризуйте анатомо-топографические зоны осевых органов.
2. Перечислите отличия в строении стеблей однодольных и двудольных растений.
3. Перечислите отличия в строении корневищ однодольных и двудольных растений.
4. Перечислите отличия анатомических признаков стеблей и корневищ.
5. Охарактеризуйте отличия в строении корня в зоне всасывания и зоне проведения у однодольных и двудольных растений.
6. Перечислите характерные признаки вторичного строения корня.

### **РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ**

Учебные материалы: индивидуальный набор осевых органов, фиксированных в спирте (корни первичного и вторичного строения, стебли однодольных и двудольных растений, корневища однодольных и двудольных растений); ключ-определитель осевых органов.

Оборудование: микроскопы МБР-1, БИОЛАМ; препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, бритвы; стекла рабочие, предметные, покровные; чашки Петри, пипетки.

Реактивы: хлор-цинк-йод, флороглюцин, концентрированная соляная кислота, глицерин.

Методика выполнения работы

Каждый студент получает индивидуальный набор осевых органов растения (корни первичного и вторичного строения, стебли, корневища однодольных и двудольных растений), зафиксированных в спирте. Необходимо сделать временные препараты поперечных срезов бритвой с осевых органов растений; провести микроскопический анализ анатомического строения органа, применяя реактивы.

Зарисовать срез или сектор среза в левой половине страницы альбома. В правой половине дать описание микропрепарата по плану. Для большей достоверности рисунка необходимо вначале разметить схему расположения тканей и занимаемого ими объема. Наиболее точно показать форму, величину, характер расположения (плотность) клеток, наличие пластид и клеточных включений, толщину клеточных стенок, число слоев той или иной ткани. В рисунке рекомендуется применять хорошо заточенные цветные карандаши, обозначая простым карандашом клетки с целлюлозными стенками, красным - с одревесневшими стенками, желтым - кутикулу, коричневым - пробку, синим - мягкий луб и колленхиму.

По топографии тканей определить осевой орган растения, используя ключ-определитель. Ход определения органа записать. Внизу страницы выписать диагностические признаки органа. Готовую работу с полностью законченным рисунком и цифровыми обозначениями тканей, соответствующими описанию препарата, сдать преподавателю. Препарат сохранять до окончательного приема работы. Только после того как будет принята работа по первому препарату, можно переходить к работе над следующим объектом. По завершении всей работы проводится зачетное собеседование с преподавателем по анатомии осевых органов растения.

Порядок выполнения учебно-исследовательской работы студентов по анатомии осевых органов

1. Сделать несколько тонких поперечных срезов с одного из осевых органов растения. Во избежание скошенных срезов необходимо предварительно выровнять срезаемую поверхность, поставив бритву строго перпендикулярно продольной оси органа. Все последующие срезы делать в этом же направлении. Срезы поместить в чашку Петри с водой и отобрать три лучших, самых тонких (прозрачных) и нескошенных (плавающих горизонтально). Поместить отобранные срезы на предметное стекло в каплю воды и проверить их пригодность для работы.

2. Срезы, пригодные для работы, обработать реактивами. Для этого промокнуть фильтровальной бумагой каплю воды с предметного стекла, отодвинуть один из трех срезов в сторону. Два среза обработать флороглюцином и концентрированной соляной кислотой (реактивом на лигнин) для выявления клеток с одревесневшими стенками, они окрасятся в красный цвет; один оставшийся срез - хлор-цинк-йодом (Cl-Zn-I) для выявления крахмала в клетках. После прокрашивания промокнуть реактивы фильтровальной бумагой, нанести на срезы каплю воды, накрыть покровным стеклом и поставить под микроскоп на малое увеличение.

3. Внимательно рассмотреть препараты как на малом, так и на большом увеличении микроскопа, распознать ткани (покровную, первичной коры, центрального осевого цилиндра), используя план описания микропрепарата.

4. Составить схему взаимного расположения тканей с учетом занимаемой ими площади на срезе. Зарисовать 5-7 клеток каждой ткани, учитывая относительную величину клеток, их форму и взаимное расположение, а также число слоев клеток в каждой ткани. На схеме простым карандашом слегка обозначить три раздела (покровную ткань, первичную кору и центральный осевой цилиндр), римскими цифрами и начальными буквами название тканей в каждом разделе. Показать преподавателю препарат и схему-рисунок в альбоме для выяснения правильности обозначений, расположения и зарисовки тканей. В случае замечания преподавателя внести соответствующие поправки. Рисунок схемы должен быть крупным и занимать левую половину страницы альбома.



5. После проверки схемы преподавателем закончить полностью рисунок, зарисовать все ткани соответствующими клетками, а в правой части страницы альбома составить описание микропрепарата № 1 по плану (рис. 11.1).

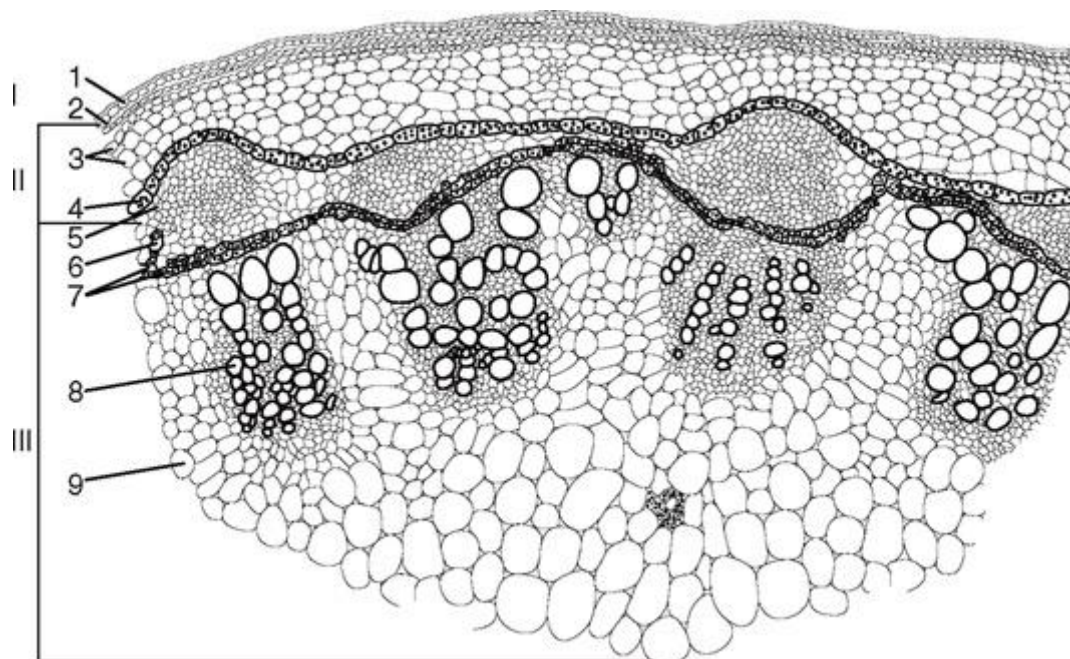


Рис. 11.1. Строение стебля подсолнечника: I - покровная ткань: 1 - эпидерма; II - первичная кора: 2 - уголковая колленхима; 3 - хлоренхима; 4 - крахмалоносная эндодерма; III - ЦОЦ: 5 - перициклическая склеренхима; 6 - флоэма; 7 - камбий; 8 - ксилема; 9 - запасаящая паренхима

6. Руководствуясь «ключом-определителем», определить название данного осевого органа. Для этого ознакомимся с определителем. С левой стороны страницы под номерами 1, 2, 3 и т. д. сформулированы определения положения-тезы, касающиеся особенностей строения органов растения. После каждой тезы следует под знаком «+» положение, несходное или противоположное тезе - антитеза. Прочитав пункт 1 - тезу, - сравниваем, насколько соответствует положение тезы строению нашего препарата, делаем вывод - «соответствует» или «не соответствует». Если не соответствует, то читаем и сравниваем антитезу под тезой № 1. Предположим, что у нас получилось соответствие антитезы строения данного препарата. Начнем записывать в альбоме ход определения органа: 1+. С правой стороны страницы определителя после каждой тезы и антитезы цифрой обозначен номер последующей тезы, которую следует читать далее, например «5». Читаем и сравниваем тезу и антитезу со строением данного препарата, выбираем, что соответствует, и какой тезе отправляет и т. д., пока не дойдем до названия органа. Ход определения зафиксировать в альбоме. Название органа следует написать в конце хода определения, выделить (подчеркнуть красным карандашом) (рис. 11.2).

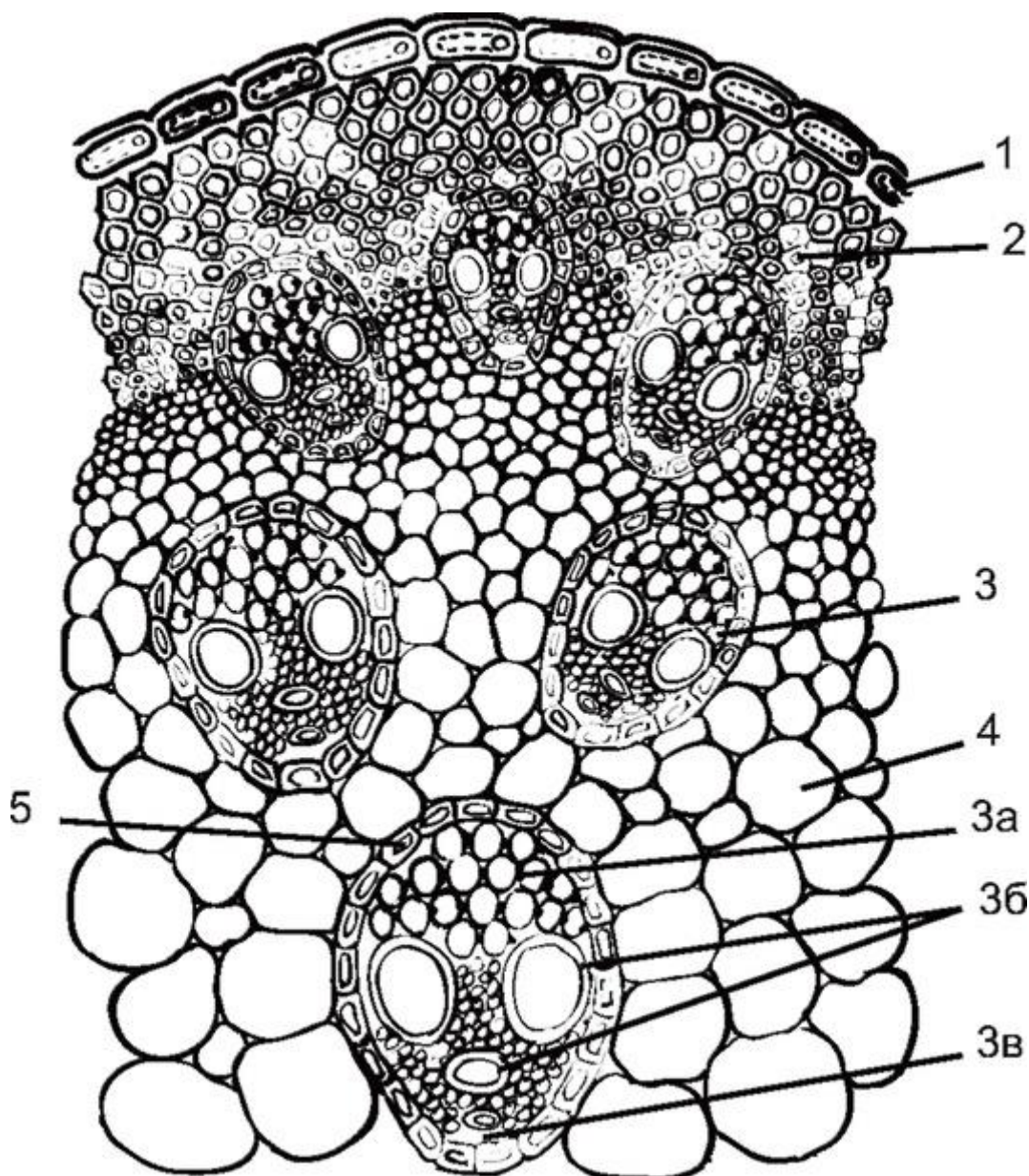


Рис. 11.2. Строение стебля кукурузы: 1 - эпидерма; 2 - склерефицированная паренхима; 3 - закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок: 3а - флоэма; 3б - ксилема; 3в - воздухоносная полость; 4 - основная паренхима; 5 - склеренхимная обкладка пучка

7. Составить обоснование названия определенного органа, т. е. выписать его диагностические признаки в альбом (рис. 11.2), ответив на следующие вопросы:

- а) какая покровная ткань, и для каких органов она характерна?
- б) состав первичной коры и ее соотношение по объему с центральным осевым цилиндром;
- в) типы сосудисто-волокнистых пучков и их расположение в центральном осевом цилиндре.

8. Показать препарат и выполненную работу преподавателю, в случае замечаний внести исправления. Только после этого препарат можно смыть и начать работу над следующим объектом.

В случае если вы не успели закончить работу до конца занятия, препарат необходимо сохранить до следующего занятия, залив его глицерином (нанести каплю

глицерина на срез под покровным стеклом). Препарат сохраняется в лаборатории в картонной коробке. Предметное стекло с препаратом помещается на листок бумаги, на котором написана ваша фамилия или номер варианта.

9. По окончании всей самостоятельной работы проводится зачетное собеседование по особенностям строения тканей и диагностическим признакам органов.

План описания микропрепарата поперечного среза осевого органа растения

I. Покровная ткань:

- 1) эпидерма (на рисунке отметить наличие кутикулы, волосков);
- 2) эпиблема (ризодерма) с корневыми волосками;
- 3) перидерма - вторичная покровная ткань.

II. Первичная кора:

- 1) колленхима, ассимиляционная паренхима, крахмалоносное влагалище (крахмалоносная эндодерма; может быть не выражена);
- 2) однородная ассимиляционная паренхима, иногда частично склерифицирована;
- 3) запасаящая паренхима, эндодерма с пятнами Каспари или подковообразными утолщениями клеточных стенок (эндодерма может быть не выражена);
- 4) экзодерма, мезодерма (основная паренхима), эндодерма с пятнами Каспари или подковообразными утолщениями клеточных стенок;
- 5) первичная кора отсутствует (отслоилась).

III. Центральный осевой цилиндр (ЦОЦ).

1. Перицикл:

- а) живой (однослойный или многослойный);
- б) в виде перициклической склеренхимы (кольцом или участками);
- в) в виде перициклической паренхимы, часто с одревесневшими клеточными стенками;
- г) не выражен.

2. Сосудисто-волокнистые пучки:

- а) радиальный пучок в центре ЦОЦ;
- б) закрытые коллатеральные пучки расположены на поперечном срезе беспорядочно, укрупняясь к центру ЦОЦ;
- в) концентрические центрофлоэмные пучки на срезе расположены беспорядочно;
- г) закрытые коллатеральные и концентрические центрофлоэмные пучки расположены на срезе беспорядочно по всему ЦОЦ;
- д) открытые коллатеральные пучки на срезе расположены по кольцу между лучами первичной ксилемы (остатка радиального пучка);
- е) открытые коллатеральные пучки расположены по кольцу;
- ж) биколлатеральные пучки расположены по кольцу;
- з) непучковое открыто-коллатеральное строение (сплошное кольцо флоэмы, камбия и ксилемы, отдельные пучки не выделяются);
- и) непучковое биколлатеральное строение (кольцо флоэмы, камбия, ксилемы и флоэмы).

При пучковом строении отметить взаимное расположение пучков: они изолированы друг от друга и разделены сердцевинными лучами; более или менее сливаются между собой. Необходимо также отметить наличие склеренхимной обкладки у пучков или ее отсутствие.

3. Основная паренхима (ее разновидности - аэренхима, запасающая паренхима):

а) хорошо выражена, особенно в центральной части ЦОЦ, образуя паренхиму сердцевины, а в случае ее разрушения - воздушную полость;

б) в центральной части ЦОЦ слабо выражена, лишь в виде сердцевинных лучей, а в периферийной части ЦОЦ в виде паренхимы вторичной коры. Паренхима сердцевины (воздушная полость) отсутствуют.

Ключ-определитель осевых органов растений

1. В центральном осевом цилиндре один радиальный проводящий пучок, окруженный перициклом. Первичная кора широкая, в несколько раз превышает ЦОЦ и состоит из экзодермы, мезодермы и эндодермы с подковообразными утолщениями клеточной стенки или с пятнами Каспари - **КОРЕНЬ ПЕРВИЧНОГО СТРОЕНИЯ**.....2

+ Проводящие пучки иного типа.....5

2. Число лучей ксилемы в радиальном пучке больше пяти.....3

+ Число лучей ксилемы в радиальном пучке 2-5.....4

3. Покровная ткань - ризодерма с корневыми волосками - **КОРЕНЬ ПЕРВИЧНОГО СТРОЕНИЯ ОДНОДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ В ЗОНЕ ВСАСЫВАНИЯ**.

+ Ризодерма с корневыми волосками отсутствует. Функцию покровной ткани выполняет экзодерма - **КОРЕНЬ ПЕРВИЧНОГО СТРОЕНИЯ ОДНОДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ В ЗОНЕ УКРЕПЛЕНИЯ**.

4. Покровная ткань - ризодерма. Между флоэмой и ксилемой нет камбия - **КОРЕНЬ ПЕРВИЧНОГО СТРОЕНИЯ ДВУДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ В ЗОНЕ ВСАСЫВАНИЯ**.

+ Покровная ткань - ризодерма. Между лучами ксилемы, под флоэмой виден камбий - переход к вторичному строению - **КОРЕНЬ ДВУДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ В ЗОНЕ ВСАСЫВАНИЯ**.

5. Проводящие пучки закрытые (без камбия) коллатеральные или концентрические, расположены в основной паренхиме беспорядочно или по спирали - **ОДНОДОЛЬНОЕ РАСТЕНИЕ** ..... 6

+ Между флоэмой и ксилемой виден камбий или следы его деятельности в виде правильных радиальных рядов клеток во флоэме и ксилеме - **ДВУДОЛЬНОЕ РАСТЕНИЕ**.....7

6. Покровная ткань - эпидерма, иногда одревесневшая. Первичная кора узкая, из однородной хлорофиллоносной паренхимы или (частично или полностью) из склерифицированной паренхимы - **СТЕБЕЛЬ ОДНОДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ**.

+ Покровная ткань - эпидерма или пробка. Первичная кора из запасающей паренхимы. Эндодерма с пятнами Каспари или подковообразными утолщениями клеточных стенок (или не выражена) - **КОРНЕВИЩЕ ОДНОДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ**.

7. В центре осевого цилиндра хорошо выражена паренхима или воздушная полость..... 8

+ Центр осевого цилиндра занят древесиной. Первичная кора обычно отсутствует. Покровная ткань - пробка - **КОРЕНЬ ВТОРИЧНОГО СТРОЕНИЯ ДВУДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ**.

8. Покровная ткань - эпидерма. Первичная кора дифференцирована на колленхиму, хлорофиллоносную паренхиму и крахмалоносное влагалище (иногда эндодерма не выражена) - ТРАВЯНИСТЫЙ СТЕБЕЛЬ ДВУДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ.

+ Покровная ткань - эпидерма или пробка.....9

9. Первичная кора представлена запасающей паренхимой и эндодермой с пятнами Каспари (или эндодерма не выражена). Пучки с камбием, расположены по кольцу. В центре паренхима сердцевины или воздушная полость - КОРНЕВИЩЕ ДВУДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ.

+ Покровная ткань - пробка. Первичная кора дифференцирована на пластинчатую колленхиму, хлорофиллоносную паренхиму и крахмалоносное влагалище. В древесине видны годовичные кольца. В центре - паренхима сердцевины - ДРЕВЕСНЫЙ СТЕБЕЛЬ ДВУДОЛЬНОГО РАСТЕНИЯ.

Диагностические признаки органов

Почти в каждой анатомо-топографической зоне осевого органа - покровной ткани, первичной коре, ЦОЦ - можно найти признаки, характерные для данного органа или свойственные только этому органу - диагностические признаки (табл. 11.1).

Покровная ткань. Эпидерма с кутикулой - покровная ткань стебля. Она характерна для однолетних стеблей и корневищ. Эпидерма часто сохраняется на многолетних корневищах однодольных растений. В стеблях однодольных растений (у злаков) она может одревесневать. *Ризодерма* - первичная покровно-всасывающая ткань, характерная только для первичного строения корней в зоне всасывания. Это недолговечная ткань, и уже в зоне укрепления корня она разрушается, и ее функцию выполняет экзодерма. Пробка характерна для многолетних стеблей, корневищ и корней вторичного строения.

Первичная кора отсутствует в корнях вторичного строения. Широкая кора характерна для подземных органов, узкая - для надземных. В стеблях кора содержит ассимиляционную (хлорофиллоносную) паренхиму. В стеблях однодольных растений паренхима может быть склерифицирована. Так, у стеблей злаков в генеративном периоде развития клеточные стенки паренхимы коры склерифицируются частично или полностью (см. рис. 11.2; 11.3). В подземных органах кора не имеет хлоропластов в клетках. Колленхима характерна для стеблей двудольных растений (см. рис. 11.1). Экзодерма встречается только в корнях первичного строения. Эндодерма с утолщениями клеточных стенок встречается в подземных органах: эндодерма с пятнами Каспари характерна для корней первичного строения и корневищ двудольных и однодольных растений, эндодерма с подковообразными утолщениями клеточных стенок - для корней и корневищ однодольных растений. В стеблях двудольных растений эндодерма может быть представлена крахмалоносными клетками (крахмалоносное влагалище).

Центральный осевой цилиндр начинается с живого перицикла (однослойного или многослойного) или с перициклической склеренхимы. В стеблях и корневищах хорошо развита паренхима ЦОЦ, особенно в центральной части, образуя паренхиму сердцевины или при ее разрушении - воздушную полость (рис. 11.3). В корнях в центре расположена первичная ксилема (рис. 11.4, 11.5).

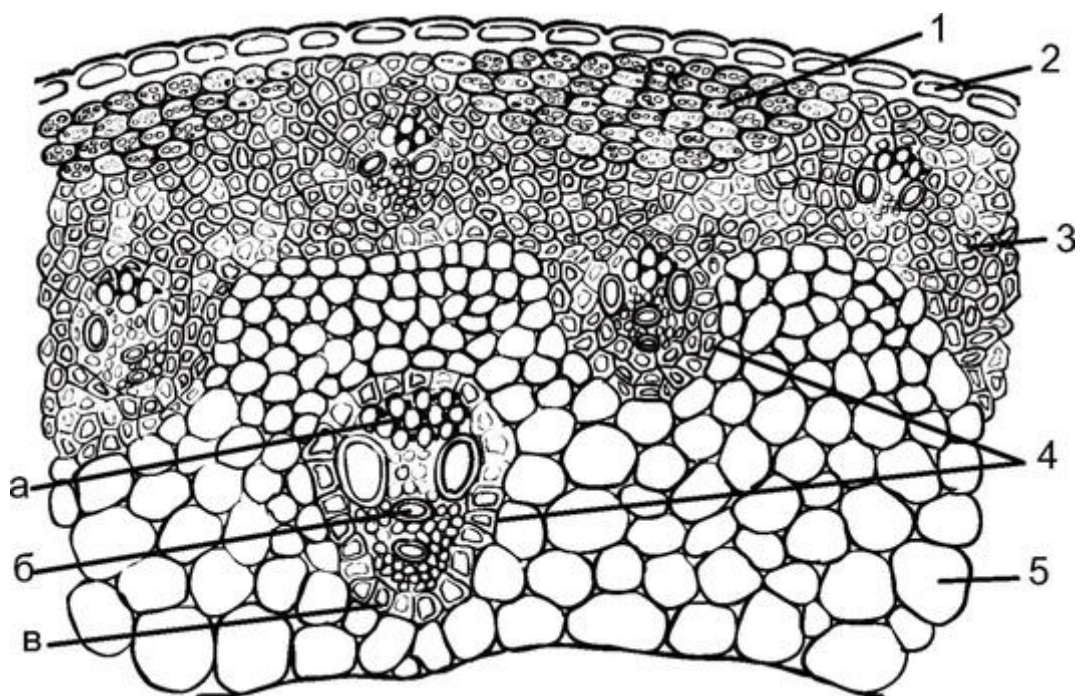


Рис. 11.3. Строение стебля ржи: 1 - ассимиляционная паренхима; 2 - эпидерма; 3 - склерефицированная паренхима; 4 - закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок: а - флоэма, б - сосуды ксилемы; в - склеренхимная обкладка пучка; 5 - запасяющая паренхима

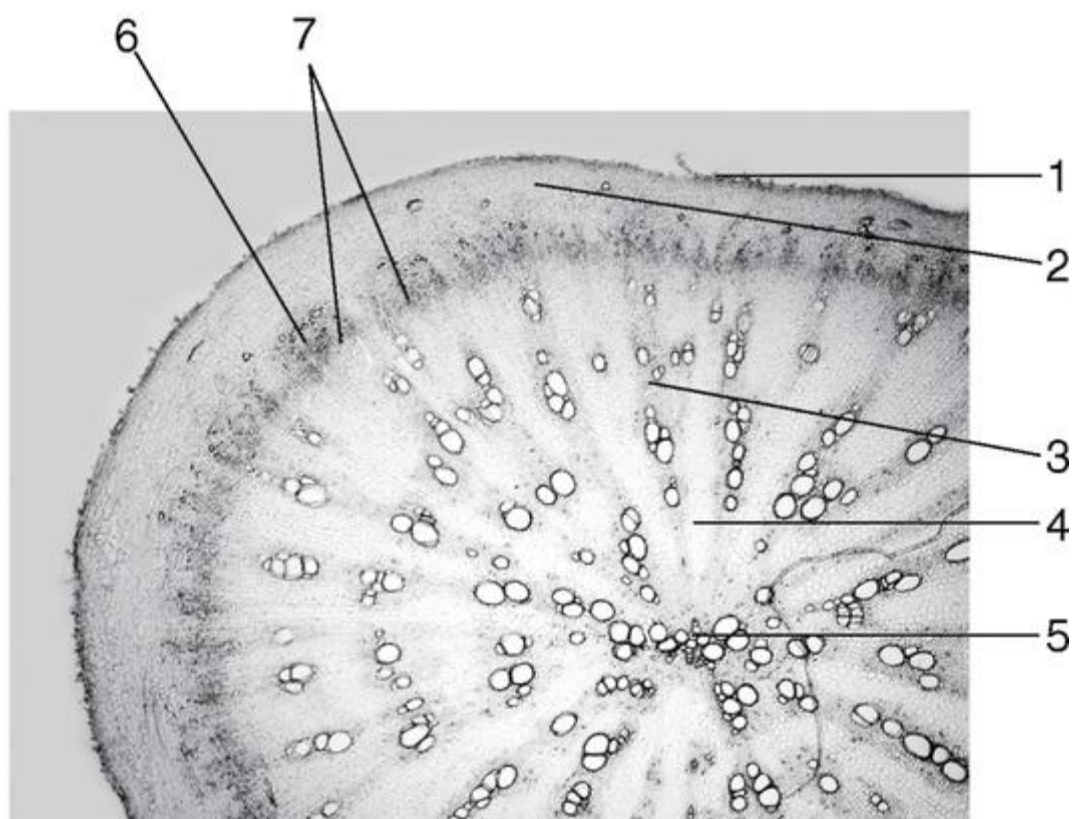


Рис. 11.4. Строение корня редьки: 1 - перидерма; 2 - паренхима вторичной коры; 3 - вторичная ксилема; 4 - сердцевинные лучи; 5 - первичная ксилема; 6 - флоэма; 7 - камбий



Рис. 11.5. Строение корня моркови: 1 - перидерма; 2 - камбий; 3 - первичная ксилема; 4 - флоэма; 5 - сердцевидный луч; 6 - вторичная ксилема; 7 - паренхима вторичной коры

Проводящие сосудисто-волокнистые пучки. Один радиальный пучок характерен только для корней первичного строения, причем если число лучей первичной ксилемы от двух до пяти, то это корень двудольного растения, если больше пяти - однодольного.

Закрытые пучки (без камбия) характерны для однодольных растений. Закрытые коллатеральные и концентрические центрофлоэмные пучки, расположенные в ЦОЦ по спирали, а на срезе беспорядочно по всему ЦОЦ или в периферийной его части, характерны для корневищ однодольных растений, причем концентрические пучки встречаются только в корневищах. Закрытые коллатеральные пучки также расположены в стеблях однодольных растений (см. рис. 11.2, 11.3).

Открытые пучки (с камбием) характерны для двудольных растений. Открытые коллатеральные и биколлатеральные пучки характерны для стеблей (см. рис. 11.1) и корневищ двудольных растений (рис. 11.6), располагаются пучки по кольцу, нередко встречается непучковое строение, при котором пучки не выделяются, а имеется сплошное кольцо флоэмы, камбия и ксилемы.

В корнях вторичного строения открытые коллатеральные пучки расположены по одному кольцу между лучами первичной ксилемы.

Таблица 11.1. Расположение тканей в вегетативных органах травянистых растений

Ткани основных частей органа	Стебель травянистого двудольного растения	Стебель травянистого однодольного растения	Корневище двудольного растения
Покровная ткань (см. рис. 11.7 в табл. 11.2)	Эпидерма с кутикулой (могут быть волоски - одноклеточные и многоклеточные, простые и	Эпидерма (может быть одревесневшей)	Эпидерма или пробка

	сложные)		
Первичная кора (см. рис. 11.7 в табл. 11.2)	Колленхима уголковая или пластинчатая. Хлорофиллоносная паренхима. Крахмалоносная эндодерма (может быть не выражена)	Хлорофиллоносная паренхима (у злаков частично или полностью склерифицированная)	Запасающая паренхима. Эндодерма (с пятнами Каспари или не выражена)
Центральный осевой цилиндр (см. рис. 11.7 в табл. 11.2)	Перициклическая склеренхима (кольцом или участками), реже живой перицикл. Основная паренхима. Открытые коллатеральные или биколлатеральные сосудистоволокнистые пучки расположены по кругу. Может быть кольцевое расположение проводящих тканей. Паренхима сердцевины и часто воздушная полость	Перициклическая склеренхима или паренхима. Основная паренхима. Закрытые коллатеральные сосудистоволокнистые пучки. Расположены беспорядочно среди хорошо развитой основной паренхимы. В центре может быть паренхима сердцевины или воздушная полость	Перицикл живой или в виде склеренхимы. Основная запасающая паренхима. Открытые коллатеральные или биколлатеральные пучки; может быть кольцевое расположение проводящих тканей. В центре сердцевина и нередко воздушная полость

Корневище однодольного растения	Корень первичного строения	Корень вторичного строения
Эпидерма или ложная пробка	Ризодерма (эпиблема) с корневыми волосками (в зоне всасывания). Эпиблема отсутствует в зоне укрепления	Пробка
Запасающая паренхима. Эндодерма может быть не выражена, может быть с подковообразными утолщениями или с пятнами Каспари	Экзодерма одревесневшая и частично опробковевшая. Основная или запасающая паренхима (аэренхима). Эндодерма с подковообразными утолщениями клеток или с	Отсутствует



	пятнами Каспари	
Перицикл живой или в виде склеренхимы.	Однослойный живой перицикл.	Паренхима вторичной коры.
Закрытые коллатеральные или концентрические пучки (или те и другие) расположены беспорядочно в хорошо развитой запасующей паренхиме	Основная паренхима. Один радиальный сосудисто-волоконный пучок.  У двудольных растений количество лучей ксилемы 2-5, у однодольных - более 5	Открытые коллатеральные пучки (флоэма, камбий, ксилема). Расположены по кольцу между лучами первичной ксилемы.  В центре лучи первичной ксилемы - от 2 до 5

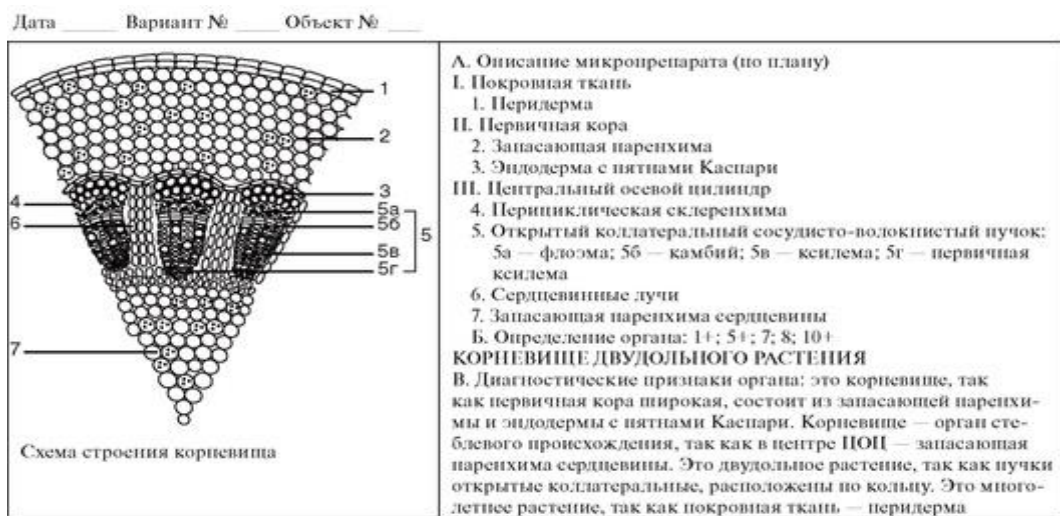

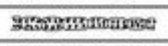
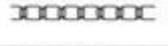
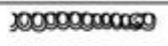
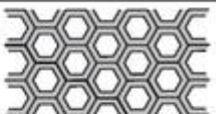
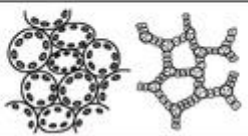


Рис. 11.6. Самостоятельная работа по анатомии вегетативных органов покрытосеменных растений






Таблица 11.2. Характеристика растительных тканей

Анатомо-топографическая зона	Ткань	Рисунок 11.7	Реактивы
I. Покровная ткань	Эпидерма		Cl-Zn-I
	Ризодерма (эпиблема)		Cl-Zn-I
	Пробка		Судан-III
II. Первичная кора	Колленхима: уголковая пластинчатая		Cl-Zn-I
	Экзодерма		Флороглюцин + HCl
	Ассимиляционная паренхима		Cl-Zn-I

Продолжение табл. 11.2

Анатомо-топографическая зона	Ткань	Рисунок 11.7	Реактивы
	Запасная паренхима		Cl-Zn-I
	Крахмалоносная эндодерма		Cl-Zn-I
	Эндодерма с пятнами Каспари		Флороглюцин + HCl
	Эндодерма с подковообразными утолщениями		Флороглюцин + HCl
III. Центральный осевой цилиндр	Перицикл		Cl-Zn-I
	Перициклическая склеренхима		Флороглюцин + HCl
	Запасная паренхима		Cl-Zn-I

Окончание табл. 11.2

Анатомо-топографическая зона	Ткань	Рисунок 11.7	Реактивы
Сосудисто-волокнистые пучки:	закрытый коллатеральный		Флороглюцин + HCl
	открытый коллатеральный биколлатеральный		
	Концентрический центрофлоэмный центроксилемный		
	радиальный		
	пепучковое строение		

В корнеплодах верхняя часть главного корня разрастается в связи с утолщением гипокотильной части. Увеличение происходит за счет запасной паренхимы. Так, например, у капустных (редька, редис, турнепс, репа) сильно разрастается запасная паренхима вторичной ксилемы, а флоэма образует тонкий периферический слой (см. рис. 11.4). В семействе зонтичные (морковь, петрушка) утолщение происходит за счет флоэмы (см. рис. 11.5).

**Литература**

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 66-75, 85-97.

Яковлев Т.П., Челомбитько В.А. Ботаника: учебник. - СПб.: Спец. лит., СПХФА, 2003. - С. 135-146, 162-167.

## ГЛАВА 2 СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ Тема 12. ЦАРСТВО ПРОТОКТИСТЫ: ПРОТОКТИСТЫ - ВОДОРΟΣЛИ. ЦАРСТВО ГРИБЫ

### Цели занятия

- Выявление диагностических признаков водорослей и грибов.
- Уметь:
  - проводить морфологическое описание вегетативного тела водорослей и грибов;
  - определять по строению таллома различных представителей отделов водорослей;
  - определять по строению мицелия различных представителей царства грибы;
  - оформлять результаты исследования.
- Знать:
  - отличительные особенности организмов, относящихся к царству протоктисты;
  - характерные особенности протоктистов водорослей и их систематику;
  - характерные особенности грибов и их систематическое положение;
  - основные способы размножения водорослей и грибов;
  - циклы развития водорослей и грибов;
  - ценные в лекарственном отношении виды водорослей и грибов.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

#### Царство протоктисты (*Protoctista*)

Все эукариотические водоросли (отдел красные, отдел бурые, отдел зеленые и т. д.) относят в настоящее время к царству протоктисты (*Protoctista*).

#### Общая характеристика протоктистов водорослей (*Algae*)

Водоросли - группа фотоавтотрофных организмов, живущих преимущественно в воде, а также на суше, в толще почвы, на коре деревьев, на камнях в условиях повышенного увлажнения. Вегетативное тело водорослей не дифференцировано на органы и ткани и представлено талломом (слоевищем). По структуре слоевище может быть одноклеточным, многоклеточным, колониальным или «неклеточным» (в виде огромной разветвленной, вытянутой клетки).

Слоевище водорослей состоит из эукариотических клеток, для которых характерно:

- наличие клеточной стенки, состоящей из двух компонентов:
  - аморфного матрикса - пектина и гемицеллюлозы;
  - фибриллярного скелета, образованного полисахаридами трех типов - целлюлозой (встречается наиболее часто), маннаном, ксиланом (у сифоновых и зеленых водорослей);
- распределение цитоплазмы тонким слоем вдоль клеточной стенки;
- наличие хроматофоров различной формы (в виде чаши, ленты, кольца, зерен и др.);
- присутствие в хроматофорах особых образований - пиреноидов - активных центров синтеза крахмала (отдел зеленые водоросли);

- эндоплазматическая сеть в виде канала, огибающая хроматофор или ядро;
- откладывание запасных веществ в виде полисахаридов - крахмала, багрянкового крахмала, ламинарина.

Для водорослей характерно вегетативное, бесполое и половое размножение. Вегетативное размножение осуществляется частями таллома (фукус), распадом колоний (вольвокс), фрагментами (спирогира), бинарным продольным делением (эвглена).

Бесполое размножение происходит с помощью спор: подвижных - зооспор, снабженных ундулиподиями (хламидомонада) или неподвижных - апланоспор (у некоторых бурых, багрянок и хлореллы). Зооспоры образуются в результате деления клеток зооспорангия на две, четыре, восемь и более частей, каждая из которых дает начало новой особи. Бесполое размножение отсутствует у диатомовых, фукусовых из отдела бурые водоросли; сцеплянок, харовых и многих сифоновых водорослей из отдела зеленые водоросли. Половое размножение осуществляется при слиянии гамет (копуляция), образующихся в гаметангиях (половых органах). Распространено у всех водорослей. Различают следующие формы полового размножения: изогамия, гетерогамия, оогамия.

Изогамия - слияние двух морфологических идентичных изогамет (некоторые виды хламидомонад); гетерогамия - одна из гамет крупнее, но обе подвижные; оогамия - одна гамета большая и неподвижная, женская - фукус.

Следует отметить конъюгацию - половой процесс, при котором сливается содержимое двух вегетативных клеток, физиологически выполняющих функцию гамет (спирогира). Результатом полового процесса является зигота, покрытая толстой клеточной стенкой с запасными веществами. В жизненном цикле впервые наблюдается смена поколений: диплоидного - бесполого и гаплоидного - полового. Водоросли делятся на отделы: эвгленовые, диатомовые, зеленые, золотистые, желто-зеленые, бурые, красные.

Отдел зеленые водоросли - *Chlorophycota (Chlorophyta)*

Самый обширный отдел водорослей. Представители встречаются преимущественно в пресных водоемах и относятся ко всем экологическим группам.

Для водорослей этого отдела характерны все типы организации таллома: одноклеточный подвижный (хламидомонада) и неподвижный (хлорелла, хлорококк); колониальный (вольвокс); многоклеточный нитчатый (улотрикс, спирогира); пластинчатый (ульва). Хроматофоры самой разнообразной формы: чашевидный (хламидомонада), лентовидный (спирогира), зерновидный (хара). В хроматофорах имеются пиреноиды. Зеленая окраска обусловлена преобладающими пигментами: хлорофиллами а и b, кроме того, имеются каротины и ксантофиллы. В качестве запасного вещества откладывается крахмал. Клеточная стенка состоит из целлюлозы и пектиновых веществ. Отдел зеленые водоросли подразделяется на несколько классов, наиболее распространенные: равножутиковые (хламидомонада, вольвокс, хлорелла), сцеплянки (спирогира) и харовые (хара).

Класс сцеплянки (*Conjugatae*). Род спирогира - *Spirogyra*

Этот класс представлен многоклеточными нитчатыми водорослями. Представители - род спирогира, насчитывающий более 300 видов. Неветвящиеся нити этих водорослей свободно плавают на поверхности пресных водоемов и образуют тину.

Каждая клетка имеет: цитоплазму, расположенную вдоль клеточной стенки тонким слоем, ядро, подвешенное на цитоплазматических тяжах, между которыми располагаются крупные вакуоли, а также один или несколько лентовидных хроматофоров с пиреноидами и крахмальными зёрнами (рис. 12.1).

Для спирогиры характерно вегетативное и половое размножение. Вегетативное размножение осуществляется фрагментацией: путем разрыва нитей на отдельные участки при благоприятных условиях окружающей среды. Половой процесс идет по типу конъюгации: две гетероталлические (физиологически различные) нити располагаются параллельно, и у супротивных клеток появляются выросты, при соприкосновении которых оболочки клеток растворяются, с образованием копуляционного канала - конъюгационного мостика. По каналу сжавшийся протопласт «мужской» клетки «♂» перемещается в другую, «женскую», клетку «♀». Протопласты сливаются с образованием зиготы, которая покрывается толстостенной оболочкой. После периода покоя зигота делится мейозом с образованием четырех гаплоидных клеток, три из которых отмирают, а одна прорастает (делится митозом) в новый организм (рис. 12.2).

Таким образом, жизненный цикл спирогиры представлен гаплоидной фазой, диплоидна только зигота (рис. 12.3).

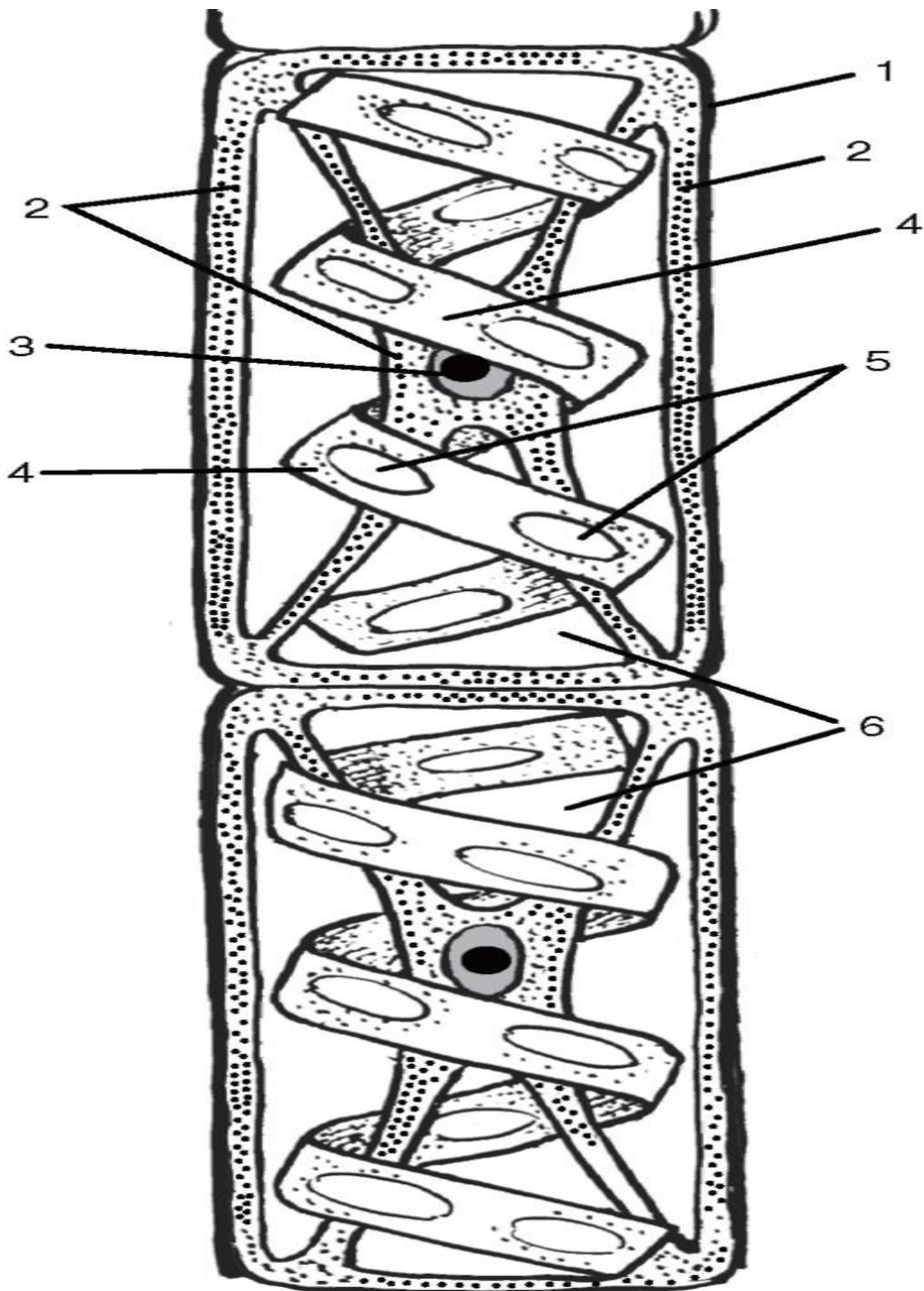


Рис. 12.1. Внутреннее строение клетки спирогиры: 1 - клеточная стенка; 2 - цитоплазма; 3 - ядро; 4 - хроматофор лентовидный (один или два); 5 - пиреноид; 6 - вакуоль с клеточным соком

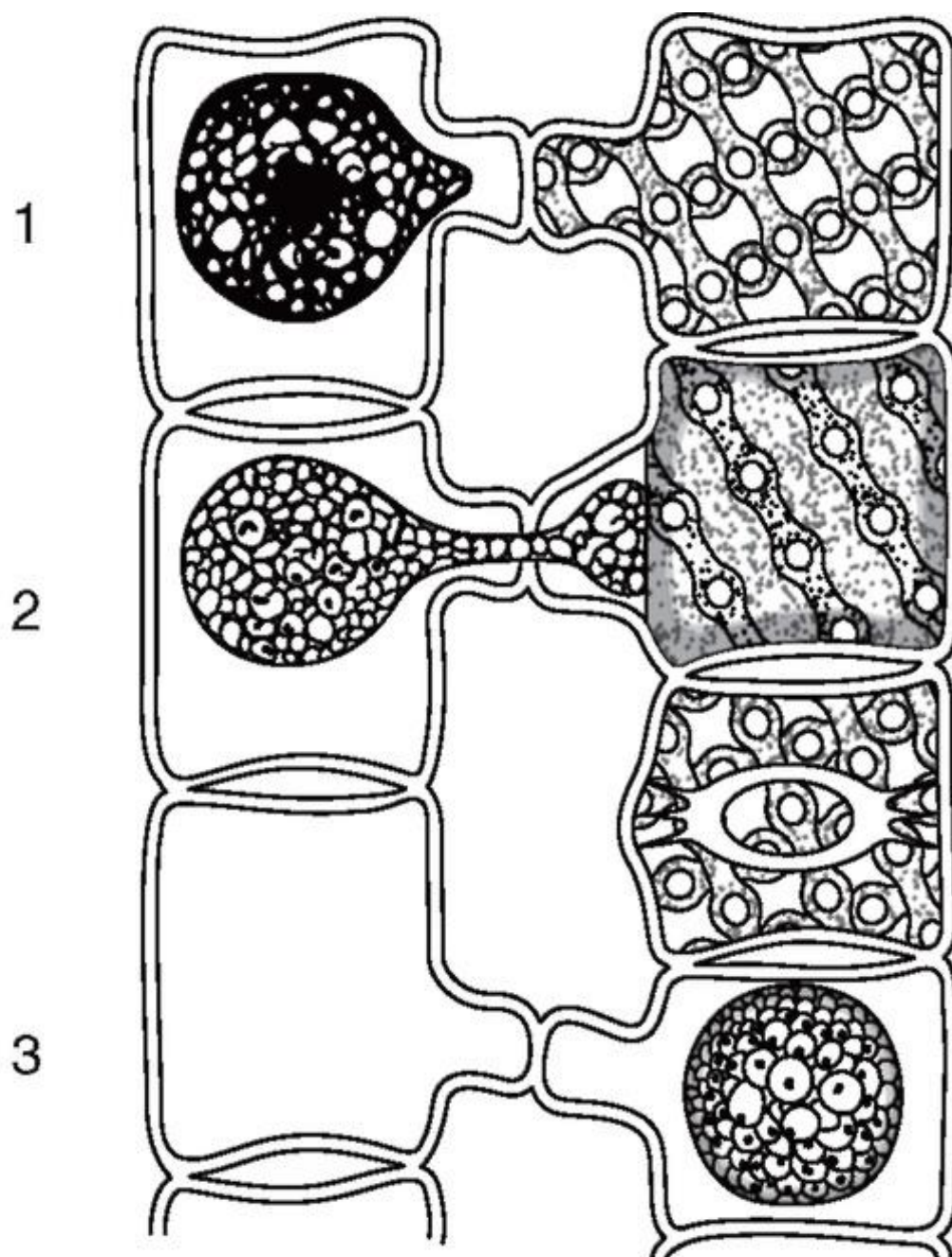


Рис. 12.2. Этапы прохождения конъюгации у спирогиры: 1 - сближение гетероталлических нитей с образованием копуляционного канала; 2 - слияние протопластов клеток; 3 - образование зиготы

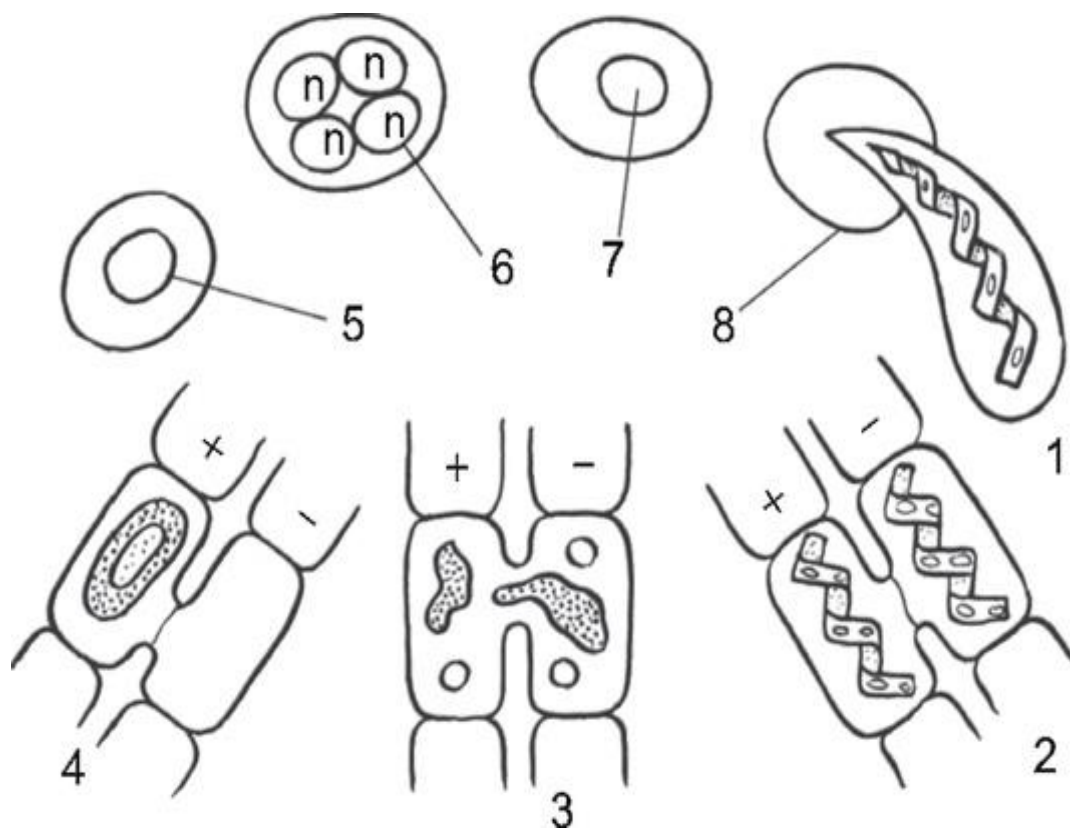


Рис. 12.3. Цикл развития зеленой водоросли спирогиры: 1 - часть таллома; 2 - образование копуляционного канала; 3 - начало копуляции; 4 - образовавшаяся зигота; 5 - зигота; 6 - зигота с четырьмя гаплоидными ядрами, возникающими в результате мейоза; 7 - зигота с одним гаплоидным ядром; 8 - прорастание зиготы

#### Отдел бурые водоросли - *Fucophycota* (*Phaeophyta*)

В основном многоклеточные крупные бентосные водоросли, достигающие в длину нескольких десятков метров (от 10 до 60 м). Обитают во всех морях; образуют мощные заросли в холодных водах Северного и Южного полушарий. Таллом водоросли дифференцирован на части: листовидную, стеблевидную и корневидную и представляет собой спорофит с диплоидными клетками (рис. 12.4). Листовидная часть каждый год обновляется, в то время как другие части многолетние.

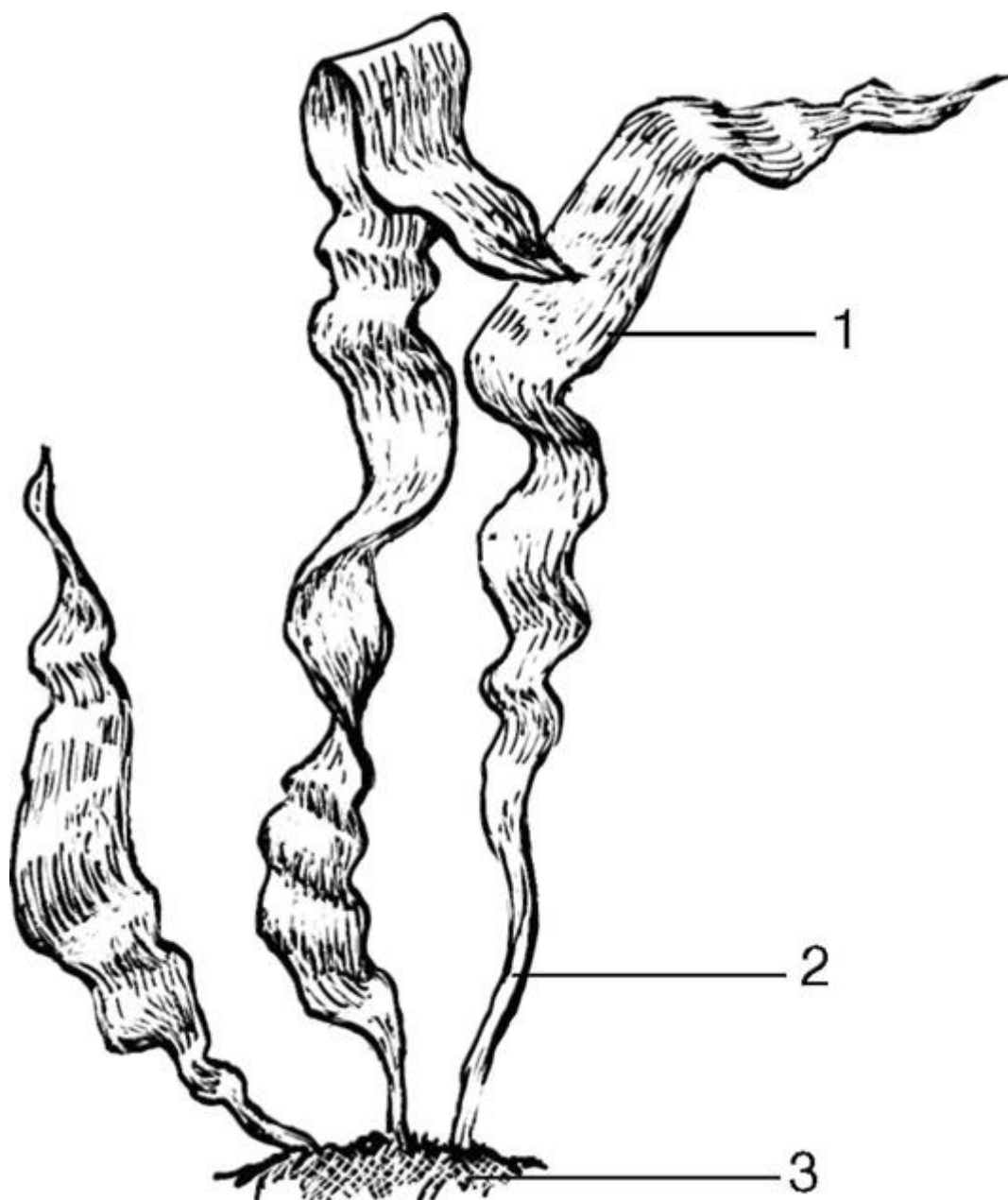


Рис. 12.4. Бурые водоросли. Внешний вид спорофита ламинарии сахарной (*Laminaria saccharina*): 1 - листовидная часть таллома; 2 - стеблевидная часть таллома; 3 - «корневидная» часть таллома

Клетки содержат хроматофоры в виде дисков или зерен с пигментами: хлорофиллы «а» и «с», каротин, ксантофиллы и фукоксантины. Из-за большого количества фукоксантина водоросли имеют окраску от зеленовато-оливковой до темно-бурой. В клетках отсутствуют пиреноиды. Клеточная стенка содержит пектин, целлюлозу и альгинат, который сильно ослизняется. Слизь удерживает воду и препятствует обезвоживанию во время отлива. В качестве запасных веществ откладываются полисахарид ламинарин, спирт маннитол, реже масло.

Клетки таллома делятся на два слоя: наружный - «коровый» и внутренний - «сердцевинный». Коровый слой состоит из вытянутых, плотно прилегающих клеток с зернистыми хроматофорами, расположенными только вдоль радиальных стенок, и выполняет фотосинтезирующую и защитную функцию. Сердцевинный слой образован округлыми клетками с большими межклетниками и выполняет функцию газообмена и фотосинтеза. Зернистые хроматофоры в клетках сердцевинного слоя равномерно распределяются вдоль всей клеточной стенки (рис. 12.5).



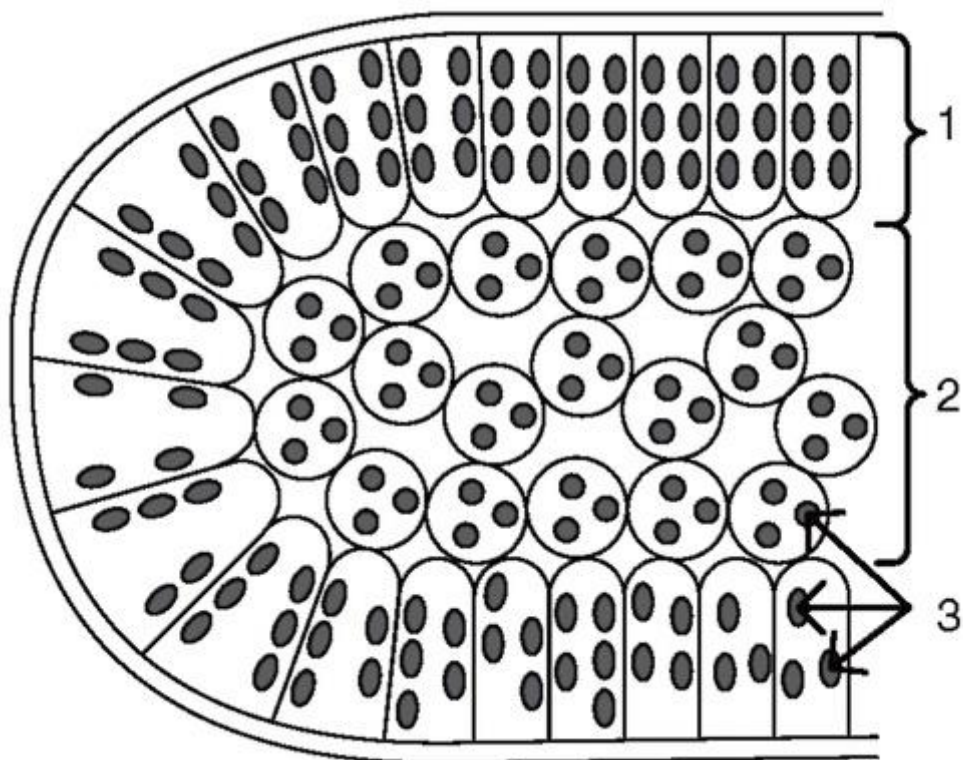


Рис. 12.5. Поперечный срез через таллом водоросли ламинарии: 1 - «коровая» часть таллома; 2 - «сердцевинная» часть таллома; 3 - хроматофоры зернистой формы

Размножаются бурые водоросли бесполом (зооспорами) и половым (оогамия) путями.

При бесполом размножении на верхушке листовидной части таллома из ассимилирующих клеток группами формируются одноклеточные зооспорангии. Внутри них в результате мейотического деления образуются гаплоидные зооспоры с двумя неравными жгутиками сбоку. Зооспоры попадают на грунт и прорастают (делятся митозом) в заростки-гаметофиты.

Гаметофиты представляют собой раздельнополые, нитчатые, микроскопические образования (протонемы), на которых образуются половые одноклеточные органы. На женском заростке в оогонии (женский половой орган) формируется яйцеклетка; на мужском в антеридиях (мужской половой орган) - сперматозоиды. Яйцеклетка после созревания оплодотворяется сперматозоидом в воде. Образовавшаяся зигота без периода покоя прорастает в диплоидный спорофит (рис. 12.6).

Таким образом, в жизненном цикле бурых водорослей преобладающей фазой является спорофит.

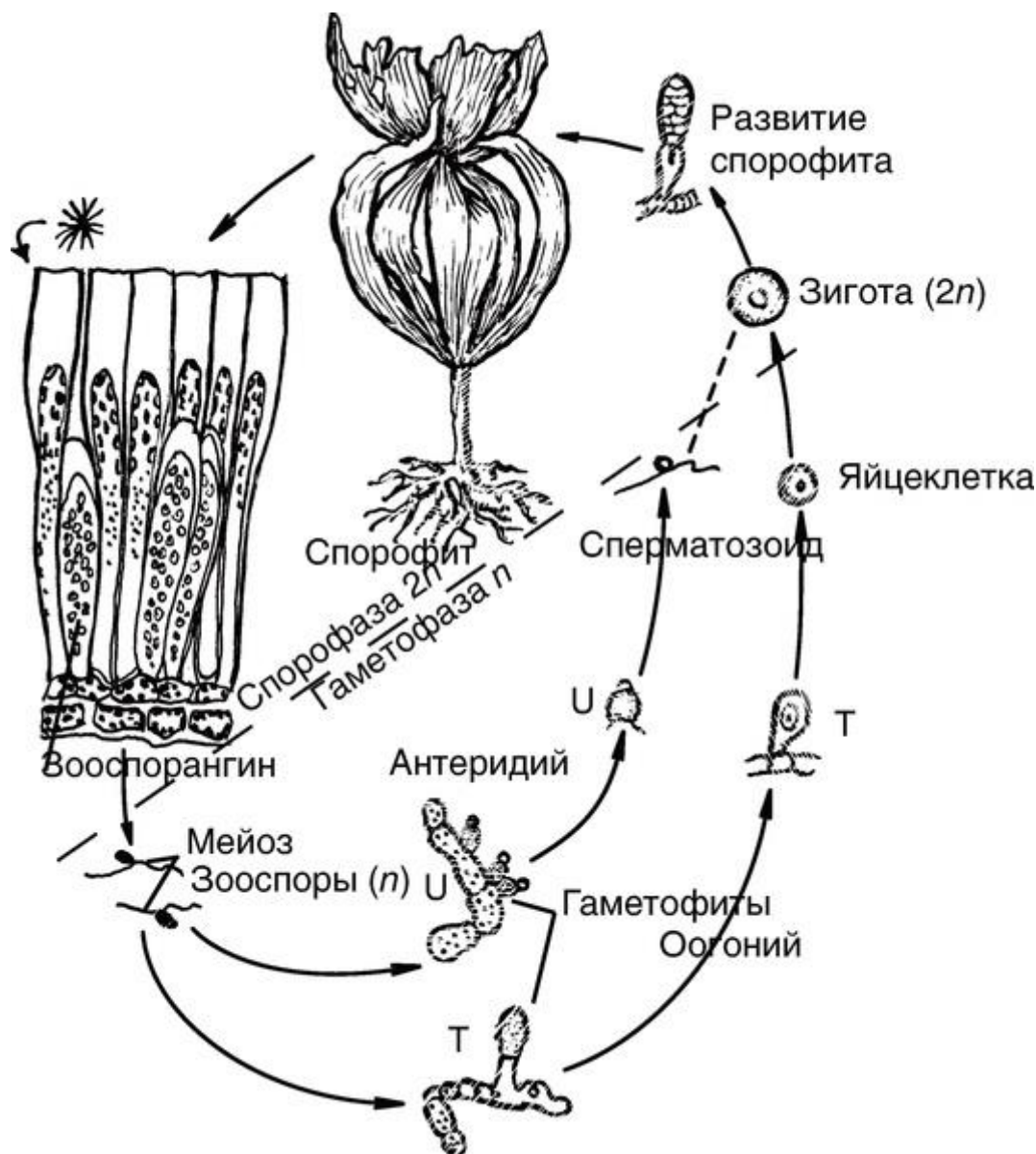


Рис. 12.6. Чередование поколений и смена ядерных фаз у бурой водоросли ламинарии

К отделу бурые водоросли относятся представители следующих родов: ламинария, фукус, саргассум и др.

Виды ламинарии, произрастающие в северных морях, широко используются в пищу как «морская капуста»; фукус - для альгинатов и кормовой муки; саргассум - для альгинатов, а некоторые виды употребляются в пищу.

#### Отдел красные водоросли или багрянки - *Rhodophycota (Rhodophyta)*

Древняя группа многоклеточных водорослей, в основном это морские бентосные водоросли. По структуре различают следующие типы таллома: одноклеточный неподвижный, нитчатый в виде разветвленных нитей, пластинчатый. Нити нитчатого таллома удерживаются вместе слизистым межклеточным матриксом, состоящим из сульфатированных полимеров галактозы: агара и каррагинана.

В клетках имеются хромофоры в виде зерен или пластинок, которые содержат пигменты: хлорофилл «а», «с», «d», каротиноиды и водорастворимые фикоэритрины и фикоцианины, которые обуславливают окраску водорослей - от малиново-красной (глубоководные водоросли) до голубовато-стальной (мелководные водоросли). Клеточная

стенка двуслойная: наружный слой состоит из пектиновых веществ, в которые встроены соли кальция, магния, пектиновых кислот и коллоидов; внутренний слой образован гемицеллюлозой.

У рифообразующих коралловых водорослей откладывается известь. В качестве запасющего вещества в цитоплазме клеток откладывается «багрянковый крахмал». Багрянки - единственные водоросли, имеющие центриоли.

Размножаются водоросли этого отдела вегетативно - частями таллома; бесполом путем и половым (оогамия). Бесполое размножение осуществляется чаще апланоспорами (тетраспорами), которые образуются из клеток спорангия путем деления их мейозом. При половом размножении на гаметофите образуются гаметангии: женский - карпогон и мужской - антеридий. Карпогон содержит яйцеклетку и отростоктрихогину (у некоторых отсутствует). Антеридии содержат лишённые ундулиподиев спермации. Созревшие спермации переносятся токами воды в брюшную часть карпогона и сливаются с яйцеклеткой. После оплодотворения базальная часть карпогона у многих красных водорослей делится с образованием апланоспор. Представители этого отдела относятся к следующим родам: порфира, родимения, анфельция и др.

Красные водоросли находят различное применение в хозяйственной деятельности человека: пищевое, в основном используется порфира и родимения для приготовления салатов, приправ, супов; в микробиологии при получении агар-агара, используемого для приготовления сред при культивировании микроорганизмов (виды рода анфельция, фурцеллярия); как кормовая база для скота.

#### Царство грибы (*Fungi*, *Mycophyta*, или *Mycota*)

Видовое разнообразие грибов огромно, так как они встречаются почти везде. Их насчитывается в четыре раза больше, чем цветковых растений (98% всех организмов Земли).

Все царство грибов на основании важнейших признаков половых стадий подразделяется на отделы:

- зигомикоты (*Zygomycota*);
- аскомикоты (*Ascomycota*);
- базидиомикоты (*Basidiomycota*);
- дейтериомикоты (*Deuteromycota*), или несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*).

Вегетативное тело гриба представлено мицелием (грибницей). Мицелий - сеть тонких шнуровидных нитей - гиф. Развивается мицелий на поверхности субстрата (воздушный) или внутри его (субстратный).

По особенностям внутреннего строения гиф мицелий делится на неклеточный и клеточный. Неклеточный мицелий (несептированный) характерен для низших грибов (зигомицеты) и представлен одной сильноразветвленной многоядерной клеткой. Клеточный (септированный) имеет перегородки (септы), которые делят гифы на отдельные клетки (характерен для высших грибов). Септы развиваются из стенки гифы. Мицелий гриба может быть гаплоидный - первичный (у большинства грибов), дикариотический - вторичный мицелий (у шляпочных грибов из отдела базидиомикоты) и диплоидный (молодая базидия).

Гифы мицелия по строению относятся к эукариотическим клеткам. Их клеточная стенка состоит из пектинового матрикса и фибриллярного компонента, хитина (большинство грибов), глюканов (отдел аскомикоты, род дрожжи); запасные вещества (гранулы гликогена и капли липидов) откладываются в гиалоплазме или в вакуолях

(гранулы белков и валютина); продукт метаболизма - мочевины; отсутствие хлорофилла; наличие центриол в клетках.

По типу питания все грибы гетеротрофы. Переваривание внеклеточное с помощью ферментов, выделяемых концами гиф. Поглощение веществ осуществляется всей поверхностью тела - путем осмоса или адсорбции. Среди гетеротрофов встречаются:

- сапрофиты - поселяются на мертвых органических остатках (мукор, пеницилл);
- паразиты - на живых организмах (ржавчинные, головневые);
- микориза (грибокорень) - образует симбиоз грибов с высшими растениями (отдел базидиомикоты: подосиновики, подберезовики);
- симбионты - образуют симбиоз с водорослями и входят в состав лишайников.

Размножаются грибы вегетативно, бесполом и половым путями. Вегетативное размножение происходит частями мицелия (почти у всех грибов), почкованием (дрожжи). Бесполое размножение осуществляется при благоприятных условиях спорами: эндоспорами (спорангиоспоры), конидиями (экзоспорами). Спорангиоспоры образуются внутри одноклеточных спорангиев на особых гифах - спорангиеносцах (характерно для низших грибов). Конидии формируются открыто в виде цепочек на вертикальных гифах-конидиеносцах (характерно для высших грибов).

Половое размножение происходит при неблагоприятных условиях и связано со сменой ядерных фаз. Различают следующие типы: гаметогамию, гаметангиогамию, соматогамию. Гаметогамия - слияние гамет (изогамия, гетерогамия, оогамия); характерна для низших грибов. Гаметангиогамия - слияние двух многоядерных специализированных половых органов (гаметангиев), не дифференцированных на гаметы. Соматогамия - слияние двух соматических клеток мицелия (половые органы и гаметы отсутствуют). Половой процесс завершается образованием зиготы, ее мейотическим делением и образованием полового спороношения: аскоспор или базидиоспор. У грибов с одноклеточным мицелием наблюдается слияние двух особей - хологамия (дрожжи).

Значение грибов:

- являются редуцентами в общем круговороте веществ в природе (ферментативно разлагают сложные органические вещества - делают их доступными для автотрофных растений);
- способствуют повышению плодородия почвы;
- выполняют санитарную роль (уничтожают и минерализуют остатки отмерших животных и растений);
- пищевое - плодовые тела являются источником ферментов и экстрактивных веществ;
- медицинское - источник антибиотиков: пенициллин, гризифульвин, фумагиллин;
- вызывают разнообразные заболевания сельскохозяйственных растений: фитофтору, спорынью, головню, ржавчину и др.;
- вызывают ряд заболеваний человека и животных: микозы, стригущий лишай и т. д.

Отдел зигомикоты - *Zygomycota*

Насчитывает более 500 видов наземных грибов. В основном это сапрофиты, но встречаются также паразиты. Представители имеют хорошо развитый многоядерный,

неклеточный мицелий. Бесполое размножение осуществляется неподвижными эндоспорами. Половой процесс гаметангиогамия-зигогамия.

Наиболее часто встречается род мукор, известный под названием белой головчатой плесени. Это сапрофитный гриб, живущий во влажных условиях; постоянный компонент почвенной микрофлоры. В помещениях он вызывает порчу пищевых продуктов, кожи и т. д. Неклеточный мицелий мукора сильно ветвится, заканчиваясь тонкими гифами, что увеличивает всасывающую поверхность гриба. Мицелий пронизывает весь субстрат и находится в полном контакте с окружающей средой. В гифах имеются множество ядер, бесцветная зернистая цитоплазма и крупные вакуоли. Размножается мукор вегетативно - частями мицелия; бесполом путем - с помощью эндоспор; половым путем - зигогамия.

При бесполом размножении от горизонтально расположенных гиф мицелия поднимаются короткие вертикальные боковые гифы - спорангиеносцы, которые расширяются на концах в округлые головки, развивающиеся в спорангии. Спорангиеносцы выносят спорангии на некоторую высоту над мицелием, что увеличивает радиус распространения спор. Спорангий отделяется от спорангиеносца выпуклой поперечной перегородкой, которая называется колонкой. Затем гиалоплазма спорангия делится на части, вокруг каждой части появляется своя клеточная стенка и образуется спора, содержащая много темных ядер. После созревания стенка спорангия лопается и споры сразу способны к прорастанию (рис. 12.7).

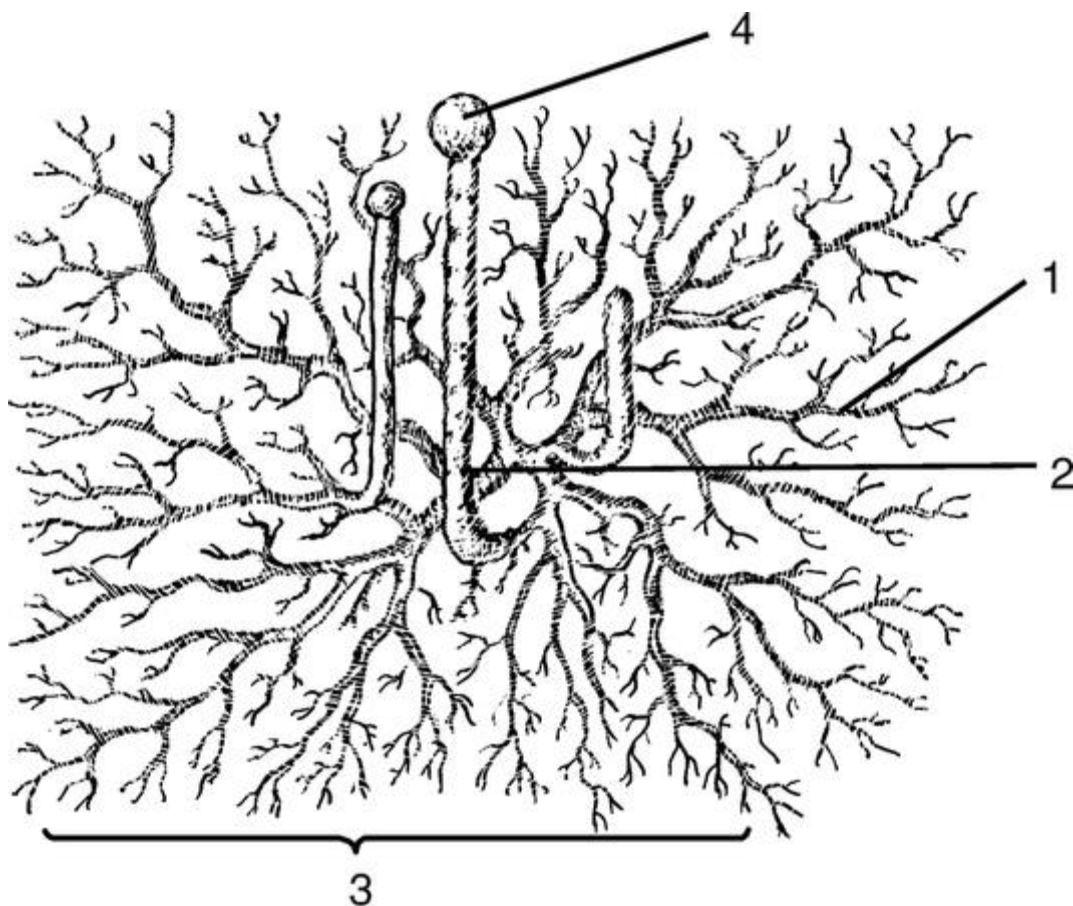


Рис. 12.7. Внешнее строение мукора, или головчатой плесени (*Mucor mucedo*): 1 - гифы неклеточного многоядерного мицелия; 2 - спорангиеносец; 3 - мицелий; 4 - спорангий с эндоспорами

Половой процесс происходит при истощении субстрата и идет в несколько периодов:

- встреча двух физиологически различных (гетероталличных) гиф мицелия, условно обозначаемых знаками «+» и «-»;
- образование гаметангиев на концах гиф путем отделения их перегородкой от остальной гифы;
- слияние гаметангиев (гаметангиогамия) и образование зиготы;
- образование зигоспоры (зигота покрывается плотной бурой оболочкой);
- период созревания и покоя зигоспоры;
- прорастание зигоспоры (рис. 12.8).

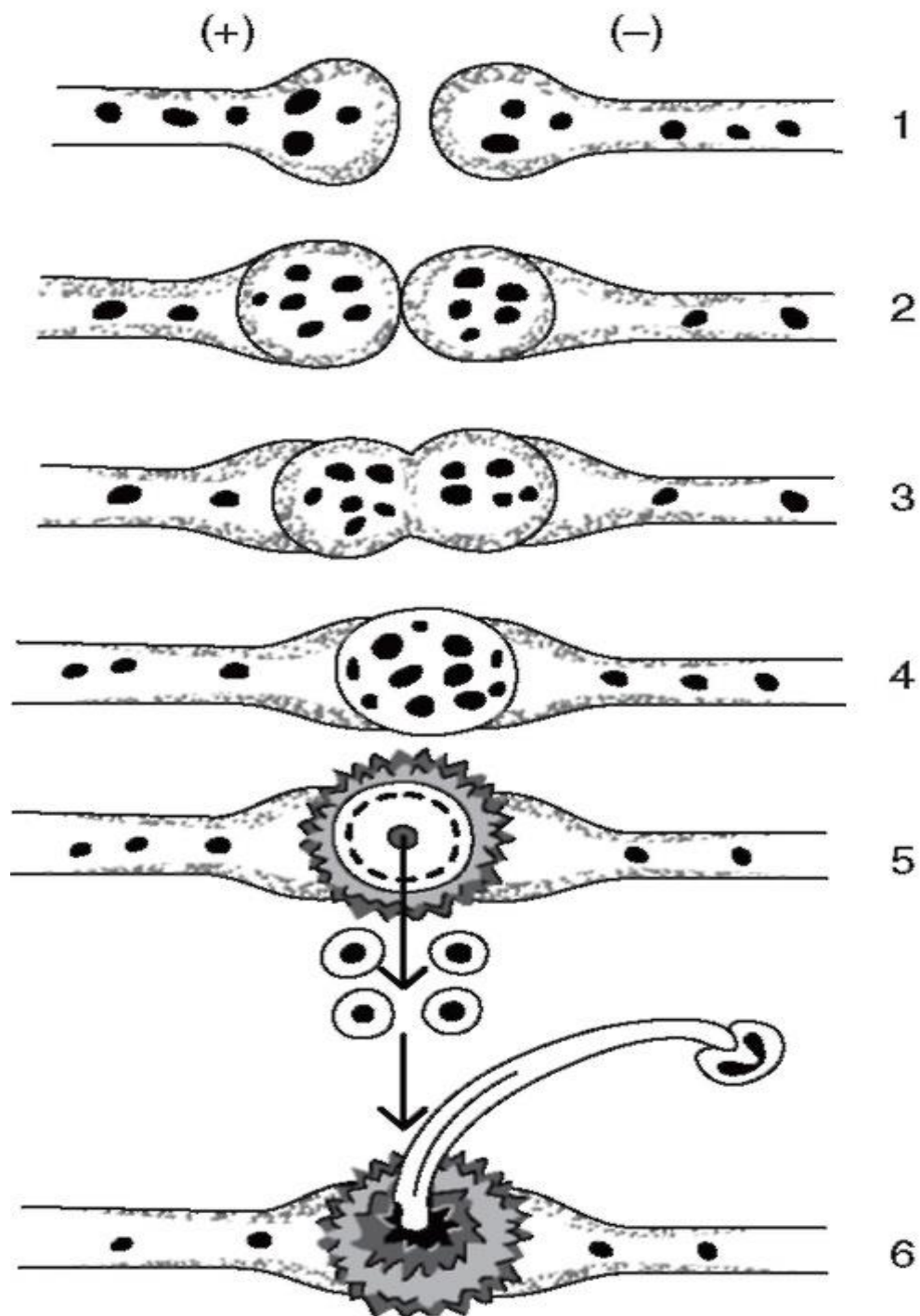


Рис. 12.8. Этапы прохождения полового процесса у муко́ра (зигогамия): 1 - рост гетероталлических нитей мицелия навстречу друг другу; 2 - образование гаметангиев; 3 -

растворение оболочек гаметангиев и соединение их содержимого; 4 - образование зиготы; 5 - образование зигоспоры; 6 - прорастание спор в новые мицелии

При прорастании зигоспоры пары ядер (иногда единственная пара) сливаются (кариогамия). Каждое диплоидное ядро делится мейозом с образованием четырех гаплоидных ядер, из которых три дегенерируют, а четвертое многократно делится митозом. Образовавшиеся дочерние ядра в результате митоза переходят в проростковую гифу, а затем в образующийся спорангий. При созревании спор оболочка спорангия разрывается, споры выпадают и прорастают в новые «+» и «-» гифы (рис. 12.9)

#### Отдел Сумчатые грибы, или аскомикоты - *Ascomycota*

Отдел включает около половины всех видов грибов (более 30000 видов). Аскомикоты широко распространены в природе и встречаются во всех природных зонах. Для них характерен клеточный мицелий с равномерно септированными гифами или из колоний отдельных клеток (дрожжи). По типу питания они сапрофиты (поселяются на почве, пищевых продуктах, органических субстратах) и паразиты (животных и растений). Вегетативное размножение осуществляется частями мицелия (спорынья), почкованием (дрожжи).

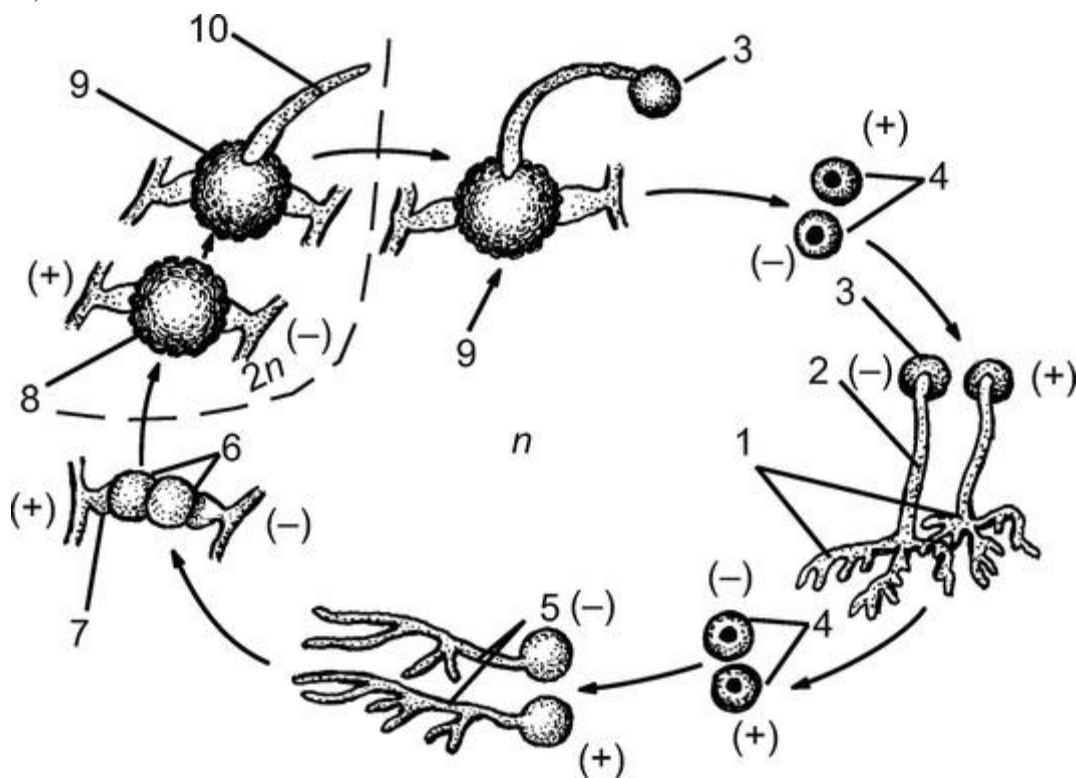


Рис. 12.9. Жизненный цикл мукоора:  $n$  - гаплоидная фаза;  $2n$  - диплоидная фаза; 1 - два гетероталлических мицелия; 2 - спорангиеносец; 3 - спорангий; 4 - споры; 5 - прорастание спор; 6 - гаметангий; 7 - подвесок; 8 - зигоспора; 9 - прорастающая зигоспора; 10 - прорастающий мицелий

Бесполое размножение - на гаплоидном мицелии на верхушках конидиеносцев наружно отшнуровываются (экзогенно) споры бесполого размножения (конидиеспоры). Половой процесс завершается образованием сумок (аск), внутри которых формируются аскоспоры. Созревшие аскоспоры прорастают в новые гаплоидные мицелии. Наличие сумок - характерный признак аскомикот. Сумки могут образовываться в особых плодовых телах (подкласс плодосумчатые) или без них (подкласс голосумчатые).

Гриб спорынья пурпурная (*Claviceps purpurea*) является факультативным паразитом злаков: ржи, пшеницы, ячменя и т. д. Цикл развития спорыньи пурпурной

протекает стадийно со сменой ядерных фаз (рис. 12.10). В конце лета на соцветии-колоске злака развивается роговидный склероций.

Склероций - это плотно переплетенные покоящиеся гифы гриба темно-фиолетового цвета. Клетки склероция почти полностью обезвоженные и содержат много запасных питательных веществ.

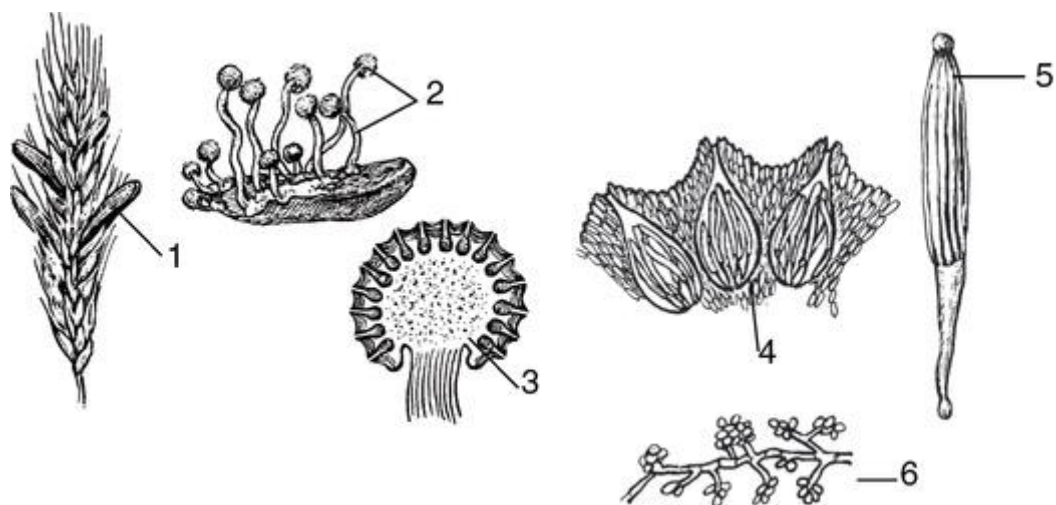


Рис. 12.10. Цикл развития спорыньи пурпурной (*Claviceps purpurea*): 1 - колос ржи со склероциями; 2 - стромы, выросшие на перезимовавшем склероции; 3 - продольный срез через головку стромы с перитециями; 4 - продольный срез через перитеций с сумками; 5 - сумка с восемью нитевидными аскоспорами; 6 - бесполое размножение с помощью конидий

На зиму склероции выпадают из колоска на почву и зимуют (холод - условие их прорастания). Весной склероции прорастают: интенсивно впитывают воду и между гетероталлическими нитями «+» и «-» происходит половой процесс - соматогамия, результатом которого являются многочисленные стромы в виде головок на ножках. В каждой головке стромы по периферии развивается множество полуоткрытых плодовых тел - перитециев. Перитеций - полузамкнутое плодовое тело, на вершине которого имеется узкое отверстие. Перитеции заполнены длинными цилиндрическими сумками (асками), содержащими нитевидные аскоспоры, образующиеся в результате мейоза. При созревании споры выбрасываются из сумки и разносятся ветром на цветущие злаки. На рыльце цветущего злака споры прорастают, и образующийся мицелий разрушает завязь пестика. Начинается бесполое размножение: на концах гиф мицелия образуются конидии. При этом гифы гриба выделяют капельки сладкой жидкости - «медвяную росу» для привлечения опылителей. Насекомые переносят конидии на соседние цветки и заражают их. Склероции содержат высокотоксичные алкалоиды, вызывающие отравления.

#### Отдел базидиомикоты - *Basidiomycota*

Этот отдел объединяет около 30% всех известных видов грибов (30000). Филогенетически отдел развивался параллельно аскомикотам, поэтому у него много общих морфологических признаков в строении гиф, мицелия и сходных особенностей жизненного цикла.

Вегетативное размножение осуществляется частями мицелия. Бесполое размножение встречается очень редко и осуществляется спорами. Половой процесс - соматогамия - завершается образованием базидий с базидиоспорами. У проростковых гиф (первичный мицелий), имеющих гаплоидный набор хромосом в ядрах, происходит слияние клеток с образованием дикариотического мицелия (клетки гифы с двумя ядрами). На делющемся вторичном дикариотическом мицелии впоследствии образуется плодовое тело, состоящее из шляпки и пенька. Шляпка с нижней стороны несет гимений.



Гимений шляпки может быть пластинчатым или трубчатым. Пластинчатый гимений (гименофор) имеют: лисички, опенок, сыроежка, рыжик, груздь, шампиньон и т. д. Трубчатый гимений имеют: белый гриб, подберезовик, подосиновик, трутовик. Базидия - орган, гомологичный сумке аскомикот, в котором завершается половой процесс с образованием базидиоспор. Завершение полового процесса происходит в базидии и сводится к тому, что ядра дикариона сливаются с образованием диплоидных ядер. Диплоидное ядро базидии делится мейозом с формированием четырех гаплоидных ядер. Из каждого образовавшегося ядра формируются четыре гетероталлические базидиоспоры. При созревании базидиоспоры падают вниз и разносятся ветром.

Таким образом, в цикле развития базидиомикот, как и у аскомикот, различают три фазы: гаплоидную - короткую (проростковые гифы первичного мицелия, базидиоспоры); дикарионтическую - самую продолжительную (гифы вторичного мицелия, плодовое тело); диплоидную - кратковременную (базидия до образования базидиоспор).

Отдел дейтериомикоты (*Deuteromycota*) или несовершенные грибы (*Fungi imperfecti*)

К этому отделу относятся представители грибов, у которых не изучен половой процесс, размножающиеся бесполом путем без смены ядерных фаз. Бесполое размножение у большинства несовершенных грибов осуществляется с помощью конидий, склероциями и др.

Конидии образуются на мицелии из клеток субстратных или воздушных гиф или на особых вертикальных гифах - конидиеносцах. Форма, септированность и окраска конидий используются в формальной систематике грибов. Созревшие конидии разносятся потоками воздуха на субстрат, при благоприятных условиях прорастают (делятся митозом) и образуют новые мицелии.

В медицинской практике большое значение имеет род пеницилл (*Penicillium*), из которого впервые получен пенициллин. Пеницилл в природе на твердой питательной среде образует зеленый налет из гаплоидных и септированных гиф (плесень). За счет интенсивного сапрофитного питания на мицелии формируются вертикальные конидиеносцы, которые образуют конидии в виде длинных сизых цепочек. Конидиеносец вместе с цепочками конидий похож на маленькую кисточку (от лат. *penicillus*), откуда и произошло название «кистевик» или «кистевая плесень» (рис. 12.11).

Таким образом, в цикле развития дейтериомикот присутствует гаплоидная фаза, не меняющаяся при бесполом размножении.

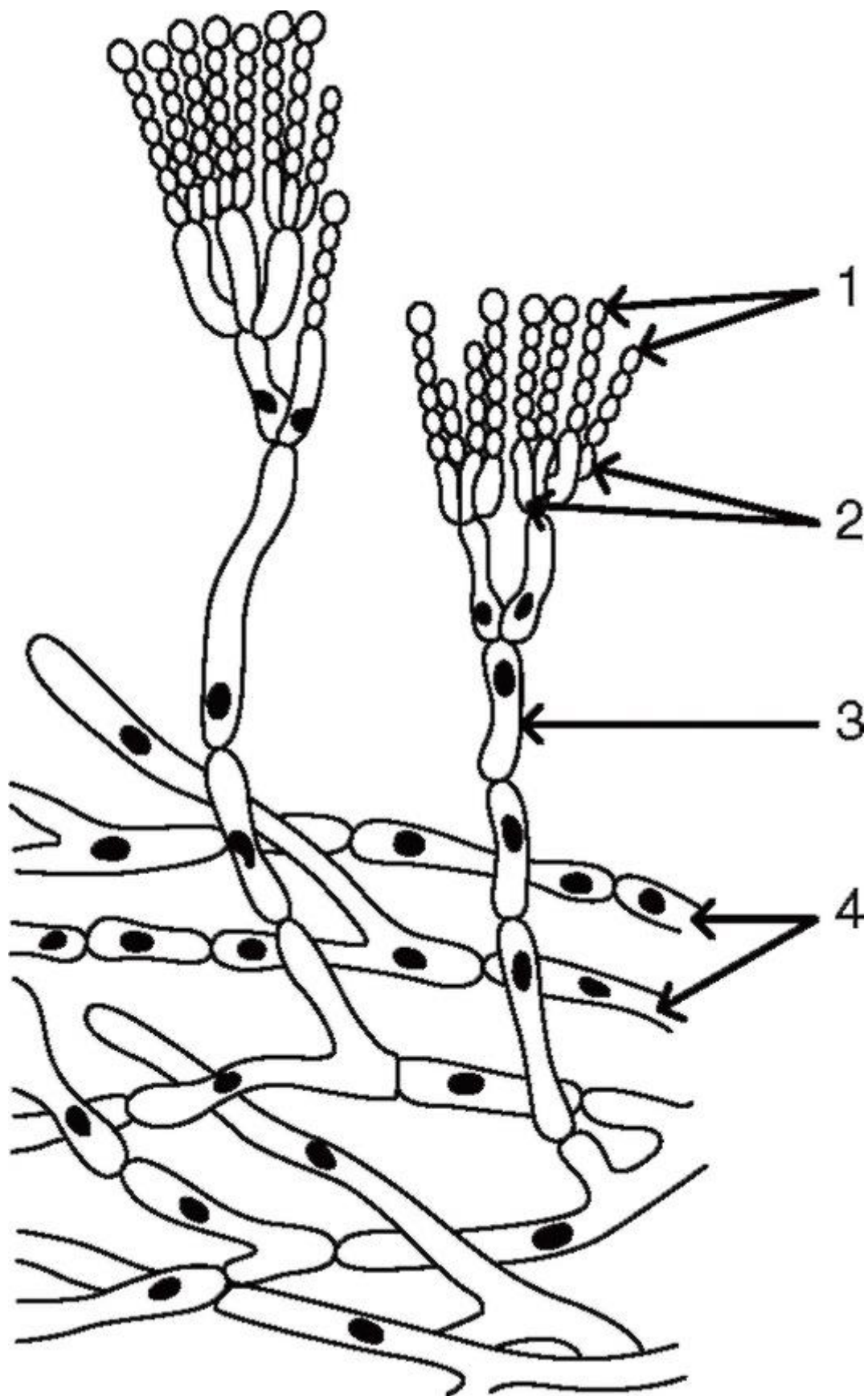


Рис. 12.11. Дейтеромикоты. Строение пеницилла: 1 - конидии; 2 - стеригмы; 3 - конидиеносец; 4 - клеточный мицелий

Вопросы для самостоятельной работы

1. Особенности строения таллома водорослей (представители, систематика).

2. Особенности строения высших и низших грибов (представители, систематика).
3. Способы размножения, характерные для водорослей.
4. Способы размножения, характерные для грибов.
5. Применение водорослей и грибов в хозяйственной деятельности человека и медицине.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: готовые микропрепараты - многоклеточные нити таллома спирогиры, конъюгация спирогиры; поперечный срез через таллом ламинарии; гриб мукор; выращенные на субстрате грибы - пеницилл, мукор; бродящая сладкая жидкость с дрожжами; гербарий - ламинария сахарная, анфельция, колосья ржи со склероциями. Реактивы: вода дистиллированная.

Оборудование: микроскопы; бинокляры; рабочие, предметные и покровные стекла; пинцеты; иглы препаровальные; скальпели; пипетка.

Задание 1. Изучить внешний вид и размножение спирогиры

Рассмотреть готовый микропрепарат таллома спирогиры под микроскопом при малом увеличении. Определить у спирогиры: тип таллома, цвет, форму и строение хроматофора, используя план описания водорослей.

Схематично зарисовать внешний вид таллома спирогиры (см. рис. 12.3).

При большом увеличении микроскопа более детально изучить строение клетки спирогиры: расположение цитоплазмы, ядра, наличие вакуолей с клеточным соком, пиреноидов на хроматофоре.

Схематично зарисовать строение клетки спирогиры (см. рис. 12.1).

Изучить типы размножения у спирогиры. При большом и малом увеличении микроскопа на готовом микропрепарате рассмотреть этапы прохождения конъюгации у спирогиры и зарисовать в альбоме (см. рис. 12.2).

Задание 2. Изучить внешний вид и размножение ламинарии

Рассмотреть гербарий ламинарии и дать морфологическую характеристику водоросли, используя план описания.

Схематично зарисовать внешний вид таллома ламинарии (см. рис. 12.4).

При большом и малом увеличении микроскопа на готовом микропрепарате «поперечный срез через таллом ламинарии» изучить строение клеток листовидной части таллома ламинарии.

Схематично зарисовать поперечный срез через таллом ламинарии (см. рис. 12.5).

Изучить типы размножения, характерные для ламинарии (бесполое, половое). Схематично в альбоме зарисовать цикл развития ламинарии (см. рис. 12.6).

Указать пищевое и медицинское значение.

План описания водорослей

1. Тип таллома водоросли: одноклеточный, колониальный, многоклеточный - нитчатый или более сложно устроенный.

2. Цвет водоросли: зеленый, сине-зеленый, бурый, багряный.

3. Состав пигментов: хлорофиллы, ксантофиллы, каротины, фикобилины (фикоэритрины и фикоцианины), фукоксантин.

4. Способ распределения пигментов в клетке: в хроматофорах, в постенном слое цитоплазмы.

5. Форма и строение хроматофора: зернистый, пластинчатый, чашеобразный, в виде звезды, в виде спирально изогнутой ленты.

6. Наличие пиреноидов.

7. Способ размножения: вегетативный, бесполой, половой.

8. Распространение.

Задание 3. Изучить внешний вид и размножение муко́ра

Выращенный на субстрате (хлебе) муко́р рассмотреть визуально и дать его морфологическую характеристику, используя план описания грибов.

Рассмотреть готовый микропрепарат муко́ра под микроскопом при большом и малом увеличении. Схематично зарисовать в альбоме внешний вид муко́ра со спорангиями (см. рис. 12.7).

Изучить типы размножения, характерные для муко́ра (вегетативное, бесполое, половое) (см. рис. 12.9). Нарисовать зигогамия муко́ра по этапам (см. рис. 12.8).

Задание 4. Изучить внешний вид и размножение пеницилла

Выращенный на субстрате агар-агар пеницилл рассмотреть под микроскопом при малом и большом увеличении и дать его морфологическую характеристику, используя план описания грибов.

Схематично зарисовать строение мицелия пеницилла с конидиеносцами и конидиями (см. рис. 12.11).

Изучить типы размножения, характерные для пеницилла (вегетативное, бесполое).

Использование пеницилла в медицине.

Задание 5. Изучить внешний вид и размножение спорыньи

Рассмотреть гербарий: колосья ржи со склероциями спорыньи и дать морфологическую характеристику спорыньи, используя план описания грибов.

Изучить типы размножения, характерные для спорыньи (вегетативное, бесполое, половое). Схематично зарисовать цикл развития спорыньи (см. рис. 12.10).

Использование спорыньи в медицине.

Задание 6. Изучить внешний вид и размножение дрожжей

Приготовить микропрепарат с дрожжами: каплю теплой бродящей жидкости с дрожжами нанести на предметное стекло, сверху накрыть покровным стеклом.

При малом увеличении микроскопа рассмотреть клетки дрожжей.

Схематично зарисовать строение клетки дрожжей (рис. 12.12, а)

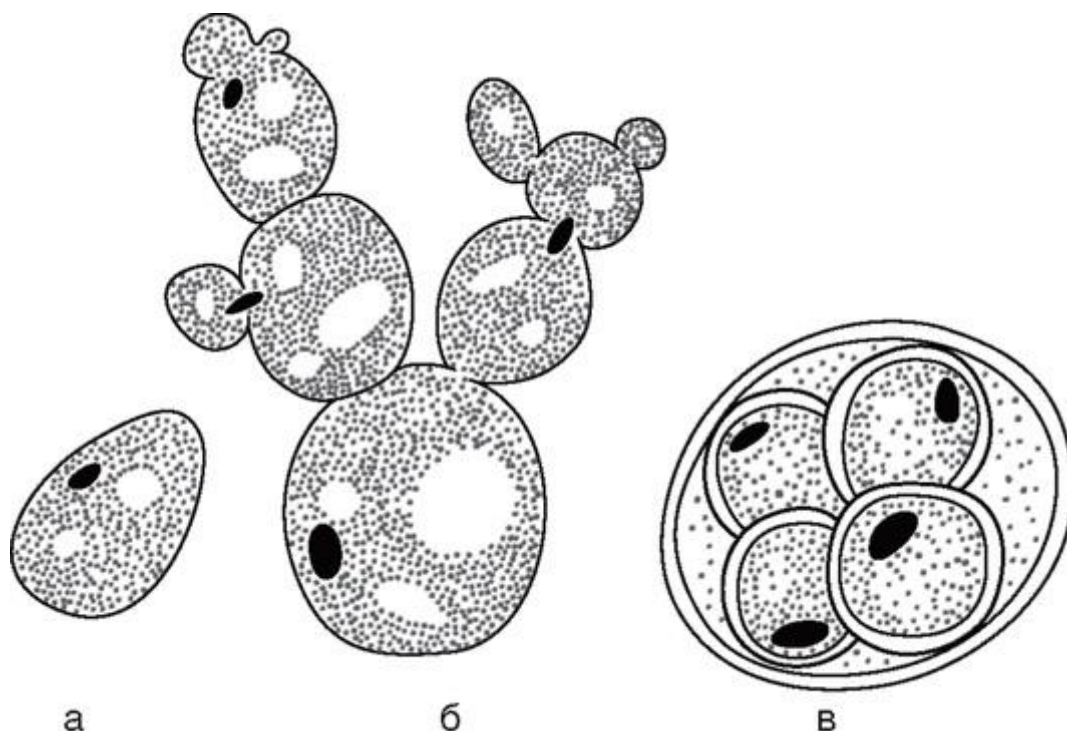


Рис. 12.12. Дрожжи пивные (*Saccharomyces cerevisiae*): а - одноклеточный мицелий; б - почкование; в - сумка с аскоспорами

Дать морфологическую характеристику дрожжей, используя план описания грибов.

При большом увеличении микроскопа на приготовленном микропрепарате рассмотреть почкование дрожжей (рис. 12.12, б).

Схематично зарисовать процесс почкования дрожжей.

Изучить половой процесс у дрожжей (хологамия) и схематично зарисовать его.

План описания грибов

А. Описание мицелия и его биологическая характеристика.

1. Внешний вид гриба: плесень (указать какого цвета), налет, слизистая масса, шляпочный гриб, рожок-склероций.

2. Тип питания: гетеротрофный (сапрофит, паразит).

3. Строение мицелия: мицелий неклеточный многоядерный, мицелий многоклеточный, мицелий одноклеточный одноядерный, почкующийся.

Б. Размножение гриба.

1. Вегетативное: частями мицелия, почкованием.

2. Бесполое: спорангиоспорами, конидиоспорами (форма, цвет и расположение спор).

3. Половое: образование зиготы, образование сумок с аскоспорами, образование базидий с базидиоспорами.

За. Тип плодового тела: клейстотеций, перитеций, апотеций.

## ЛИТЕРАТУРА

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 119-144.

### Тема 13. ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ. СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ

#### Цели занятия

- Выявлять по диагностическим признакам представителей отдела моховидные.
- Уметь:
  - проводить систематическое определение моховидных;
  - распознавать ценные в лекарственном отношении виды мхов.
- Знать:
  - морфолого-анатомическую характеристику моховидных;
  - систематическое положение мхов;
  - схемы циклов развития моховидных.

#### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Моховидные - самая примитивная группа высших растений. Это споровые наземные растения, живущие в условиях избыточного увлажнения. Большинство моховидных имеют стебли и листья. Наиболее примитивные формы не имеют дифференциации вегетативного тела на органы. Вегетативное тело такого мха представлено единым образованием - талломом, или слоевищем.

По строению вегетативного тела отдел моховидные делят на три класса: печеночники - *Hepaticopsida*, антоцеротовые - *Antocerotopsida*, листостебельные, или настоящие мхи - *Bryopsida* (*Musci*). Наиболее распространены печеночные и листостебельные мхи.

Мхи, у которых нет расчленения вегетативного тела на органы, т.е. их тело представлено слоевищем, относятся к печеночникам. Те мхи, у которых имеется разделение вегетативного тела на органы (стебель, листья), относятся к настоящим, или листостебельным, мхам.

Корни у моховидных отсутствуют, их функцию выполняют ризоиды - выросты клеток эпидермы стебля. Ризоиды печеночных мхов - одноклеточные, а листостебельных - многоклеточные.

Мхи имеют многоклеточное строение, но более примитивное по сравнению с другими высшими растениями. У них можно различить покровную ткань - эпидерму, хлорофиллоносную паренхиму, примитивные проводящие элементы. Сосудисто-волокнистые пучки отсутствуют. Только у наиболее высокоорганизованных листостебельных мхов (например, кукушкин лен обыкновенный - *Polytrichum commune*) наблюдается появление проводящих элементов (клетки гидроциты), напоминающих трахеиды и клетки, подобные ситовидным.

В цикле развития мхов наблюдается смена полового и бесполого поколений - гаметофита ( $n$ ) и спорофита ( $2n$ ). Зеленые растения представляют собой половое поколение. Бесполому споровому размножению предшествует половой процесс.

Половые органы моховидных - многоклеточные образования. Большинство мхов - растения двудомные, т.е. на одном растении развиваются только женские органы - архегонии, на других - только мужские - антеридии. В архегониях развивается женская гамета - яйцеклетка, а в антеридиях - мужские гаметы - сперматозоиды.

Архегонии располагаются у листостебельных мхов среди зеленых листьев на верхушке главного стебля либо на боковых веточках. У печеночников они находятся на

особых подставках, имеющих форму многолучевой звезды. Расположены архегонии с нижней стороны луча шейкой вниз. Архегоний имеет форму бутылочки или колбочки с однослойной многослойной стенкой. Расширенная часть архегония - брюшко, а узкая часть - шейка. В брюшке находится яйцеклетка. Над яйцеклеткой расположена брюшная канальцевая клетка, а в шейке - шейковые канальцевые клетки. К моменту созревания яйцеклетки все канальцевые клетки ослизняются, и образуется шейковый канал, заполненный слизью. Он ведет к яйцеклетке. По этой слизи сперматозоид проникает в брюшко архегония и сливается с яйцеклеткой.

Антеридий имеет форму удлиненного овального мешочка на короткой ножке. Их также можно найти на верхушке главного стебля или на боковых веточках среди листьев у листостебельных мхов. У печеночных мхов антеридии помещаются в антеридиальной полости, открывающиеся на верхней стороне особого рода подставок, имеющих форму зонтика. Стенка антеридия состоит из одного слоя клеток. Внутри антеридия развивается спермагенная ткань, из клеток которой образуются многочисленные сперматозоиды. Созревшие антеридии вскрываются, и сперматозоиды выходят наружу. Они снабжены жгутиками и двигаются в воде. Оплодотворение происходит только при наличии капельно-жидкостной среды.

После оплодотворения в брюшке архегония образуется зигота, в ядре которой находится удвоенное число хромосом (диплоидное). Из зиготы вырастает спорофит, который у моховидных называется спорогоном. Он состоит из коробочки, внутри которой находится спорангий, и ножки. Нижняя часть ножки утолщена и называется «гаустория» или «присоска». Внутри спорангия расположена спорогенная ткань, клетки которой делятся мейозом. В результате этого из одной материнской клетки возникают 4 споры (тетрада), в ядрах которых содержится гаплоидное число хромосом. При созревании споры высыпаются из спорангия, попадают на влажную землю и прорастают. Благодаря следующим друг за другом митотическим делениям формируется многоклеточная нить - протонема (предросток), внешне похожая на зеленую водоросль. Из почек на протонеме развивается взрослое растение, на котором образуются половые органы - архегонии и антеридии.

Таким образом, зеленое растение мха, выросшее из споры и несущее на себе половые органы с гаметами, является гаметофитом. Жизнь гаметофита начинается с прорастания споры. В ядрах всех клеток слоевища, стебля, листа, половых органов гамет содержится одинарный - гаплоидный - набор хромосом. После процесса оплодотворения происходит удвоение числа хромосом. С зиготы начинается свое существование спорофит (спорогон). В его клетках ядра содержат двойной (диплоидный) набор хромосом. Господствующим поколением в цикле развития моховидных является гаметофит. Спорофит же развит слабо, развивается на гаметофите и неотделим от него.

Класс печеночные мхи (печеночники) - *Hepaticopsida*

Представитель печеночников (рис. 13.1) - маршанция (*Marchantia polymorpha*) (названа в честь французского врача Николая Маршанта в 1738 г. его сыном, директором Парижского ботанического сада), относящаяся к порядку маршанциевых - *Marchantiales*. Она встречается в сыроватых лесах на глинистой или торфянистой почве, на бывших кострищах, по обочинам канав. Ее вегетативное тело не дифференцировано на органы и представлено дихотомически ветвящимся слоевищем длиной до 10-12 см. На верхней поверхности слоевища видна углубленная, дихотомически ветвящаяся бороздка - «жилка» и рисунок из ромбов. Каждое ромбическое поле соответствует находящейся под ним воздушной камере. Со дна камеры поднимаются четко видные столбики клеток, содержащих хлоропласты, - это клетки-ассимиляторы. На нижней стороне слоевища имеются многочисленные белые волоски - одноклеточные ризоиды. На верхней стороне слоевища расположены особые образования для вегетативного размножения - выводковые

корзиночки, в которых находятся выводковые почки. При их прорастании образуются новые растения маршанции - вегетативное размножение.

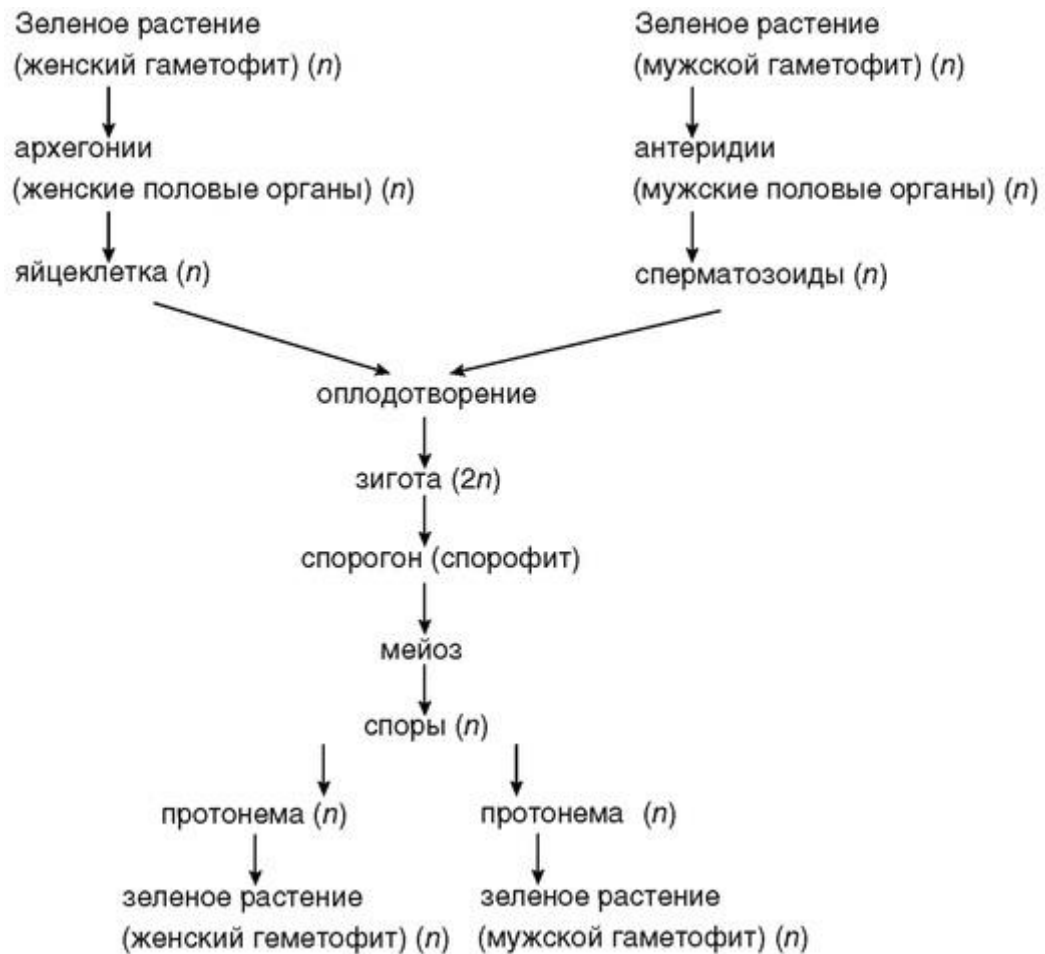


Рис. 13.1. Цикл развития моховидных

Класс листостебельные мхи - *Bryopsida (Musci)*

Растения этого класса характеризуются разделением вегетативного тела на стебли и листья. Надземные стебли могут быть ветвистыми и неветвистыми. При этом боковые ветки могут равномерно располагаться по всей длине главного стебля или могут быть сближены на верхушке главного стебля либо у некоторых мхов боковые ветви могут одновременно располагаться и вдоль главного стебля, и быть скученными наверху в виде головки.



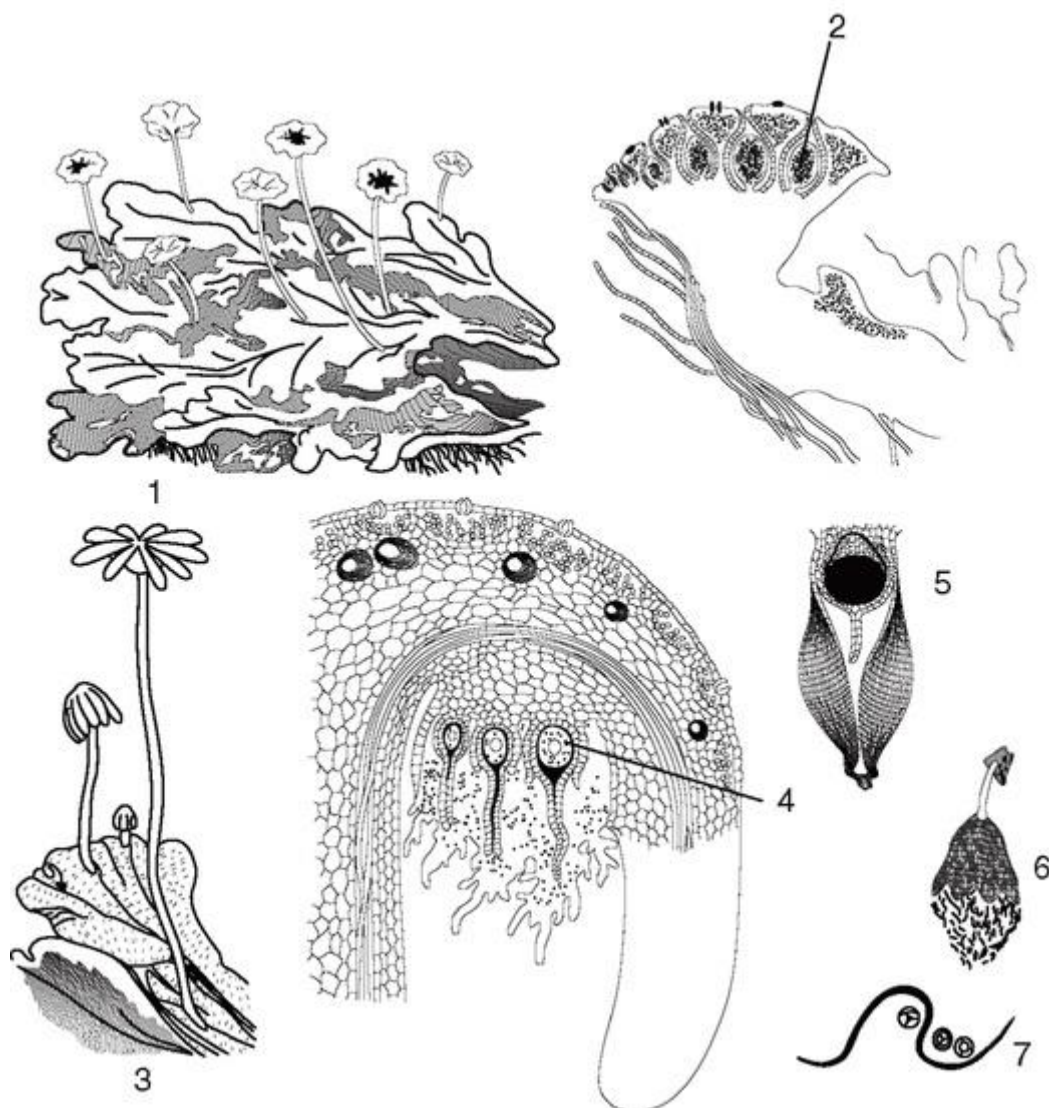


Рис. 13.1. Маршанция обыкновенная (*Marchantia polymorpha*): 1 - таллом с мужскими подставками; 2 - антеридии; 3 - таллом с женскими подставками; 4 - архегонии; 5 - молодой спорогон; 6 - взрослый спорогон со вскрывающейся коробочкой; 7 - споры и элатеры

В пределах класса листостебельные мхи выделяют два подкласса: подкласс белые мхи - *Sphagnniidae* (рис. 13.2) и подкласс бриевые (зеленые) мхи - *Bryidae* (рис. 13.3).

Листья белых, или сфагновых, мхов состоят из одного слоя клеток. Эти клетки двух типов. Одни клетки - узкие, длинные, слегка изогнутые, хлорофиллоносные. Они расположены вокруг гиалиновой клетки - крупной, ромбовидной, бесцветной, мертвой, водоносной.

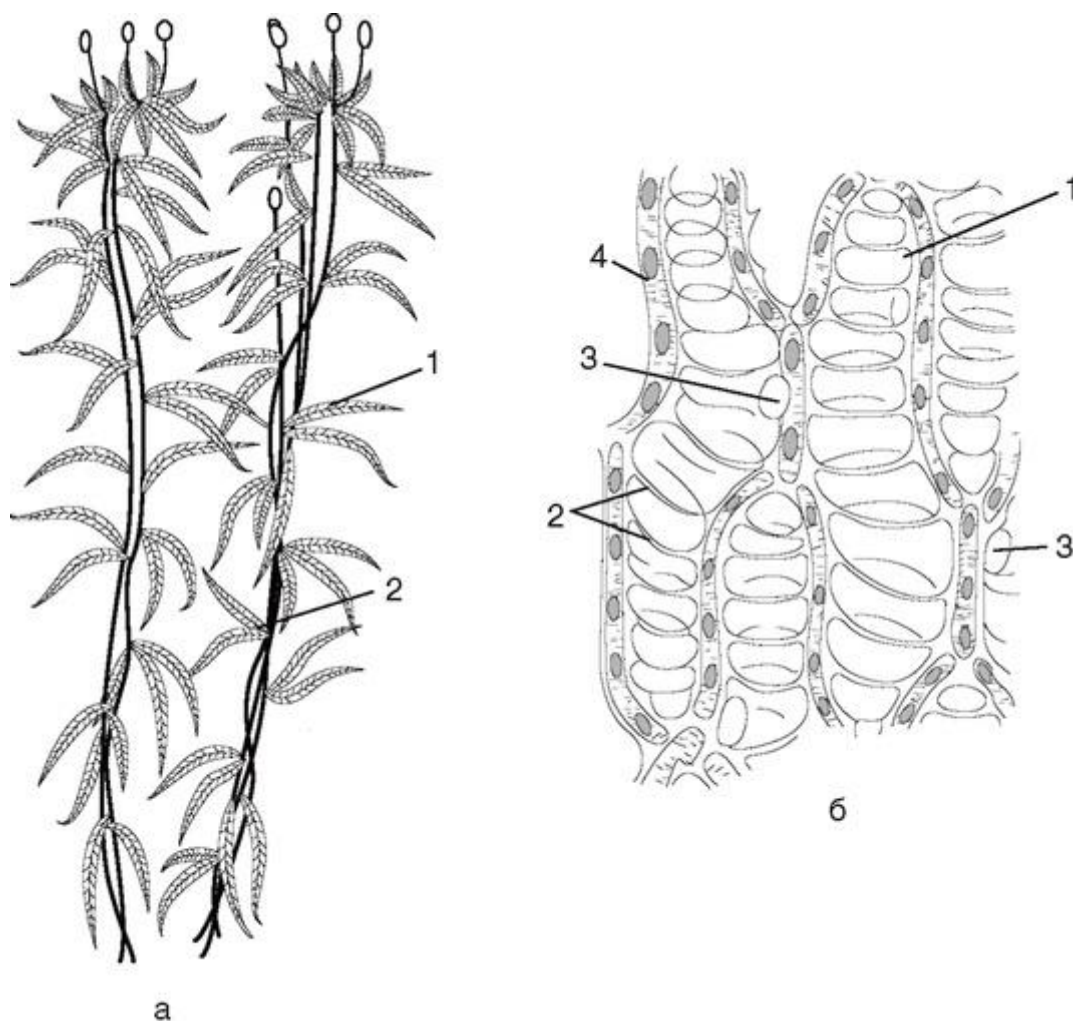


Рис. 13.2. Сфагнум (*Sphagnum*): а - внешний вид растения: 1 - боковая веточка с листьями; 2 - стебель; б - анатомическое строение листа (вид сверху): 1 - гиалиновая клетка; 2 - кольцевидное утолщение клеточной стенки; 3 - пора; 4 - хлорофиллоносная клетка

В этой клетке хорошо видны кольчатые утолщения клеточной стенки. Здесь также имеются поровые отверстия, через которые внутрь клетки поступает вода. Листья зеленых мхов могут быть многослойными или однослойными, состоящими из однородных хлорофиллоносных клеток.

Из всех моховидных наибольшее значение для фармации и медицины имеют сфагновые мхи, которые благодаря своей гигроскопичности и наличию антисептика сфагнола могут использоваться как перевязочный материал.

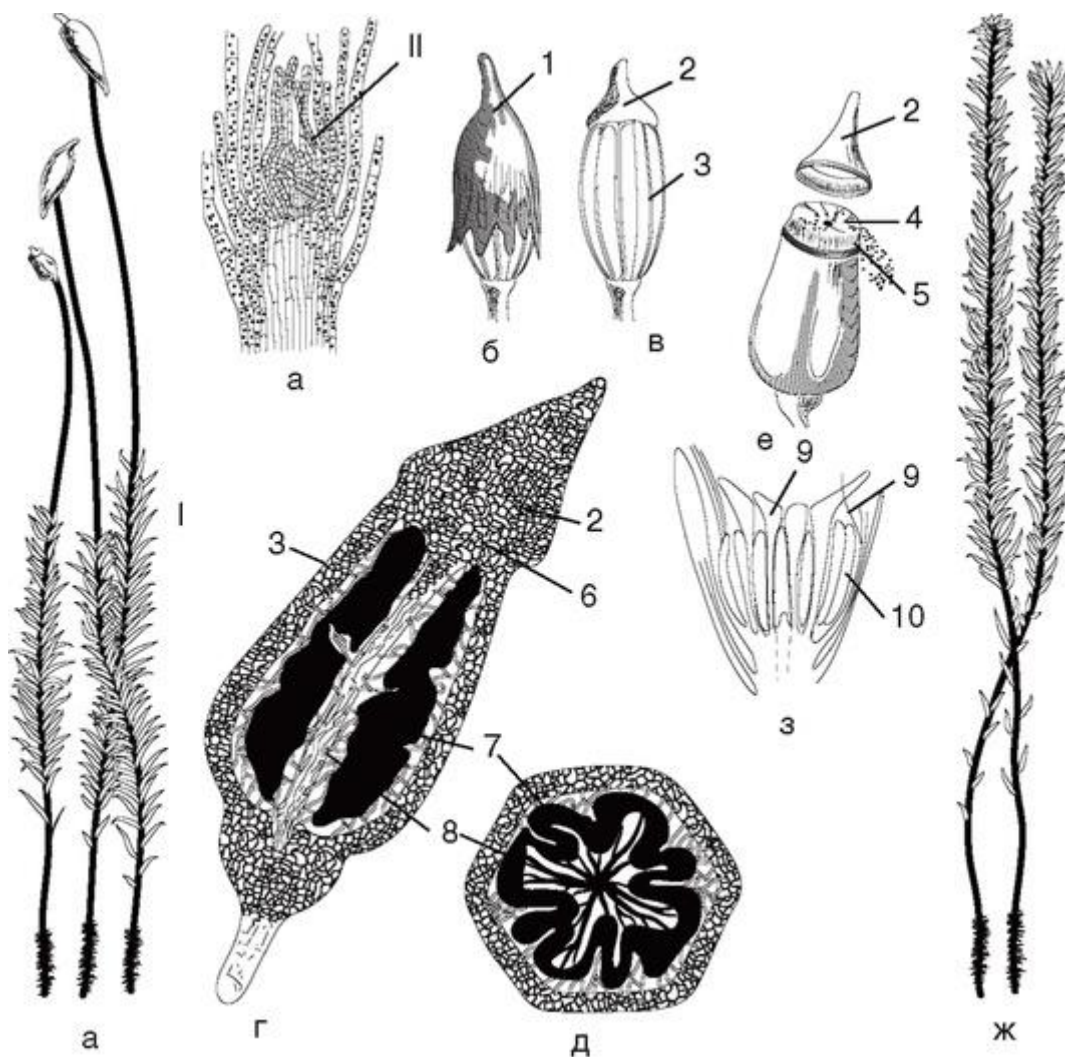


Рис. 13.3. Кукушкин лен (*Polytrichum commune*): а - внешний вид растения и верхушка женского гаметофита (I) с архегониями (II); б - коробочка с колпачком; в - внешний вид коробочки; г - продольный разрез коробочки; д - поперечный разрез коробочки; е - вскрытая коробочка; ж - мужской гаметофит; з - вершина мужского гаметофита с антеридиями и парафизами; 1 - колпачок; 2 - крышечка; 3 - урночка; 4 - эпифрагма; 5 - перистом; 6 - зачаточный перистом; 7 - спорангий; 8 - колонка; 9 - парафизы; 10 - антеридий

Вопросы для самостоятельной работы

1. Определите отличия споровых растений от представителей царства протоктисты - водорослей - по строению вегетативного тела и органов размножения.

2. Назовите основные классы отдела моховидные, определите их отличия.

3. Охарактеризуйте класс печеночники. Опишите цикл развития маршанции обыкновенной; строение и местонахождение половых органов.

4. Назовите подклассы, выделяемые в классе листостебельных мхов; перечислите их отличия.

5. Дайте характеристику подкласса сфагновых мхов. Опишите особенности строения вегетативного тела. Применение в медицине.

6. Охарактеризуйте подкласс бриевые (зеленые) мхи. Опишите особенности строения вегетативного тела. Представители. Значение в природе.

7. Опишите цикл развития кукушкиного льна.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: гербарий мхов - маршанция *Marchantia polymorpha*; кукушкин лен обыкновенный *Polytrichum commune*; сфагнум *Sphagnum sp.*; плеуроциум Шребера *Pleurozium Schreberi*; ритидиадельфус трехгранный *Rhytidiadelphus triquetrus*; климациум древовидный *Climacium dendroides*; фиксированный в спирте или живой материал, соответствующий гербарным образцам; готовые микропрепараты - архегонии кукушкина льна; антеридии кукушкина льна; продольный разрез через спорогоний кукушкина льна; продольный разрез через женскую подставку маршанции; продольный разрез через мужскую подставку маршанции.

Оборудование: микроскоп МБР-1; стекла лабораторные, предметные и покровные; чашки Петри; пипетки; препаровальные иглы; пинцеты; скальпели.

Задание 1. Определить систематическое положение предложенных представителей моховидных (после их морфологического описания)

Из индивидуальных наборов гербария последовательно взять представителей моховидных и провести морфологическое описание их вегетативных органов по предложенному плану. Вопросы 3 и 4 плана описания касаются только листостебельных мхов. Поэтому прежде чем ответить на вопросы 3 и 4, необходимо приготовить микропрепарат листа. Для этого с живых или фиксированных растений, соответствующих номеру гербарного образца, оторвать веточку с листочками, поместить на предметное стекло в каплю воды и накрыть покровным стеклом. Препарат рассмотреть сначала под малым увеличением микроскопа, а потом под большим.

План описания вегетативных органов

1. Дифференциация вегетативного тела:

- вегетативное тело не расчленено на органы, имеет вид слоевища;
- вегетативное тело расчленено на стебли и листья.

2. Ветвление слоевища или стебля:

- слоевище дихотомически разветвлено;
- стебель не ветвится;
- стебель ветвится только на верхушке;
- стебель ветвится по всей длине;
- стебель ветвится одновременно и по всей длине, и на верхушке; боковые веточки скучены в виде головки.

3. Форма листа:

- лист шиловидный (узкий и длинный);
- лист округлый (ширина почти равна длине);
- лист овальный (ширина вдвое меньше длины);
- лист яйцевидный (основание листа закручено, а верхушка несколько вытянута).

4. Анатомическое строение листа:

- лист многослойный, непросвечивающийся;
- лист состоит из одного слоя клеток, все клетки хлорофиллоносные;

— лист состоит из одного слоя клеток, клетки двух типов: хлорофиллоносные и гиалиновые.

На основании описания вегетативных органов определить систематическое положение предложенных растений по таблице для определения.

Ключ для определения представителей отдела моховидные

1. Вегетативное тело расчленено на стебли и листья.

Класс листостебельные мхи - *Bryopsida (Musci)*.....2

+ Вегетативное тело не расчленено на стебли и листья, имеет вид дихотомически разветвленного слоевища, 5-10 см длины и 1-2 см ширины, внешне напоминающее лист. На нижней стороне его имеются многочисленные ризоиды. На верхней стороне слоевища хорошо заметна ложбинка, идущая вдоль слоевища.

Класс печеночники - *Hepaticopsida*

Порядок маршанциевые - *Marchantiales*

Вид маршанция обыкновенная - *Marchantia polymorpha*

2. Стебли неветвистые прямые, листья линейно-шиловидные, зеленые, многослойные, непросвечивающиеся.

Подкласс зеленые мхи - *Bryidae* ..... 4

+ Стебли ветвистые. Листья состоят из одного слоя клеток.....3

3. Стебли очень мягкие, сильно ветвящиеся, наверху заканчиваются головкой густособранных коротких веточек. Лист состоит из двух типов клеток: узких хлорофиллоносных и широких, лишенных содержимого, - гиалиновых клеток, в которых видны кольчатые утолщения оболочки.

Подкласс белые, торфяные мхи - *Sphagniidae* Порядок сфагновые - *Sphagnales* Род сфагнум - *Sphagnum*

+ Лист состоит из однородных хлорофиллоносных клеток. Подкласс бриевые (зеленые) мхи - *Bryidae*..... 5

4. Стебли крупные, длиной от 5 до 40 см без опушения. Листья до 1 см длиной, отстоящие от стебля, по краю мелко остропильчатые.

Вид кукушкин лен обыкновенный - *Polytrichum commune*

+ Листья короткие, жесткие, цельнокрайние, только на верхушке с зубчиками, в сухом состоянии прижаты к стеблю. Стебли длиной 5-15 см с густым желтовато-белым опушением.

Вид кукушкин лен прямой - *Polytrichum strictum*

Стебель, равномерно ветвящийся по всей длине. Все веточки с листьями ..... 6

+ Стебель ветвится только наверху в виде кроны деревца, в нижней части лишен листьев.

Вид климаций древовидный - *Climacium dendroides*

6. Верхние ветви заканчиваются пучком сильно растопыренных листьев в виде головки. Листья яйцевидные, горизонтально отстоящие или согнутые книзу.

Вид ритидиладельфус трехгранный - *Rhytidiadelphus triquetrus*

+ Концы ветвей гладкие, имеют вид утонченной кисточки, листья блестящие. Стебли просвечивают красным цветом.

### Вид плеуроциум Шребера - *Pleurozium Schreberi*

В рабочих тетрадах (альбомах) провести запись и зарисовку результатов описания и определения. В соответствующей систематическому положению данного растения графе зарисовать схематично внешний вид растения и сделать соответствующие обозначения (таллом, ризоиды, стебли, листья). Для листостебельных мхов зарисовать клетки листа, сделав соответствующие обозначения к рисунку (хлорофиллоносные клетки, гиалиновые клетки). В гиалиновых клетках отметить кольчатые утолщения клеточной оболочки и поры.

#### Задание 2. Изучить строение генеративных органов моховидных

Провести описание генеративных органов одного из предложенных преподавателем мхов по следующему плану.

##### План описания генеративных органов моховидных

###### 1. Местоположение антеридиев:

- находятся на особых подставках, имеющих вид зонтика;
- находятся на верхушке стебля среди листьев.

2. Строение антеридии (готовый препарат «антеридии маршанции» или «антеридии кукушкина льна»). Найти и зарисовать многоклеточную однорядную стенку и спермагенную ткань.

###### 3. Местоположение архегониев:

- находятся на особых подставках, имеющих вид многолучевой звезды;
- находятся на верхушке стебля среди зеленых листьев.

4. Строение архегония (см. препарат «архегонии маршанции» или «архегонии кукушкина льна»). Найти и зарисовать: многоклеточную однорядную стенку, брюшко, шейку, яйцеклетку.

5. Строение спорогона (см. готовый препарат). Найти и зарисовать колпачок, крышечку, урночку, апофизу, колонку, спорангий.

#### ЛИТЕРАТУРА

*Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г.* Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 152-158.

*Яковлев Т.П., Челомбитько В.А.* Ботаника: учебник. - СПб.: Спец. лит., СПХФА, 2003. - С. 308-319.

### **Тема 14. ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ. СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ. ОТДЕЛЫ ПЛАУНОВИДНЫЕ, ХВОЩЕВИДНЫЕ И ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ**

#### Цели занятия

- Научиться определять представителей отделов: плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные.
- Уметь:
  - проводить морфологическое описание вегетативных органов растения;
  - выявлять структурные особенности бесполого и полового поколений в цикле их развития;

— определять предложенные виды плаунов, хвощей и папоротников по гербарным образцам;

— зарисовывать в альбоме вегетативные органы растений, спороносные колоски и споры.

• Знать:

— отличительные признаки высших растений от низших;

— строение спорофита и гаметофита плаунов, хвощей и папоротников;

— циклы развития плауновидных, хвощевидных и папоротниковидных;

— ценные в лекарственном отношении виды плауновидных, хвощевидных и папоротниковидных.

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Растения, относящиеся к отделам плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные, размножаются спорами, поэтому их называют «высшие споровые растения». В их цикле развития происходит чередование поколений: гаметофита (nc) и спорофита (2nc). Господствующим поколением является спорофит - бесполое поколение. Спорофит представлен зеленым растением, выросшим из зиготы, у которого хорошо выражена дифференциация вегетативного тела на органы: стебель, листья и корни. Гаметофит образован очень маленьким растеньицем, выросшим из споры, и представляет собой заросток - слоевище с ризоидами. В одних систематических группах заросток может быть обоеполым с антеридиями и архегониями, в других - раздельнополым.

### Отдел плауновидные (*Lycopodiophyta*)

Самая древняя ветвь высших споровых растений. Наибольшего развития представители этого отдела достигли в каменноугольном периоде. Это были крупные деревья, которые впоследствии образовали мощный пласт каменного угля. Современные представители отдела плауновидные являются травянистыми многолетними растениями с хорошо развитыми стеблями, листьями и корнями (рис. 14.1). Стебли стелятся по земле и дихотомически ветвятся. В поперечном сечении они могут быть округлыми или сплюснутыми. Листья - мелкие, зеленые, яйцевидно-удлиненные, продолговатые или чешуевидные.

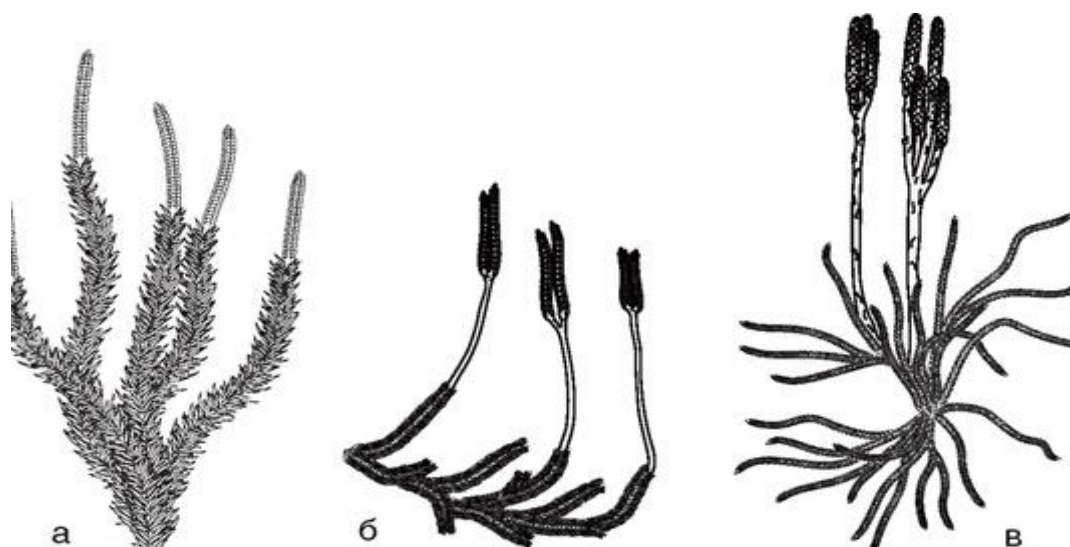


Рис. 14.1. Виды плаунов, встречающиеся в Московской области: а - плаун годичный (*Lycopodium annotinum*); б - плаун булабовидный (*Lycopodium clavatum*); в - плаун сплюснутый (*Lycopodium complanatum*)

Размножаются плауновидные вегетативно и спорами. Споры ( $nc$ ) образуются в результате мейоза в спорангиях, которые находятся в пазухах бледно-желтых листьев спорофиллов. Спорофиллы со спорангиями у большинства плауновидных собраны в спороносные колоски. У некоторых видов спороносные колоски не образуются, и спорангии в этом случае находятся в пазухах зеленых листьев (плаун баранец). Споры, высыпавшиеся на землю из спорангия, прорастают в многочисленные заростки. Заростки представляют собой небольшие, бурые, клубеньковой формы образования с антеридиями и архегониями. На заростке после оплодотворения из зиготы развивается зародыш, который в дальнейшем превращается во взрослое растение.

Отдел плауновидные подразделяется на два класса: равноспоровые плауновые (*Lycopodiopsida*) и разноспоровые полушниковые (*Isoetopsida*).

В классе плауновые сохранился один порядок (*Lycopodiales*), имеющий одно семейство (*Lycopodiaceae*), представленное двумя родами. Наиболее распространен род плаун (*Lycopodium*), встречающийся от арктических областей до тропиков и насчитывающий около 200 видов. В качестве представителя, относящегося к этому роду, рассмотрим плаун булавовидный *L. clavatum* L. (рис. 14.2).

Плаун булавовидный произрастает в хвойных, чаще сосновых, лесах умеренного пояса Северного полушария. Он имеет стелющийся, дихотомически разветвленный стебель, от которого отходят придаточные корни. Стебель густо покрыт мелкими, зелеными, линейно-шиловидными, спирально расположенными листьями. Во второй половине лета у плауна булавовидного появляются спороносные колоски булавовидной формы, собранные по 2-3 на редко олиственных побегах. В центре колоска проходит ось, на которой по спирали расположены спорофиллы - споролистки. В отличие от зеленых листьев, спорофиллы намного мельче, широкояйцевидной формы с сильно вытянутой и заостренной верхушкой, желтого цвета. На верхней стороне каждого спорофилла на короткой ножке располагается спорангий почковидной формы. Снаружи он покрыт трехслойной оболочкой; внутри находится спорогенная ткань, из которой в результате мейоза формируются споры. Споры желтые, тетраэдрической формы. Снаружи они покрыты двумя оболочками: наружной - экзоспорием и внутренней - эндоспорием. Экзоспорий имеет сетчатый рисунок, который представляет собой наружное утолщение клеточной стенки. Эндоспорий - тонкий, под ним находится цитоплазма, ядро, пластиды и капли жирного масла.

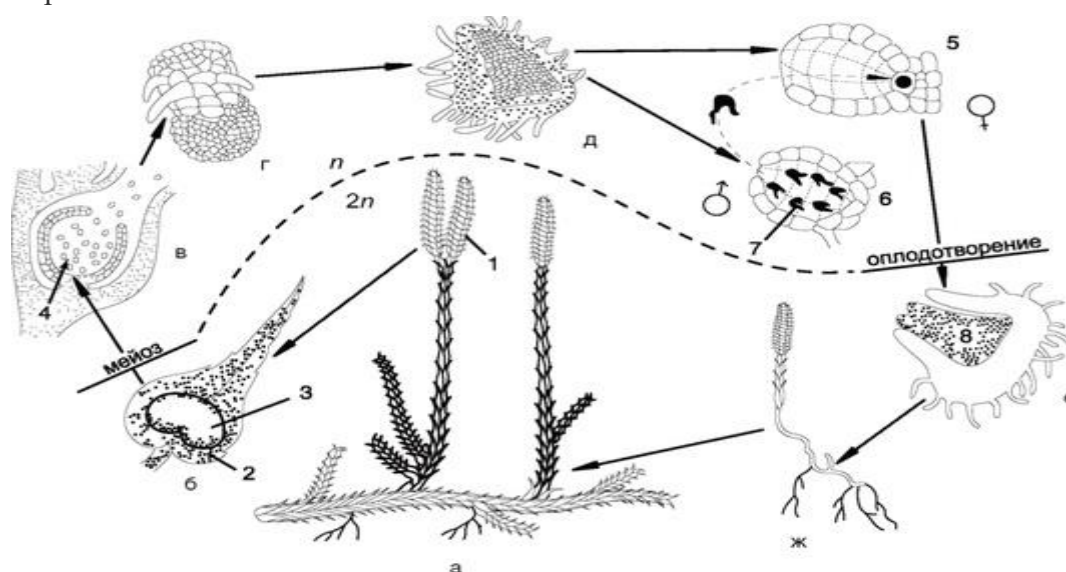


Рис. 14.2. Цикл развития плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum*): а - взрослый спорофит со спороносным колоском (1); б - споролистик (2) со спорангием (3) спороносного колоска; в - образование спор (4) в спорангии; г - прорастание спор в



заросток; д - обоеполюй заросток (гаметофит) с архгонями (5), антеридиями (6) со сперматозоидами (7); е - зародыш спорофита (8) на заростке; ж - молодой спорофит

Созревшие споры через поперечную трещину спорангия высыпаются на почву и через пять лет прорастают. Из проросшей споры образуется многоклеточный, бесхлорофилльный обоеполюй заросток клубеньковой формы (гаметофит). Снаружи заросток покрыт эпидермой; внутри - паренхимная ткань. Для роста и развития заросток вступает в симбиоз с гифами гриба (этот слой располагается с нижней стороны заростка под эпидермой). Растет он очень медленно - 12-17 лет. За это время на нем формируются органы полового размножения - архегонии и антеридии и происходит оплодотворение.

Антеридии (мужские половые органы) и архегонии (женские половые органы) формируются на верхней поверхности заростка. Форма антеридий грушевидная или округло-эллиптическая. Они целиком погружены в ткань заростка, и в них образуются многочисленные двужгутиковые сперматозоиды. Архегонии в виде круглодонной колбы состоят из расширенной части - «брюшка» и суженной - «шейки». Они погружены в ткань заростка только «брюшком»; «шейка» возвышается над поверхностью. В «брюшке» архегония развивается яйцеклетка. После оплодотворения в капельно-жидкой среде из зиготы формируется зародыш, который в дальнейшем вырастает во взрослое растение. Взрослое растение плауна является спорофитом и представляет собой бесполое поколение (см. рис. 14.2).

Таким образом, в цикле развития плауновидных наблюдаются чередование поколений (бесполого и полового) и смена ядерных фаз. Из зиготы (путем деления митозом) формируется спорофит, а из споры вырастает заросток - гаметофит.

Применение: в медицинской практике раньше использовались споры плауна булавовидного в качестве детской присыпки, а также для обсыпки пилюль.

#### Отдел хвощевидные (*Equisetophyta*)

Ныне живущие представители отдела относятся к единственному классу хвощевые (*Equisetopsida*), который представлен одним порядком хвощевые (*Equisetales*), состоящим из одного семейства хвощевые (*Equisetaceae*) и одного рода (*Equisetum*). В умеренном поясе насчитывается 12 видов хвощей. Все они являются многолетними травянистыми растениями, произрастающими в условиях избыточного увлажнения лесов, полей, лугов и болот (рис. 14.3).

Вегетативное тело представлено органами: корнями, стеблями и чешуевидными листьями. Подземные побеги хвощей - корневища с придаточными корнями. У некоторых видов (хвоща полевого) корневища ветвятся, а боковые ветви могут сильно разрастаться с образованием клубеньков, богатых запасным крахмалом. Надземные побеги зеленые фотосинтезирующие, неветвистые или ветвятся до второго, третьего и т. д. порядков. Степень ветвления побега является одним из диагностических признаков при определении видов хвощей.

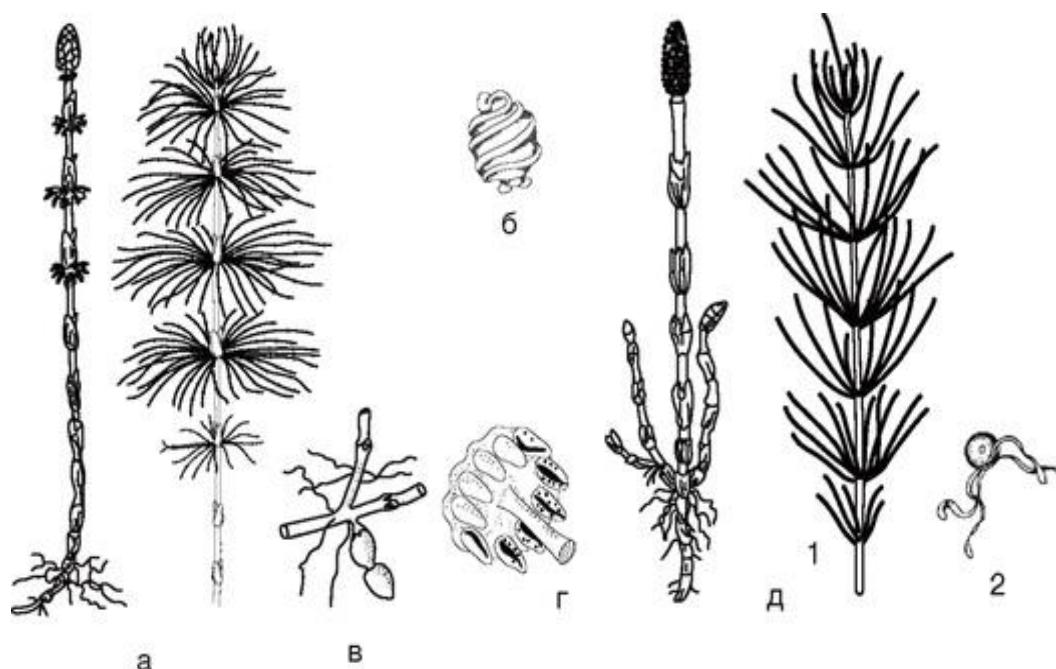


Рис. 14.3. Виды хвощей, произрастающие в Московской области: а - хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum*); б - клубеньки на корневище; в - споры; г - спорангиофор со спорангиями; д - хвощ полевой (*E. arvense*), спороносный (1) и вегетативный (2) побеги

Листья хвощей редуцированы до чешуй (бесцветных, бурых или других оттенков), расположенных мутовчато на стеблях (несколько листьев на одном узле). Редуцированные листья срастаются между собой в листовое влагалище, которое охватывает основание междоузлия. Число сросшихся листьев можно определить по числу зубчиков в верхней части листового влагалища.

Размножаются хвощевидные вегетативно (корневищами) и спорами. Споры образуются внутри спорангия в результате мейотического деления. Спорангии формируются группами на нижней стороне спорофиллов (споролистиков), которые имеют форму шестигранных щитков (рис. 14.4, в). Из споролистиков состоят спороносные колоски. У хвоща полевого спороносные колоски располагаются на концах неветвящихся «весенних» спороносных побегов бурого цвета. После созревания спор и высыпания их из спорангиев побеги засыхают. В июне - начале июля из почек подземного корневища развиваются «летние» вегетативные ветвящиеся зеленые побеги (рис. 14.4, а). У других хвощей (хвощ луговой, хвощ лесной) спороносные колоски расположены на главном стебле разветвленного зеленого побега; дифференциации надземных побегов на «весенние» и «летние» у этих видов не наблюдается.

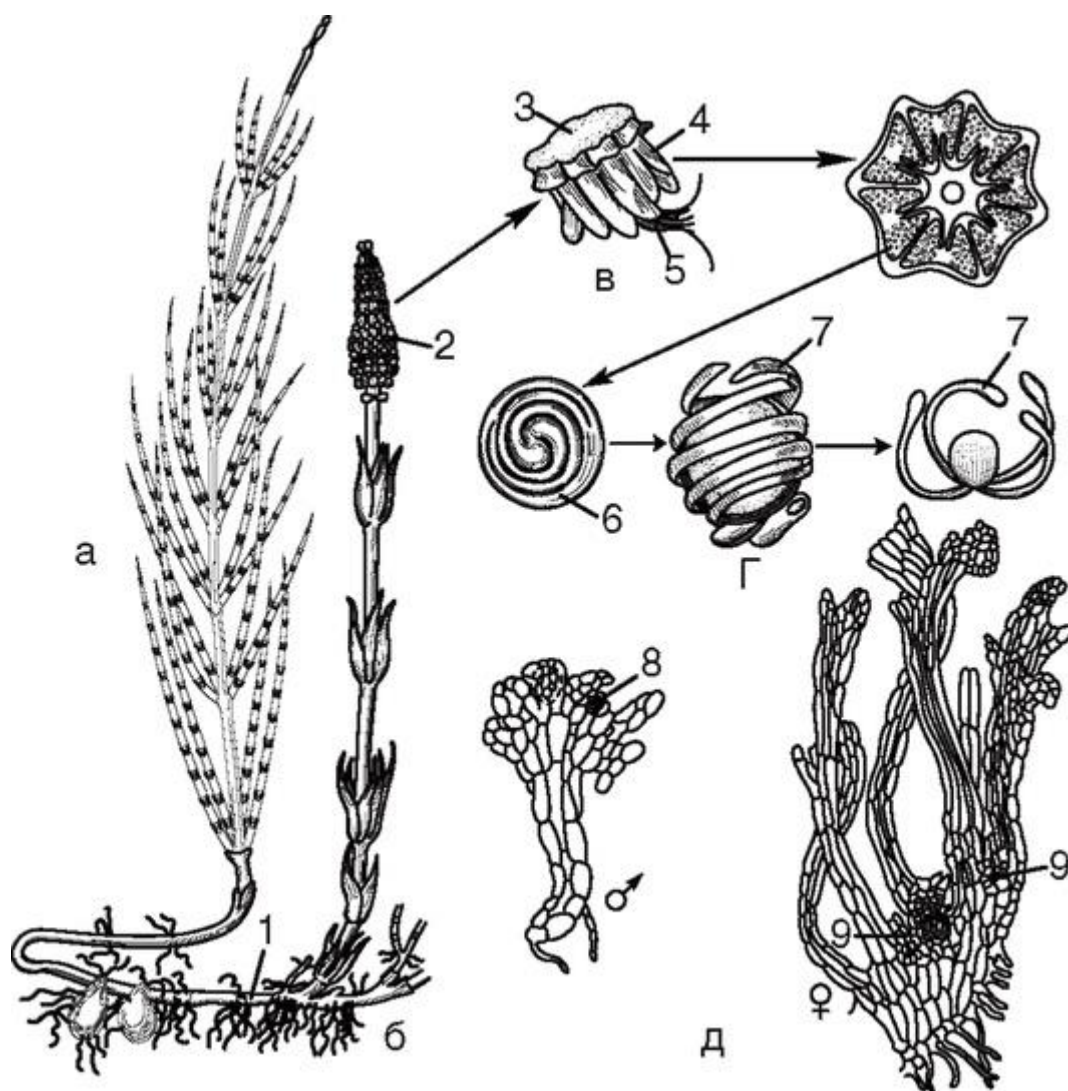


Рис. 14.4. Жизненный цикл хвоща полевого (*E. arvense*): а - вегетативный побег; б - спороносный побег; в - спорангиофор со спорангиями (внешний вид и поперечный разрез); г - спора; д - гаметофиты (мужской и женский); 1 - корневище; 2 - спороносный колосок; 3 - щиток; 4 - спорангий; 5 - ножка; 6 - периспорий; 7 - элатеры; 8 - антеридий; 9 - архегоний

В отличие от плаунов, споры хвощей покрыты не двумя, а тремя оболочками: внутренней - эндоспорием (интиной), средней - экзоспорием (экзиной) и наружной - эписпорием (перинией). Эписпорий состоит из четырех спирально закрученных лент - элатер - с ложковидными расширениями на концах. В сырую погоду элатеры закручены вокруг споры, а в сухую раскручиваются, и споры с их помощью сцепляются друг с другом (рис. 14.4, г).

Зрелые споры группами высыпаются из спорангия и, попав на влажную почву, прорастают в заростки - гаметофиты (половое поколение). Они представляют собой раздельнополые, дихотомически ветвящиеся, зеленые многоклеточные листовидные пластинки длиной 0,1-1 см, прикрепляющиеся к почве с помощью ризоидов. На более крупных заростках формируются архегонии (женские заростки); на мелких - антеридии (мужские заростки) (рис. 14.4, д). В архегонии образуется одна крупная яйцеклетка; в антеридии - многочисленные сперматозоиды. В результате полового процесса (слияние сперматозоида с яйцеклеткой) формируется диплоидная зигота, из которой вырастает зародыш ( $2n2c$ ). Зародыш состоит из стебелька, двух-трех листочков и корешка, впоследствии из него развивается взрослое растение - спорофит (бесполое поколение).

Применение: в медицине используются надземные ассимилирующие «летние» побеги (трава) хвоща полевого в виде отвара в качестве мочегонного и кровоостанавливающего средства. Используют отвар небольшими дозами (столовыми ложками), так как клетки эпидермы побегов пропитаны кремнеземом, который может повреждать клетки почек и печени. Вследствие содержания сапонинов и алкалоидов хвощи могут вызвать отравление.

#### Отдел папоротниковидные (*Polypodiophyta*)

Класс Полиподиопсиды (*Polypodiopsida*) содержит наибольшее число видов, среди них отмечаются равноспоровые и разноспоровые формы. Большинство наших видов принадлежит к равноспоровым полиподиодам (порядок *Polypodiales*): щитовники (*Dryopteris*) 25 видов, кочедыжники (*Athyrium*) 12 видов, орляк (*Pteridium aquilinum*), страусник и др. Основные отличительные признаки папоротниковидных - крупнолистность (макрофилия) спорофита; расположение спорангиев группами на нижней стороне листьев в виде сорусов; преобладание листостебельного спорофита (бесполое поколение) над временно образующимся гаметофитом - заростком (половое поколение).

«Листья» папоротников называются вайями, они представляют собой уплощенные побеги - кладодии. Как и укороченный стебель, они нарастают своей верхушкой. Вайи могут быть: цельными, перисторассеченными, дважды или трижды перисторассеченными (рис. 14.5, а). При определении степени изрезанности вайи необходимо обращать внимание на более широкую ее часть. У одних папоротников вайи расчленены только до долей второго порядка (щитовник мужской), у других - до долей третьего порядка (кочедыжник женский, щитовник игольчатый).

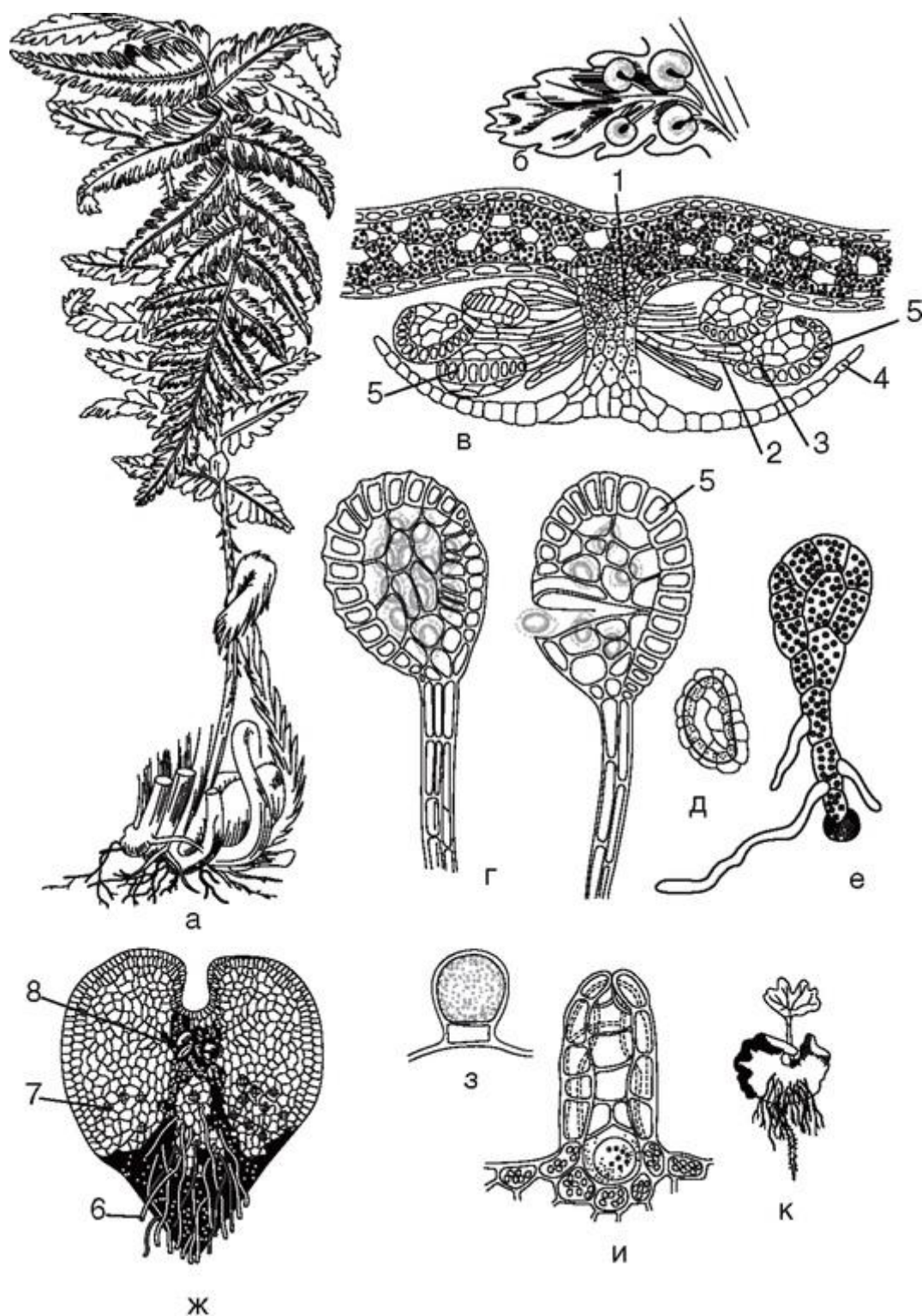


Рис. 14.5. Щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*): а - спорофит; б - часть вайи с сорусами; в - поперечный срез через сорус; г - спорангий; д - спора; е - молодой гаметофит; ж - зрелый гаметофит (заросток); з - антеридий; и - архегоний; к - молодой спорофит; 1 - плацента; 2 - ножка спорангия; 3 - спорангий; 4 - индузий (покрывальце соруса); 5 - кольцо утолщения; 6 - ризоиды; 7 - антеридии; 8 - архегонии

В очертании вайи могут быть овальными - нижние доли первого порядка короче средних долей первого порядка (щитовник мужской, кочедыжник женский) или треугольными - нижние доли первого порядка длиннее средних долей первого порядка (щитовник игольчатый).

Бесполое размножение папоротников осуществляется спорами, которые образуются в спорангиях. Спорангии располагаются на нижней стороне вайи и собраны в сорусы (рис. 14.5, в). У многих папоротников сорусы прикрыты тонкой бесцветной чешуйкой - покрывальцем, или индузием. Спорангии располагаются на длинных ножках, которые прикрепляются к выступу вайи - плаценте. Форма спорангия чечевицеобразная. Снаружи спорангий покрыт однослойным многоклеточным покровом, состоящим из клеток двух типов: неравномерно утолщенных в виде подков, полукольцом опоясывающих спорангий (кольцо), и тонкостенных (устье) (рис. 14.5, г).

Внутри спорангия в процессе редукционного деления материнских клеток происходит образование спор. Каждая спора покрыта двумя оболочками: внутренней - эндоспорием и наружной - экзоспорием.

Высыпавшиеся из спорангия споры попадают на влажную почву и прорастают. В результате образуется маленькое, до 1 см диаметром, зеленое образование - заросток. Он имеет форму сердцевидной пластинки. К почве прикрепляется с помощью ризоидов, расположенных на нижней (обращенной к почве) стороне заростка. Архегонии формируются около выемки заростка, в ткань которого погружены их брюшки. Антеридии образуются на поверхности заростка ближе к ризоидам. В брюшке архегония образуется одна яйцеклетка, в антеридиях - многожгутиковые сперматозоиды (рис. 14.5, ж).

Таким образом, заросток папоротника, в отличие от заростка хвощей, является обоеполым. После процесса оплодотворения из образовавшейся зиготы развивается молодой спорофит (зародыш), который в дальнейшем развивается во взрослое растение.

Применение: в медицинской практике используется корневище с придаточными корнями (отвар) щитовника мужского в качестве антигельминтного средства. Молодые побеги орляка в некоторых странах употребляются в пищу.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Нарисуйте схему цикла развития плауновидных, хвощевидных и папоротниковидных.
2. Опишите морфологические особенности вегетативных органов представителей отделов: плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные.
3. Перечислите различия в строении гаметофитов у плауновидных, хвощевидных и папоротниковидных.
4. Опишите различия в строении спороносных колосков хвощей и плаунов.
5. Использование представителей отделов плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные в медицине. Их значение в природе.

### Литература

Барбанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 158-167.

### РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: гербарий - плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum* L.), плаун годичный (*Lycopodium annotinum* L.), плаун сплюснутый (*Lycopodium complanatum* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), хвощ луговой (*Equisetum pratense* Ehrh.), хвощ лесной (*Equisetum sylvaticum* L.), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* L.), щитовник шартрский (*Dryopteris carthusiana*), кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina* L.), орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* L.); готовые микропрепараты - продольный разрез через спороносный колосок плауна, продольный разрез через спороносный колосок хвоща, поперечный срез вайи папоротника мужского (щитовника

мужского) с сорусом, заросток папоротника; споры - плауна булавовидного (ликоподий); хвоща полевого.

Оборудование: микроскопы, предметные стекла, покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели.

Задание 1. Определить представителей отделов плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные

Пользуясь ключом-определителем, из предложенного набора гербария выявить представителей отделов плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные.

Ключ-определитель для определения крупных систематических групп побеговых архегониат по морфологическим признакам

Задание 2. Определить систематическое положение представителей отдела плауновидные

1. Провести морфологическое описание вегетативных и генеративных органов представителей отдела плауновидные по следующему плану:

- дифференциация вегетативного тела на органы;
- тип ветвления побега;
- величина и форма листьев (линейно-шиловидные, чешуевидные);
- форма стебля на поперечном сечении (округлая - побеги радиальные, сплюснутая - побеги уплощенные);
- расположение спороносных колосков (число колосков на спороносном побеге); степень густоты листьев на спороносном побеге;
- строение спороносного колоска (см. готовый микропрепарат);
- форма спор (рассмотреть на приготовленном временном микропрепарате).

2. Определить видовое название описанного плауна, пользуясь ключом-определителем.

3. Зарисовать в альбоме: внешний вид плауна (схематично); продольный срез через спороносный колосок, отметив: ось колоска; спорофиллы, спорангии; спору; заросток (см. рис. 14.2).

Ключ-определитель для представителей отдела плауновидные - *Lycopodiophyta*

1. Листья линейно-шиловидные, расположены вокруг стебля. Побеги радиальные  
+ Листья чешуевидные, прижатые к стеблю. Побеги сплюснутые. Спороносные колоски расположены по 2-6 на общем стебле .

Плаун сплюснутый

Растет на сухих почвах в светлых сосновых лесах.

2. Листья линейно-шиловидные, прижатые к стеблю. Спороносные колоски расположены на мало олиственном побеге по 2-3 .

Плаун булавовидный

Растет в хвойных и смешанных лесах на почвах средней влажности.

+ Листья немного крупнее, линейно-ланцетные, шиловиднозаостренные, с мелкими зубринками, отстоящие от стебля. Спороносные колоски расположены по 1 на густо олиственном побеге.....

Плаун годичный

Растет в тех же условиях, что и плаун булавовидный.

Задание 3. Определить систематическое положение представителей отдела хвощевидные

Провести морфологическое описание вегетативных и генеративных органов представителей отдела хвощевидные по следующему плану:

- дифференциация на вегетативные органы;
- форма и цвет стебля;
- форма, цвет и расположение листьев на стебле (очередное, супротивное, мутовчатое);
- число и цвет сросшихся листьев на главном и боковых побегах (определяется по числу зубчиков);
- степень ветвления побега (только до первого порядка или до второго, третьего и т. д. порядков);
- расположение спороносных колосков (на вегетативном побеге или на специализированных спороносных побегах);
- особенности строения спор (приготовить микропрепарат). Определить видовое название описанного хвоща, используя ключ-определитель.

Зарисовать схематично: внешний вид хвоща (весенний и летний побеги); продольный срез через спороносный колосок, отметив: ось колоска; спорофиллы, спорангии; спору; заростки (см. рис. 14.4).

Ключ-определитель для представителей отдела Хвощевидные - *Equisetophyta*

1. Ветви первого порядка не ветвятся или слабо ветвятся.....2

+ Ветви первого порядка ветвятся, образуя ветви второго и третьего порядков. Ветви поникшие, тонкие. Листочки влагалища имеют 4-6 бурых, по краям перепончатых, широких зубцов. Спороносные колоски расположены на конце главного побега

Хвощ лесной

Встречается в лесах, на влажных почвах.

2. Листовые влагалища на главном побеге цилиндрические, с 10-20 черными с белой каймой зубчиками, на боковых побегах с 4-5 зубчиками. Боковые побеги приподняты кверху. Растение имеет два типа побегов: спороносный неветвящийся, заканчивающийся спороносным колоском, и вегетативные - ветвящиеся.....

Хвощ полевой

Растет как сорняк на полях, по канавам, на обрывах, вырубках; предпочитает плодородные влажные почвы.

+ Листовые влагалища на главном побеге с 10-15 узкими шиловидными зубцами с белой каймой, на боковых побегах с 3 зубцами. Боковые ветви расположены горизонтально или опущены вниз. Спороносные колоски расположены на конце главного побега Хвощ луговой

Растет обычно на лугах, опушках лесов, на почвах средней влажности.

Задание 4. Определить систематическое положение представителей отдела папоротниковидные

1. Провести морфологическое описание вегетативных и генеративных органов представителей, относящихся к отделу папоротниковидные по следующему плану:

- дифференциация тела на вегетативные органы;



- степень изрезанности «листа» (вайи): перисторассеченный, дважды или трижды перисторассеченный;
- форма и очертание «листа» (овальная, треугольно-яйцевидная и т. д.);
- сравнительная величина долей «листа» второго порядка - нижних и верхних;
- наличие или отсутствие бурых чешуй на черешке.

2. Определить видовое название описанного папоротника по ключу-определителю.

3. Изучить под микроскопом готовые микропрепараты: а) строение соруса папоротника (отметить вайю, плаценту, спорангий и споры); б) строение заростка (определить форму заростка, найти ризоиды, архегонии и антеридии).

4. Зарисовать схематично: внешний вид вайи; сорус на поперечном сечении, отметив на рисунке: вайю, плаценту, спорангий, индузий; заросток, отметив: тело заростка, ризоиды, архегонии и антеридии (см. рис. 14.5).

Ключ-определитель для представителей отдела Папоротниковидные - *Polypodiophyta*

1. Нижние доли листа первого порядка короче средних. Очертание вайи овальное. Нижние доли листа второго порядка равны верхним долям второго порядка

+ Нижние доли листа первого порядка длиннее или почти равны средним долям первого порядка. Вайя треугольно-яйцевидной формы, трижды перисторассеченная. Нижние доли вайи второго порядка заметно длиннее верхних долей второго порядка

Щитовник шартрский (игольчатый)

Растет в смешанных и хвойных лесах.

+ Вайя дважды перисторассеченная. Черешок вайи с многочисленными бурыми чешуйками. У вайи доли второго порядка широкие, наверху срезанные и с зубчиками

Щитовник мужской

Растет преимущественно в смешанных и хвойных лесах, в сырых и тенистых местах.

+ Вайя трижды перисторассеченная с длинным и тонким черешком без чешуек или с редкими буроватыми чешуйками. Доли второго порядка к вершине заострены, зубчатые, широко расставленные.

Кочедыжник женский

Растет в тех же местах, что и виды щитовника.

### Литература

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 150-163.

## Тема 15. ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ

### Цели занятия

- Научиться определять виды разных систематических групп голосеменных растений, а также ознакомиться с циклом их развития на примере сосны обыкновенной.
- Уметь:
  - проводить морфологическое описание вегетативных и генеративных органов голосеменных растений;
  - определять виды, относящиеся к разным систематическим группам голосеменных, используя ключ-определитель.
- Знать:
  - систематику представителей отдела голосеменных;
  - морфологические особенности представителей разных классов отдела голосеменных;
  - строение женской и мужской шишек;
  - строение семени голосеменных;
  - применение в медицине представителей изучаемого отдела;
  - жизненный цикл голосеменных на примере сосны обыкновенной.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Отдел сосновые или голосеменные (*Pinophyta* или *Gymnospermae*) представляет собой очень древнюю группу растений. Большинство представителей отдела - моноподиально нарастающие вечнозеленые растения, однако существуют и листопадные формы, например гинкго и лиственница. По анатомическому строению стебель близок к стеблям древесных покрытосеменных. У голосеменных нет сосудов, и вся древесина состоит из трахеид; проводящими элементами флоэмы являются ситовидные клетки без клеток-спутниц. Корневая система стержневая, корни с микоризой.

Голосеменные характеризуются наличием архегониев, а также микро- и мегаспор, что сближает их с разноспоровыми папоротниковидными, однако, в отличие от них, голосеменные являются семенными растениями. Один из наиболее важных признаков голосеменных - наличие семязачатков (семяпочек), располагающихся на семенных чешуях женских шишек. Семязачаток представляет собой мегаспорангий - нуцеллус, окруженный особым защитным покровом - интегументом. Из семязачатков после оплодотворения развиваются семена.

У голосеменных отчетливо наблюдается чередование бесполого и полового поколений (спорофита и гаметофита). Растение, развивающееся из семени, - спорофит; он доминирует в цикле развития. На нем образуются спорообразующие органы:

- микроспорангии (пыльцевые мешки), в которых формируются микроспоры;
- мегаспорангии, в которых развиваются мегаспоры.

Споры сосновых, в отличие от спор ранее рассмотренных групп растений, начинают прорастать внутри спорангия, в результате чего образуются соответственно мужской гаметофит - созревшая пыльца и женский гаметофит - эндосперм с архегониями, находящийся внутри семязачатка. Семя формируется после оплодотворения, которому предшествует опыление, т. е. перенос пыльцы из пыльцевого мешка на семязачаток. Семя представляет собой зародыш спорофита, окруженный эндоспермом и защищенный

семенной кожурой. Эндосперм богат запасными питательными веществами, особенно жирным маслом и белком.

Размножаются голосеменные семенами: вегетативное размножение отсутствует или очень слабое и нежизнеспособное. Отдел голосеменные включает 6 классов.

1. Семенные папоротники - *Leginopteridopsida*.

2. Саговники - *Cicadopsida*.

3. Беннеттитовые - *Bennettidopsida*.

4. Гнетовые - *Gnetopsida*.

5. Гинкговые - *Ginkgoopsida*.

6. Хвойные - *Pinopsida*.

Класс гнетовые - *Gnetopsida*

Включает три порядка: гнетовые - *Gnetales*; эфедровые - *Ephedrales*; вельвичиевые - *Velvitiales*.

Порядок Эфедровые (*Ephedrales*)

В составе порядка один род - *Ephedra*, насчитывающий около 40 видов. Это растения засушливых районов - пустынь, полупустынь. Небольшие деревья, но чаще ксероморфные кустарники и лианы, достигающие 5-8 м. Листья мелкие, чешуевидные, рано опадающие. При созревании семян наружный покров женской шишки часто одревесневает. Чешуевидные кроющие листья нередко становятся сочными и приобретают красную или желтую окраску, имитируя ягоды. Семя с двумя семядолями, имеет эндосперм. Важнейшие представители - эфедра двухколосковая *Ephedra distachia* и эфедра хвощевидная *Ephedra equisetina* - используются в качестве источников алкалоида эфедрина, употребляется как спазмолитическое средство при насморке.

Класс хвойные - *Pinopsida*

Подкласс хвойные (*Pinidae*)

На территории России встречаются представители трех семейств - сосновые (*Pinaceae*), кипарисовые (*Cupressaceae*) и тиссовые (*Taxaceae*). Некоторые из них, например сосны, ели, лиственницы, пихты, формируют обширные хвойные леса, иногда состоящие из одного или немногих видов.

Хвойные - вечнозеленые растения. Исключения составляют род лиственница (*Larix*). Продолжительность жизни одной хвоинки от 3-6 лет у сосны, до 8-9 лет у тиса и ели. Кора и сердцевина развиты слабо. Корневая система стержневая. У большинства хвойных в коре, древесине и листьях имеются схизогенные смоляные ходы, содержащие эфирное масло, смолы, бальзамы.

Семейство сосновые - *Pinaceae*

Крупнейшее семейство среди хвойных. Преимущественно деревья, реже кустарники. Наиболее распространены следующие роды.

- Пихта (*Abies*). Крупные деревья до 60-100 м высоты. Хвоинки обычно плоские, располагаются поодиночке. Важнейший вид - пихта сибирская *A. sibirica* используется как строительный и поделочный материал, для производства бумаги и получения борнеола и эфирного масла.

- Ель (*Picea*) - высокие деревья (до 60 м), с мутовчатым расположением ветвей. Хвоя четырехгранная, реже уплощенная, располагается поодиночке. Корневая система поверхностная.

Важнейший представитель - ель обыкновенная *P. abies*, используемая для получения скипидара.

- Сосна (*Pinus*) - крупноствольные светолюбивые деревья, достигающие высоты 50 м. Главный корень мощный, боковые развиваются горизонтально, в верхних слоях почвы. Хвоинки удлинённые, располагаются мутовками на укороченных побегах, количество их в мутовке является важным диагностическим признаком. Наиболее значимые виды - сосна обыкновенная *P. sylvestris* - в мутовке 2 хвоинки, используется как поделочный и строительный материал, для получения скипидара, эфирных масел, терпингидрата; отвар из почек используют как отхаркивающее и бактерицидное средство; настой хвои - как витаминное средство. Сосна сибирская *P. sibirica* - в мутовке 5 хвоинок, семена, называемые «кедровыми орешками», употребляют в пищу и для получения масла, из смолы получают скипидар и канифоль.

Семейство кипарисовые - *Cupressaceae*

Деревья и кустарники. Листья чешуевидные, реже игольчатые. Древесина без смоляных ходов. Смола накапливается в специальных клетках - идиобластах.

Основные роды

- Кипарис (*Cupressus*) - деревья с пирамидальной или раскидистой кроной. Листья чешуевидные, побеги плоские. Культивируется кипарис вечнозеленый *C. sempervirens*.

- Туя (*Thuja*) - кустарники и деревья. Листья чешуевидные, побеги плоские. Чешуи женских шишек кожистые. Используются как декоративные и в качестве источника древесины. Наиболее распространена туя западная *Th. occidentalis*.

- Можжевельник (*Juniperus*) - чешуи женских шишек мясистые, сочные, сростаются вместе, образуя шишкоягоду. Деревья от 4 до 12 м высоты или кустарники. Листья игольчатые или чешуевидные. Побеги содержат ядовитое масло сабиноль, используемое в медицине. Наиболее распространен можжевельник обыкновенный *J. communis*, хвоя игловидная, по три листа в мутовке, шишкоягоды используются в качестве мочегонного и бактерицидного средства.

Жизненный цикл сосновых на примере сосны обыкновенной

Спорофит представляет собой древесное растение до 50 м высоты, возраст которого может достигать 400 лет. Хорошо выражен главный ствол с отходящими от него боковыми ветвями. На стеблях развиваются бурые чешуевидные листья, в пазухах которых располагаются сильно укороченные побеги, несущие по 2 хвоинки. В мае у основания молодых побегов образуются серовато-желтые мужские шишки, собранные в группы («сошишия»). Каждая шишка состоит из оси и расположенных на ней чешуй (микроспорофиллов), на нижней стороне которых развиваются по 2 микроспорангия (пыльцевых мешка). В микроспорангии обособляются многочисленные материнские клетки (археспориальные). Они редукционно делятся, каждая из них формирует по 4 микроспоры (рис. 15.1).

Микроспора представляет собой одну клетку, покрытую двумя оболочками: внутренней (интиной) и наружной (экзиной), и несет два воздушных пузыря, возникающих за счет расхождения интины и экзины.

Мужской гаметофит формируется внутри микроспорангия в результате прорастания микроспоры. В результате деления ее ядра образуются два дочерних ядра, одно из них, делясь митозом, дает две проталлиальные клетки, которые в итоге разрушаются. Второе ядро дает начало мелкой антеридиальной клетке и крупной вегетативной клетке пыльцевой трубки (рис. 15.2). В таком состоянии мужские гаметофиты (пыльца) высыпаются из микроспорангиев и разносятся ветром. Дальнейшее их развитие происходит внутри семяпочек на женских шишках.

Женские шишки образуются на верхушках молодых побегов. Молодая шишка состоит из оси (стержня) и плотно прилегающих к ней чешуй двух типов: наружных кроющих - более крупных, тонких, темноокрашенных и внутренних семенных - развивающихся в пазухах кроющих, более мясистых, позднее сильно разрастающихся и одревесневающих (рис. 15.1).

У основания семенной чешуи на ее внутренней стороне расположены два беловатых семязачатка (семяпочки). Центральная часть семязачатка состоит из нуцеллуса (гомолога мегаспорангия) и интегумента, срастающегося с ним со всех сторон. Лишь в верхней части семени остается отверстие - пыльцевход (микропиле).

Внутри нуцеллуса обособляется одна археспориальная клетка, отличающаяся большей величиной и более густой цитоплазмой. Она митотически делится с образованием четырех клеток, из которых три отмирают, а одна несколько увеличивается в размерах и остается единственной мегаспорой внутри нуцеллуса. Мегаспора прорастает (делится митозом), образуя женский заросток (женский гаметофит), богатый питательными веществами, - эндосперм. В верхней его части, близ микропиле, через год формируются два архегония, в каждом из которых находится крупная яйцеклетка.

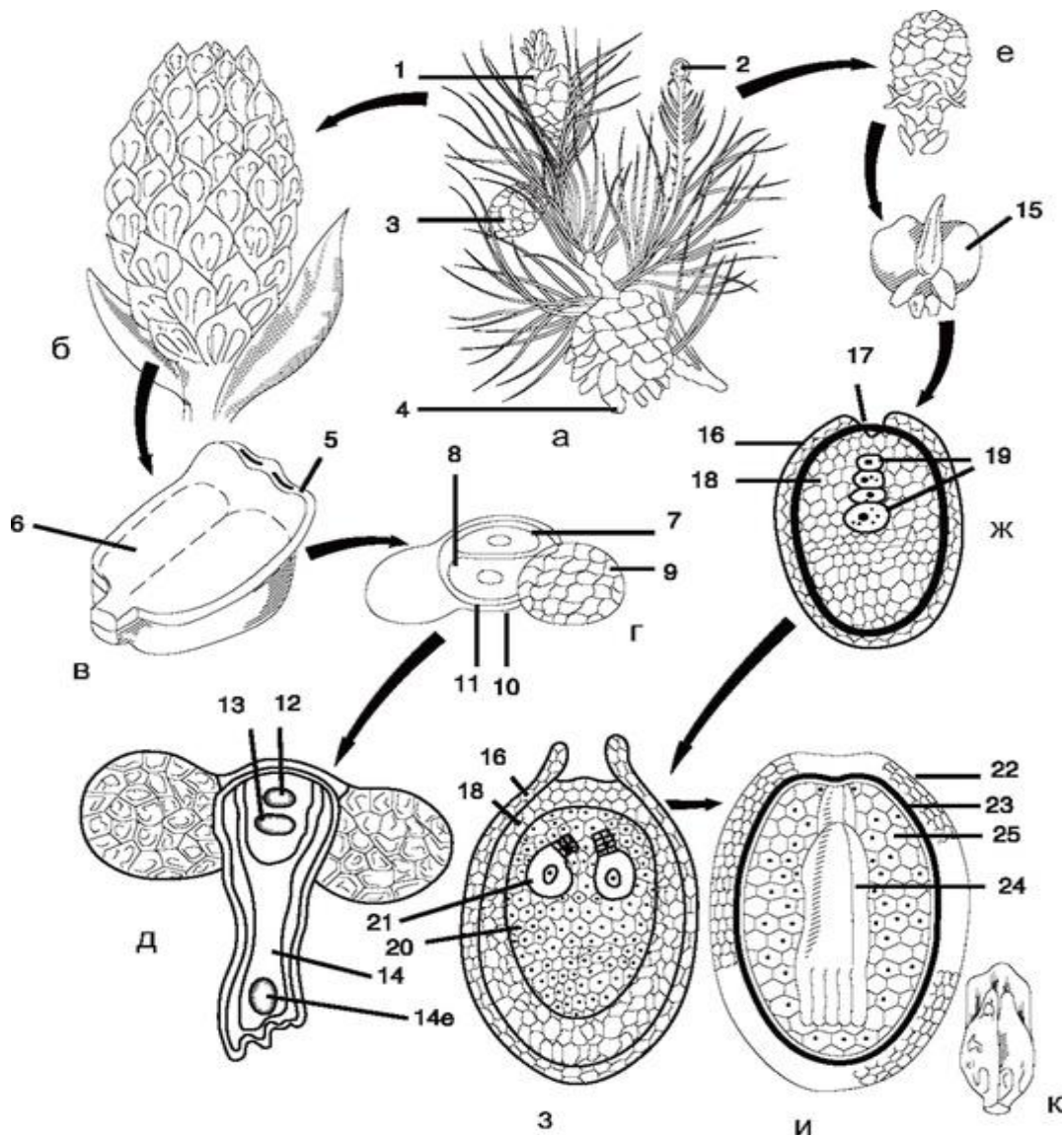


Рис. 15.1. Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris*: а - ветка сосны с мужскими (1) и женскими (2, 3) шишками: 2-1-го года жизни; 3-2-го года жизни после опыления; 4 - зрелая шишка с высypавшимися семенами; б - мужская шишка; в - микроспорофилл (5) с 2 пыльцевыми мешками (6); г - пыльца: 7 - антеридиальная клетка; 8 - вегетативная

клетка; 9 - воздушные мешки; 10 - экзина; 11 - интина; д - прорастание пыльцы: 12 - клетка-ножка; 13 - спермагенная клетка; 14 - пыльцевая трубка; е - женская шишка: 15 - семенная чешуя с 2 семязачатками; ж - семязчаток с мегаспорами: 16 - интегумент; 17 - микропиле; 18 - нуцеллус; 19 - мегаспоры; з - семязчаток после развития женского гаметофита: 20 - эндосперм; 21 - архегоний; и - семя; 22 - семенная кожура деревянистая (бывший интегумент); 23 - семенная кожура пленчатая (бывший нуцеллус); 24 - зародыш; 25 - эндосперм; к - семенная чешуя с семенами

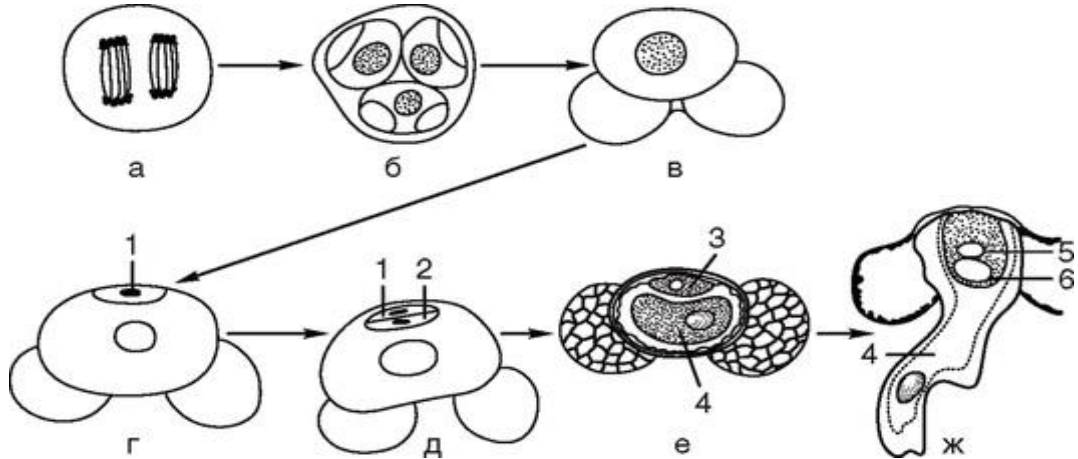


Рис. 15.2. Развитие мужского гаметофита сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*: а - деление археспориальной клетки; б - тетрада микроспор; в - микроспора; г, д, е - образование мужского гаметофита (пыльцы); ж - прорастание пыльцы; 1, 2 - проталлиальные клетки; 3 - антеридиальная клетка; 4 - вегетативная клетка; 5 - клетка-ножка; 6 - спермагенная клетка

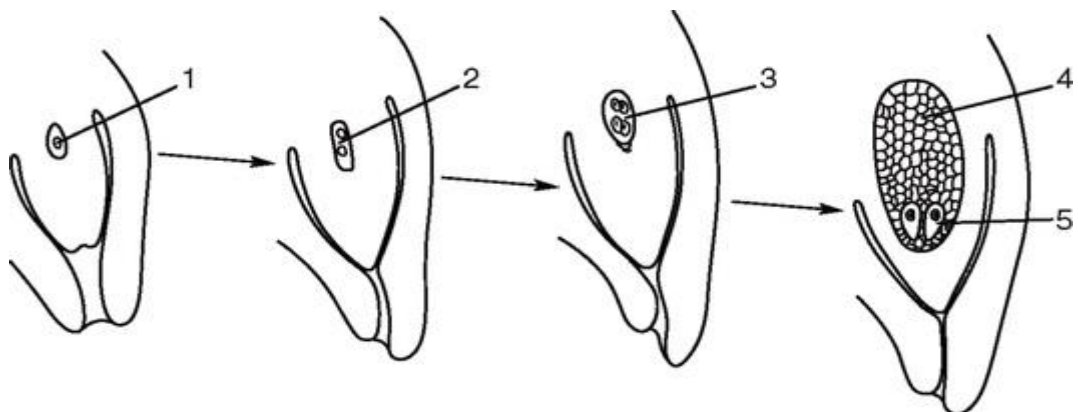


Рис. 15.3. Развитие женского гаметофита сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*: 1 - археспориальная клетка; 2 - тетрада мегаспор; 3 - деление мегаспоры; 4 - женский гаметофит (эндосперм), развившийся из мегаспоры; 5 - архегоний

Попав в пыльцевход семяпочки, пыльца проникает к нуцеллусу, чему способствует капля жидкости, находящаяся здесь (рис. 15.3). Она, подсыхая, втягивает пыльцу в семяпочку. Оказавшись около нуцеллуса, мужской гаметофит остается в состоянии покоя до следующего года. При этом края интегумента сближаются и пыльцевход закрывается. Развитие семени заканчивается на следующий год. Этим сосна отличается от других представителей этого семейства, у которых все развитие происходит в течение одного года.

У сосны развитие мужского и женского гаметофита продолжается в течение года после опыления. Вегетативная клетка разрывает интину и прорастает в пыльцевую трубку, которая проникает через стенку нуцеллуса до архегониев. В это время антеридиальная клетка делится на клетку-ножку антеридия и генеративную клетку, из

которой образуется два спермия. Один из них через разрыв в пыльцевой трубке проникает в архегоний и сливается с яйцеклеткой. Второй спермий и второй архегоний отмирают.

В результате оплодотворения из зиготы развивается зародыш семени; одновременно сильно разрастается эндосперм, получающий питание от клеток нуцеллуса, который превращается в тонкую полупрозрачную пленку, а интегумент видоизменяется в твердую одревесневшую семенную кожуру. Женская шишка после опыления увеличивается в размерах и на втором году подвергается одревеснению. До этого семенные чешуи сильно разрастаются и превосходят по размерам кроющие чешуи, которые останавливаются в росте и прирастают к семенной. Семена высыпаются из шишек на второй год после их образования (см. рис. 15.4).

Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислить характерные особенности представителей отдела сосновые.
2. Описать микроспорогенез, схему строения мужской шишки и пыльцы сосны.
3. Описать мегаспорогенез сосны обыкновенной и строение семяпочки сосны.
4. Описать строение семени сосны и происхождение его элементов.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Материалы: гербарий и другие коллекции - туя западная, можжевельник обыкновенный, сосна обыкновенная, сосна сибирская, лиственница сибирская, ель обыкновенная, пихта сибирская, эфедра хвощевидная, пыльца сосны (сухая), коллекция шишек голосеменных. Фиксированный в спирте материал - мужские шишки сосны обыкновенной, женские шишки лиственницы сибирской (однолетние), женские шишки лиственницы сибирской (двулетние). Микропрепараты: мужская шишка сосны (продольный срез).



Рис. 15.4. Схема цикла развития сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*

Оборудование: бинокляры, микроскопы, препаровальные иглы, скальпель, пинцет, рабочее стекло.

Задание 1. Изучить морфологические особенности вегетативных органов голосеменных растений и определить их систематическое положение

Изучить по гербарным образцам морфологические особенности строения листьев, используя план описания вегетативных органов голосеменных растений.

Определить по гербарии характер листорасположения у отдельных видов. Найти образцы:

- с укороченными и удлиненными побегами;
- с очередным, супротивным и мутовчатым листорасположением. Найти на гербарных образцах отличительные признаки отдельных видов и сравнить их с рисунками в соответствии с формой 1 (рис. 15.5).

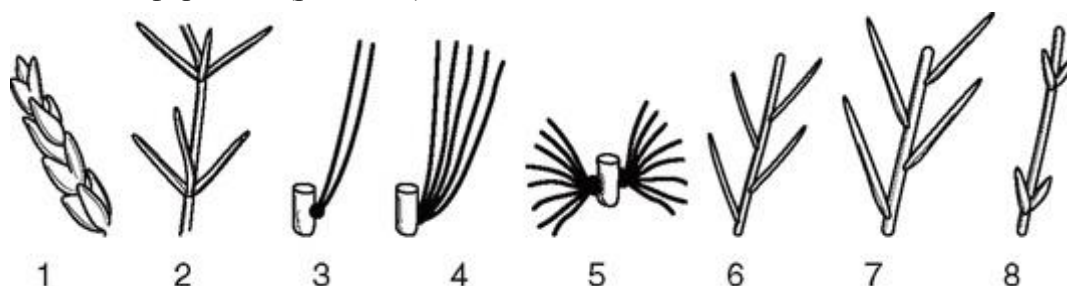


Рис. 15.5. Форма 1

Определить систематическое положение отдельных видов в соответствии с формой 2 (табл. 15.1).

Сделать краткое описание и рисунки фрагментов побегов.

Таблица 15.1. Форма 2

Класс сосновые (Pinopsida)	Семейство кипарисовые (Cupressaceae)	1. Туя западная ( <i>Thuja occidentalis</i> )
		2. Можжевельник обыкновенный ( <i>Juniperus communis</i> )
	Семейство сосновые (Pinaceae)	3. Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> )
		4. Сосна сибирская ( <i>Pinus sibirica</i> )
		5. Лиственница сибирская ( <i>Larix sibirica</i> )
		6. Ель обыкновенная ( <i>Picea abies</i> )
		7. Пихта сибирская ( <i>Abies sibirica</i> )
Класс гнетовые (Gnetopsida)	Семейство эфедровые (Ephedraceae)	8. Эфедра хвощевидная ( <i>Ephedra equisetina</i> )



## Задание 2. Изучить строение мужской шишки и пыльцы сосны обыкновенной

На гербарном и фиксированном в спирте материале рассмотреть внешний вид мужской шишки сосны.

Заспиртованную шишку рассмотреть под биноклем сначала при малом увеличении (4x1), обратив внимание на ее форму и характер расположения чешуй - микроспорофиллов. Убедиться, что самые нижние чешуи бесплодны, у остальных же чешуй имеются спорангии. Для их изучения нужно отпрепарировать несколько микроспорофиллов и изучить их при большом (4x7) увеличении. Микроспорофилл представляет собой чешуйку со слегка загнутой вверх широкой верхушкой. На его нижней стороне располагаются два продолговатых выпуклых пыльцевых мешка, вскрывающихся продольной щелью.

На готовом препарате рассмотреть и зарисовать продольный срез через мужскую шишку сосны, отметив ось шишки, микроспорофиллы и пыльцевой мешок.

Строение пыльцевого зерна сосны обыкновенной рассмотреть сначала при малом (7x20), а затем при большом (7x40) увеличении, обратив внимание на форму зерна, его оболочки: экзину и интину, под которыми можно наблюдать большую вегетативную и маленькую уплощенную антеридиальную клетки.

## Задание 3. Изучить строение женской шишки лиственницы сибирской

Рассмотреть семенную и кроющую чешуи молодой женской шишки, фиксированной в этаноле. Для этого отделить чешуи от оси шишки. Обратив внимание на размеры, форму и консистенцию чешуи. В пазухе семенной чешуи найти семязачатки и внимательно рассмотреть их под биноклем при большом увеличении. Исследовать строение двулетней женской шишки, особо отметив те структурные изменения, которые произошли с ней за год, в частности на внешний вид, величину, соотношение размеров кроющих и семенных чешуй, усиление лигнификации последних. В пазухах семенных чешуй рассмотреть при малом и большом увеличении бинокля семена.

## Задание 4. Изучить строение семяпочки сосны обыкновенной

Рассмотреть составные части семяпочки, начиная от наружного покрова - интегумента - к более внутренним структурным элементам.

## Задание 5. Изучить строение семени сосны сибирской

Рассмотреть семя сосны сибирской. Снаружи оно покрыто одревесневшей семенной кожурой, образованной интегументом. Вскрыть кожуру скальпелем и найти под ней тонкую прозрачную пленку - остатки нуцеллуса. Сняв ее препаровальной иглой, разрезать находящийся под ней эндосперм вдоль на две половины. Рассмотреть находящийся в центре эндосперма зародыш, состоящий из зародышевого корешка, стебелька и семядолей.

## План описания вегетативных органов представителей отдела сосновые

### Листья:

- зеленые игловидные (хвоя) - 2, 3, 4, 5, 6, 7;
- чешуевидные - 1;
- бесцветные, редуцированные до чешуй, - 8. БзЮЛисторасположение:
- супротивное, в узле два листа друг против друга - 1, 8;
- мутовчатое, в узле три листа и более - 2;
- на укороченном побеге две длинных хвоинки - 3;
- на укороченном побеге пять длинных хвоинок - 4;

- на укороченном побеге более пяти мягких, коротких, опадающих на зиму хвоинок - 5;
- от каждого узла отходит одна колючая четырехгранная хвоинка - 6;
- от каждого узла отходит одна плоская хвоинка - 7.

### Литература

*Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г.* Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 169-185.

Дополнительная литература

*Лотова Л.И.* Морфология и анатомия высших растений: учеб. пособие. - М., 2000. - С. 385-394.

## Тема 16. МОРФОЛОГИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

### Цель занятия

- Выявить диагностические признаки вегетативных органов покрытосеменных растений.
- Уметь:
  - по морфологическим признакам распознавать типы корней и корневых систем;
  - определять и описывать основные части побега: стебель, листья и их видоизменения.
- Знать:
  - происхождение корней (главного, бокового, придаточного) и типы корневых систем;
  - понятия: «побег», «стебель», «листья»;
  - классификацию листьев;
  - видоизменения вегетативных органов.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

К вегетативным органам высших растений относится побег - орган, состоящий из стебля, листьев, почек, - и корень. Корень и побег обеспечивают питание растения, его жизнь.

Корень - осевой орган, имеющий цилиндрическую форму и обладающий радиальной симметрией и верхушечным ростом. Корни закрепляют растение в почве, обеспечивают всасывание и поступление воды и минеральных веществ, необходимых для жизнедеятельности организма. В клетках корня может происходить синтез разнообразных жизненно важных соединений. Кроме того, в корне могут откладываться запасные питательные вещества.

По происхождению различают три типа корней: главные, боковые, придаточные.

Главный корень - это корень, развивающийся из зародышевого корешка при прорастании семени, он является корнем первого порядка. В почве главный корень обычно занимает вертикальное положение.

Боковые корни отходят от главного корня, развиваются из клеток перицикла, т. е. закладываются эндогенно. Они являются корнями второго порядка. На них могут развиваться корни третьего и последующих порядков.

Основным отличием придаточных корней является то, что они обычно развиваются на стебле и листьях (соответственно стеблеродные и листородные).

Совокупность всех корней растения называют корневой системой. В зависимости от происхождения различают следующие типы корневых систем:

- стержневую - образована главным и боковыми корнями;
- мочковатую - образована придаточными корнями;
- смешанную - образована главным, боковыми и придаточными корнями.

Видоизменения корней связаны с запасующей функцией. В связи с этим происходит разрастание вторичной древесины и лубяной паренхимы, где откладываются запасные вещества. Различают два типа запасующих корней: корнеплоды и корнеклубни. Корнеплоды образуются за счет утолщения главного корня и гипокотильной части побега (морковь, свекла, редька). Корнеклубни формируются за счет утолщения придаточных корней (георгин, ятрышник, чистяк).

Побег - это стебель с расположенными на нем листьями и почками.

Стебель представляет собой ось побега, составленную из узлов и междоузлий. Узел - участок стебля, от которого отходит лист. Междоузлие - участок стебля между двумя соседними узлами. Угол между листом и вышерасположенным участком стебля - это листовая пазуха.

На узловой части стебля в пазухе листа обычно формируется боковая или пазушная почка. Она дает начало боковым побегам. На верхушке стебля формируется верхушечная (апикальная) почка, с помощью которой стебель растет в длину.

Важной особенностью структуры побега является его метамерность. Побег состоит из отдельных повторяющихся частей - метамеров, каждый из которых включает междоузлие, узел, лист (или листья) и почку (или почки).

Побеги различаются по длине междоузлий (рис. 16.1). Укороченные побеги имеют междоузлия до 0,5 см. Листья в этом случае очень сближены, иногда образуют розетки (например, прикорневая розетка у одуванчика или подорожника). Удлиненные побеги имеют вытянутые междоузлия, узлы удалены друг от друга. Укороченные и удлиненные побеги могут встречаться одновременно у одного растения (например, укороченные плодущие и удлиненные ростовые побеги у яблони).

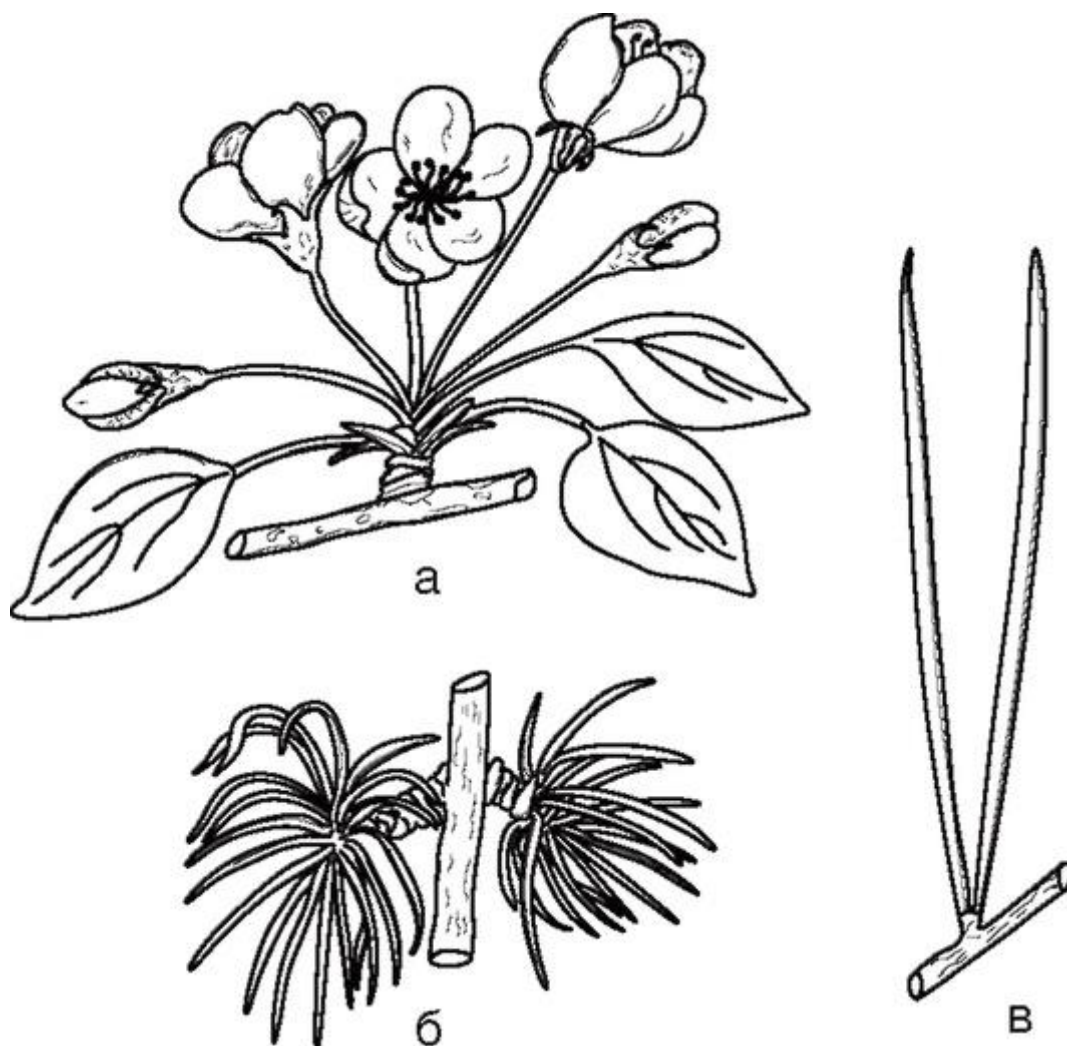


Рис. 16.1. Типы укороченных побегов: а - яблоня; б - лиственница; в - сосна

Различают четыре типа ветвления побега: дихотомическое, моноподиальное, симподиальное, ложнодихотомическое (рис. 16.2).

При дихотомическом ветвлении точка роста вильчато разделяется на две, образуется два равноценных побега. В дальнейшем такое раздвоение конуса нарастания повторяется, и образуются побеги следующего порядка и т. д. (маршанция, плаун).

При моноподиальном ветвлении формируется главная ось, которая растет своей верхушкой из года в год, иногда в течение всей жизни растения. Боковые ветви развиваются из боковых почек главного побега и тоже обнаруживают моноподиальное ветвление. Главный стебель растет и утолщается значительно сильнее боковых (ель, пихта, сосна).

При симподиальном ветвлении верхушечная почка главного побега ежегодно отмирает, а вместо нее начинает развиваться боковая почка, заложившаяся в пазухе листа непосредственно под верхушечной почкой. Эта боковая ветвь, в свою очередь, вскоре тоже прекращает свой верхушечный рост, а вместо нее начинает распускаться новая пазушная почка. Таким образом, при симподиальном ветвлении главная ось отклоняется в сторону, и ее продолжение слагается из осей последующих порядков, сменяющих друг друга (липа, береза, яблоня).

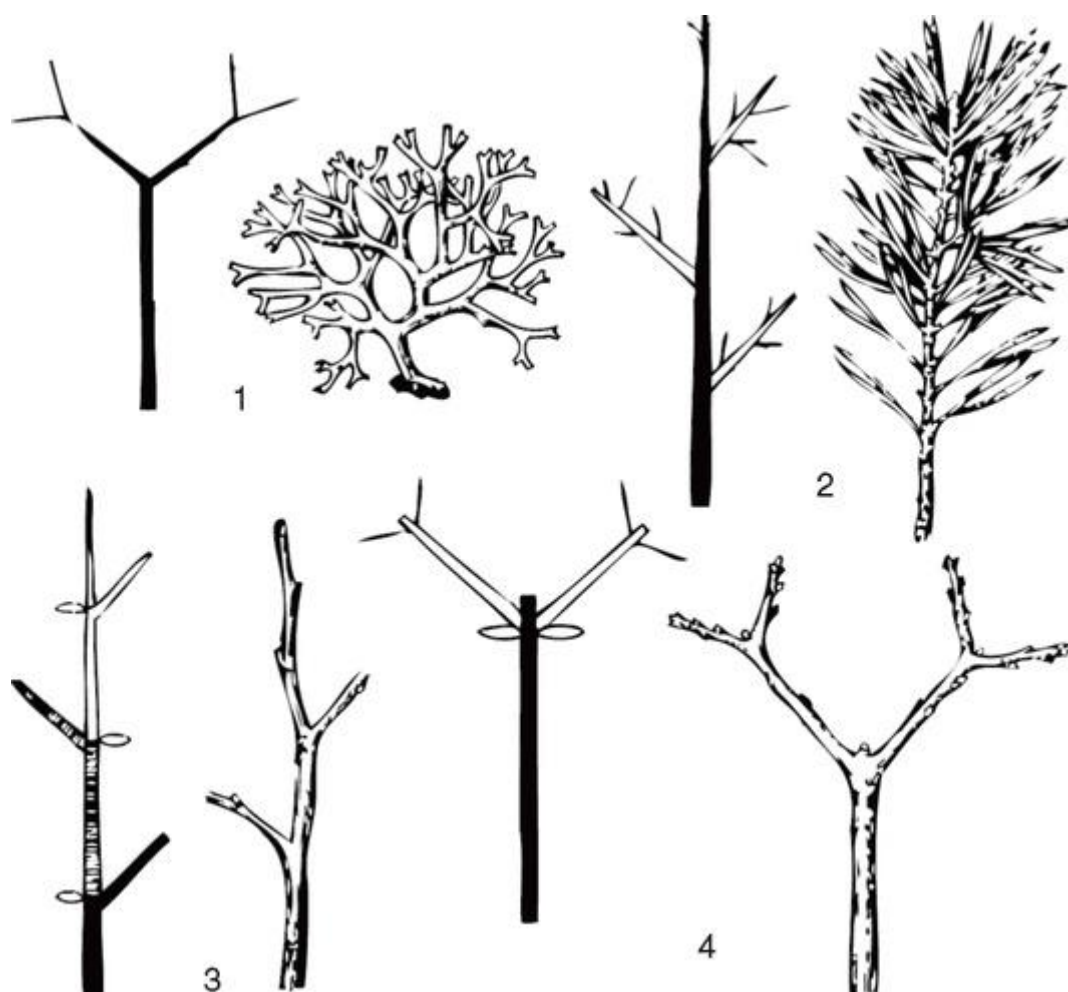


Рис. 16.2. Типы ветвления побегов: 1 - дихотомическое ветвление; 2 - моноподиальное ветвление; 3 - симподиальное ветвление; 4 - ложнодихотомическое ветвление

Ложнодихотомическое ветвление является вариантом симподиального. Оно наблюдается у растений с супротивным листорасположением. Верхушечная почка главного побега отмирает. Вместо нее развиваются две пазушные почки и трогаются в рост, обеспечивая дивергенцию (раздвоение) побега (например, сирень).

Стебель - осевая часть побега. Он выполняет опорную и проводящую функцию. Через стебель осуществляется связь между листьями и корнями. В сердцевине стебля могут откладываться запасные питательные вещества.

Стебли по положению, занимаемому в пространстве, бывают прямостоячие, лежащие, приподнимающиеся, вьющиеся, цепляющиеся, ползучие (усы) (рис. 16.3).



Рис. 16.3. Типы стеблей по положению в пространстве: а - прямостоячий; б - цепляющийся; в - вьющийся; г - ползучий

По поперечному сечению различают стебли: округлые, ребристые, четырехгранные, трехгранные, многогранные, ладьевидные, крылатые и др. (рис. 16.4).

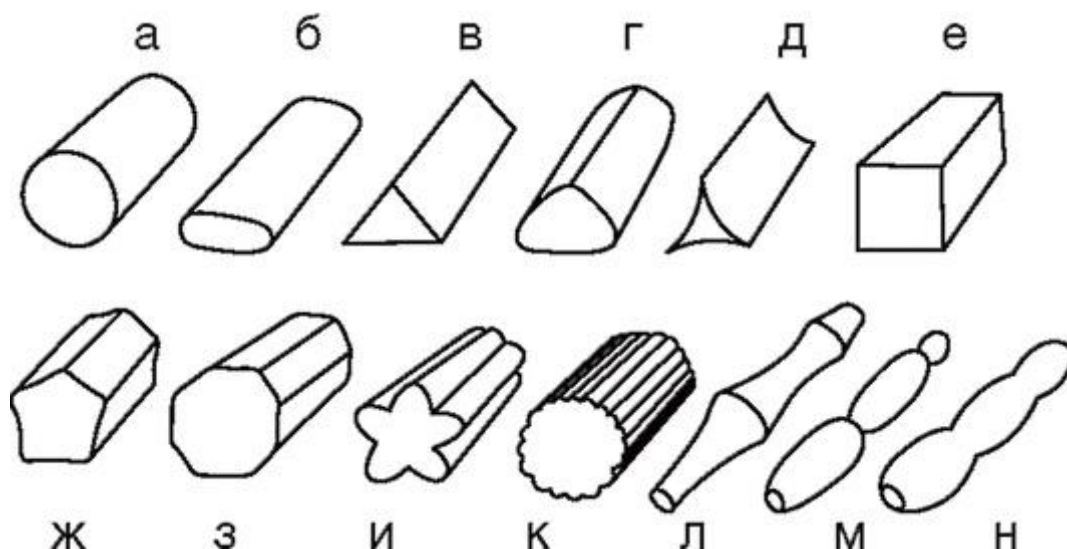


Рис. 16.4. Типы стеблей по поперечному сечению: а - округлый; б - сплюснутый; в - трехгранный; г - ладьевидный; д - вогнутотреугольный; е - четырехгранный; ж - угловато-пятигранный; з - угловато-восьмигранный; и - ребристый; к - бороздчатый; л - узловатый; м - членистый; н - четковидный

Стебли бывают гладкими или опушенными простыми или железистыми волосками. Возможно опушение теми и другими волосками одновременно.

Все указанные признаки стебля являются постоянными для определенного вида растения.

Листорасположение (филлотаксис) - это порядок размещения листьев на оси побега. Листорасположение зависит от того, в какой последовательности закладываются листовые бугорки на конусе нарастания побега (рис. 16.5). При очередном (спиральном) листорасположении от узла на стебле отходит только один лист, при супротивном - два листа, при мутовчатом - три и более.

Лист - это боковой уплощенный вырост побега. Основными частями листа являются: листовая пластинка, черешок, прилистники, основание. Основанием лист прикрепляется к стеблю. Иногда основание разрастается и образует влагалище.

Листовая пластинка выполняет функции фотосинтеза, транспирации, газообмена. Черешок обеспечивает наиболее благоприятное расположение листовой пластинки по отношению к солнечным лучам. При наличии черешка лист называют черешковым, в случае отсутствия черешка - сидячим. Прилистники - это парные выросты основания листа, которые выполняют в почке защитную функцию. Прилистники могут превращаться в колючки, защищают растение от поедания животными. Иногда прилистники могут срастаться, образуя при этом раструб - полую трубочку вокруг стебля.

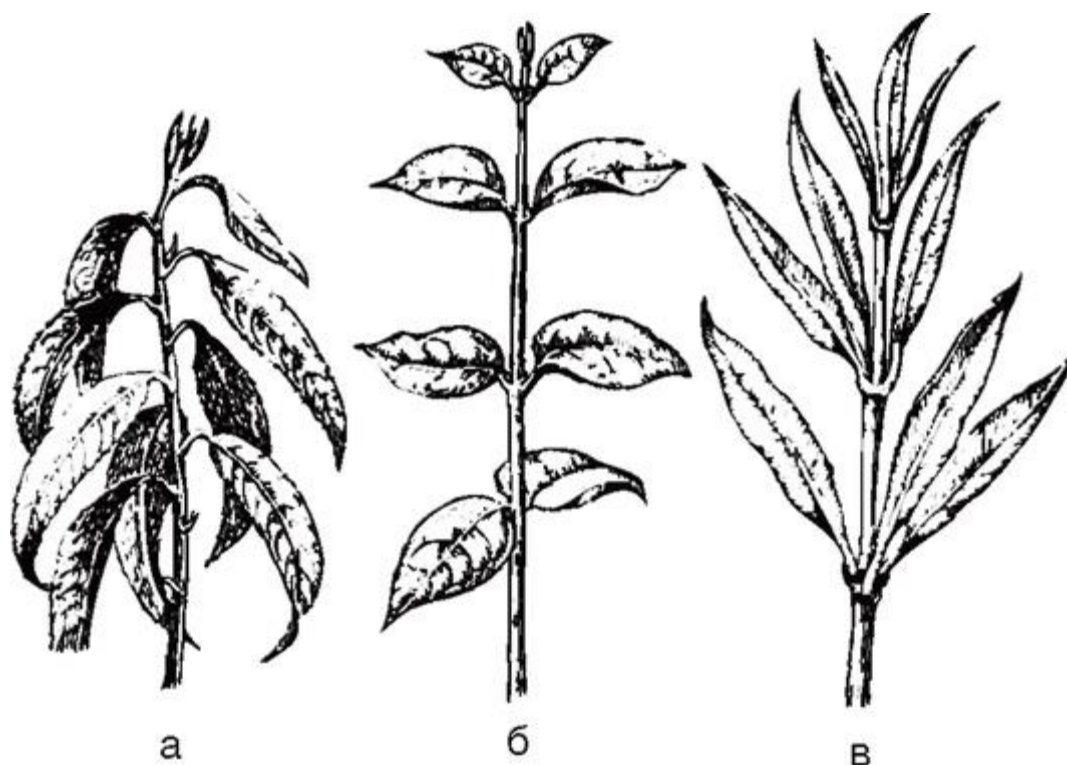


Рис. 16.5. Типы листорасположения: а - очередное; б - супротивное; в - мутовчатое  
Листья растений очень разнообразны по форме, жилкованию, расчлененности.

Жилкование листа. На каждой листовой пластинке можно заметить многочисленные жилки, которые являются сосудисто-волокнистыми пучками и обеспечивают проведение водных растворов в толщу листа и отток ассимилятов из него. Для однодольных растений характерно дуговое и параллельное жилкование. При дуговом жилковании все жилки, изгибаясь дугообразно, сходятся к верхушке и основанию листовой пластинки (тюльпан, ландыш, чемерица). У большинства злаков имеет место параллельное жилкование, когда жилки по листовой пластинке проходят параллельно. У двудольных растений жилки образуют сильно разветвленную сеть. Соответственно различают жилкование перистое и пальчатое (рис. 16.6). При перистом жилковании посередине листа проходит одна главная жилка, резко отличающаяся от остальных своей длиной и толщиной. По длине главной жилки через определенные промежутки отходят боковые ответвления второго порядка, образуя контур птичьего пера (береза, крушина, ольха). Мелкие жилки образуют анастомозы, образуя сетчатое жилкование (дуб). При пальчатом жилковании от места соединения листовой пластинки и черешка отходят несколько пальцевидно расходящихся крупных жилок первого порядка (клен).



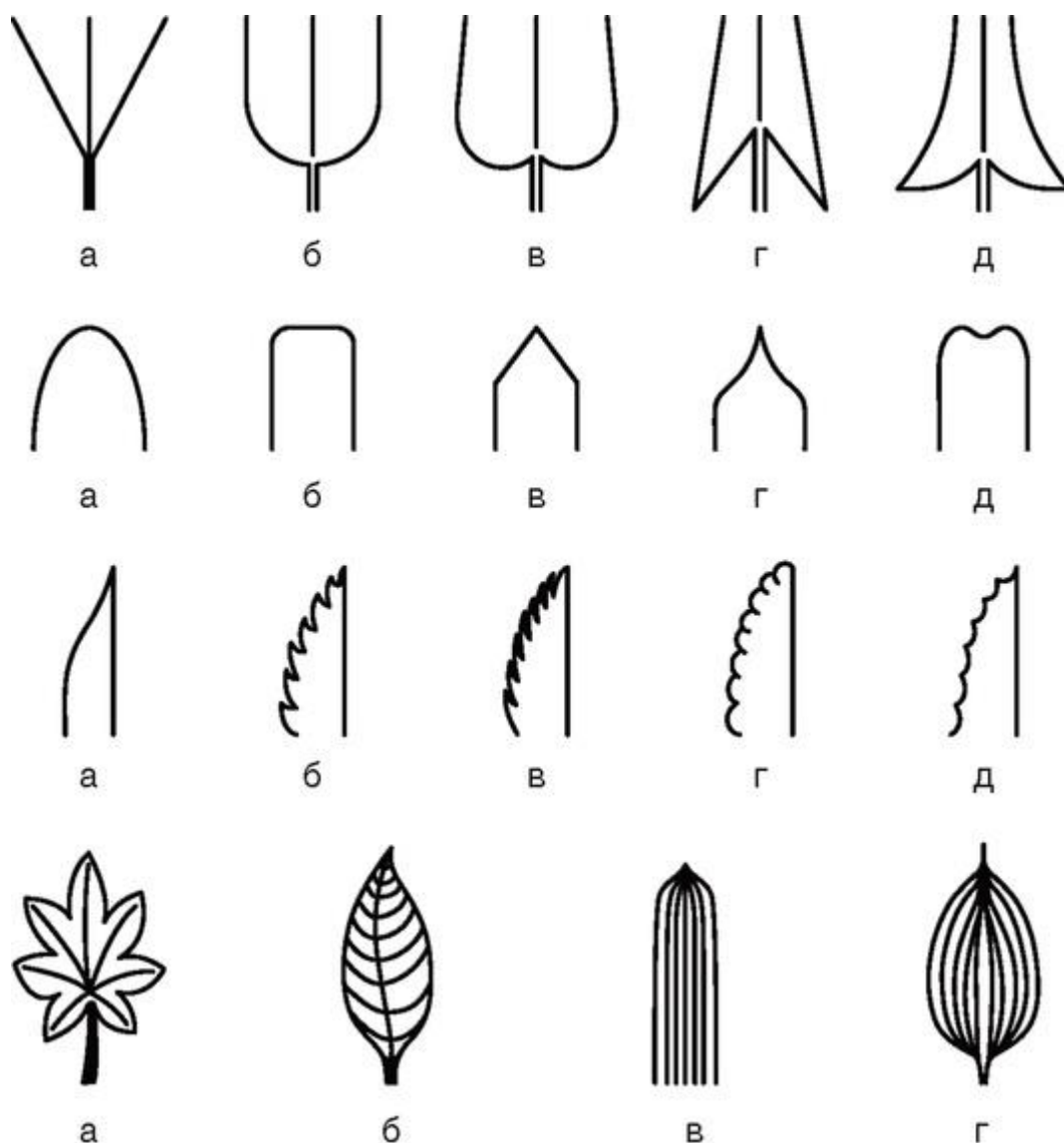


Рис. 16.6. Морфология листа (обозначения в тексте)

Листья различают простые и сложные. Лист называют простым, если он имеет одну листовую пластинку.

Простые листья свойственны травянистым растениям и большинству деревьев и кустарников. Среди простых листьев выделяют листья с цельной и расчлененной листовой пластинкой.

Листья с цельной листовой пластинкой классифицируют: - по форме листовой пластинки - округлые, овальные, продолговатые, ланцетные, линейные, мечевидные и др. (рис. 16.7). При этом учитывают соотношение длины и ширины, а также положение наибольшей ширины (у черешка, у верхушки, посередине листовой пластинки);

— по форме основания листовой пластинки - сердцевидные, округлые, клиновидные, стреловидные, копьевидные, почковидные, низбегающие (см. рис. 16.6);

— по форме верхушки листовой пластинки - тупые, острые, заостренные, остроконечные, выемчатые (см. рис. 16.6);

— по форме края листа - цельнокрайние, зубчатые, пильчатые, городчатые, выемчатые, двоякопильчатые, двоякозубчатые, извилистые (см. рис. 16.6).

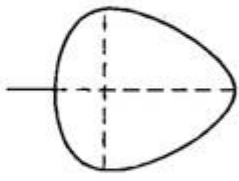
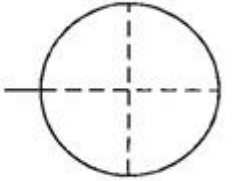
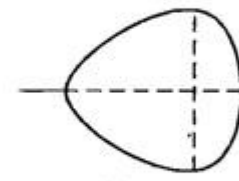


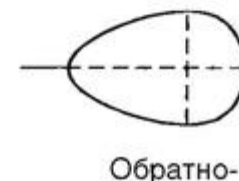


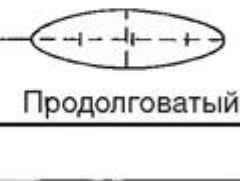


	Наибольшая ширина листовая пластинки		
	Ближе к основанию листа	Посередине листа	Ближе к верхушке листа
Длина равна ширине или несколько превышает ее	 Широко-яйцевидный	 Округлый	 Обратно-широкояйцевидный
Длина превышает ширину в 1,5–2 раза	 Яйцевидный	 Эллиптический	 Обратно-яйцевидный
Длина превышает ширину в 3–4 раза	 Узко-яйцевидный	 Ланцетный  Продолговатый	 Обратно-узкояйцевидный
Длина превышает ширину более чем в 5 раз	 Линейный		

Рис. 16.7. Формы листовой пластинки

Листья с расчлененной листовой пластинкой. Листовая пластинка может быть расчленена на лопасти, доли, сегменты (рис. 16.8). Если расчленение листовой пластинки не достигает половины ширины полуластинки у перистого листа или половины ширины пластинки у пальчатого листа, лист называют лопастным (пальчато-лопастной, перисто-лопастной). Лист называют раздельным, если расчленение пластинки доходит до середины и несколько глубже (пальчатораздельный, перисто-раздельный). Лист называют рассеченным, если расчленение пластинки доходит до основания (пальчато-рассеченный) или до средней жилки (перисто-рассеченный).

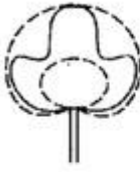
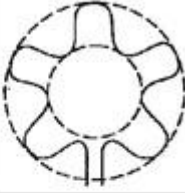
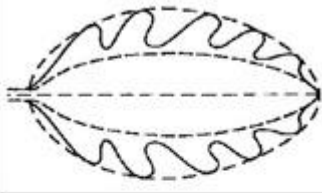

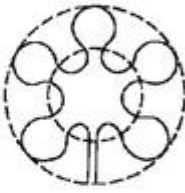
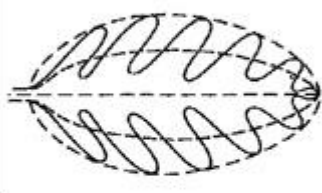


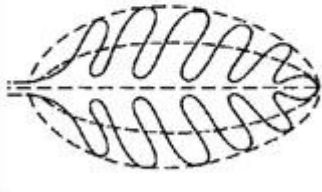


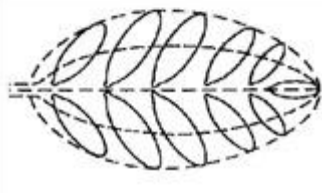
		Тройчато- расчленен- ный	Пальчато- расчленен- ный	Перисто- расчлененный
Простые листья	Лопастной (разделен ме- нее чем до половины ширины полуластика)			
	Раздельный (глубже поло- вины ширины полуластика)			
	Расчлененный (до основа- ния)			
Сложные листья на че- решках с сочле- нениями				

Рис. 16.8. Расчленение листовой пластинки и сложные листья

Сложные листья свойственны только некоторым семействам, в частности семейству бобовые. Сложный лист имеет на общем черешке (раxisе) несколько листовых пластинок - листочков (см. рис. 16.8). Листочки сложного листа имеют свои черешочки. При листопаде листочки могут опадать самостоятельно.

В зависимости от расположения листочков на общем черешке выделяют перисто-сложные листья и пальчато-сложные листья.

У перисто-сложных листьев листочки расположены по всей длине общего черешка. Различают: парноперисто-сложные листья (на верхушке общего черешка два листочка), непарноперисто-сложные листья (общий черешок заканчивается на верхушке одним листочком) и тройчатосложные листья (сложный лист имеет только три листочка). У пальчато-сложных листьев все листочки прикрепляются в одной точке черешка (каштан, люпин).

Почка - это зачаточный побег. В почке различают конус нарастания, зачаточный стебель и отходящие от него зачатки листьев. У большинства растений умеренной зоны почки снаружи защищены почечными чешуями, предохраняющими от неблагоприятных условий. Почки бывают вегетативные, генеративные (цветочные) и вегетативногенеративные (смешанные). В вегетативной почке заложены зачатки вегетативных органов (стебель и листья). В цветочной почке находятся зачатки цветка или соцветия. В смешанной почке одновременно заложены зачатки вегетативной и генеративной сферы.

По местоположению различают верхушечные (апикальные) почки и боковые (пазушные) почки. Верхушечная почка формируется на верхушке стебля. Боковая почка формируется в листовой пазухе. В ней чаще закладывается одна почка, но возможно образование нескольких почек. Они могут располагаться одна над другой - сериальные почки (жимолость) или рядом друг с другом по горизонтали - коллатеральные почки (луковица чеснока).

Существуют придаточные почки, которые обычно закладываются на корнях.

Видоизменения побега могут быть подземными и надземными. К подземным видоизменениям относятся корневище, клубень, луковица, клубнелуковица.

- Корневище - многолетний подземный побег, имеющий редуцированные листья в виде чешуек, в пазухах которых находятся почки (купена, лапчатка).

- Клубень - многолетний подземный побег с ярко выраженной запасующей функцией, с чешуевидными листьями, которые быстро сшелушиваются, формируя бровки и почки, называемые глазками (картофель).

- Луковица - видоизмененный подземный побег, у которого имеется укороченный стебель (донце) с очень сближенными узлами. Основная масса луковицы образована сочными чешуевидными запасующими листьями (лилия) или разросшимися основаниями зеленых листьев (лук репчатый).

- Клубнелуковица - видоизмененная луковица с сильно разросшимся донцем (гладиолус).

К надземным видоизменениям побега относят колючки, усики.

- Колючки - видоизмененные надземные побеги, выполняющие защитную функцию. Они могут быть простыми и разветвленными. Ткани, образующие колючки, одревесневают, и основная масса их приходится на механические элементы (груша, боярышник).

- Усики - видоизмененные надземные боковые побеги, обеспечивают положение побега в пространстве (виноград, бривония).

Вопросы для самостоятельной работы

1. Дайте определение жизненной формы растений.
2. Опишите типы корней и корневых систем.
3. Дайте определение понятия «побег», опишите строение побега, его типы ветвления, положение в пространстве.
4. Опишите видоизменения побега (надземные и подземные).
5. Дайте морфологическую характеристику и классификацию листьев.

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: гербарная коллекция, включающая:

- типы корневых систем;
- положение побега в пространстве;
- листорасположение;
- набор простых и сложных листьев для их описания;
- набор растений для описания вегетативных органов.

Оборудование: атлас по морфологии растений; план описания цветкового растения.

Задание 1. Изучить морфологические особенности вегетативных органов покрытосеменных растений

Определить по гербарным образцам типы корневых систем и их видоизменения.

Изучить по гербарным образцам разнообразие стеблей и побегов, обращая внимание на:

- ветвление побега;
- междоузлия;
- листорасположение;
- стебель:
  - по способу роста;
  - по поперечному сечению;
  - по опушению;
- видоизменение побега.

Изучить и определить по гербарным образцам строение и разнообразие форм простых и сложных листьев:

- основной части листа;
- жилкование листа;
- простых цельных листьев;
- простых расчлененных листьев;
- сложных листьев;
- видоизменения листа.

Задание 2. Провести морфологическое описание простых и сложных листьев

Ознакомиться с логической схемой-ключом для определения типа простых и сложных листьев (приложение 16.1).

Ознакомиться с планом описания вегетативных органов, начиная с пункта «Листья».

Провести описание простых и сложных листьев из гербарного набора, используя при этом план описания вегетативных органов (приложение 16.2) и ключ для определения типов листьев (приложение 16.1).

Зарисовать в альбоме:

- основные формы простых листьев;
- основные формы сложных листьев.

Задание 3. Провести морфологическое описание вегетативных органов цветкового растения

Внимательно рассмотреть гербарий цветкового растения.

Используя план описания вегетативных органов (приложение 16.2) и последовательно отвечая на все пункты плана, провести описание вегетативных органов данного растения.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

*Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г.* Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 62-65; 76-85; 97-102, 106-108.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 16.1

Ключ для определения типа листьев

- К черешку прикрепляется одна листовая пластинка. Листья простые.....2
- + К черешку прикрепляется при помощи черешочков несколько листовых пластинок. Листья сложные.....17
2. Листья с цельной листовой пластинкой ..... 3
- + Листья с расчлененной листовой пластинкой.....12
3. Длина листовой пластинки равна ширине ..... 4
- + Длина листовой пластинки превышает ширину.....6
4. Наибольшая ширина находится близко к основанию листа.
- Лист широкояйцевидный
- + Наибольшая ширина находится не у основания листа.....5
5. Наибольшая ширина находится посередине листа.
- Лист округлый
- + Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа.
- Лист обратноширокояйцевидный
6. Длина листовой пластинки превышает ширину в 1,5-2 раза.....7
- + Длина листовой пластинки превышает ширину более чем в 2 раза ..... 9
7. Наибольшая ширина находится ближе к основанию листа.
- Лист яйцевидный
- + Наибольшая ширина находится не у основания листа.....8
8. Наибольшая ширина находится посередине листа.
- Лист эллиптический
- + Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа.
- Лист обратнойяйцевидный
9. Длина листовой пластинки превышает ширину в 3-4 раза ...10 + Длина листовой пластинки превышает ширину более чем в 5 раз.
- Лист линейный
10. Наибольшая ширина находится ближе к основанию листа.
- Лист узкояйцевидный
- + Наибольшая ширина находится не у основания листа.....11
11. Наибольшая ширина находится посередине листа.
- Лист продолговатый
- + Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа.
- Лист обратноузкояйцевидный

12. Листья с пальчатым жилкованием.....13  
 + Листья с перистым жилкованием.....15
13. Лист, расчленение которого не достигает половины ширины пластинки.  
 Лист пальчато-лопастной  
 + Лист, расчленение которого доходит до половины ширины пластинки или до основания .....14
14. Лист, расчленение которого доходит до половины ширины пластинки и идет несколько глубже.  
 Лист пальчато-раздельный  
 + Лист, расчленение которого доходит до основания листовой пластинки.  
 Лист пальчато-рассеченный
15. Лист, расчленение которого не достигает половины ширины полупластинки.  
 Лист перисто-лопастной  
 + Лист, расчленение которого доходит до половины ширины полупластинки или до средней жилки.....16
16. Лист, расчленение которого доходит до половины ширины полупластинки и идет несколько глубже.  
 Лист перисто-раздельный  
 + Лист, расчленение которого доходит до средней жилки листовой пластинки.  
 Лист перисто-рассеченный
17. Все листочки листа прикрепляются при помощи черешочков в одном месте или к верхнему концу черешка .....18  
 + Пары листочков располагаются по всей длине общего черешка на некотором расстоянии друг от друга .....19
18. Лист имеет три листочка.  
 Лист тройчатый  
 + Лист имеет более трех листочков.  
 Лист пальчато-сложный
19. Лист имеет четное число листочков.  
 Лист парноперисто-сложный  
 + Лист имеет нечетное число листочков (верхушка черешка заканчивается непарным листочком).  
 Лист непарноперисто-сложный

## ПРИЛОЖЕНИЕ 16.2

### План описания вегетативных органов цветкового растения

#### • Корни:

- по происхождению - главные, боковые, придаточные;
- тип корневой системы - стержневая, мочковатая, смешанная;
- видоизменения корня - корнеплоды, корневые шишки.

#### • Побег:

- подземный видоизмененный - корневище, клубень, луковица, клубнелуковица;
- надземный невидоизмененный - ветвистый, неветвистый;
- видоизменения надземного побега - колючки, усики.
- Стебель:
  - по способу роста - прямостоячий, приподнимающийся, ползучий, вьющийся, цепляющийся;
  - по поперечному сечению - округлый, ребристый, четырехгранный и др.;
  - опушение - голый, опушенный (указать тип волосков);
  - междуузлия - укороченные (до 0,5 см), удлиненные;
  - листорасположение - очередное, супротивное, мутовчатое.
- Листья:
  - черешковые, сидячие (при наличии гетерофилии описывать все типы листьев);
  - имеют или не имеют прилистники, влагалище, раструб;
  - жилкование - перистое, пальчатое, дуговое, параллельное;
  - простые:
    - цельные (указать форму листовой пластинки и форму края листа);
    - расчлененные: пальчато-перисто-
      - лопастные - лопастные
      - раздельные - раздельные
      - рассеченные - рассеченные
    - сложные<sup>1</sup>:
      - пальчато-сложные;
      - тройчато-сложные;
      - перисто-сложные - парноили непарноперисто-сложные (дважды-, трижды-).

<sup>1</sup>Листочки сложного листа описываются по плану простого листа.

## **Тема 17. МОРФОЛОГИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ. МОРФОЛОГИЯ ЦВЕТКА**

### Цели занятия

- Научиться проводить морфологическое описание цветков.
- Уметь:
  - препарировать цветок под биноклем (разбирать его по частям);
  - определять тип симметрии цветка, тип околоцветника, тип андроеца, тип гинецея, форму цветоложа и положение завязи в цветке;
  - составлять формулу и диаграмму цветка.
- Знать:
  - строение цветка и его частей;
  - типы симметрии цветков;



- типы околоцветников;
- типы андрогцея и гинецея;
- обозначения частей цветка и их порядок написания;
- проекционное изображение среза частей цветка на плоскости в виде диаграммы.

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

### Строение цветка

Цветок - это видоизмененный, укороченный и ограниченный в росте спороносный побег, орган бесполого и полового размножения (рис. 17.1).

Цветоножка и цветоложе - видоизмененная осевая часть цветка. У многих растений цветоножка может отсутствовать и тогда цветок называют «сидячим». Видоизмененные листья цветка представлены фертильными частями цветка: гинецеем и андрогцеем; стерильная часть - околоцветником.

Цветоложе - это расширенная часть цветоножки, к которой присоединяются все части цветка (околоцветник, тычинки и пестик). По форме оно может быть: плоским, выпуклым и вогнутым (рис. 17.2). Части цветка на цветоложе могут располагаться: по спирали (ациклический цветок), кругами (циклический цветок) или сочетать круговое расположение со спиральным (гемициклический цветок).

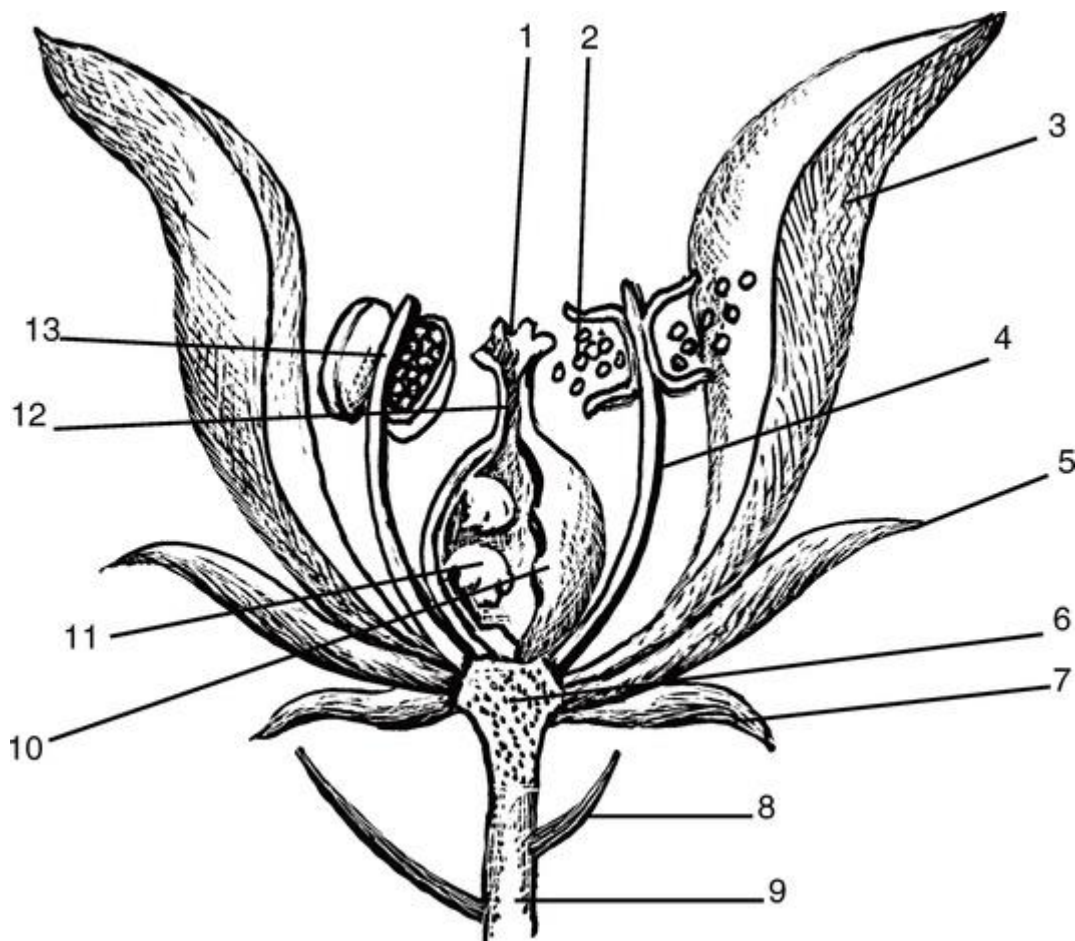


Рис. 17.1. Схема строения цветка: 1 - рыльце пестика; 2 - пыльца; 3 - венчик (Co); 4 - тычиночные нити; 5 - чашечка (Ca); 6 - цветоложе; 7 - подчашие; 8 - прицветник; 9 - цветоножка; 10 - завязь пестика; 11 - семязачаток (семяпочка); 12 - столбик пестика; 13 - пыльник тычинки

Околоцветник - самый наружный круг частей цветка. Он выполняет покрывную функцию: защищает тычинки и пестик от воздействия внешних условий. У насекомоопыляемых растений околоцветник бывает ярко окрашенным, и кроме защитной функции он привлекает насекомых-опылителей. Различают два типа околоцветников: простой и двойной.

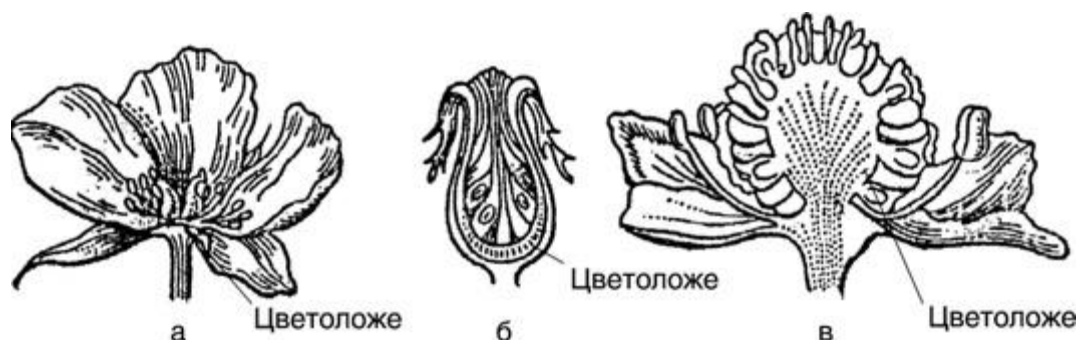


Рис. 17.2. Формы цветоложа: а - плоское; б - вогнутое; в - выпуклое (лютик)

Простой околоцветник (*perigonium* - P): состоит из одинаковых по форме и окраске листочков (нет деления на чашечку и венчик). Он может быть свободнолистным и спайнолистным, актиноморфным и зигоморфным.

Если листочки имеют зеленую окраску и похожи на чашелистики, такой околоцветник называется чашечковидным (большинство представителей семейства злаковые, гречишные, лилейные, ландышевые), если листочки окрашены подобно лепесткам - венчиковидным (род тюльпан, ландыш, купена) (рис. 17.3).

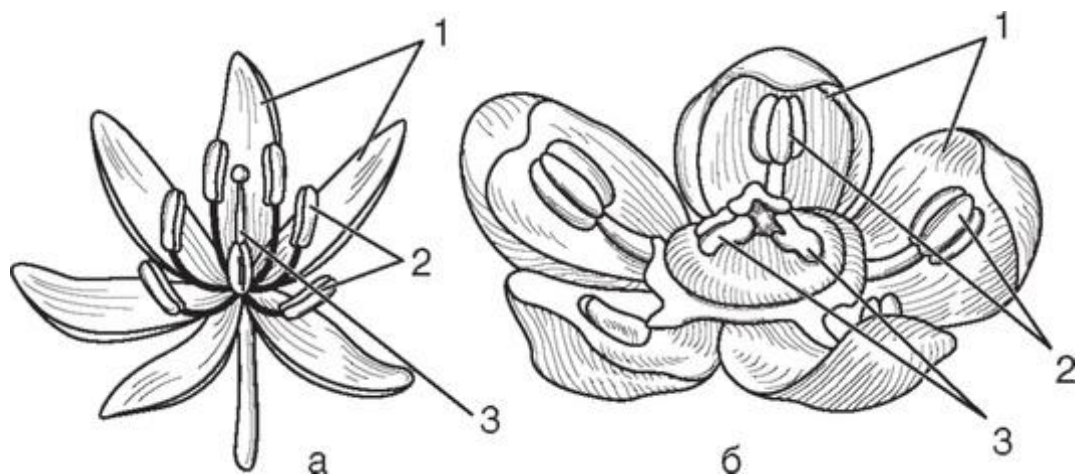


Рис. 17.3. Простые околоцветники: а - венчиковидный (лук гусиный); б - чашечковидный (свекла); 1 - листочки (P); 2 - андроцей (A); 3 - гинецей (G)

Двойной околоцветник состоит из чашечки и венчика.

Чашечка (*calyx* - Ca) - наружный круг двойного околоцветника, состоящий из чашелистиков (*sepala*). Чаще всего чашелистики имеют зеленую окраску, но у некоторых растений семейства лютиковые они имеют яркий цвет, подобно венчику. Например, у живокости полевой чашелистики ярко-синего цвета. У многих растений из семейства астровые (сложноцветные) чашечка видоизменяется до волосков, щетинок, чешуек и т. д. У растений семейства розоцветные и мальвовые встречается двойная чашечка, которая состоит из двух кругов чашелистиков (рис. 17.4). Наружный круг чашелистиков называется подчашием. Например, в семействе розоцветные подчашие имеют следующие роды: земляника, лапчатка, сабельник, гравилат. Подчашие образуется в семействе мальвовые из прицветников, а в семействе розоцветные - из прилистников.



Рис. 17.4. Двойная чашечка лапчатки прямостоячей (*Potentilla erecta*)

Различают следующие типы чашечек:

— сростнолистная - чашелистики срастаются между собой; сросшаяся часть чашечки образует трубку, а свободные части - зубцы (по числу зубцов можно определить количество сросшихся чашелистиков);

— раздельнолистная - чашелистики не срастаются между собой. Венчик (*corolla* - Co) - внутренний круг двойного околоцветника, ярко окрашенный и состоящий из лепестков. Венчики могут быть разных видов:

- Свободнолепестный венчик - лепестки не срастаются между собой и по форме могут быть ноготковые или сидячие. Ноготковые лепестки имеют расширенную часть - отгиб и суженную к основанию - ноготок (семейства: гвоздичные, капустные и др.). Сидячие лепестки имеют широкое, округлое основание (семейства: лютиковые, розоцветные и др.) (рис. 17.5);

- Спайнолепестный венчик - лепестки срастаются между собой. Сросшаяся часть такого венчика называется трубкой, а свободные части отгибом (по числу отгибов определяют количество сросшихся лепестков).

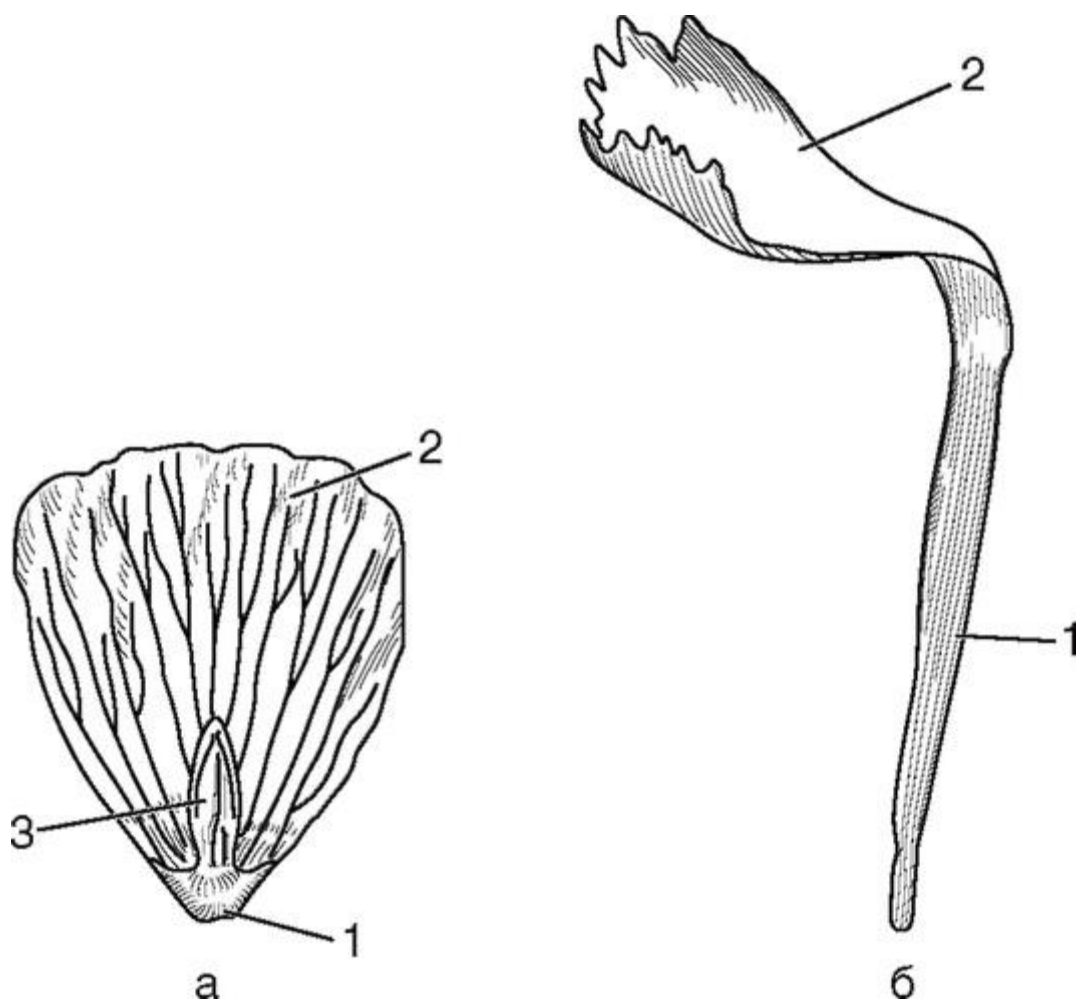


Рис. 17.5. Формы лепестков венчика: а - сидячий (лютик едкий); б - ноготковый (гвоздика *Dianthus*); 1 - ноготок; 2 - отгиб; 3 - чешуйка, прикрывающая нектарную ямку

Различают следующие формы спайнолепестных венчиков (рис. 17.6):

- колесовидный - имеет короткую трубку и отгиб, развернутый в одной плоскости (род: незабудка, вербейник);
- воронковидный - имеет удлиненную трубку воронковидной формы, отгиб небольшой (род: табак, дурман);
- колокольчатый - трубка сферическая, чашеобразная, постепенно переходящая в малозаметный отгиб (род: ландыш, колокольчик);
- трубковидный - с удлиненной цилиндрической трубкой и прямым отгибом (род подсолнечник и др.);
- колпачковый - лепестки срастаются верхушками (род виноград).

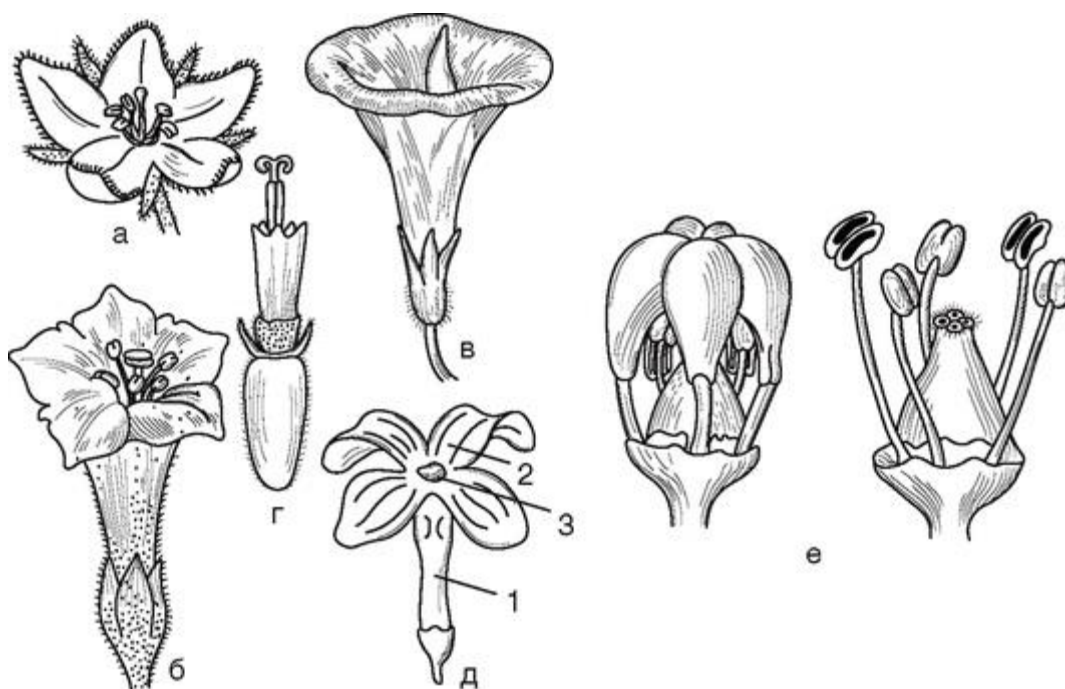


Рис. 17.6. Формы спайнолепестных актиноморфных венчиков: а - колесовидный (вербейник); б - воронковидный (табак-махорка); в - колокольчатый (вьюнок); г - трубковидный (подсолнечник); д - блюдцевидный (сирень): 1 - трубка; 2 - отгиб; 3 - зев; е - колпачковый (виноград)

По симметрии выделяют три типа цветков: асимметричный, актиноморфный и зигоморфный (рис. 17.7):

- Асимметричный цветок - через него нельзя провести ни одной плоскости симметрии.
- Актиноморфный цветок (правильный, полисимметричный) - через него можно провести две или несколько плоскостей симметрии.
- Зигоморфный цветок (неправильный, моносимметричный) - через него можно провести только одну плоскость симметрии. Наиболее часто встречающиеся зигоморфные цветки: мотыльковый, двугубый, язычковый, ложноязычковый (рис. 17.8).

— Мотыльковый венчик характерен для представителей семейства бобовые (мотыльковые). Он является свободнолепестным венчиком и состоит из пяти разных по форме и величине лепестков: самый большой - верхний, прикрывающий все остальные, называется «парус» или «флаг»; два боковых - «весла», под которыми находятся два сросшихся лепестка, образующих «лодочку».

— Двугубый венчик характерен для представителей семейства яснотковые (губоцветные) и некоторых представителей семейства норичниковые. Венчик этот является спайнолепестным; его отгиб имеет форму двух губ: верхней, состоящей из двух сросшихся лепестков, и нижней, сросшейся из трех лепестков.

— Язычковый и ложноязычковый спайнолепестные венчики характерны для представителей семейства астровые (сложноцветные). У этих венчиков очень короткая трубка, а отгиб в форме язычка. Если отгиб заканчивается пятью зубчиками, венчик называется язычковым; если тремя зубчиками - ложноязычковым.

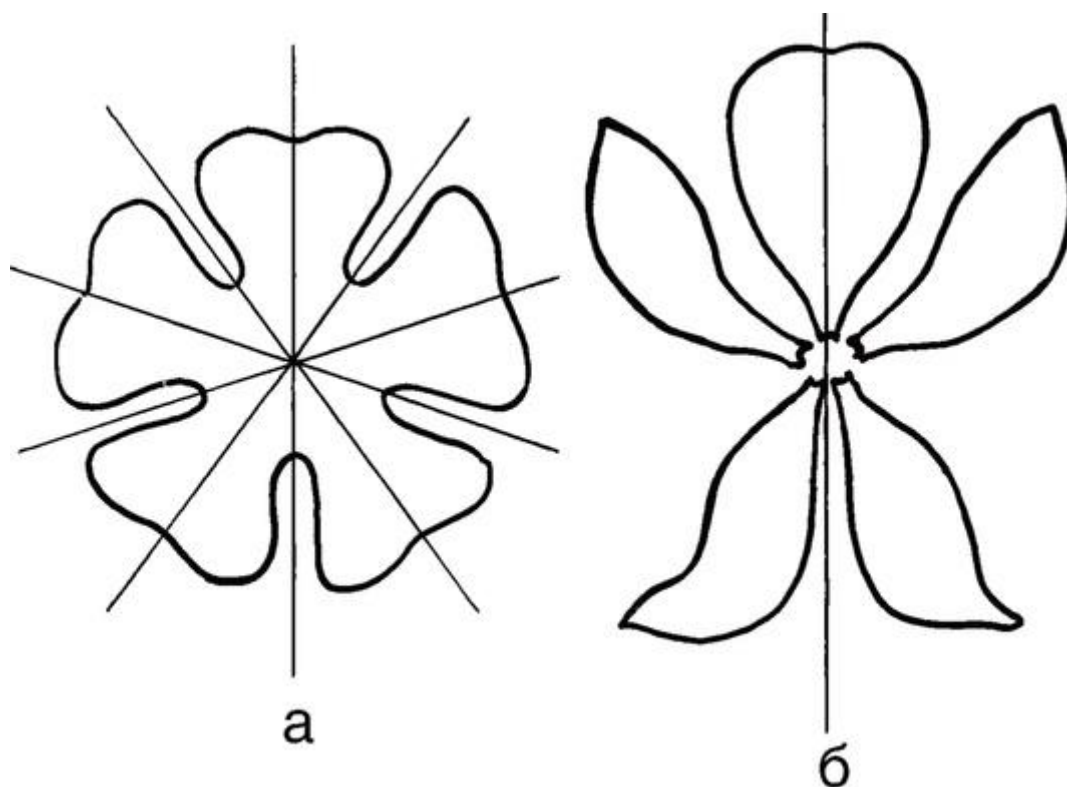


Рис. 17.7. Типы симметрии цветков: а - актиноморфные (\*); б - зигоморфные (Т)

У многих растений венчик бывает снабжен шпорцем, представляющим собой мешковидное образование - полый вырост, в котором скапливается нектар (встречается в семействе лютиковые).

В природе встречаются голые цветки, не имеющие околоцветника (род: ясень, белокрыльник и др.) (рис. 17.9).

Андроцей (*androecium* - А): совокупность тычинок в цветке.

Тычинки располагаются на цветоножке выше околоцветника по кругу или по спирали. Каждая тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника. Пыльник образован двумя пыльцевыми мешками, которые между собой соединены связником. В каждом пыльцевом мешке имеется по два пыльцевых гнезда, заполненных на раннем этапе развития спорогенной тканью (рис. 17.10). В них происходит процесс микроспорогенеза (образование микроспор) и микрогаметогенеза (образование мужских гаметофитов - пыльцы).

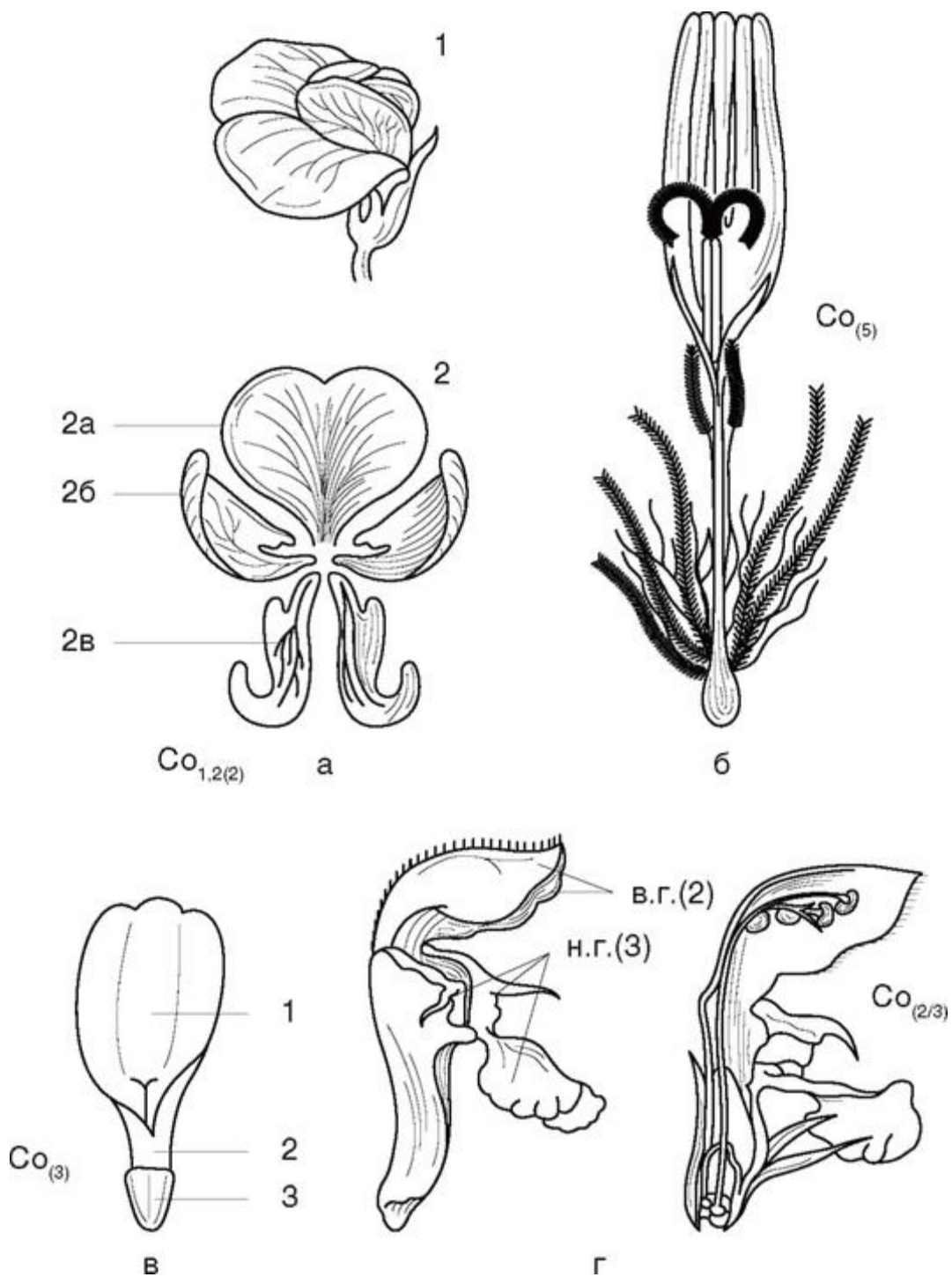


Рис. 17.8. Типы зигоморфных венчиков: а - мотыльковый (цветок гороха): 1 - общий вид; 2 - разобранный вид: 2а - «парус»; 2б - «весла»; 2в - «лодочка»  $Co_{1,2(2)}$ ; б - язычковый (тау-сагыз)  $Co^{\wedge}$ ; в - ложноязычковый (тысячелистник): 1 - отгиб; 2 - трубка венчика; 3 - нижняя завязь  $Co^{\wedge}$ ; г - двугубый (яснотка белая): в.г. - верхняя губа, образованная из двух сросшихся лепестков; н.г. - нижняя губа, образованная из трех сросшихся лепестков  $Co_{(2/3)}$

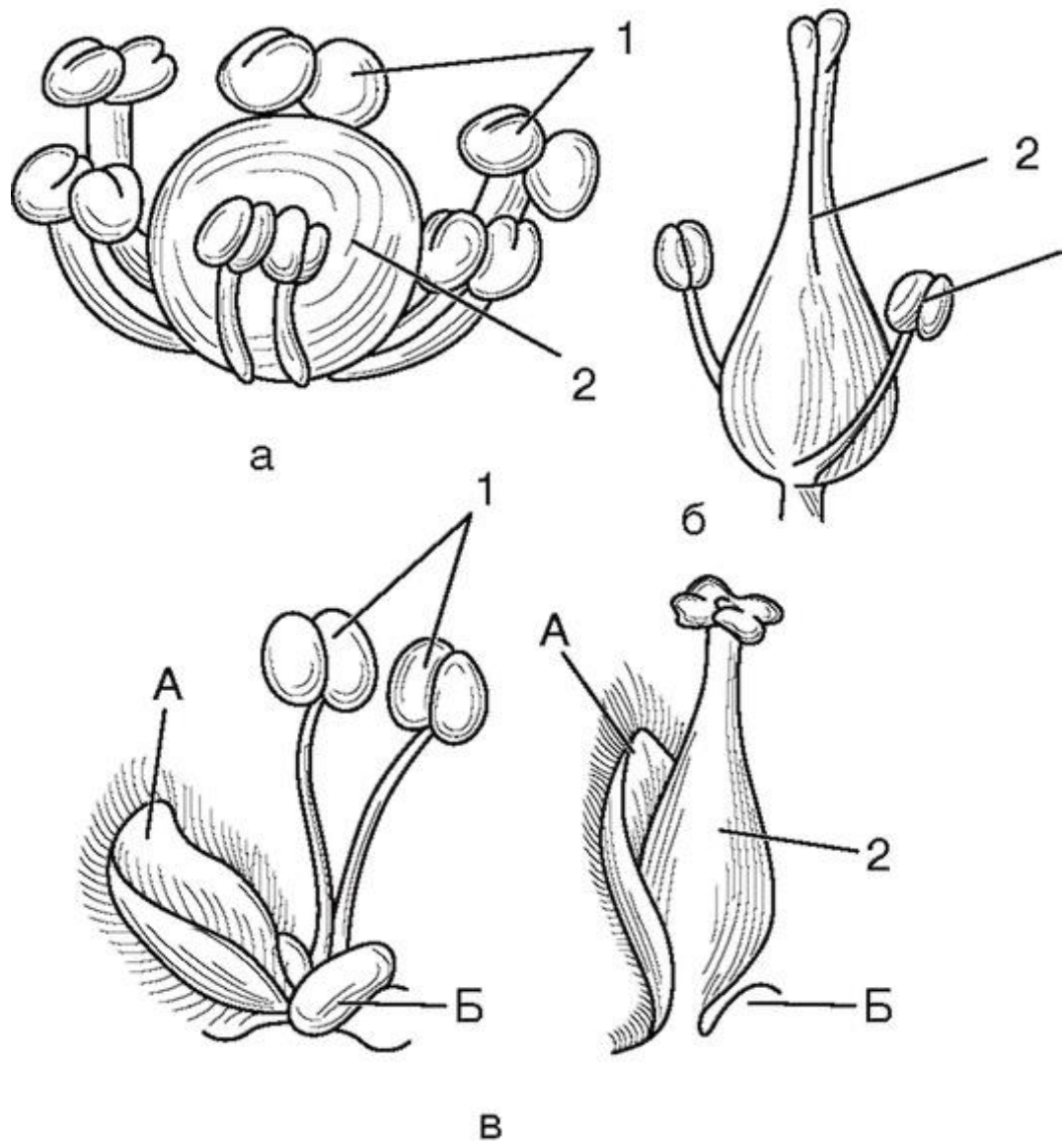
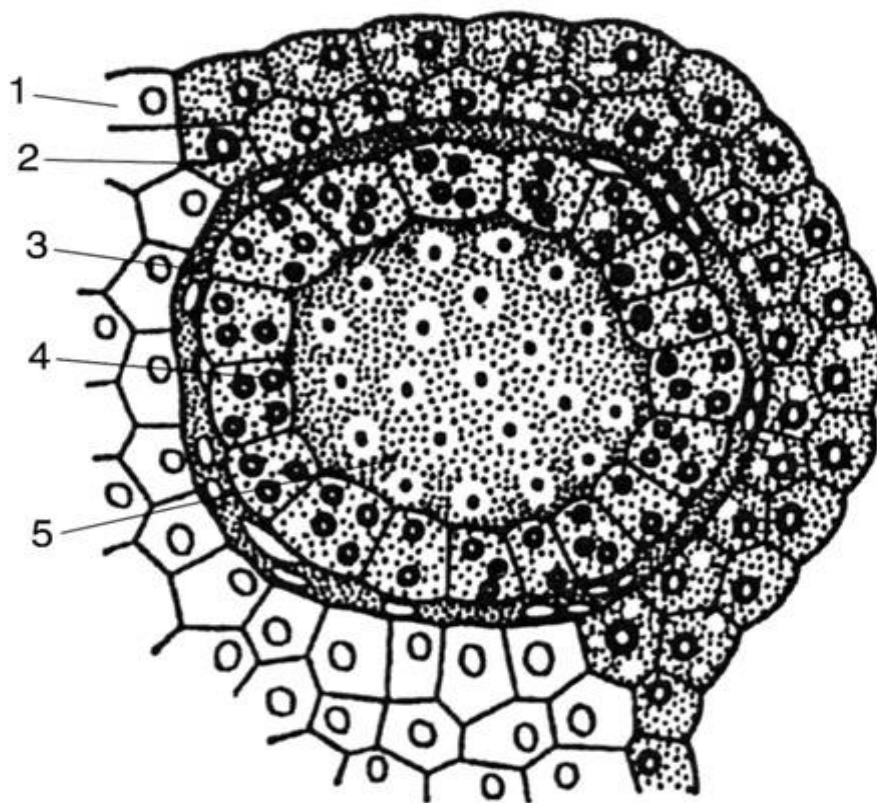


Рис. 17.9. Цветки без околоцветника (голые): а - белокрыльник; б - ясень; в - ива: А - крючий лист; Б - нектарий; 1 - андроцей; 2 - гинецей

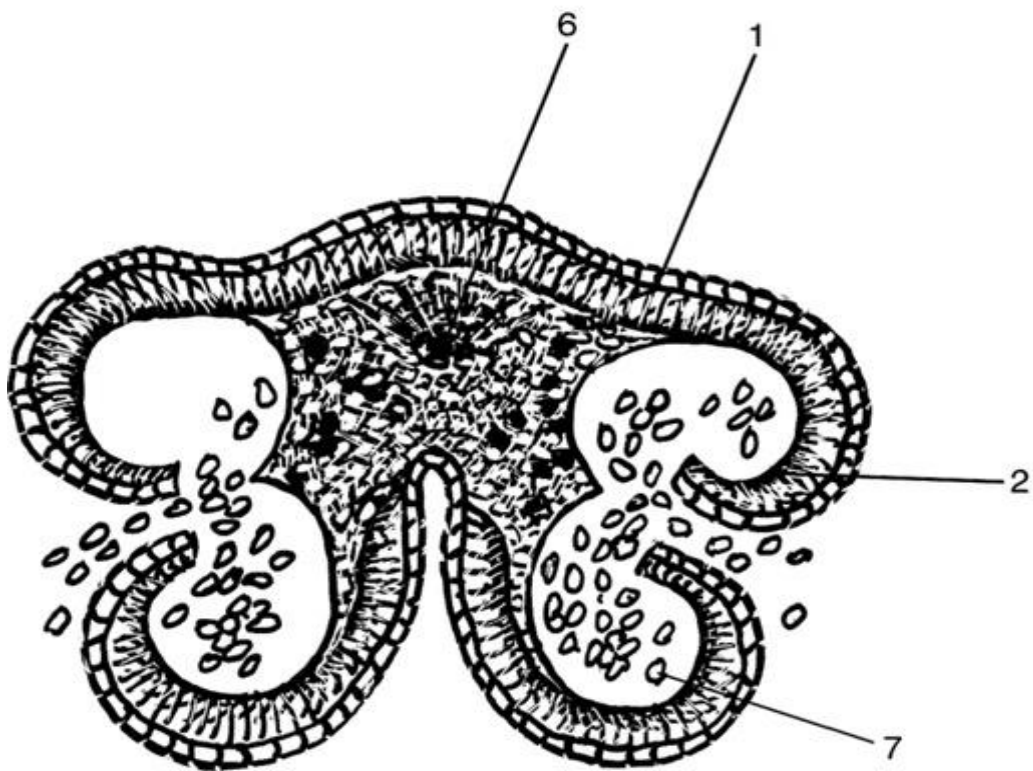
Микроспоры образуются из спорогенной ткани - клеток микроспороцитов ( $2n4c$ ), в результате деления их мейозом. Из каждого микроспороцита возникает четыре гаплоидных ( $nc$ ) микроспоры (тетрада). Сформировавшаяся микроспора имеет гаплоидное ( $nc$ ) ядро, цитоплазму и покрыта спородермой.

Мужской гаметофит (пыльца) образуется внутри пыльцевого гнезда из сформировавшейся микроспоры путем ее деления митозом. Пыльца снаружи покрыта оболочкой спородермой, состоящей из двух слоев. Наружний слой спородермы - экзина - толстый, с утолщениями клеточной стенки. Внутренний - интина - тонкий и эластичный. Под оболочкой формируются две клетки: маленькая (генеративная или спермагенная) и более крупная - вегетативная (клетка пыльцевой трубки). Вегетативная клетка гомологична вегетативному телу заростка, а генеративная клетка представляет собой сильно редуцированный антеридий. После созревания пыльцы пыльники лопаются и пыльца рассеивается. Тычинки, как и части околоцветника, могут быть свободными или сросшимися между собой. Срастаться тычинки могут тычиночными нитями (у некоторых представителей семейства бобовые) или пыльниками в трубочку (у представителей семейства астровые).





а



б

Рис. 17.10. Пыльник в поперечном разрезе: а - одно пыльцевое гнездо с археспорием; б - вскрывающийся пыльник; 1 - эпидерма; 2 - фиброзный слой; 3 - дегенерирующий слой; 4 - тапетум; 5 - археспорий; 6 - проводящий пучок связника; 7 - пыльца

При срастании тычинок нитями различают следующие типы андроцея:

- однобратственный - все тычинки в цветке срастаются между собой (род люпин);
- двубратственный - одна тычинка свободная, а другие срастаются между собой (большинство представителей семейства бобовые);
- многобратственный - все тычинки несросшиеся (представители семейства розоцветные) (рис. 17.11).

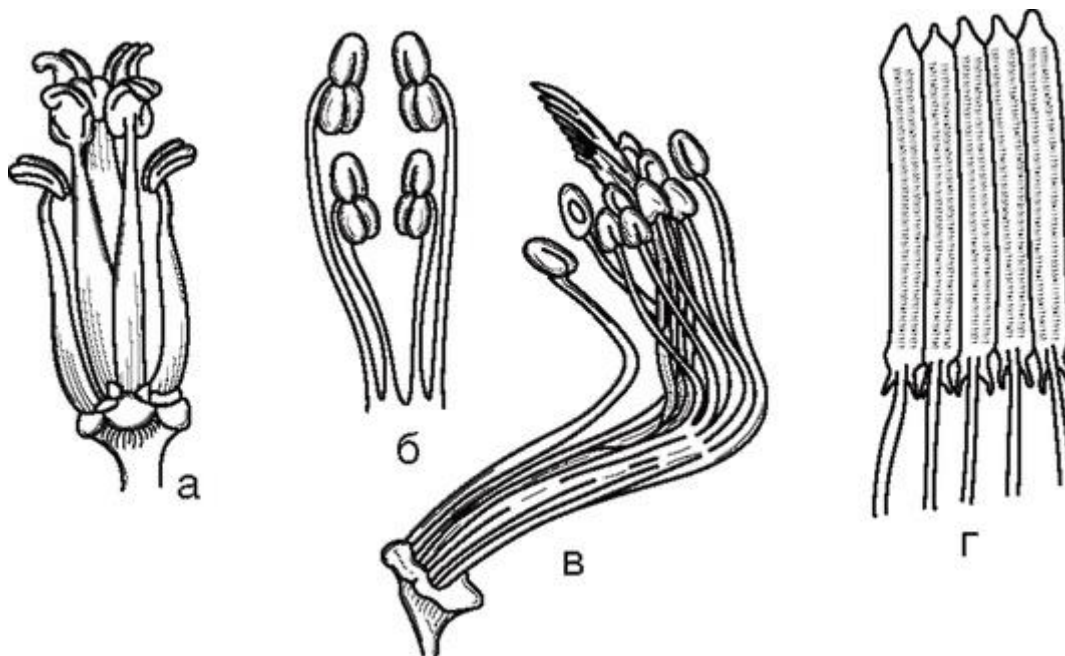


Рис. 17.11. Типы андроцея: а, б - многобратственный (а - четырехсильный, характерен для семейства капустные (крестоцветные); б - двусильный, характерен для семейства яснотковые (губоцветные); в - двубратственный, характерен для семейства бобовые; г - однобратственный, характерен для семейства астровые (сложноцветные)

В одном цветке тычинки могут быть: равные по длине (род тюльпан); разной длины (водосбор олимпийский); две тычинки длинные, а две короткие - двусильный андроцей (представители семейства яснотковые); три более длинные, а три короткие - трехсильный андроцей (нарцисс гибридный).

Гинецей (*gynoeceum* - G): совокупность плодolistиков в цветке, образующих один или несколько пестиков.

Плодolistик - это мегаспорофилл, несущий семязачатки (семяпочки). По числу и характеру срастания плодolistиков различают следующие типы гинецея:

- монокарпный, состоит из одного плодolistика и образует в цветке один простой пестик (представители семейства бобовые);
- апокарпный, состоит из двух или множества несросшихся плодolistиков, образующих в цветке несколько простых пестиков (род: земляника, малина, шиповник, гравилат, лапчатка и др.);
- ценокарпный, состоит из двух или множества сросшихся плодolistиков, образующих в цветке один пестик (род: яблоня, рябина, помидор) (рис. 17.12).

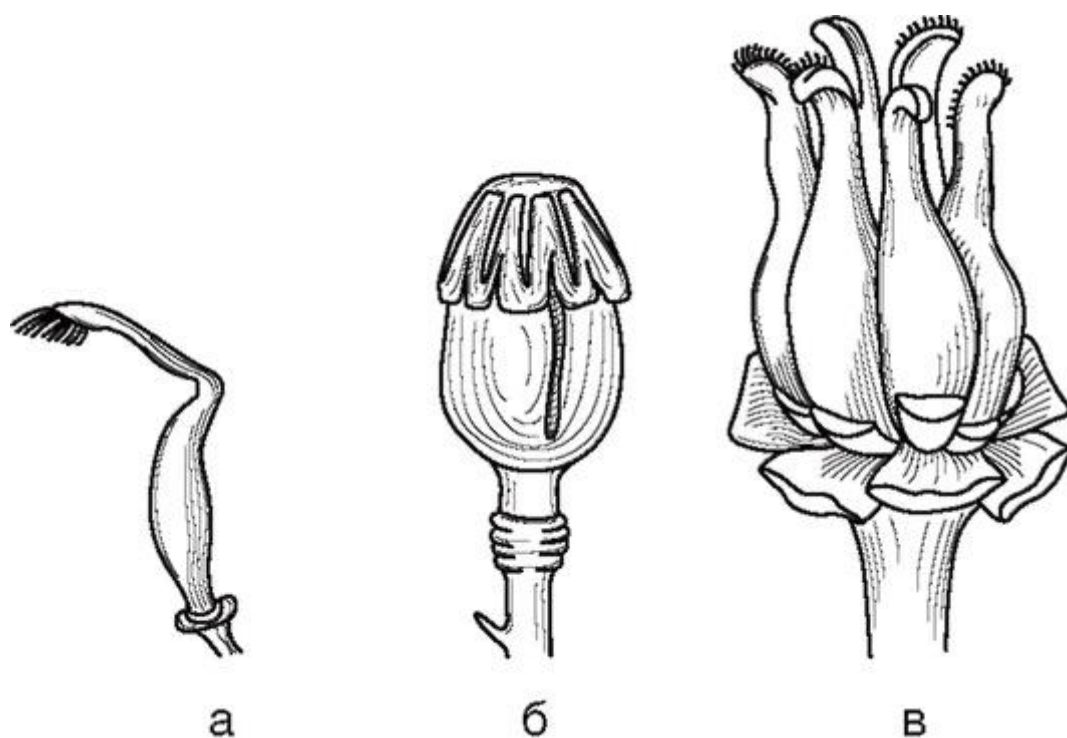


Рис. 17.12. Типы гинецеев: а - монокарпный (горох посевной); б - ценокарпный (мак снотворный); в - апокарпный (сусак)

Пестик занимает центральную часть цветка. Он состоит из завязи, столбика и рыльца. Столбик - цилиндрическая, стерильная, в форме трубочки часть пестика, соединяющая завязь и рыльце. У многих растений столбик пестика отсутствует и рыльце сидячее.

Самые важные части пестика - завязь и рыльце. Рыльце - расширенная часть на верхушке столбика для восприятия пыльцы при опылении. Завязь - расширенная полая часть пестика, несущая семязачаток или семязачатки. Развившийся семязачаток имеет в большинстве случаев: два интегумента (покрова), клетки нуцеллуса, заполняющие полость семязачатка, пыльцевход (микропиле) и семяножку, посредством которой семязачаток прикрепляется к участку плодолистика (плаценте).

В нуцеллусе семязачатка происходят последовательно друг за другом следующие процессы: мегаспорогенез, мегагаметогенез и двойное оплодотворение.

- Мегаспорогенез: образование мегаспор в нуцеллусе семязачатка. В области микропиле из клеток нуцеллуса формируется одна клетка археспория (материнская клетка) с диплоидным набором хромосом. В результате мейоза из нее образуются четыре гаплоидные мегаспоры.

- Мегагаметогенез: образование внутри семязачатка женского гаметофита (зародышевого мешка с восемью ядрами) из мегаспоры. Нижняя мегаспора, расположенная ближе к халазе, делится митозом быстрее, чем остальные три, которые впоследствии дегенерируют и рассасываются. В результате троекратного деления эндомитозом из нижней мегаспоры развивается зародышевый мешок с восемью ядрами. Из них три ядра у микрополярного полюса зародышевого мешка формируют яйцевой аппарат; три у халазального полюса - группу антипод, а два ядра сливаются в центре мешка с образованием диплоидного ядра.

- При двойном оплодотворении у покрытосеменных растений один из спермиев сливается с яйцеклеткой, образуя диплоидную зиготу; а второй - с центральным ядром зародышевого мешка, формируя триплоидное ядро. Из зиготы образуется зародыш, а из

триплоидного ядра формируется запасяющая ткань - эндосперм. В зависимости от формы цветоложа и степени срастания с ним стенок завязи она может быть: верхней или нижней (рис. 17.13).

Если завязь своим основанием прикрепляется к цветоложу и не срастается с другими частями цветка, она называется верхней - такой цветок называется подпестичным. Части околоцветника при этом располагаются на цветоложе под завязью или по краю цветоложа.

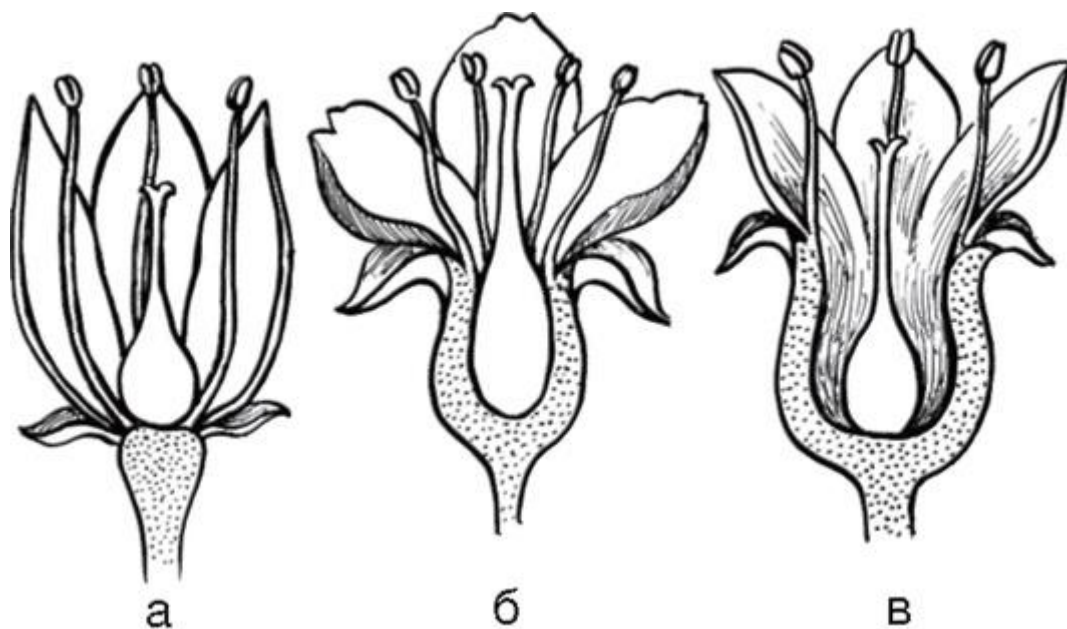


Рис. 17.13. Типы завязей (схемы): а - верхняя завязь; б - нижняя завязь; в - верхняя, окруженная стенками гипантия

У яблони, груши, рябины, боярышника (подсемейство яблоневые) завязь располагается внутри вогнутого цветоложа и срастается с его стенками. Такая завязь называется нижней. Части околоцветника и тычинки прикрепляются при нижней завязи к краю цветоложа над завязью - такой цветок называется надпестичным. У большинства растений завязь бывает цельной, но у некоторых семейств (яснотковые, бурачниковые) завязь четырехлопастная.

Форма цветоложа, положение и форма завязи в цветке - важные признаки при определении систематического положения растений.

#### Формула цветка

Формула цветка - выражение строения цветка с помощью букв, цифр и знаков. При составлении формулы следует руководствоваться следующим порядком:

- 1) цветок обоеполюй, раздельнополюй ♀ и ♂ или стерильный;
- 2) тип симметрии цветка:
  - \* цветок правильный (актиноморфный), через него можно провести много плоскостей симметрии;
  - ↑ цветок неправильный (зигоморфный), через него можно провести только одну ось симметрии;
- 3) тип околоцветника:
  - простой P (*Perigonium*);
  - двойной - чашечка Ca (*Calyx*) и венчик Co (*Corolla*);
- 4) андроцей A (*Androeceum*);

5) гинецей G (*Gynoeceum*);

б) завязь - нижняя G(5) или верхняя G(5).

Под буквенными выражениями цифрами указывается количество частей цветка. Если части цветка сростаются, их число заключается в круглые скобки (). Если части цветка расположены кругами, между цифрами ставится знак +. Если части цветка расположены в одном кругу, но отличаются друг от друга, то между ними ставится запятая Co<sub>1,2(2)</sub>. Положение верхней завязи в цветке показывается черточкой под числом плодolistиков (5). Если завязь нижняя, то черточка проводится над числом плодolistиков (5).

Например:

1. Формула строения цветка рода вишня: \*Ca<sub>5</sub>Co<sub>5</sub>A<sub>∞</sub>G<sub>1</sub>.

Формула читается: цветок актиноморфный, имеет двойной околоцветник, наружный круг двойного околоцветника - чашечка состоит из пяти свободных чашелистиков; внутренний круг двойного околоцветника - венчик состоит из пяти свободных лепестков; андроцей состоит из множества свободных тычинок (многобратственный); гинецей образован одним плодolistиком (монокарпный); завязь верхняя.

2. Формула строения цветка рода ландыш: \*P<sub>(3+3)</sub>A<sub>(3+3)</sub>G<sub>(3)</sub>. Формула читается: цветок актиноморфный; околоцветник простой венчиковидный, состоит из шести сростшихся листочков, расположенных в два круга по три в каждом; андроцей из шести сростшихся тычинок, расположенных в два круга по три в каждом; гинецей образован тремя сростшимися плодolistиками (ценокарпный), завязь верхняя.

Диаграмма цветка

Диаграмма цветка - проекция поперечного среза всех частей цветка на плоскость. Части околоцветника на диаграмме обозначаются дугами: чашелистики - с выступом на середине дуги, лепестки и листочки простого околоцветника - без выступа. Тычинки изображаются в виде поперечного среза через пыльник (рисуют два пыльцевых мешка). Гинецей изображается в виде поперечного разреза через завязь. В случае сростания между собой членов цветка скобки на диаграмме соединяются дугами. Ось соцветия ставится вверху диаграммы, а кроющий лист внизу (рис. 17.14).

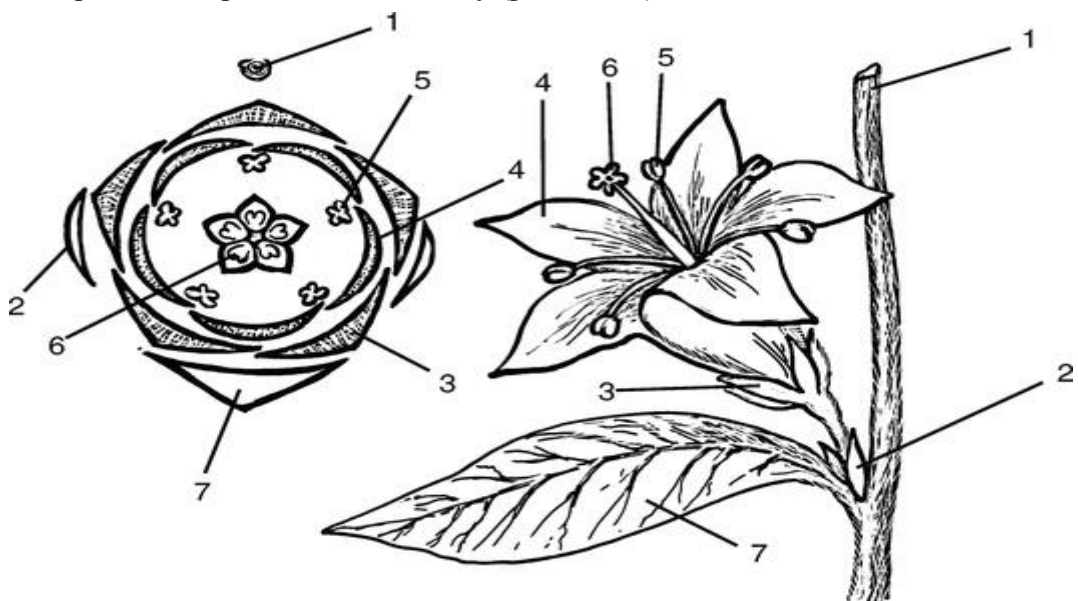


Рис. 17.14. Построение диаграммы цветка: 1 - ось соцветия; 2 - прицветник; 3 - чашелистик; 4 - лепесток; 5 - тычинка; 6 - гинецей; 7 - кроющий лист

### Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислите основные части цветка и их функции.
2. Назовите отличия между двойным и простым околоцветником.
3. Назовите типы симметрии цветков.
4. Опишите строение тычинок и процессы, происходящие в них.
5. Опишите образование женского гаметофита.
6. Назовите основные типы гинецеев.

### РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: зафиксированные в спирте или живые цветки тюльпана, яблони, яснотки, караганы; таблицы по теме «Морфология цветка».

Оборудование: бинокляр; препаровальные иглы; скальпель; рабочее стекло; пинцет.

Задание 1. Разобрать цветок тюльпана и зарисовать его строение.

1. Поместить цветок тюльпана на рабочее стекло. Далее необходимо:
  - отделить околоцветник от цветоложа и определить его тип;
  - подсчитать число частей околоцветника;
  - отделить тычинки и определить тип андрцея;
  - определить тип гинецея: найти все части пестика (завязь, столбик и рыльце); подсчитать количество плодолистиков по числу лопастей рыльца пестика или сделать поперечный срез через завязь;
    - определить форму цветоложа и положение завязи в цветке (верхняя или нижняя).
2. Зарисовать схематично цветок тюльпана в альбоме и обозначить его части (рис. 17.15).
3. Составить формулу цветка тюльпана и нарисовать его диаграмму (см. рис. 17.15).

Задание 2. Разобрать цветок яблони и зарисовать его строение

1. Разобрать цветок яблони домашней под бинокляром с помощью двух препаровальных игл в следующем порядке:
  - отделить околоцветник и определить его тип;
  - подсчитать число частей околоцветника;
  - отделить тычинки и определить тип андрцея;
  - определить тип гинецея: найти все части пестика (завязь, столбик и рыльце); подсчитать количество плодолистиков по числу разветвлений, которыми заканчивается рыльце пестика;
    - сделать продольный разрез цветка для определения формы цветоложа и положения завязи в цветке (верхняя или нижняя).

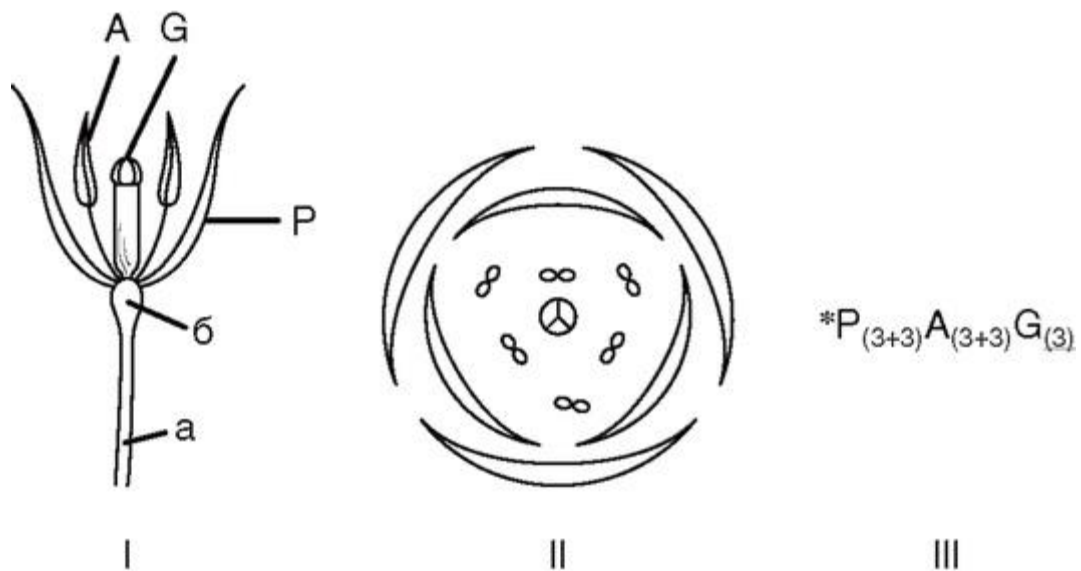


Рис. 17.15. Строение цветка тюльпана с простым актиноморфным околоцветником: I - схема строения цветка; а - цветоножка; б - цветоложе; II - диаграмма цветка; III - формула цветка: \* - цветок актиноморфный; P - простой околоцветник; A - андроцей; G - гинецей ценокарпный (из трех сросшихся плодолистиков)

Для того чтобы части цветка были в расправленном виде, надо помещать их в каплю воды на рабочем стекле.

2. Зарисовать схематично цветок яблони в альбоме и обозначить его части (рис. 17.16).

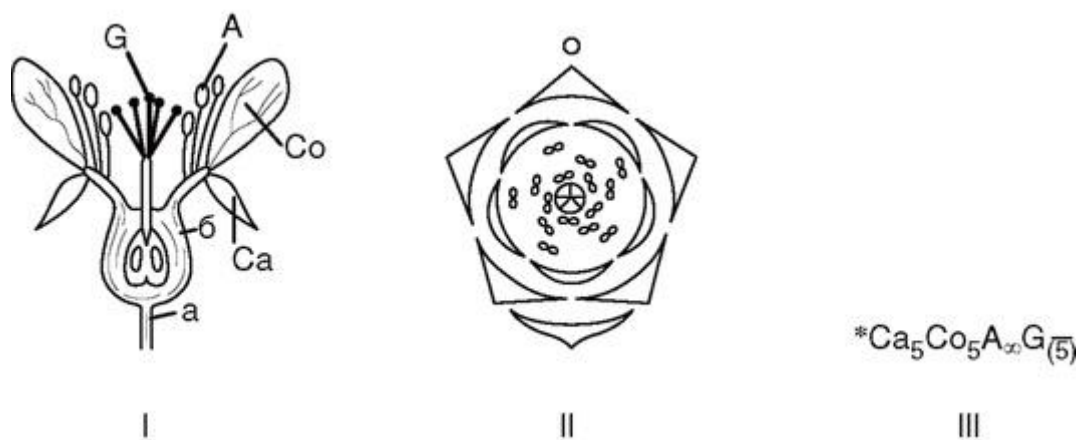


Рис. 17.16. Строение цветка яблони домашней с двойным актиноморфным околоцветником и нижней завязью: I - схема строения цветка; а - цветоножка; б - цветоложе; II - диаграмма цветка; III - формула цветка: \* - цветок актиноморфный; Ca - чашечка; Co - венчик; A - андроцей; G - гинецей ценокарпный (из пяти сросшихся плодолистиков)

3. Составить формулу цветка яблони и нарисовать его диаграмму (см. рис. 17.16).

Задание 3. Разобрать на части цветок караганы и зарисовать его строение

1. Разобрать цветок караганы древовидной под биноклем с помощью двух препаровальных игл в следующем порядке:

- отделить венчик от чашечки;
- подсчитать количество чашелистиков по числу зубчиков чашечки;

- на рабочем стекле разложить лепестки венчика: «парус», два «весла», «лодочку», сросшуюся из двух лепестков;
- из лодочки венчика достать трубку сросшихся тычинок и посчитать их число, одна тычинка свободная и направлена в сторону большого лепестка-«паруса»;
- из трубки сросшегося андроеца достать пестик и определить тип гинецея;
- препаровальной иглой вспороть пестик и под бинокляром посмотреть расположение в нем семязачатков.

2. Зарисовать по частям цветок караганы в альбоме и сделать к ним обозначения (рис. 17.17).

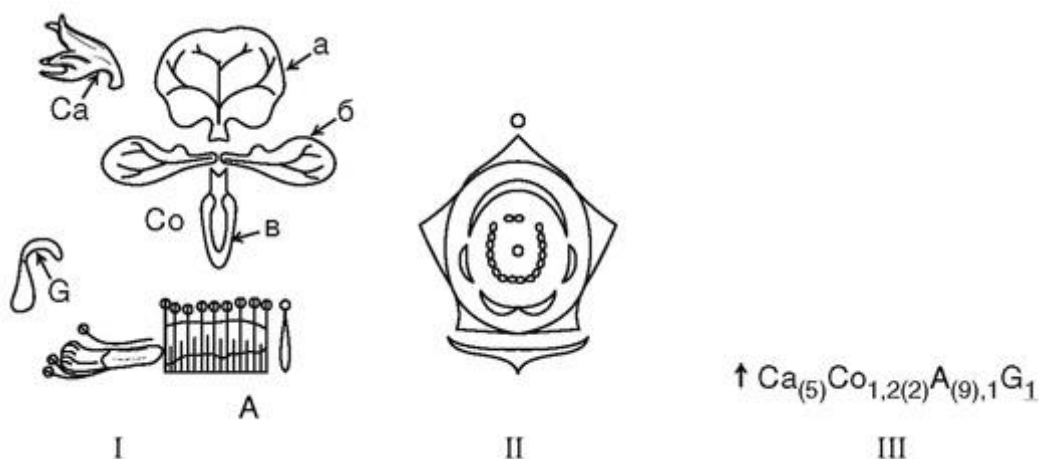


Рис. 17.17. Строение цветка караганы древовидной с двойным зигоморфным околоцветником (венчик мотылькового типа): I - схема строения цветка: (а - «парус»; б - «весла»; в - «лодочка» из двух сросшихся лепестков); А - андроецей; G - гинецей монокарпный; II - диаграмма цветка; III - формула цветка:  $\uparrow$  - цветок зигоморфный; Ca - чашечка; Co - венчик мотылькового типа

3. Составить формулу цветка караганы и нарисовать его диаграмму (см. рис. 17.17).

Задание 4. Разобрать на части цветок яснотки и зарисовать его строение

1. Разобрать цветок яснотки белой под бинокляром с помощью двух препаровальных игл в следующем порядке:

- отделить венчик от чашечки;
- подсчитать число чашелистиков сростнолистной чашечки;
- венчик поместить в каплю воды на рабочем стекле и с помощью иглы вспороть его вдоль; определить число лепестков верхней и нижней губы венчика;
- отделить тычинки и определить тип андроеца (обратить внимание на разную длину тычиночных нитей);
- определить тип гинецея:
- под бинокляром рассмотреть число гнезд завязи пестика, образующих плод дробный ценобий, распадающийся на четыре орешка;
- определить форму цветоноса и положение завязи в цветке (верхняя или нижняя).

2. Зарисовать схематично цветок яснотки в альбоме и обозначить его части (рис. 17.18).



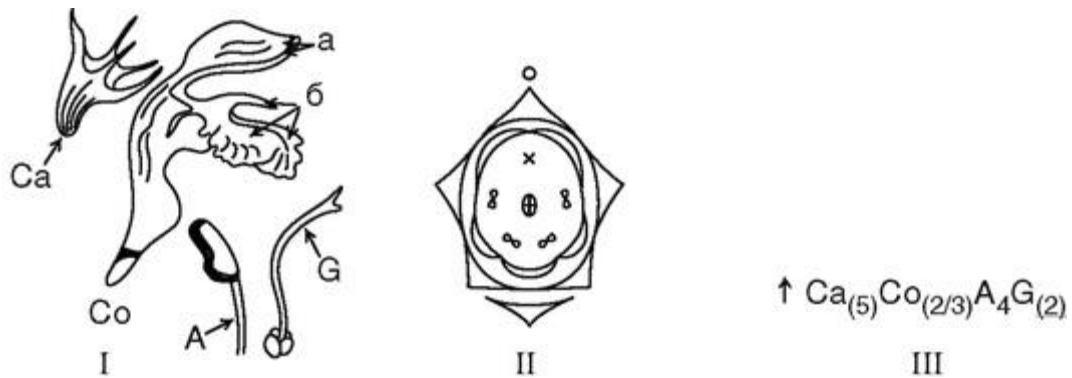


Рис. 17.18. Строение цветка яснотки белой с двойным зигоморфным околоцветником (венчик двугубого типа): I - схема строения цветка; II - диаграмма цветка; III - формула цветка: ↑ - цветок зигоморфный; Ca - чашечка; Co - венчик двугубого типа (а - верхняя губа образована из двух сросшихся лепестков; б - нижняя губа из трех сросшихся лепестков); А - андроцей двубратственный; G - гинецей ценокарпный (из двух сросшихся плодолистиков)

3. Составить формулу цветка яснотки и нарисовать его диаграмму (см. рис. 17.18).

Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 191-207.

## Тема 18. МОРФОЛОГИЯ СОЦВЕТИЙ И ПЛОДОВ

Цели занятия

- Выявить морфологические особенности разнообразных типов соцветий и плодов.
- Уметь:
  - различать ботрические (моноподиальные) и цимозные (симподиальные) соцветия по способу нарастания главной оси;
  - различать типы ботрических соцветий по расположению цветков на оси соцветия, степени развития цветоножек и видоизменения главной оси;
  - различать типы цимозных соцветий по характеру ветвления оси соцветия и расположению цветков;
  - различать основные типы плодов в зависимости от строения гинецея.
- Знать:
  - принцип классификации соцветий;
  - принцип классификации плодов;
  - строение различных типов плодов и соцветий.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Соцветия

У большинства растений цветки собраны в соцветия. Обычно в соцветия бывают собраны мелкие или некрупные цветки, что делает их более заметными и увеличивает возможность перекрестного опыления.

Соцветием называют побег или систему специализированных побегов, несущих цветки. Соцветие имеет главную ось (ось соцветия) и боковые оси, которые могут

ветвиться или быть неразветвленными. На осях соцветия находятся узлы и междоузлия. Число цветков в соцветии сильно варьирует - от 1-3 у гороха до нескольких десятков тысяч у агавы.

Соцветия чрезвычайно разнообразны морфологически, поэтому возникает необходимость их классификации.

По расположению на растении соцветия могут быть терминальными (верхушечными), пазушными и интеркалярными. Терминальные соцветия находятся на верхушках главных побегов, пазушные - на концах обычно укороченных боковых побегов. Интеркалярные соцветия состоят из чередующихся стерильных (вегетативных) и фертильных (цветоносных) участков.

В зависимости от степени ветвления осей соцветия делят на простые и сложные. У простых соцветий на главной оси располагаются одиночные цветки (черемуха, подорожник, подсолнечник), у сложных соцветий на главной оси вместо цветков располагаются простые соцветия.

В зависимости от способа ветвления оси соцветия разделены на два типа: ботрические и цимозные.

Ботрические соцветия характеризуются моноподиальным ветвлением. Первыми закладываются и распускаются самый нижний цветок в вертикальных соцветиях (кисть) и краевой цветок в горизонтальных соцветиях (корзинка), число их неограниченно в связи с продолжительным периодом деятельности апикальных меристем. Эти соцветия называют также неопределенными. Цимозными (определенными) соцветиями называют соцветия с симподиальным типом ветвления оси соцветия. Первым в этих соцветиях распускается верхний цветок, а ось следующего цветка возобновляется из-под него.

Моноподиальные (ботрические) соцветия

I. Простые моноподиальные соцветия (рис. 18.1, 18.2):

- Кисть - боковые цветки сидят на удлиненной главной оси соцветия, их цветоножки приблизительно одинаковой длины. На верхушке соцветия могут быть бутоны, в основании соцветия - наиболее крупные цветки (черемуха, ландыш, горчица).
- Щиток - отличается от кисти тем, что нижние цветки имеют длинные цветоножки, верхние - короткие, в результате чего цветки располагаются в одной плоскости (груша, спирея).
- Зонтик - главная ось соцветия редуцирована. Цветоножки одинаковой длины выходят из одной точки цветоносного побега (лук, примула, вишня).
- Головка - главная ось сильно укорочена, булавовидна. Цветки на цветоножках тесно расположены на шаровидном цветоложе, отчего кажутся сидячими (клевер).

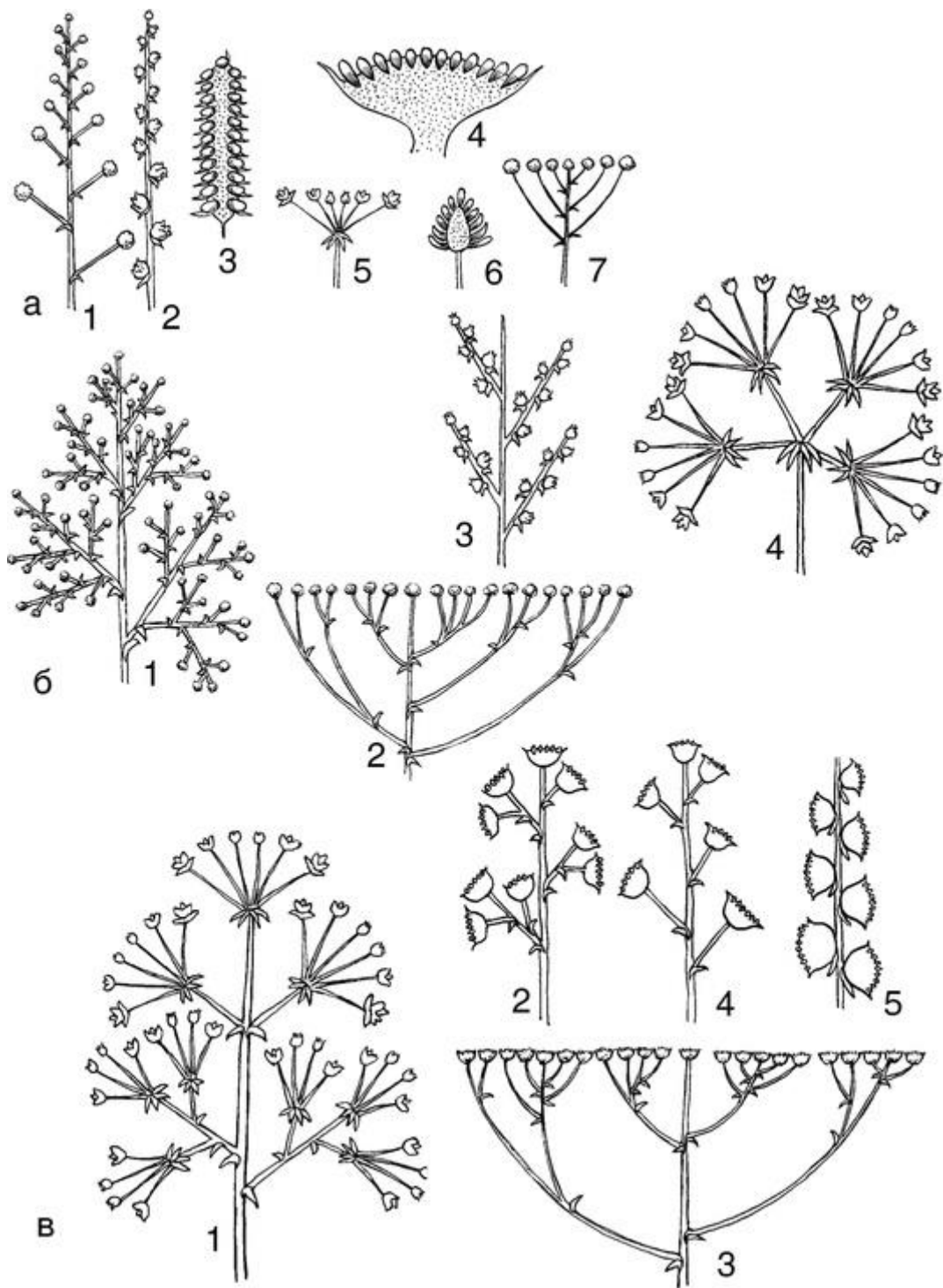


Рис. 18.1. Типы ботрических соцветий: а - простые соцветия: 1 - кисть; 2 - колос; 3 - початок; 4 - корзинка; 5 - простой зонтик; 6 - головка; 7 - щиток; б - сложные соцветия: 1 - метелка; 2 - сложный щиток; 3 - сложный колос; 4 - сложный зонтик; в - типы агрегатных соцветий: 1 - метелка зонтиков; 2 - метелка корзинок; 3 - щиток корзинок; 4 - кисть корзинок; 5 - колос корзинок

- Колос - главная ось соцветия удлинена, соцветие напоминает кисть, но цветки сидячие, без цветоножек (подорожник).

- Початок - отличается от колоса мясистой утолщенной осью соцветия. Цветки сидячие (кукуруза, белокорыльник, аир).

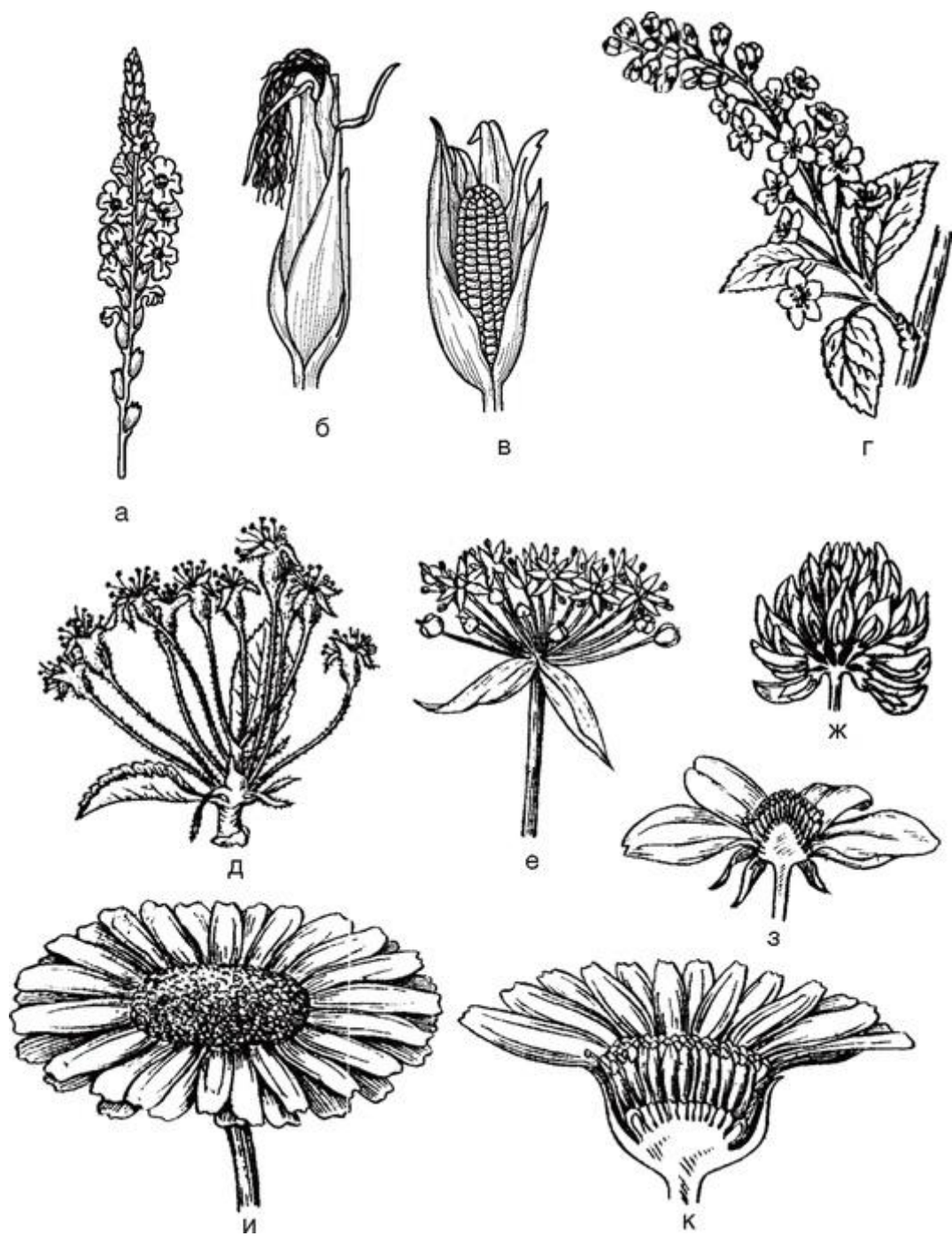


Рис. 18.2. простые ботрические соцветия: а - колос вербены; б, в - початок кукурузы; г - кисть черемухи; д - щиток груши; е - зонтик лука; ж - головка клевера; з - корзинка ромашки; и, к - корзинка ноготков

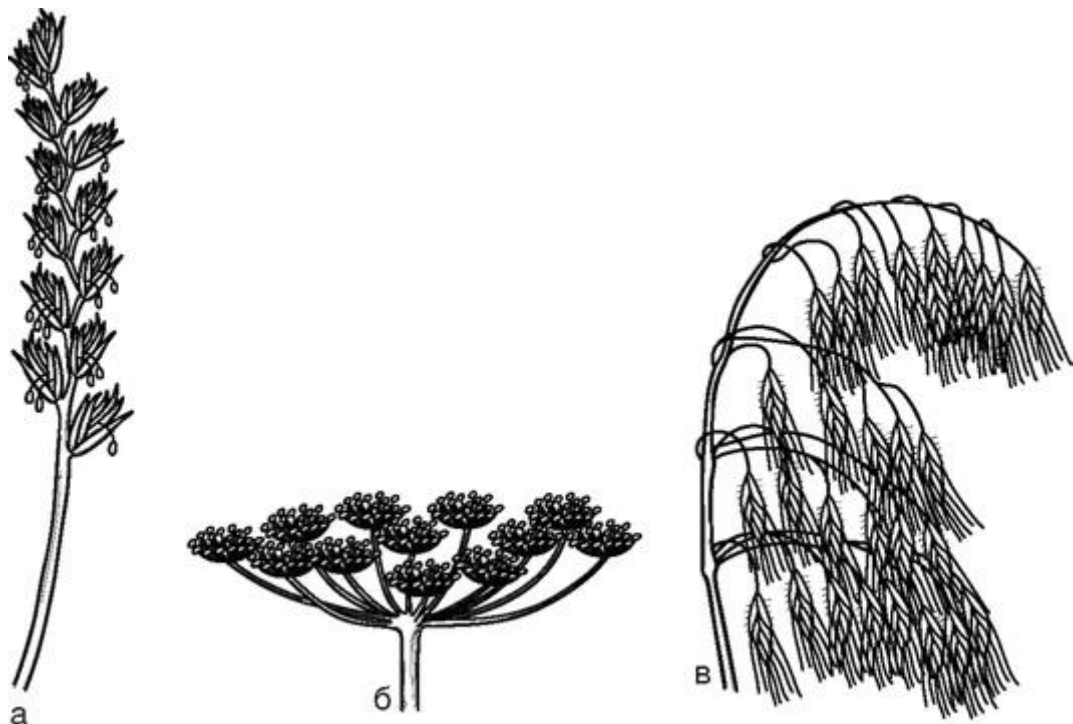


Рис. 18.3. Сложные ботрические соцветия: а - сложный колос пырея ползучего; б - сложный зонтик укропа; в - метелка коостра

- Корзинка - главная ось соцветия может быть плоской, выпуклой или вогнутой. Все цветки сидячие, распускаются в центростремительном направлении. Снизу корзинка покрыта сильно сближенными видоизмененными прицветными листьями, образующими обертку (ромашка, одуванчик, цикорий, полынь).

## II. Сложные моноподиальные соцветия (см. рис. 18.1, 18.3):

- Сложная кисть (метелка) - соцветие с удлиненной главной осью, на которой располагаются простые ботрические соцветия - кисти (сирень, виноград).

- Сложный колос - на удлиненной главной оси располагаются простые колоски (рожь, пшеница, ячмень).

- Сложный зонтик - на укороченной главной оси расположены боковые оси, заканчивающиеся простыми зонтиками, или зонтичками. В сложном зонтике могут быть листочки обертки в основании осей первого порядка и оберточки в основании осей второго порядка (морковь, укроп, сельдерей, вех ядовитый).

## Цимозные (симподиальные) соцветия (рис. 18.4, 18.5)

I. Монохазий (однолучевик) - соцветие, у которого ось первого порядка заканчивается цветком, из пазухи прицветника которого развивается одна ось второго порядка, также заканчивающаяся цветком, из пазухи его прицветника развивается одна ось третьего порядка и т. д.

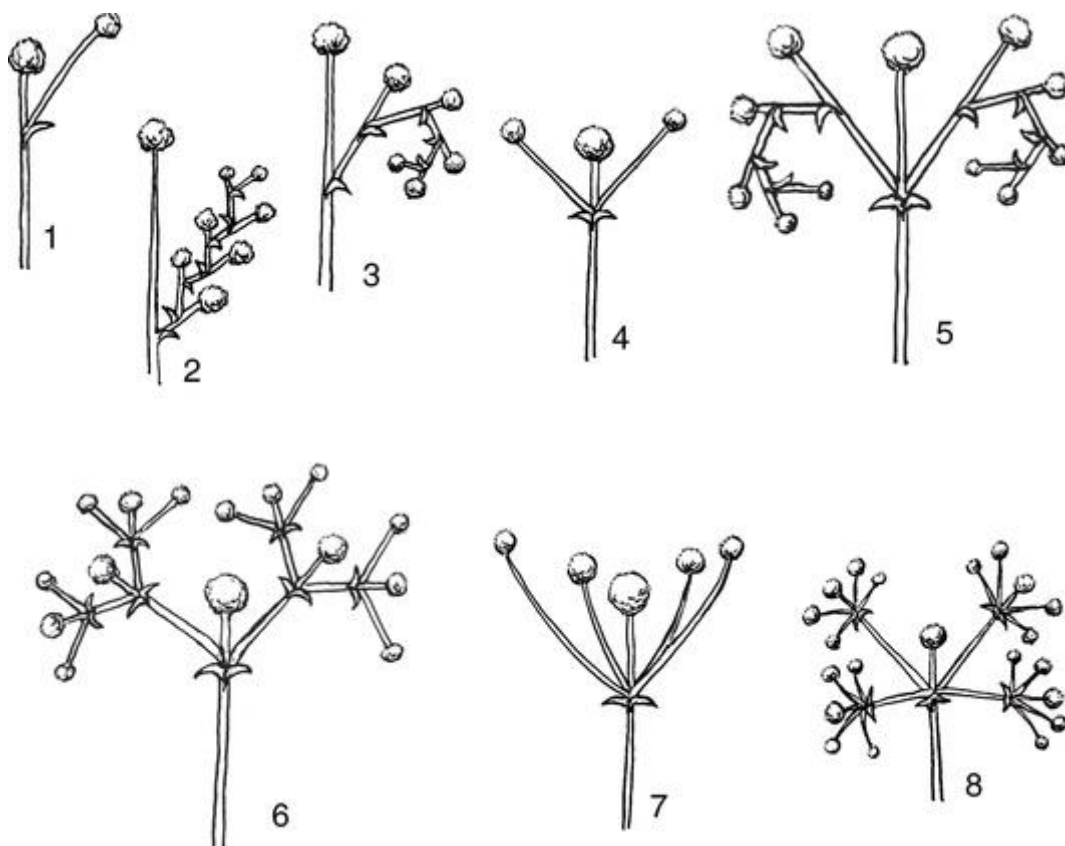


Рис. 18.4. Типы цимозных соцветий: монохазии: 1 - «элементарный» монохазий; 2 - извилина; 3 - завиток дихазии; 4 - простой; 5 - двойной завиток; 6 - развилина плеихазии; 7 - простой; 8 - двойной

- Завиток - каждая новая цветоносная ось возникает на оси предыдущего порядка только с одной стороны от нее, в результате чего формируется закрученное соцветие (медуница, незабудка, окопник).

- Извилина - боковые цветоносные оси образуются поочередно с противоположных сторон от оси предыдущего порядка, в результате чего образуется соцветие извилистой формы (лютик, гравилат).

II. Дихазий (двулучевик) - соцветие, под верхушечным цветком главной оси развиваются 2 парциальных соцветия, при этом каждая ось предыдущего порядка несет две оси следующего порядка. К дихазиям относятся развилина и двойной завиток.

- Развилка - под цветком главной оси образуются супротивно расположенные оси, заканчивающиеся цветками, в дальнейшем каждая из них может образовывать две супротивно расположенные оси следующих порядков (гвоздика).

- Двойной завиток - под цветком главной оси супротивно образуются два простых завитка (картофель). III. Плеихазий (многолучевик) - ниже цветка на главной оси находится мутовка прицветных листьев, из пазух которых возникают новые цветоносные оси второго, третьего порядка (молочай).



Рис. 18.5. Цимозные соцветия: а - монохазий (завиток) окопника лекарственного; б - монохазий (завиток) незабудки; в - дихазий (развилка) ясколки; г - плейохазий молочая лозного

### Плоды

Плод - орган семенного размножения покрытосеменных растений, развивающийся из одного цветка и несущий в себе семена. Плод развивается из завязи, этому предшествуют опыление и оплодотворение. Околоплодник формируется из стенки завязи. В нем выделяют три зоны: наружную (экзокарпий), среднюю (мезокарпий) и внутреннюю (эндокарпий). Околоплодник может быть сухим и сочным. Плоды бывают вскрывающимися и невскрывающимися.

В зависимости от типа гинецея выделяют четыре главных типа плодов.

- Монокарпные - из цветков с монокарпным гинецеом.
- Апокарпные - образуются из цветков с апокарпным гинецеом.
- Ценокарпные - из цветков с ценокарпным гинецеом.
- Псевдомонокарпные - из цветков с ценокарпным гинецеом, в которых дальнейшее развитие получает семяпочка только одного плодолистика.

### Монокарпные плоды

- Однолистовка - одногнездный многосеменной плод, вскрывающийся по одному брюшному шву, вдоль которого сидят семена (сокирки полевые).

- Боб - одно-, двуили многосеменной плод, вскрывающийся по двум швам от вершины к основанию. Семена расположены на створках боба вдоль брюшного шва (донник, арахис, горох, люцерна). Бобы могут быть вскрывающимися и распадающимися.

- Однокостянка - односеменной невскрывающийся плод с твердым эндокарпием. Мезокарпий может быть сочным (вишня, абрикос, слива, черемуха) и сухим (миндаль).

Апокарпные плоды - наиболее архаичны, образуются только из цветков с верхней завязью.

- Многолистовка - многосеменной сборный плод, состоящий из простых листовок (купальница, калужница, живокость, борец).

- Многоорешек - сборный многосеменной плод, состоящий из отдельных односеменных невскрывающихся плодиковорешков (лютики, лапчатка, горицвет, гравилат). Многоорешек шиповника, плодики которого сидят внутри кувшинообразно вогнутого сочного гипантия, называют цинородием. У многоорешка земляники мелкие орешки сидят на выпуклой, сильно разросшейся части гипантия; такой плод называется фрага.

- Многокостянка - сборный плод, состоящий из двух или множества плодиков-костянок (малина, ежевика, морошка, костяника).

#### Ценокарпные плоды

- Ягода - весь околоплодник, за исключением экзокарпия, сочный, мясистый. Семена находятся в мякоти плода (томат, паслен).

- Гесперидий (померанец) - плод цитрусовых - экзокарпий кожистый, мезокарпий ватный, эндокарпий сосочковидный, сочный (мандарин, апельсин, лимон).

- Тыквина - образуется из паракарпного гинецея из трех плодолистиков с нижней завязью, экзокарпий жесткий (тыква, дыня, огурец, арбуз).

- Коробочка - многосеменной плод с сухим вскрывающимся перикарпием. Коробочки могут быть различной формы и способов открытия (примула, мак, чистотел, подорожник, белена, тюльпан).

- Вислоплодник - не вскрывается, а распадается на отдельные доли. У сельдерейных состоит из двух мерикарпиев, висящих на карпофоре.

- Дробный ценобий - у яснотковых и бурачниковых образуется из двугнездной завязи, которая разделена перегородками на четыре гнезда (ценобий).

- Стручок - сухой двугнездный многосеменной плод с перегородкой внутри. Семена находятся на рамке по краям срастания плода (горчица, капуста), если длина такого плода приблизительно равна ширине, он называется стручочек (пастушья сумка, ярутка).

- Яблоко - многосеменной невскрывающийся плод, образующийся из цветка с нижней завязью (яблоня, рябина, боярышник).

#### Псевдомонокарпные плоды

- Семянка - односеменной плод с кожистым перикарпием, не срастающимся с семенной кожурой (подсолнечник, василек, ромашка, одуванчик, крапива).

- Зерновка - односеменной плод с тонким пленчатым перикарпием, срастающимся с семенем (пшеница, рожь, овес).



- Орех - односеменной с сильно склерифицированным, почти деревянистым перикарпием, не срастающимся с кожурой семени (лещина, ольха, береза).

- Желудь - околоплодник менее жесткий, чем у ореха (дуб, бук), имеется плюска.

Вопросы для самостоятельной работы

1. Перечислите критерии классификации соцветий.

2. Перечислите критерии классификации плодов.

#### РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Материалы: гербарий - наборы ботрических соцветий, наборы цимозных соцветий; коллекции плодов; муляжи костянки вишни в разрезе, боба гороха, зерновки пшеницы.

Оборудование: бинокляры, лабораторные рабочие стекла, скальпели, препаровальные иглы.



















Типы плодов			
Монокарпные	Апокарпные	Ценокарпные	Псевдомонокарпные
<p>Сухие</p>  <p>Дробный боб</p>  <p>Одноли- стовка Много- листовка</p>  <p>Сухая однокостянка</p>	<p>Сухие</p>  <p>Многоорешек</p>  <p>сухая Многоли- стовка</p>  <p>сочная</p>	<p>Сухие</p>  <p>Коробочка</p>  <p>Стру- чок Дроб- ный стручок</p>  <p>Ценобий Висло- плодник</p>	<p>Сухие</p>  <p>Орех Зерновка</p>   <p>Семянки различного типа</p>  <p>Желудь</p> <p>Псевдомонокарпная костянка</p>
<p>Сочные</p>  <p>Сочная однокостянка</p>	<p>Сочные</p>  <p>Земля- ничина (фрага) Ци- на- родий</p>  <p>Сочная многокостянка</p>	<p>Сочные</p>  <p>Яблоко</p>  <p>Гесперидий (померанец) Ягода</p>	

Рис. 18.6. Типы плодов

Задание 1. Изучить типы соцветий по гербарным образцам

Определить положение цветоносных осей по отношению друг к другу; найти первый (самый развитый или отцветший) цветок; определить положение других цветков по отношению к первому; определить наличие цветоножек; определить тип соцветия на гербарных образцах по таблице (см. рис. 18.1, 18.4) типов соцветий; зарисовать в альбоме основные типы соцветий.

Задание 2. Изучить различные типы плодов (на гербарных коллекциях)

Определить консистенцию околоплодника (сочный или сухой - одревесневший, полуодревесневший, кожистый); определить число плодолистиков, образующих плод, свободны они или срастаются между собой; определить наличие выростов - летательных аппаратов на околоплоднике; определить число семян в плоде; по мере возможности определить, какие части цветка, кроме завязи, участвовали в образовании плода; определить типы плодов, предложенных в коллекции и в раздаточном материале, пользуясь таблицей определения плодов (рис. 18.6); зарисовать в альбоме основные типы плодов.

#### Таблица определения типов соцветий

1. Главная ось соцветия несет цветки сидячие или на цветоножках - простые соцветия.....2

+ Главная ось соцветия I порядка несет не отдельные цветки, а оси соцветий последующих порядков - сложные соцветия.....3

2. Все цветки располагаются на оси I порядка, причем самый развитый цветок находится в его основании, самый молодой - в верхней его части, ось соцветия нарастает своей верхушкой (моноподиальное нарастание цветоносной оси) - ботрические (неопределенные, моноподиальные) соцветия ..... 3

+ Главная ось соцветия завершается цветком, все остальные цветки появляются ниже его, как пазушные, на симподиально нарастающих осях последующих порядков - цимозные соцветия.....9

3. Ось соцветия вытянута в длину: стеблевидная, невидоизмененная.....4

+ Ось соцветия видоизменена - утолщена, укорочена, уплощена или шаровидна.....7

4. Цветки расположены на оси соцветия на хорошо заметных цветоножках .....5

+ Цветки сидячие.

#### Простой колос

5. Цветки расположены на оси соцветия поочередно или сближены, но не одной мутовкой.....6

+ Все цветки на хорошо заметных или длинных цветоножках, отходят от одного узла, образуя мутовку цветков.

#### Простой завиток

6. Цветоножки более или менее одинаковой длины, цветки занимают боковое положение по отношению к оси соцветия.

#### Кисть

+ Цветоножки разной длины, отходят от оси соцветия поочередно, в результате чего все цветки располагаются в одной плоскости, перпендикулярной оси соцветия.

#### Щиток

7. Ось соцветия утолщена, вытянута в длину. Цветки сидячие, расположены плотно.

#### Початок

+ Ось соцветия укорочена, уплощена или шаровидна ..... 8

8. Ось соцветия уплощена (блюдцевидная, чашевидная, выпуклая), снизу покрыта листочками обертки. Цветки расположены плотно по отношению друг к другу. Самые крупные цветки по краю, самые мелкие - в центре.

Корзинка

+ Ось соцветия шаровидная, цветки расположены плотно, на цветоножках.

Головка

9. Расположение прицветных листьев и боковых цветков супротивное. Ветвление цветоносных осей ложнодихотомическое - дихазий

+ Расположение прицветных листьев очередное. Нарастание цветоносных осей симподиальное - монохазий.....10

10. Каждый последующий цветок развивается из пазухи предшествующего цветка всегда с одной и той же стороны от него, в результате чего происходит закручивание соцветия в одну сторону.

Завиток

+ Каждый последующий цветок развивается из пазухи предшествующего цветка, но располагается поочередно с разных сторон от предшествующего цветка, в результате оси соцветия складываются в изломанную линию.

Извилина

11. Элементарные соцветия-кисти, поочередно расположенные на главной оси соцветия, образуя кисть из кистей.

Метелка (сложная кисть)

+ Элементарное соцветие иного типа .....12

12. Элементарное соцветие - колос (или колосок из 2-7 цветков) .....13

+ Элементарное соцветие иного типа.....14

13. Колоски расположены поочередно или сближены между собой (колосья злаков).

Сложный колос

+ Колоски расположены на концах метельчато разветвленных осей (овес, мятлик, щучка и др.).

Метелка из колосков

14. Элементарное соцветие - корзинка.....15

+ Элементарное соцветие иного типа.....16

15. Корзинки расположены на концах:

а) метельчато разветвленных цветоносных осей.

Метелка из корзинок

б) щитковидно-разветвленных цветоносных осей.

Щиток из корзинок

в) кистевидно-разветвленных осей.

Кисть из корзинок

г) ложнодихотомически (дихазильно) разветвленных осей.

Дихазий из корзинок

16. Элементарные соцветия головки, они расположены на метельчато разветвленных цветоносных осях.

Метелка из головок

+ Элементарное соцветие дихазий, расположены на поникающей оси. Соцветие после отцветания цветков полностью отпадает.

### ЛИТЕРАТУРА

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 207-218.

Дополнительная литература

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений: учебное пособие. - М., 2000. - С. 400-406, 474-488.

## Тема 19. ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ И СИСТЕМАТИКИ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ (САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА)

Цели занятия

- Выявить диагностические морфологические признаки строения вегетативных и генеративных органов цветковых растений.

- Уметь:

- описывать жизненную форму растения; строение его вегетативных и генеративных органов;

- зарисовывать строение вегетативных и генеративных органов;

- составлять формулу и диаграмму цветка;

- пользоваться определителем растений;

- определять систематическое положение растения из гербарного набора по его морфологическим диагностическим признакам.

- Знать:

- характеристики изучаемых семейств;

- диагностические признаки вегетативных и генеративных органов представителей данных семейств.

### ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Представители отдела покрытосеменных (цветковых) растений широко распространены в природе, их не менее 250000 видов. Главной отличительной особенностью покрытосеменных является наличие у них цветков, двойного оплодотворения, плодов с семенами.

Строение цветков, плодов и вегетативных органов покрытосеменных отличается большим разнообразием. В связи с этим среди них выделяют два класса: магнolioпсиды (двудольные) - *Magnoliopsida (Dicotyledones)* и лилиопсиды (однодольные) - *Liliopsida (Monocotyledones)* (табл. 19.1).

Таблица 19.1. Признаки классов покрытосеменных растений

Класс двудольные	Класс однодольные
Растения древесные, кустарниковые и травянистые	Растения чаще травянистые
В зародыше семени две семядоли	В зародыше семени одна семядоля
Корневая система стержневая	Корневая система мочковатая
Количество лучей первичной ксилемы в радиальном СВП корня 2-5	Количество лучей первичной ксилемы в радиальном СВП корня 6 и более
Стебель четко поделен на кору и ЦОЦ, СВП открытые, расположены по кольцу	Кора в стебле не всегда четко выражена, СВП закрытые, расположены по спирали
Листья простые или сложные с перистым или пальчатым жилкованием	Листья простые, чаще цельные с параллельным или дуговым жилкованием
Цветки 5,4-круговые, в круге 5 (4)-членные; околоцветник двойной: чашечка и венчик	Цветки чаще 5-круговые, 3-членные; околоцветник простой: венчиковидный или чашечковидный

Для описания и определения вида исследуемого растения необходимы сведения по морфологии вегетативных и генеративных органов. Описание растения проводится по «Плану описания цветкового растения» (приложение 2).

Жизненная форма - внешний облик растения, возникший в процессе эволюции как приспособление к условиям среды обитания. Жизненная форма, или биоморфа, определяется совокупностью основных приспособительных черт внешнего облика растений к условиям обитания, выработанных в процессе исторического развития. По эколого-морфологической классификации жизненных форм выделяют следующие категории:

- древесные растения - деревья, кустарники, кустарнички;
- полудревесные растения - полукустарники, полукустарнички;
- травянистые растения:
  - ◇ монокарпики 1-2-летние и многолетние;
  - ◇ поликарпики многолетние.

#### I. Древесные растения:

- Дерево - в течение всей жизни сохраняет один ствол в случае семенного возобновления и два-три в случае порослевого (липа, береза).
- Кустарник - в течение жизни формирует несколько или много осей (стволиков), постепенно сменяющих друг друга (лещина, крушина).
- Кустарничек - миниатюрный кустарник, высотой около 50 см (черника, брусника).

II. Полудревесные растения: полукустарники, полукустарнички имеют годичные побеги, состоящие из верхней травянистой части, ежегодно отмирающей, и нижней одревесневающей части, сохраняющейся в течение нескольких лет и несущей почки возобновления:

- Полукустарник - многолетняя одревесневшая часть имеет высоту 20-50 см (полынь песчаная).
- Полукустарничек - многолетняя одревесневшая часть имеет в высоту 5-20 см (полынь сероземельная).

### III. Травянистые растения:

- Монокарпик однолетний - полный жизненный цикл проходит за один год (календула лекарственная, мак снотворный).
- Монокарпик двулетний - в первый год жизни формирует прикорневую розетку листьев и в подземных органах накапливает запасные вещества. На второй год цветет, плодоносит и отмирает, оставляя после себя плоды и семена (тмин обыкновенный, морковь посевная).
- Монокарпик многолетний - травянистое многолетнее растение в вегетативном состоянии находится несколько лет (иногда десятки), накапливая питательные вещества, затем цветет, плодоносит и отмирает, оставляя после себя плоды (дорема, ферула и др.).
- Поликарпик многолетний - травянистое многолетнее растение, много раз в жизни цветущее и плодоносящее (лютик, одуванчик, подорожник и др.).

Помимо приведенной выше классификации жизненных форм существует экологическая классификация жизненных форм по К. Раункиеру (рис. 19.1).

После выбора жизненной формы проводится описание вегетативных и генеративных органов по плану описания цветкового растения (приложение 2).

Вопросы для самостоятельной работы (Семейства маковые, лютиковые, розоцветные, бобовые, пасленовые, норичниковые, яснотковые, астровые, лилейные, луковые, амариллисовые, ландышевые.)

1. Систематическое положение семейства.
2. Жизненные формы в пределах семейства.
3. Морфологические признаки вегетативных органов представителей семейства.
4. Морфологическое строение генеративных органов в пределах семейства (характерные соцветия и типы цветков, формулы цветков, их диаграммы, типы плодов).
5. Лекарственные, полезные и ядовитые виды растений.

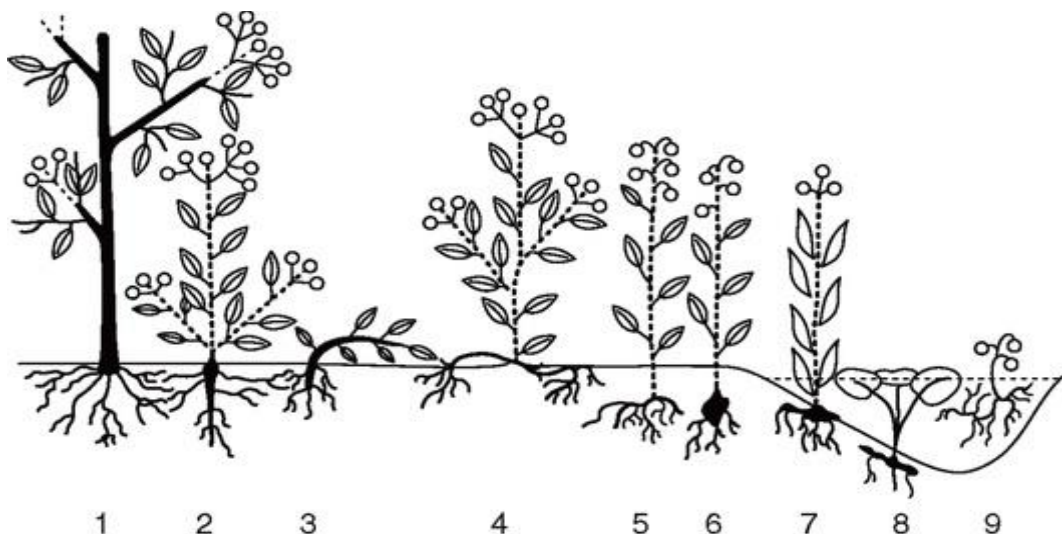


Рис. 19.1. Жизненные формы растений (по К. Раункиеру): 1 - фанерофит; 2, 3 - хамефиты; 4 - гемикриптофиты; 5-9 - криптофиты (5 - корневищный геофит; 6 -

луковичный геофит; 7 - гелофит; 8, 9 - гидрофиты); 10 - терофит. Черным отмечены остающиеся на зиму части, пунктиром – отмирающие

## РАБОТА В ЛАБОРАТОРИИ

Учебные материалы: гербарный набор, включающий представителей семейств маковые, лютиковые, розоцветные, бобовые, пасленовые, норичниковые, яснотковые, астровые, лилейные, луковые, амариллисовые, ландышевые; заспиртованные цветки представителей данных семейств; план описания цветкового растения; определитель растений Московской области.

Оборудование: бинокулярный микроскоп; препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, бритвы, чашки Петри, рабочие стекла.

### Методика выполнения работы

Каждый студент получает индивидуальный гербарный набор, включающий представителей семейств маковые, лютиковые, розоцветные, бобовые, пасленовые, норичниковые, яснотковые, астровые, лилейные луковые, амариллисовые, ландышевые.

Оформление описания и определения растения проводить по определенной схеме (приложение 19.1).

### Порядок выполнения работы

Описать вегетативные органы растения по гербарии, используя план описания цветкового растения (приложение 19.2).

Под бинокулярным микроскопом с помощью двух препаровальных игл разобрать строение цветка: определить его симметрию, тип околоцветника, тип андроея и гинецея. Для определения формы цветоложа и положения завязи необходимо правильный цветок разрезать вдоль пополам, а у неправильного - отпрепарировать все его части. Для определения количества плодолистиков, образовавших гинецей, необходимо посмотреть число лопастей рыльца пестика, число столбиков и число гнезд в завязи (сделать поперечный срез завязи).

Сделать рисунки:

- листа или листьев (при гетерофилии);
- правильного цветка в разрезе; неправильного - в разобранном, отпрепарированном виде;
- схемы соцветия;
- схемы плода;
- диаграммы цветка.

Рисунок должен быть четким. Вначале простым карандашом наносят контуры листа, цветка, а затем вырисовывают детали. Рисунки делайте с натуры (лист, цветок), для рисунка плода можно использовать таблицу, учебник, материал лекции. Под каждым рисунком сделать обозначения.

Определить семейство и вид растения по определителю.

Определение растений ведется по специальным пособиям - определителям. Определители составляются обычно для какой-либо определенной географической или административной территории, например: «Флора средней полосы европейской части СССР» Маевский П.Ф.; «Определитель растений средней полосы европейской части СССР» Станков С.С., Талиев В.И.; «Определитель растений Московской области»



Ворошилов В.Н., Скворцов А.К., Тихомиров В.Н.; «Определитель сосудистых растений»  
Губанов И.А., Киселева К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н.

Прежде чем приступить к определению вида растения, необходимо ознакомиться с построением определителя. В начале или в конце его имеется таблица условных знаков и сокращений, принятых в тексте. В конце определителя приведены алфавитные указатели русских и латинских названий семейств и видов растений, а также фамилии авторов, описавших виды и давших им название.

Все существующие определители снабжены таблицами, построенными по дихотомическому типу - по типу двух ступеней - тезы и антитезы. Теза и антитеза содержат факты, противоречащие и взаимоисключающие друг друга. Теза обозначается порядковым номером (цифрой, стоящей слева) - 1, 2, 3 и т. д., а антитеза обозначается знаком «+» или «-».

Определение растения начинают всегда с определения семейства. Внимательно прочитав тезу и антитезу, выбирают тот пункт, который больше подходит к определяемому растению. Справа от признаков тезы и антитезы стоят цифры, показывающие ступень, к которой и следует обратиться для дальнейшего определения.

Двигаясь таким образом от ступени к ступени, мы находим название семейства, к которому принадлежит определяемое растение. Если же признаки тезы и антитезы совсем не подходят к растению, необходимо определение начать сначала.

После определения семейства надо обратиться к той странице, на которую указывает цифра, стоящая после названия семейства. На этой странице имеются характеристика семейства и таблица для определения рода. Определение рода проводится аналогичным образом.

После определения рода нужно обратиться к цифре, которая стоит рядом с его латинским названием и подобным же образом определить вид растения. После видового названия растения имеются латинские буквы, сокращенно обозначающие фамилию автора, впервые описавшего и назвавшего этот вид растения, или, в случае переописания его другим автором, они заключаются в скобки.

Ход определения семейства, рода, вида необходимо записать в альбом.

Литература

*Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г.* Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 237-242; 286-297; 330-333; 337-339; 341-344; 347-353; 356-362.

*Яковлев Т.П., Челомбитько В.А.* Ботаника: учебник. - СПб.: Спец. лит, СПХФА, 2003. - С. 379-383, 432-436, 440-444, 479-480, 484-486, 487-489, 492-497, 500-509.

#### ПРИЛОЖЕНИЕ 19.1

План оформления задания по описанию и определению растения

Дата\_ № набора\_ № растения \_

Описание растения

А. Жизненная форма.

Б. Описание вегетативных органов.

В. Описание генеративных органов. Формула цветка.

Диаграмма цветка.

Рисунки

- Лист (листья).
- Цветок (цветки).

- Соцветие.

- Плод.

Определение растения (работа с определителем)

- СЕМЕЙСТВО: ход определения\* НАЗВАНИЕ на латинском и русском языках.

- РОД: ход определения\* НАЗВАНИЕ на латинском и русском языках.

- ВИД: ход определения\* НАЗВАНИЕ на латинском и русском языках.

\*Ход определения записывается цифрами: 1, 2, 3, 4, 35 и т. д.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 19.2

План описания цветкового растения

А. Жизненная форма - дерево, кустарник, полукустарник, кустарничек, полукустарничек, травянистый многолетний - поликарпик или монокарпик, травянистый однолетник или двулетник.

Б. Вегетативные органы.

- Корни:

- по происхождению - главные, боковые, придаточные;

- тип корневой системы - стержневая, мочковатая, смешанная;

- видоизменения корня - корнеплоды, корневые шишки.

- Побег:

- подземный видоизмененный - корневище, клубень, луковица, клубнелуковица;

- надземный невидоизмененный - ветвистый, неветвистый;

- видоизменения надземного побега - колючки, усики.

- Стебель:

- по способу роста - прямостоячий, приподнимающийся, ползучий, вьющийся, цепляющийся;

- по поперечному сечению - округлый, ребристый, четырехгранный и др.;

- опушение - голый, опушенный (указать тип волосков);

- междуузлия - укороченные (до 0,5 см), удлиненные;

- листорасположение - очередное, супротивное, мутовчатое.

- Листья:

- черешковые, сидячие (при наличии гетерофилии описать все типы листьев);

- имеют или не имеют прилистники (влагалище, раструб);

- жилкование: перистое, пальчатое, дуговое, параллельное;

- простые:

- ◇ цельные (указать форму листовой пластинки и форму края листа);

- ◇ расчлененные: пальчато-, перисто-лопастные; -раздельные; -рассеченные;

- сложные<sup>1</sup>:

- ◇ пальчато-сложные;

- ◇ тройчатосложные;

- ◇ перисто-сложные: парно- или непарноперисто-сложные (дважды-, трижды-).

<sup>1</sup>Листочки сложного листа описываются по плану описания простого листа.

В. Генеративные органы. Цветки

- Одиночные или собраны в соцветия (определенные или неопределенные).
- Правильные или неправильные.
- Сидячие или на цветоножке.
- Цветоложе: плоское, выпуклое или вогнутое.

• Околоцветник - двойной:

— чашечка:

- ◇ правильная, неправильная;
- ◇ свободная или сростнолистная;
- ◇ однорядная, с почашием, редуцирована (форма, цвет, число чашелистиков);

— венчик:

- ◇ правильный, неправильный;
- ◇ свободнолепестный, спайнолепестный;
- ◇ мотыльковый, двугубый, язычковый, воронковидный;
- ◇ редуцированный и т. п. (указать число, форму, цвет лепестков);

— простой околоцветник:

- ◇ чашечковидный или венчиковидный;
- ◇ свободнолистный или сростнолистный (указать число, форму, цвет листочков).

• Андроцей:

— однобратственный, двубратственный, многобратственный;

◇ тычинки;

— свободные, сросшиеся; их число; тычиночные нити выражены или пыльники сидячие.

• Гинецей:

— монокарпный, апокарпный, ценокарпный;

— число плодолистиков;

— положение завязи (верхняя, нижняя, полунижняя, средняя).

• Формула цветка.

• Диаграмма цветка.

Плоды:

— монокарпий, апокарпий, ценокарпий, псевдомонокарпий;

— сухой или сочный;

— односеменной или многосеменной;

— вскрывающийся или невскрывающийся;

— название (ягода, коробочка, стручок и т. д.).

## Тема 20. ХАРАКТЕРИСТИКА СЕМЕЙСТВ СЕМЕЙСТВО МАКОВЫЕ - PAPAVERACEAE

Семейство объединяет 26 родов и около 250 видов преимущественно травянистых растений, часто содержащих латекс (млечный сок). Представители семейства распространены, главным образом, во внутропических областях Северного полушария, часто предпочитают места с недостаточным увлажнением.

В пределах семейства встречаются различные жизненные формы: преобладают травянистые одно- и многолетники, полукустарники или кустарники, редко небольшие деревья (боккония в горах Мексики). Иногда встречаются лианы. Семейство маковые делится на три подсемейства: маковые (*Papaveroideae*), мачковые (*Hydrocoideae*), дымянковые (*Fumarideae*). Наиболее распространено в нашей полосе подсемейство маковые. Основные его признаки перечислены ниже.

Листорасположение очередное.

Листья простые, без прилистников, черешковые или сидячие, расчлененные, реже цельные. Прикорневые листья часто образуют прикорневую розетку.

Цветки часто крупные одиночные на верхушках побегов либо в соцветиях ботрического типа. Цветки актиноморфные, обоеполые, реже зигоморфные, циклические, двух-трехчленные. Околоцветник двойной. Чашечка у всех маковых опадающая при распускании цветка, из двух (трех) свободных чашелистиков. До начала цветения у некоторых видов она образует замкнутоеместилище, в котором черепитчато сложены лепестки поникающего бутона. Лепестки венчика расположены двучленными кругами. Андроцей состоит из неопределенного числа тычинок. Тычинки свободные, расположены кругами. Гинецей ценокарпный из двух или множества сросшихся плодолистиков; с верхней одногнездной завязью и многочисленными семязпочками в ней. Рыльца пестиков сидячие, лопастные; число лопастей соответствует числу плодолистиков.

Плод - ценокарпий: коробочки различной формы, вскрывающиеся створками или порами в верхней части (у мака), или стручковидная коробочка, вскрывающаяся створками, как у чистотела большого. Это распространенное растение с желтыми цветками и оранжевым млечным соком (рис. 20.1). Семена с эндоспермом и мелким зародышем.

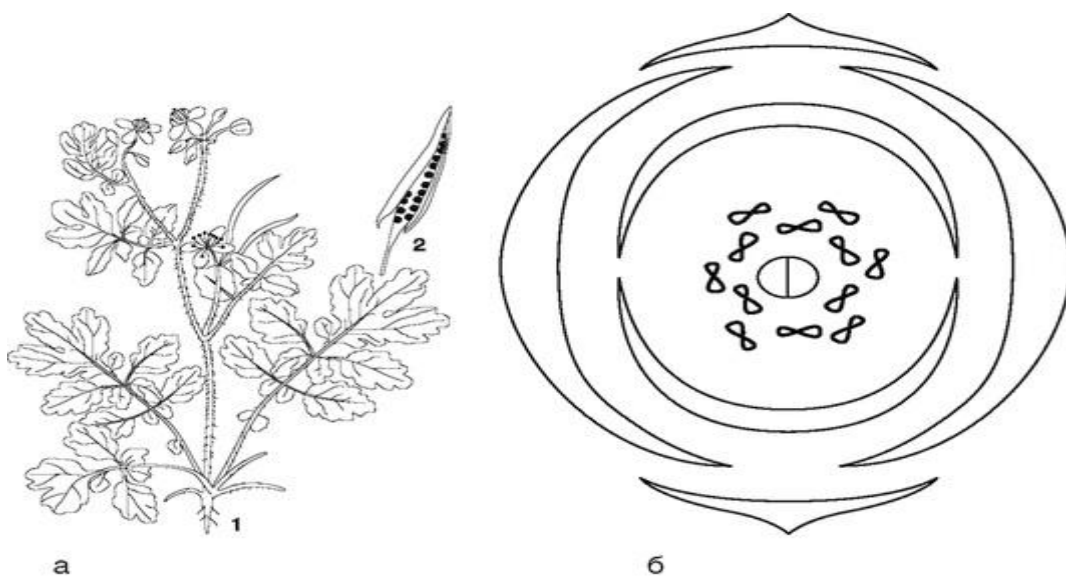


Рис. 20.1. Чистотел большой (*Chelidonium majus*): а - внешний вид растения; 1 - цветущее растение; 2 - плод; б - диаграмма цветка

### Формулы цветков

- $*Ca_2Co_{2+2}A_{\infty}G_{(9-16)}$  - мак самосейка;
- $*Ca_2Co_{2+2}A G_{(2)}$  - чистотел большой.

Представители семейства маковые содержат млечный сок (латекс) - белый и цветной (желтый, оранжевый). Млечный сок, добываемый из незрелых коробочек мака снотворного (рис. 20.2), содержит алкалоиды: морфин, наркотин, кодеин, папаверин, которые широко применяются в медицине. Мак снотворный введен в культуру еще в доисторические времена в Западном Средиземноморье. Семена масличных сортов мака используют в кулинарии и для получения масла. В наши дни культура мака снотворного в нашей стране прекращена в связи с распространением наркомании. В качестве нового источника ценных алкалоидов предложен мак прицветниковый (*Papaver bracteatum*). Наиболее богато лекарственными видами подсемейство маковые.

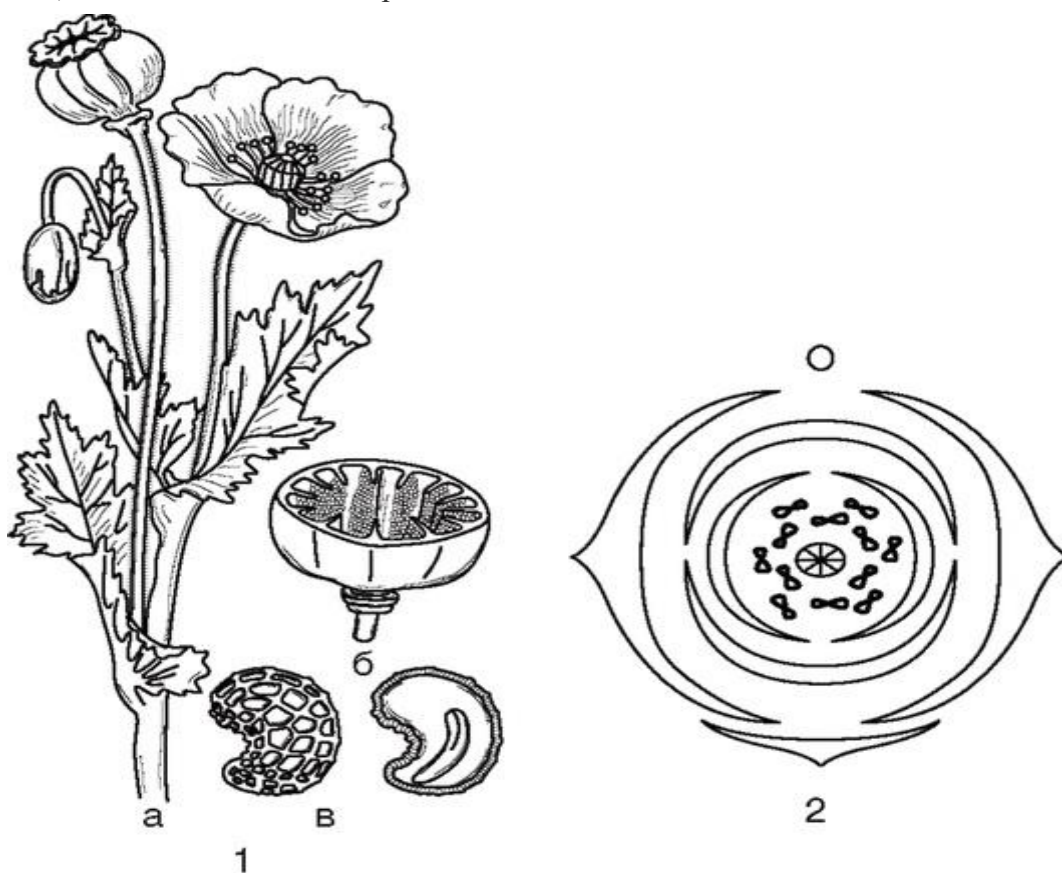


Рис. 20.2. Мак снотворный (*Papaver somniferum*): 1 - внешний вид растения: а - цветущее растение; б - коробочка (поперечный срез); в - семена, наружный вид и продольный разрез; 2 - диаграмма цветка

### Лекарственные виды

- Мак снотворный - *Papaver somniferum* L.
- Мак самосейка - *Papaver rhoeas* L.
- Чистотел большой - *Chelidonium majus* L.
- Мачок желтый - *Glaucium flavum* Crantz.

### Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 240-242.

Яковлев Т.П., Челомбитько В.А. Ботаника: учебник. - СПб.: Спец. лит., СПХФА, 2003. - С. 381-383.

## СЕМЕЙСТВО ЛЮТИКОВЫЕ - *RANUNCULACEAE*

Представители семейства лютиковых нередко выступают в качестве основных компонентов растительного покрова, особенно на болотах, влажных лугах и в лесах. Основная жизненная форма - многолетние летнезеленые травы, перезимовывающие в виде корневищ и клубней, редко небольшие кустарники или лианы.

Листья обычно без прилистников, простые, рассеченные или глубоколопастные, очередные или супротивные.

Цветки могут быть: спиральные, гемициклические, циклические, актиноморфные или зигоморфные. Околоцветник простой или двойной. Разнообразие цветков объясняется в основном тем, что отдельные роды находятся на различных путях эволюционного развития. У одних видов цветки с признаками примитивной организации: простым околоцветником (венчиковидным, например, у купальницы), неопределенным числом компонентов цветка, расположенных по спирали (ациклические), отсутствием нектариев (например, цветки печеночницы *Hepatica*, ветреницы *Anemone*, калужницы *Caltha*). У других видов в строении цветков появляются более специализированные структуры в виде шпорцев - в связи с приспособлением к опылению насекомыми.

Плоды лютиковых чаще всего апокарпные: многолистовка, многоорешек.

Лютиковые подразделяют на два подсемейства: зимовниковые *Helleboroideae* и лютиковые *Ranunculoideae*.

Подсемейство зимовниковые - *Helleboroideae*

Род купальница - *Trollius* (рис. 20.3). Многолетние травы с очередными листьями. Цветки крупные, ярко окрашенные, ациклические. Чашечка венчиковидная, лепестки превращены в нектарники. Плод - многолистовка. Издавна культивируют как декоративное. Наиболее широко распространена в природе и в культуре купальница европейская *T. europaeus*. Формула цветка -  $*C_{\infty} C_{\infty} A_{\infty} G_{20}$ .

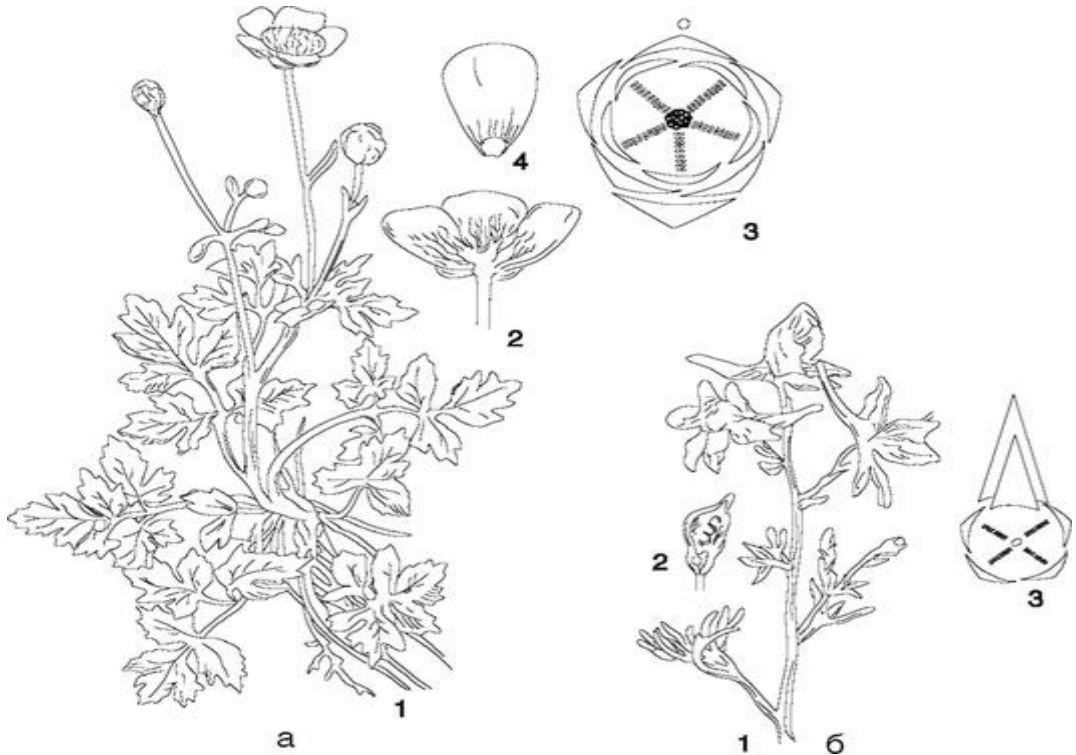


Рис. 20.3. Семейство лютиковые: а - лютик ползучий (*Ranunculus repens*): 1 - цветущее растение; 2 - цветок в продольном разрезе; 3 - диаграмма цветка; 4 - лепесток с

нектарником; б - живокость полевая (сокирки) (*Delphinium consolida*): 1 - общий вид; 2 - плод-листочка; 3 - диаграмма цветка

Род живокость - *Delphinium*. Однолетние и многолетние растения с более или менее рассеченными листьями. Цветки зигоморфные, билатерально-симметричные, околоцветник пятичленный, чашечка венчиковидная, верхний листочек от основания вытянут в виде полого шпорца. Лепестки превращены в нектарники в числе 1-2, также лепестковидные, но вытянуты в шпоры, которые вставлены внутрь более крупного шпорца чашечки. Тычинок много, число пестиков неодинаковое: у одних видов пестик один, у других - 3 или 5. У живокости высокой (*Delphinium elatum*) формула цветка -  $\uparrow Ca_{1,2,2} Co_2 A_{\infty} G_3$ . Виды с одной листовкой выделены в особый род шпорник (сокирки) *Consolida* (рис. 20.4). В нашей стране широко распространен шпорник полевой (живокость полевая) *C. regalis* - сорняк яровых и озимых культур ( $\uparrow Ca_{1,2,2} Co_1 A_{\infty} G_1$ ).

Род аконит (борец) - *Aconitum* (см. рис. 20.2.2). Многолетние травянистые растения со вздутыми корнями. Цветки зигоморфные, в кистевидных соцветиях. Формула цветка:  $\uparrow Ca_{1,2,2} Co_2 A G_3$ . Чашелистиков 5, они ярко окрашены (лепестковидные), задний из них разрастается в виде шлема, 2 нижних, чаще всего неравные. Лепестков от 5 до 8 (но чаще 8), однако развиваются только 2 задних, видоизмененных в крупные нектарники, заключенные в шлемовидный чашелистик, остальные более или менее редуцированы. Тычинки в неопределенно большом числе. Пестиков 3. Плод - многолисточка. Растения содержат алкалоид аконитин, сильно ядовиты, иногда их культивируют как лекарственные или декоративные.

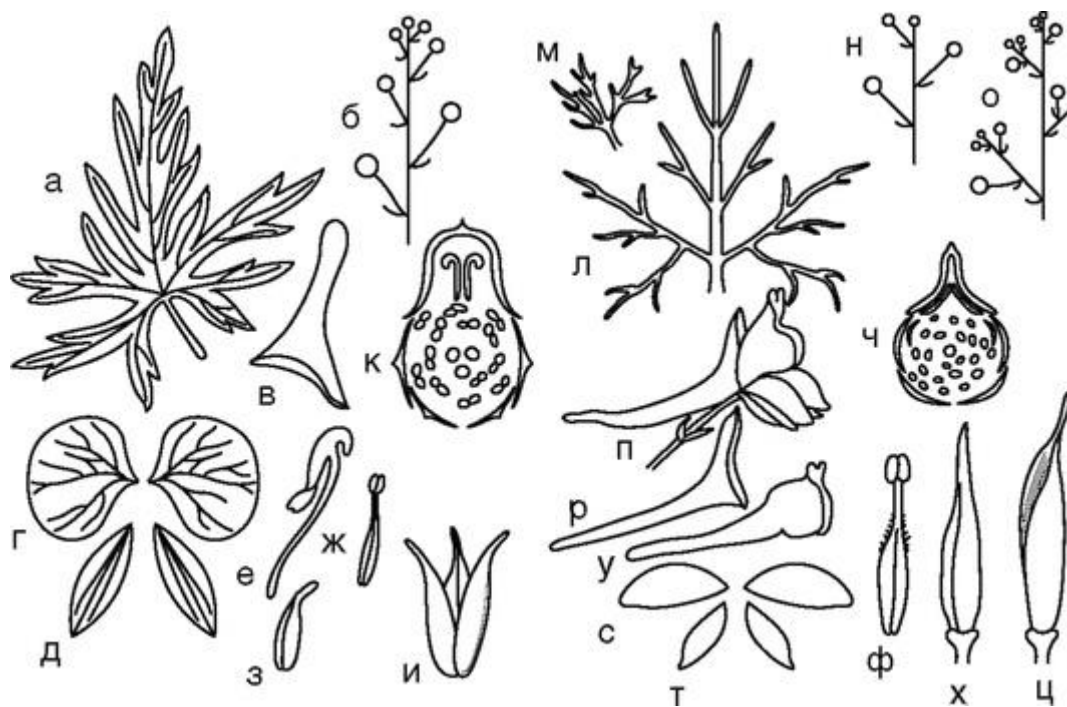


Рис. 20.4. Борец (аконит) северный: а - лист; б - схема соцветия (кисть); в - верхний чашелистик (шлем); г и д - боковые и нижние чашелистики; е - лепесток-нектарник; ж - тычинка; з - пестик; и - плод (трехлисточка); к - диаграмма цветка. Сокирки полевые: л и м - срединный и верхний листья; схемы соцветий: н - кисть; о - метелка; п - общий вид цветка; р - верхний чашелистик (со шпорцем); с и т - боковые и нижние чашелистики; у - лепесток-нектарник; ф - тычинка; х - пестик; ц - плод (однолисточка); ч - диаграмма цветка

#### Подсемейство лютиковые - *Ranunculoideae*

Род чистяк - *Ficaria*. Близок к роду лютик. Многолетние травянистые растения с полурозеточными побегами, утолщенными запасными придаточными корнями

(корневые шишки), листья черешковые, цельные, с пальчатым жилкованием. Чашечка трехчленная, лепестки с медовой железкой в основании. Чистяк весенний *Ficaria verna* - ядовитое во время цветения растение. Формула цветка -  $*Ca_3Co_{7-15}A_{\infty}G_{\infty}$ . Плод - многоорешек.

Род лютик - *Ranunculus*. Виды лютика встречаются на всех континентах мира. Из числа наиболее распространенных лютиков можно отметить следующие: лютик едкий *R. acris*, лютик золотистый *R. auricomus*, лютик ползучий *R. repens*. Лютики - преимущественно многолетние, реже однолетние растения, почти всегда ядовиты. Структура цветка гемициклическая:  $*Ca_5Co_5A_{\infty}G_{\infty}$ . Плод - многоорешек.

Род горицвет - *Adonis*. Наиболее широко распространен горицвет весенний *A. vernalis*. Цветки верхушечные, крупные, с ярко-желтым околоцветником. Формула цветка -  $*Ca_5Co_{\infty}A_{\infty}G_{\infty}$ . Плод - многоорешек. Культивируют как декоративное. Имеет важное лекарственное значение (содержит алкалоид адеидин). Животными не поедается.

Обязательные виды:

- Борец северный - *Aconitum septentrionale* Koelle.
- Адонис (горицвет) весенний - *Adonis vernalis* L.
- Живокость высокая - *Delphinium elatum* L.
- Морозник кавказский - *Helleborus caucasicus* A. Br.
- Лютик едкий - *Ranunculus acris* L.

Литература

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 237-240.

## СЕМЕЙСТВО РОЗОЦВЕТНЫЕ, ИЛИ РОЗАНЫЕ - *ROSACEAE*

По строению цветков и плодов все семейство делится на четыре подсемейства: спирейные, розовые, яблонево-сливовые и сливовые.

Жизненные формы представлены деревьями (слива, яблоня, груша, черемуха и др.), кустарниками (роза, рябина, спирея, волжанка, рябинолистник, шиповник, малина и др.), полукустарничками и травами (лапчатка, гравилат, сабельник и др.), обычно многолетними поликарпиками. Корневая система у многолетних трав мочковатая или стержневая; у деревьев и кустарников смешанного типа. Побеги приподнимающиеся, прямостоячие, ползучие или лежачие. Стебли в поперечном сечении - цилиндрические или ребристые. Листья - простые (гравилат, вишня, яблоня, слива и др.) или сложные (шиповник, малина, земляника, рябина и др.) с прилистниками, нередко прирастающими к черешку, или без них. Жилкование листьев перистое и пальчатое. Форма листовой пластинки простого листа может быть разнообразной и в различной степени расчлененной. Листорасположение - очередное, реже супротивное.

Цветки одиночные или собраны в разнообразные соцветия: кисть, простой зонтик, щиток, простой колос, извилина, метелка, дихазий. Цветки актиноморфные, обоеполые, с двойным околоцветником, обычно пятичленные, реже четырехчленные. Чашечка раздельнолистная, нередко двойная с подчашием (гравилат, лапчатка, манжетка, сабельник, земляника). Венчик свободноплепестный, яркоокрашенный. Андроцей образован несросшимися тычинками в числе, кратном пяти, прикрепленными к краям цветоложа. Цветоложе может быть самым разнообразным: от широкого плоского (спирея) до выпуклого (малина, земляника, гравилат) или вогнутого (шиповник, черемуха, слива, миндаль и др.). Характерной особенностью цветоложа является его способность очень сильно разрастаться с образованием гипантия. В образовании гипантия принимают участие также чашелистики, лепестки венчика и



тычинки. На цветоложе обычно имеются нектарники, поэтому опыление цветка производится насекомыми - энтомофильно (рис. 20.5). Гинецей - монокарпный (представители п/с сливовые), апокарпный (представители п/с спирейные) или ценокарпный (представители п/с яблоневые).

Завязь - верхняя, средняя или нижняя двух-пятигнездная. В случае нижней завязи плоды образуются ложные (яблоко), в остальных случаях плоды настоящие - листовки, многосемянки, многокостянки (см. рис. 20.5).

У представителей семейства розоцветных много биологических приспособлений к распространению плодов. Например, у рода гравилат (*Geum*) разросшаяся часть столбика образует прицепку, что способствует распространению плодов животными.

#### Подсемейство спирейные - *Spiraeoideae*

Жизненные формы представлены в основном кустарниками и многолетними травами. Листорасположение очередное, реже супротивное (род керрия *Kerria*, *Spiraea* и родотипус *Rhodotypus*). Листья с прилистниками и без них. Цветоложе - плоское или несколько вогнутое (блюдцевидное). Гинецей чаще из пяти плодолистиков и более - апокарпный. Завязь - верхняя, содержит не менее двух семян. Плоды - апокарпные, сухие, многосеменные - многолитовки. Гипантий при плодах не образуется.

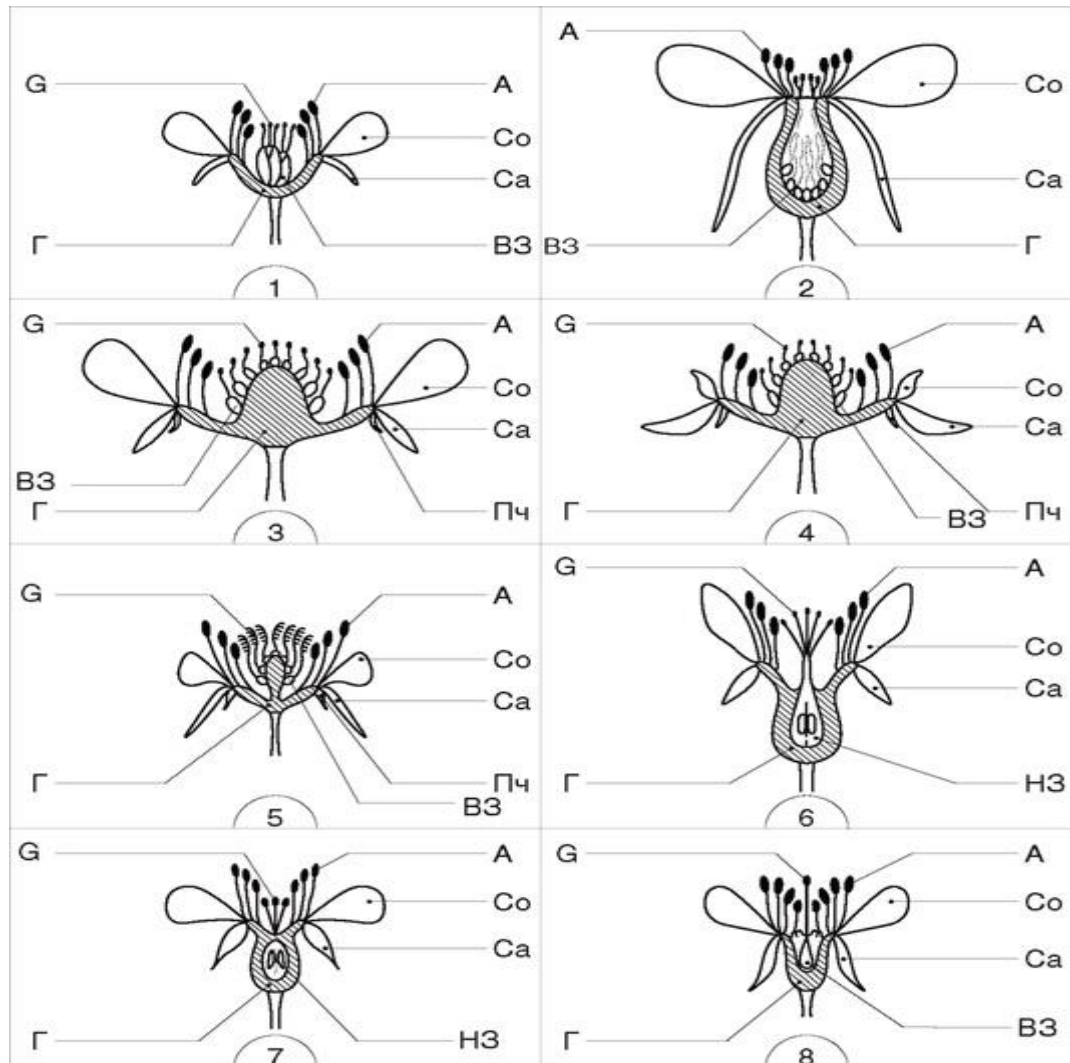


Рис. 20.5. Типы цветков семейства розоцветные: 1 - спирея; 2 - шиповник; 3 - земляника; лапчатка; 4 - сабельник; 5 - гравилат; 6 - яблоня; 7 - рябина; боярышник; 8 - слива, миндаль; Г - гипантий; Пч - подчашие; Са - чашечка; Со - венчик; А - андроцей; G - гинецей; НЗ - нижняя завязь; ВЗ - верхняя завязь

К подсемейству спирейные в нашей флоре относятся несколько родов: спирея (*Spiraea*), рябинолистник (*Sorbaria*), волжанка (*Aruncus*), таволга (*Filipendula*).

Формула цветка спиреи иволистной (*Spiraea salicifolia* L.) -  $*Ca_5Co_5A_\infty G_5$ .

Подсемейство розовые - *Rosoideae*

Травы, кустарники и полукустарнички со сложными или простыми, в разной степени расчлененными листьями. Имеются неоппадающие прилистники. Листорасположение очередное. Цветки - одиночные, чаще в соцветиях (кисть, метелка, извилина), пятичленные, с двойным околоцветником. Цветоложе - коническое, характерно для цветков рода лапчатка (*Potentilla*), гравилат (*Geum*), земляника (*Fragaria*), малина (*Rubus*), или бокальчатое - род шиповник (*Rosa*). У трав нередко встречается чашечка с подчашием (род: гравилат, лапчатка, земляника, манжетка, сабельник).

Гинецей образован множеством несросшихся плодолистиков - апокарпный, редко монокарпный (манжетка). Завязь верхняя. Плоды - апокарпные, обычно многоорешки или многокостянки. В образовании плода может также принимать участие сильно разросшееся мясистое цветоложе - гипантий (например: у земляники - фрага, у шиповника - цинародий).

Формулы цветков обязательных видов

- Роза, малина, ежевика и др.:  $*Ca_5Co_5A_\infty G_{\infty}$ .
- Земляника, гравилат, лапчатка гусиная и др.:  $*Ca_{5+5}Co_5A_\infty G_{\infty}$ .
- Лапчатка прямостоячая:  $*Ca_{4+4}Co_4A_\infty G_{\infty}$ .
- Род манжетка:  $*Ca_{4+4}Co_4A_\infty G_1$ .
- Кровохлебка лекарственная:  $*Ca_4Co_4A_4G_1$ .

Подсемейство яблоневые - *Maloideae*, или *Pomoideae*

Жизненные формы представлены деревьями и кустарниками. Листья - простые или сложные с рано опадающими прилистниками. Листорасположение очередное. Цветки - в соцветиях: зонтик, щиток, щитковидная метелка. Цветки актиноморфные, пятичленные. Гинецей - ценокарпный из трех-пяти сросшихся плодолистиков. Завязь нижняя. Плод - ценокарпный: яблоко.

Формулы цветков

- Род яблоня (*Malus*), род груша (*Pyrus*):  
 $*Ca_5Co_5A_\infty G_{(\overline{5})}$   
 $*Ca_5Co_5A_\infty G_{(\overline{3-5})}$
- Род боярышник (*Crataegus*):  
 $*Ca_5Co_5A_\infty G_{(\overline{3})}$
- Род рябина (*Sorbus*):

Среди представителей этого подсемейства много культурных плодовых растений: яблоня домашняя (*Malus domestica*), груша обыкновенная (*Pyrus communis*), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* Pall.), рябина черноплодная (*Aronia melanocarpa*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.). В медицине используются для лечебных целей: плоды рябины черноплодной, рябины обыкновенной, боярышника кроваво-красного.

### Подсемейство сливовые - *Prunoideae*

Деревья и кустарники с простыми цельными листьями и раноопадающими прилистниками. Корневая система смешанного типа. Цветки - одиночные или собраны в моноподиальные соцветия: зонтик, кисть. Цветки актиноморфные, пятичленные. Гипантий - бокаловидный или чашевидный. Гинецей образован одним плодолистиком - монокарпный. Завязь верхняя. Плод монокарпный - сочный (например, род слива, вишня, черемуха) или сухая костянка (род миндаль).

Общая формула:  $*C_5C_5A_\infty G_1$ .

К подсемейству сливовые относятся многие культурные плодовые растения: вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris*), слива домашняя (*Prunus domestica*), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa*), миндаль низкий (*Amygdalus nana*), персик (*Persica vulgaris*), абрикос (*Armeniaca vulgaris*), черешня (*Cerasus avium*), лавровишня (*Laurocerasus officinalis*). Миндаль, черемуха, лавровишня находят применение в фармации.

Обязательные виды

- Таволга вязолистная - *Filipendula ulmaria Maxim.*
- Таволга обыкновенная - *Filipendula vulgaris Moench.*
- Спирея иволистная - *Spiraea salicifolia.*
- Земляника лесная - *Fragaria vesca L.*
- Лапчатка прямостоячая - *Potentilla erecta Raeusch.*
- Шиповник майский (коричный) - *Rosa majalis Herrm (Rosa cinnamomea).*
- Малина обыкновенная - *Rubus idaeus L.*
- Кровохлебка лекарственная - *Sanguisorba officinalis L.*
- Яблоня домашняя - *Malus domestica.*
- Рябина обыкновенная - *Sorbus aucuparia L.*
- Боярышник кроваво-красный - *Crataegus sanguinea Pall.*
- Слива домашняя - *Prunus domestica L.*
- Миндаль низкий - *Amygdalus nana L.*
- Черемуха птичья (обыкновенная) - *Padus avium Mill.*

### ЛИТЕРАТУРА

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 286-291.

### СЕМЕЙСТВО БОБОВЫЕ - *FABACEAE*

Основные жизненные формы: деревья, кустарники, лианы, в северных участках ареала и в горах - многолетние и однолетние травы.

Соцветия бобовых ботрические: кисти, колосья, головки. Характерная особенность строения, на основе которой растения объединяют в одно семейство, - мотыльковый тип цветка. Чашечка сростнолистная, пятизубчатая, правильная или неправильная. Мотыльковый венчик представлен пятью лепестками: тремя вполне свободными (флагом или парусом, двумя веслами, или крыльями) и двумя лепестками, отчасти сросшимися верхушкой в так называемую лодочку. Но для некоторых родов характерно срастание и других лепестков между собой - весел и лодочки, а подчас и флага (клевер - *Trifolium*).

Для определения родов рассматриваемого семейства большое значение имеет строение андрцея. У одних видов андрцей многобратственный, когда все 10 тычинок свободные (древесные софоры *Sophora*, термопсис *Thermopsis*). У других он однобратственный - все 10 тычинок срастаются между собой тычиночными нитями, образуя так называемую тычиночную трубку, внутри которой располагается пестик (люпин *Lupinus*). Большинство родов с двубратственным андрцеом, 9 тычинок срастаются тычиночными нитями в трубку, а одна тычинка остается свободной (горох *Pisum*, люцерна *Medicago*, вика *Vicia*, чина *Lathyrus* и др.). Гинецей из одного плодолистика. Завязь верхняя одногнездная.

Структура цветка обычно:  $\uparrow Ca_{(5)} Q_{1,2(2)} A_{(9)} 1 G_1$ .

Только цветки с двубратственным андрцеом нектароносны. Форма трубки также бывает разнообразной и учитывается при определении растений. В одних случаях она как бы срезана прямо, тогда свободные концы тычиночных нитей по длине равны (чина *Lathyrus*), в других случаях она срезана косо (вика *Vicia*).

Не менее важно учитывать строение плодов. Бобы бывают либо многосеменные, раскрывающиеся двумя створками (горох, фасоль, вика), либо многосеменные, но распадающиеся на односеменные членики (вязель *Coronilla*), либо односеменные нераскрывающиеся (эспарцет *Onobrychis*). По форме бобы весьма разнообразны.

Хозяйственное значение. К этому семейству относят многие виды, имеющие большое народнохозяйственное значение: пищевые (соя, горох, фасоль), кормовые (вика, люцерна), медоносные (донник), декоративные (горошек душистый), лекарственные (софора, солодка). Пищевые и кормовые качества бобовых иногда снижаются или обесцениваются значительной концентрацией гликозидов (глициризин, кумарин, ононин и др.) или алкалоидов (цитизин, физостигмин, спартеин).

Род вика (горошек) - *Vicia*. Жизненные формы - многолетние и однолетние травы с цепляющимися побегами. Многие вики служат прекрасными кормовыми растениями и введены в культуру для получения высококачественного сена или семян («зерновые» бобовые) или того и другого. Горошек мышинный *V. cracca*. Листья с парным числом листочков, на верхушке с усиком. Прекрасные медоносы и кормовые травы, а также зернофуражные. Некоторые же виды - сорняки полей, в частности вика волосистая *V. hirsuta* (встречается всюду в России), вика четырехсеменная *V. tetrasperma* и вика узколистная *V. angustifolia*.

Род горох - *Pisum*. Однолетние или многолетние травы с мягкими стеблями, требующими опоры, цепляющимися с помощью усиков - видоизмененных листочков. Горох посевной *P. sativum* (рис. 20.6) - однолетнее растение. Широко распространен в полевой и отчасти в огородной культуре. Очень близок к гороху полевому - *P. arvense*, который, возможно, служит исходной формой для культивируемых сортов, объединяемых под названием *Pisum sativum*. Горох посевной имеет сотни разновидностей, в том числе много штамбовых форм. Первоочередное пищевое значение имеют белоцветковые сорта - светлосеменные. Сорта с темноокрашенными семенами имеют кормовое, но отчасти и пищевое значение.

Род солодка (лакрица) - *Glycyrrhiza*. Общее число видов 18-20. Однолетние и многолетние крупные травы с непарноперистыми, изредка тройчатыми листьями и мощными корневищами. Иногда формируют значительные заросли. Некоторые виды имеют важное хозяйственное значение. Лакричный сахар, получаемый из *G. uralensis*, применяют в табачной промышленности, кулинарии, а также в качестве инсектицидного средства. В медицине используют при заболеваниях дыхательных путей, желудка, а также при запоре. Солодку голую *G. glabra* в Западной Европе культивируют как кормовое растение.

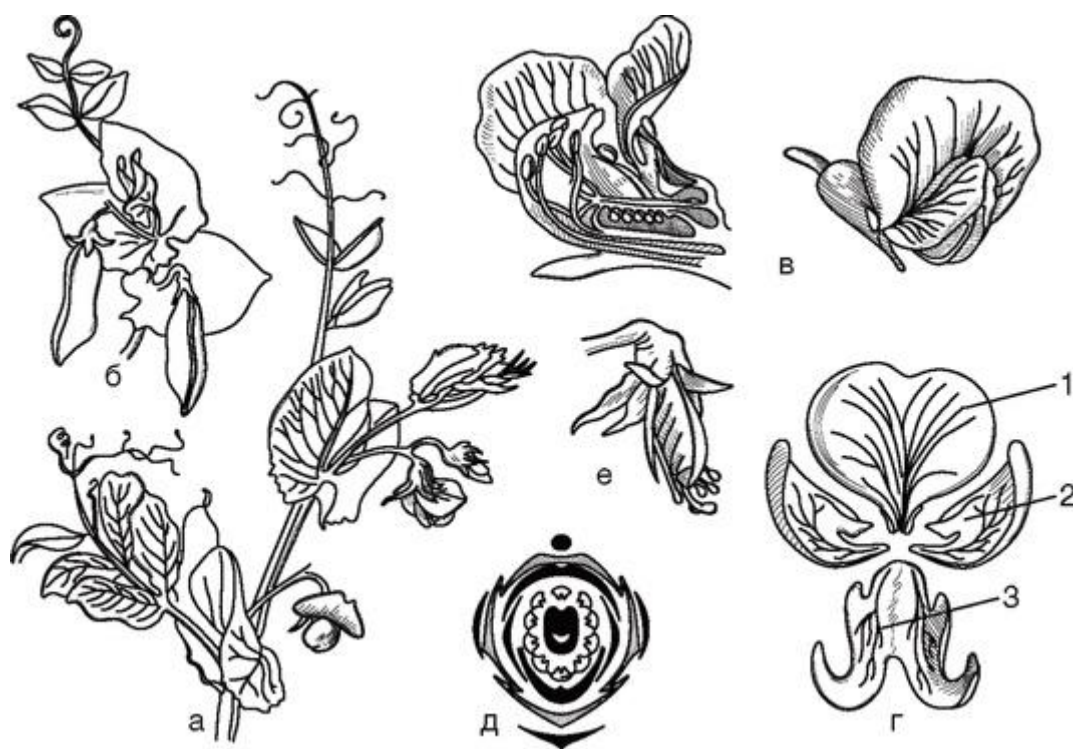


Рис. 20.6. Горох посевной (*Pisum sativum*): а, б - репродуктивные побеги; в - цветок (общий вид и продольный срез); г - венчик: 1 - парус; 2 - весла; 3 - лодочка; д - диаграмма цветка; е - плод

Род клевер - *Trifolium*. Общее число видов 300, во флоре СССР - 65. Природное распространение - все континенты мира, но преимущественно умеренные и субтропические страны северного полушария. Многолетние или однолетние травянистые растения. Побеги прямостоячие, восходящие, изредка лежачие, листья тройчатые, реже листочки в числе 5-9. Цветки желтые, пурпурные, розовые. Лепестки при основании сросшиеся. Плод 1-3-семенной боб (редко 4-6-семенной), нераскрывающийся, обычно погруженный в двугубую или колокольчатую чашечку. В природе и культуре наиболее широко распространены следующие виды. Клевер луговой *T. pratense* (рис. 20.6). Многолетнее растение, 30-50 (70) см высоты, цветет со второй половины мая до осени. Цветки красные, в головчатых соцветиях. Бобы односеменные. Содержит много белка и витаминов А, В, С, D, Е. Первый посев произведен в 1759 г. в Голландии. Клевер ползучий *T. repens*. Венчик белый. Ценное пастбищное растение. Распространен почти повсеместно. Клевер альпийский *T. alpestre*. Венчик темно-красный. Широко распространен.

Род люцерна - *Medicago* (рис. 20.7). Многолетние и однолетние травы с тройчатыми листьями, изредка кустарники. Бобы односеменные (или малосеменные), почковидной или серповидной формы. С длинными стержневыми корнями до 1,5 м длины. Прекрасные кормовые растения, дающие питательное и хорошо поедаемое сено, богатое витаминами А, С, D, К.

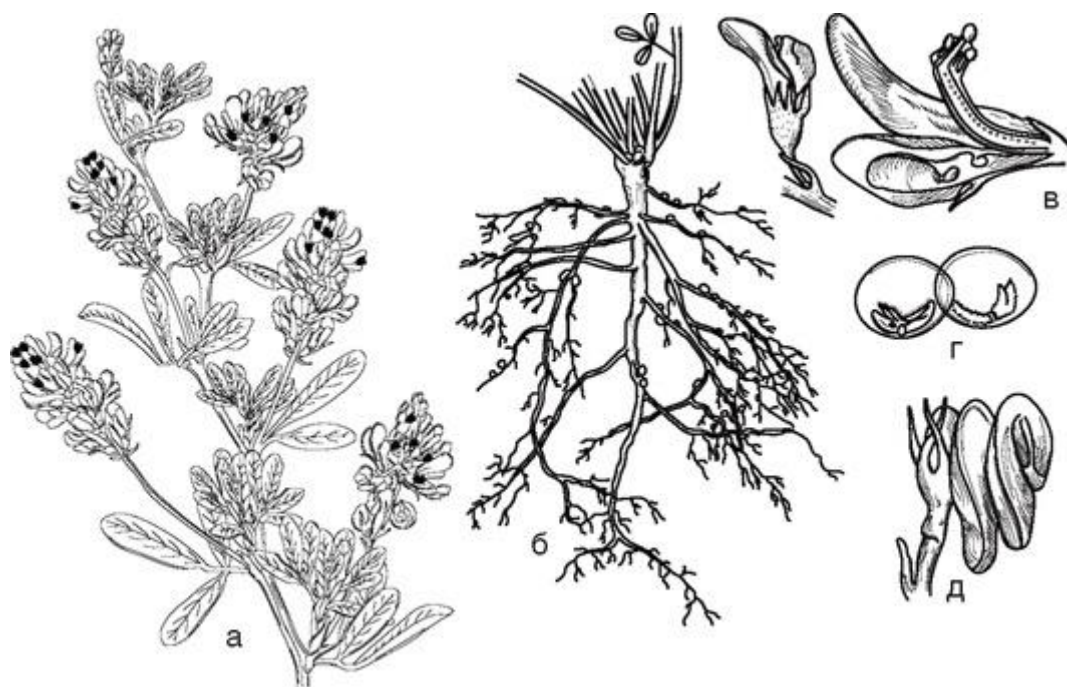


Рис. 20.7. Бобовые. Люцерна посевная (*Medicago sativa*): а - репродуктивный побег; б - корневая система (видны клубеньки); в - цветок (общий вид и продольный срез); г - семя; д - плод (боб)

Род люпин - *Lupinus*. Это преимущественно мелкосеменные многолетние травянистые растения, полукустарники и даже кустарники. Люпины способны давать рекордно большой урожай зеленой массы, однако все части растения содержат много ядовитых веществ (алкалоиды люпинин и люпинидин). Культивируют как сидерационные или декоративные растения.

Род донник - *Melilotus*. Крупные прямостоячие однолетние, двулетние или многолетние пахучие медоносные травы. Цветки белые или желтые, в крупных кистевидных соцветиях. Важнейшие виды. Донник белый *M. albus* - многолетнее растение. Донник лекарственный *M. officinalis* - многолетнее растение с длинным стержневым корнем и желтыми цветками. Перспективное кормовое растение для степного животноводства.

Декоративные деревья и кустарники. Робиния (белая акация) *Robinia pseudoacacia* - широко культивируемое дерево (иногда крупный кустарник) с ароматными белыми цветками (изредка розоватыми) в крупных кистях. Хороший медонос. Карагана (желтая акация) *Caragana arborescens*.

Обязательные виды

- Солодка голая - *Glycyrrhiza glabra* L.
- Солодка уральская - *Glycyrrhiza uralensi* Fich.
- Донник белый - *Melilotus albus* Medik.
- Донник лекарственный - *Melilotus officinalis* (L.) Pall.
- Стальник полевой - *Ononis arvensis* L.
- Термопсис ланцетный - *Thermopsis lanceolata* R. Br.
- Клевер луговой - *Trifolium pratense* L.

Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 293-295.

## СЕМЕЙСТВО ПАСЛЕНОВЫЕ - *SOLANACEAE*

Пасленовые представлены главным образом травянистыми растениями. Листья очередные, без прилистников, простые, с цельной или рассеченной пластинкой. Цветки в завитках или одиночные, чаще всего актиноморфные. Чашечка пятизубчатая, сохраняющаяся при плодах. Венчик спайнолепестный, колесовидный, блюдцевидный, трубчатый или ширококолокольчатый. К трубе венчика, чередуясь с его зубцами, изнутри прирастает 5 тычинок с двухгнездными, реже четырехгнездными пыльниками, гинецей синкарпный, из 2 плодолистиков, завязь верхняя, обычно двухгнездная. Плод - ягода или коробочка. Многие пасленовые содержат ядовитые алкалоиды, используемые для получения лекарств. К числу их принадлежат белладонна, или красавка *Atropa belladonna*, скополия *Scopolia carniolica*, дурман *Datura stramonium*, белена черная *Hyoscyamus niger*. Ряд пасленовых имеет огромное хозяйственное значение, в первую очередь картофель *Solanum tuberosum*.

### Важнейшие роды и виды

Род паслен - *Solanum*. Важнейшее экономическое значение имеет картофель *S. tuberosum* - один из самых распространенных в культуре видов семейства (рис. 20.8). Околоцветник актиноморфный, лепестки белые, светло-фиолетовые, желто-розовые, тычинки сложены конусом вокруг столбика. Плод - двухгнездная ягода. Корни тонкие, легко отличаются от столонов, поскольку последние несут почки и мелкие чешуевидные низовые листья. На столонах развиваются клубни, содержащие 12-25% крахмала и 5% белка.

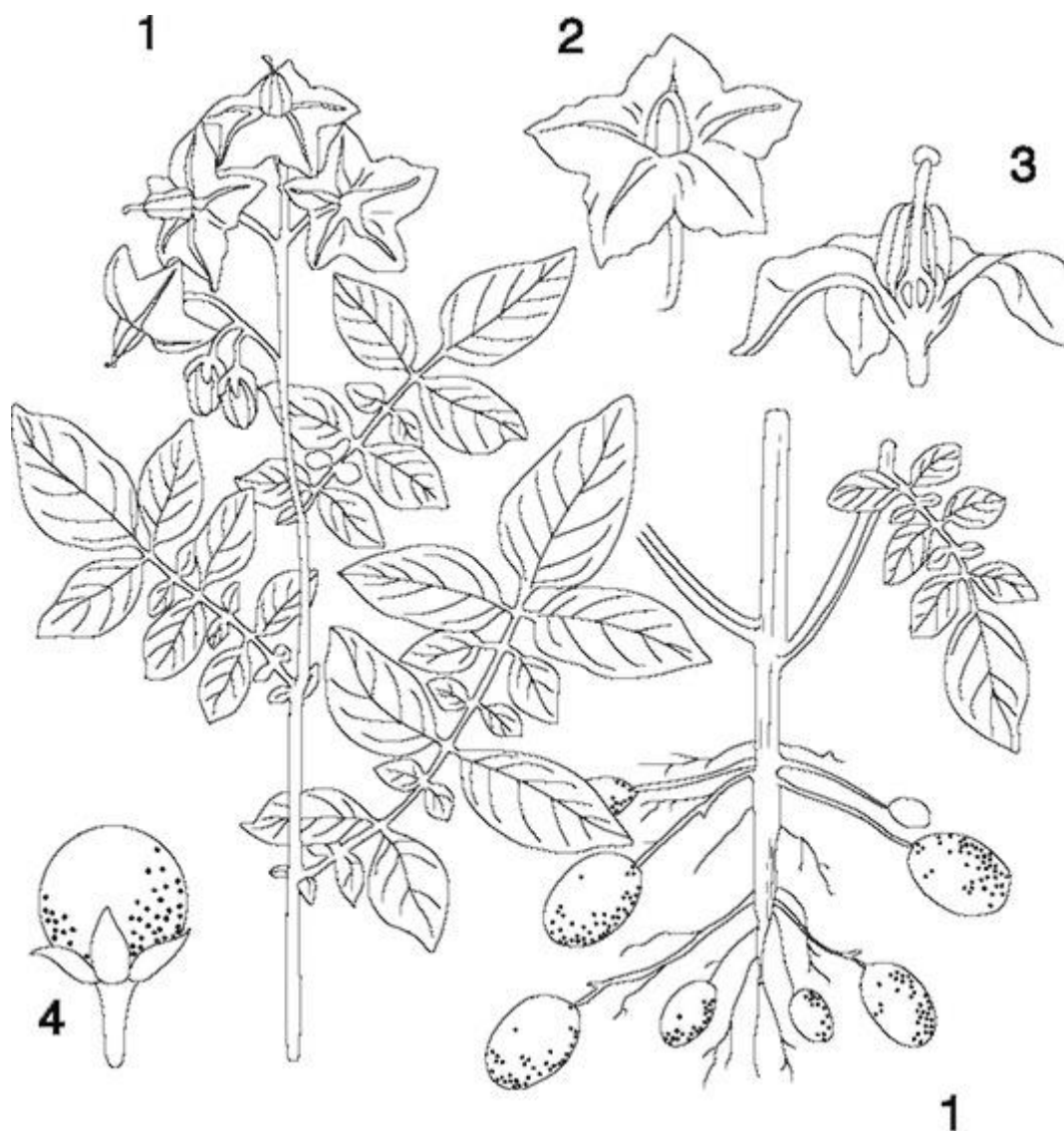


Рис. 20.8. Картофель (*Solanum tuberosum*): 1 - общий вид растения; 2 - цветок; 3 - цветок в разрезе; 4- плод

Из дикорастущих можно отметить паслен сладко-горький *S. dulcamara* - полукустарник с ярко-красными плодами (ягодами)  $Ca_{(5)}Co_{(5)}A_{(5)}G_{(2)}$ ; паслен черный *S. nigrum* - однолетник с черными ягодами, широко распространенный сорняк. В Южном Казахстане введен в культуру паслен дольчатый *S. laciniatum* (соласодин) из Австралии. Эта культура - исходное сырье для промышленного получения кортикостероидных препаратов, широко применяемых в медицине.

Род табак - *Nicotiana*. Кустарники и травы. Цветки с воронковидным или колокольчатым венчиком, часто ароматичные. Табак виргинский *N. tabacum* широко возделывают в однолетней культуре как техническое растение.

Род дурман - *Datura*. Наиболее обычен в природе, часто как растение сорных мест, дурман обыкновенный *D. stramonium* - очень ядовитый однолетник, имеющий лекарственное значение (алкалоиды - гиосциамин, скополамин, атропин), иногда его разводят как декоративное растение (рис. 20.9).



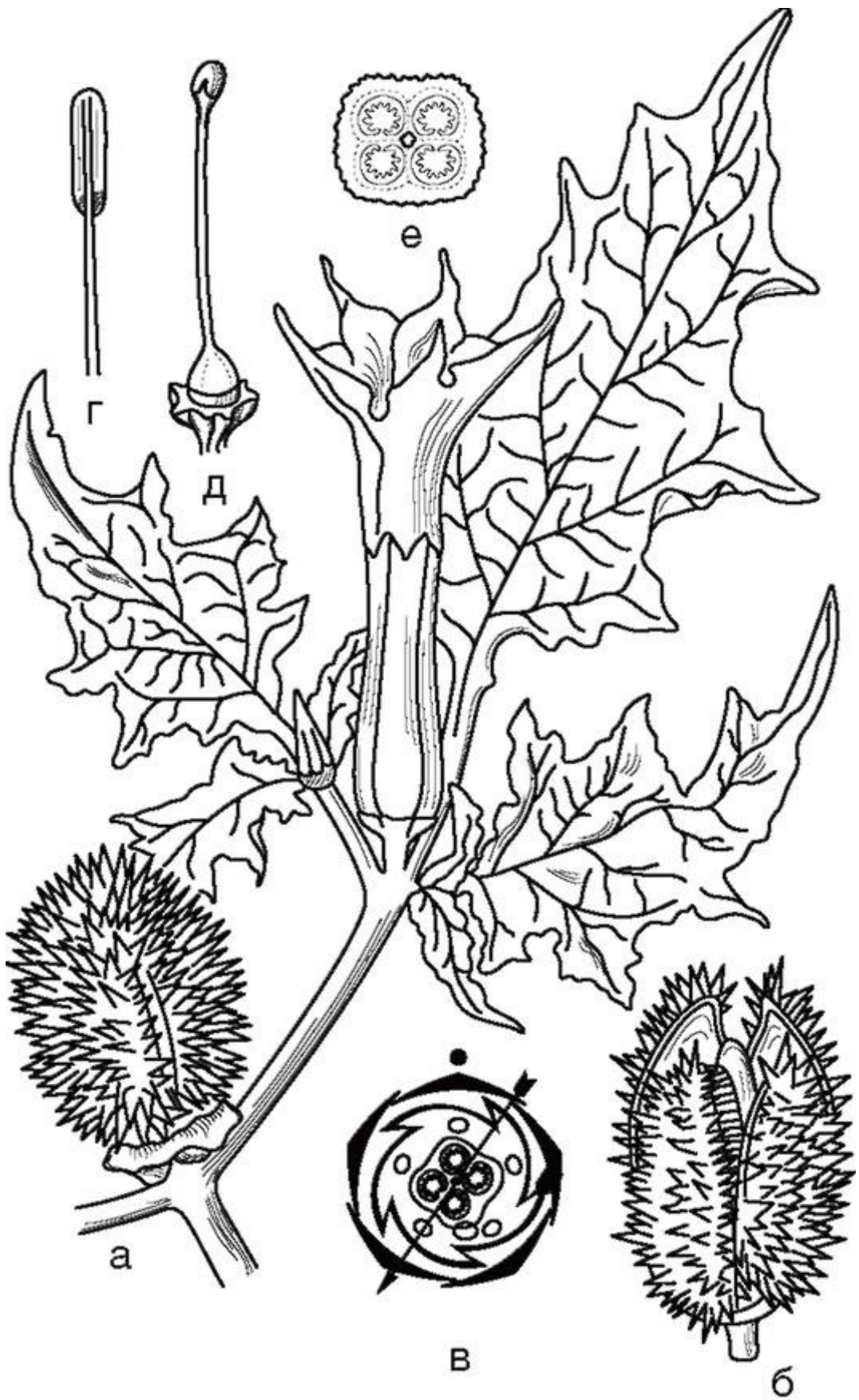


Рис. 20.9. Дурман обыкновенный (*Datura stramonium*): а - побег с цветком и плодом; б - плод; в - диаграмма цветка; г - тычинка; д - пестик; е - завязь на поперечном срезе

Красавка (белладонна) *Atropa belladonna* - многолетнее растение; культивируют как лекарственное, содержит алкалоиды атропин и гиосциамин.

Обязательные виды

- Красавка (белладонна) обыкновенная - *Atropa belladonna* L.
- Перец однолетний - *Capsicum annuum* L.
- Дурман обыкновенный - *Datura stramonium* L.
- Белена черная - *Hyoscyamus niger* L.
- Скополия карниольская - *Scopolia carniolica* Jacq.
- Скополия кавказская - *Scopolia caucasica* Kolesn. Ex Kreyer.
- Паслен дельчатый - *Solanum laciniatum* L.
- Паслен клубненосный (картофель) - *Solanum tuberosum* L.

ЛИТЕРАТУРА

Барбанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 331-333.

### СЕМЕЙСТВО НОРИЧНИКОВЫЕ - SCROPHULARIACEAE

В основном многолетние травянистые растения. Листья расположены поочередно, супротивно или мутовчато, простые, цельные, без прилистников. Цветки обоеполые, четырехкруговые, иногда почти актиноморфные. Соцветия - кисть или колос, реже цветки одиночные. Чашечка 4-5-зубчатая, остающаяся при плодах. Венчик сростный, колесовидный, ширококолокольчатый или трубчатый, с 4-5-лопастным отгибом, однако чаще всего венчик двугубый, верхняя губа образована двумя лепестками, нижняя - тремя. Двугубый венчик имеют: льнянка *Linaria* (рис. 20.10, 20.11), очанка *Euphrasia*, марьянник *Melampyrum*, погребок *Rhinanthus*, львиный зев *Antirrhinum* (см. рис. 20.11) и др. В пределах норичниковых наблюдается постепенная редукция членов цветка, особенно андрцея. Только в типичном пятичленном цветке коровяка *Verbascum* (см. рис. 20.11) 5 тычинок, а в двугубых цветках - 4 тычинки (2 длинные, 2 короткие), у вероники *Veronica* всего 2 тычинки.

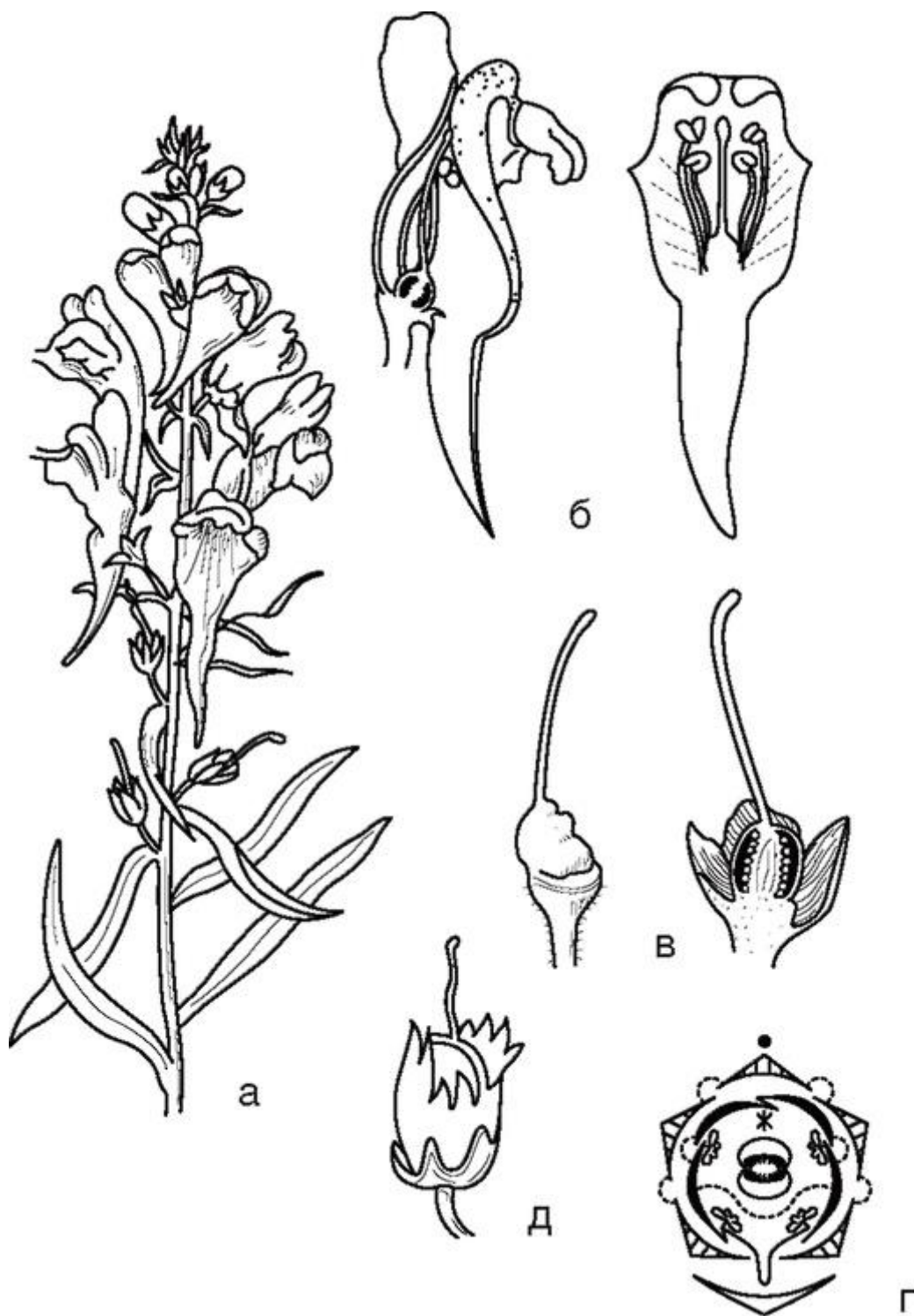


Рис. 20.10. Норичниковые. Лянянка обыкновенная (*Linaria vulgaris*): а - репродуктивный побег; б - цветок (продольный срез); в - пестик (общий вид и продольный срез); г - диаграмма цветка (неразвившаяся тычинка обозначена (звездочкой)); д - плод (коробочка)

Пестик один, из 2 плодолистиков, завязь верхняя, двухгнездная, с многочисленными семязачатками. Структура цветка у разных родов семейства разнообразна, как правило, имеются нектарники. Плоды - коробочки, реже ягоды или костянки. Полупаразитами являются марьянники (иван-да-марья *Melampyrum nemorosum*, марьянник полевой *Melampyrum arvense* L., мытник хохлатый *Pedicularis comosa* (см. рис. 20.11), очанка *Euphrasia* и др. Норичниковые не поедаются животными

из-за гликозидов, содержащихся у многих из них. Лекарственными являются виды наперстянок *Digitalis* (см. рис. 20.11), их гликозид дигитоксин широко используется в медицине при лечении сердечных заболеваний. Некоторые красиво цветущие виды из родов *Calceolaria*, *Paulownia*, *Verbascum* культивируются как декоративные. В видовом отношении особенно разнообразны роды мытник - *Pedicularis* (660 видов), коровяк - *Verbascum* (250 видов), льнянка - *Linaria* (150 видов).

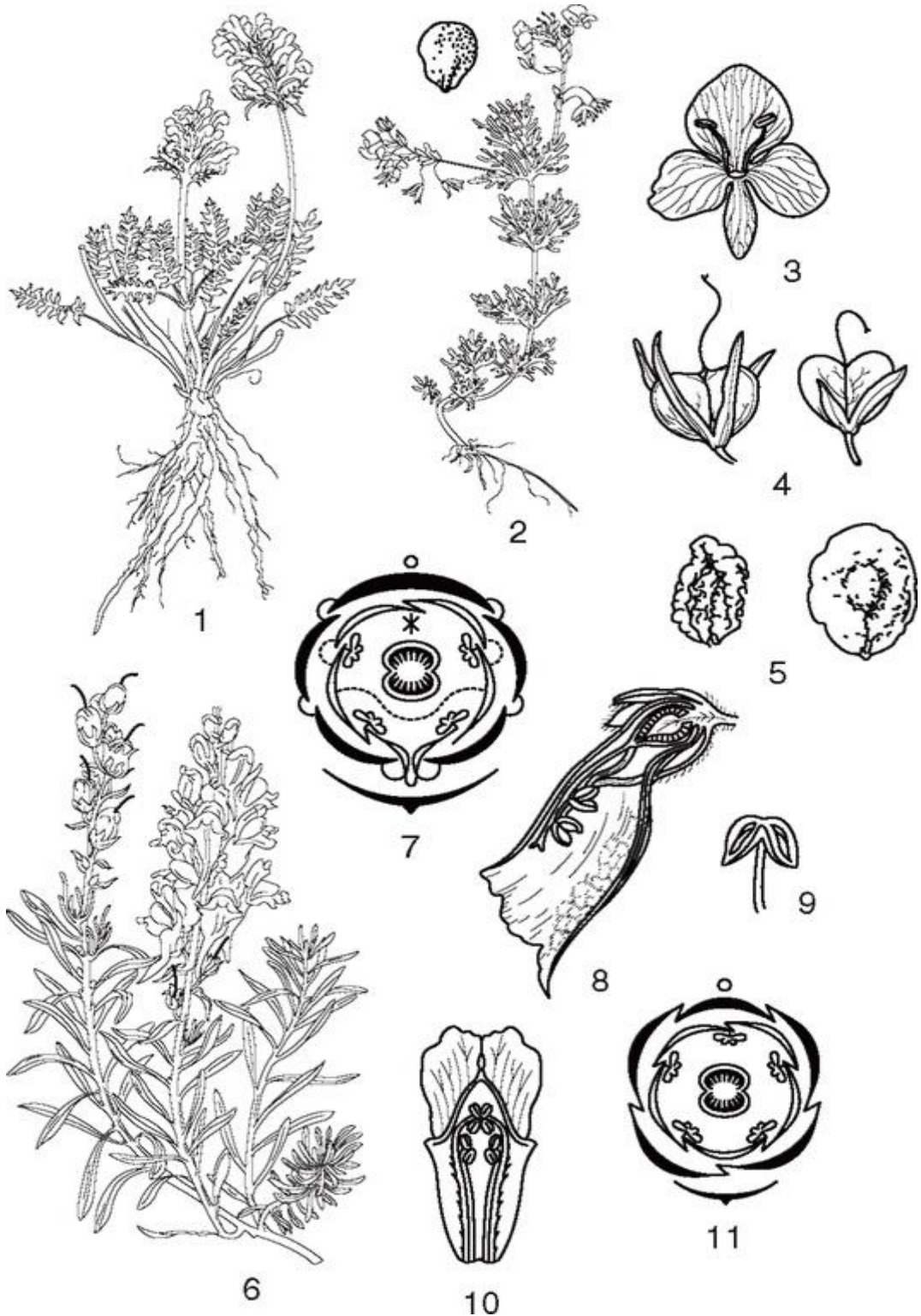


Рис. 20.11. Норичковые: 1 - общий вид мытника королькова (*Pedicularis korolkovii*); 2и3 - общий вид и венчик с тычинками вероники кавказской (*Veronica caucasica*); 4 и 5 - коробочка и семя вероники нителистой (*Veronica filifolia*); 6 и 7 - общий вид и диаграмма цветка льнянки (*Linaria vulgaris*); 8 и 9 - цветок в продольном

разреze (видны две тычинки из четырех) и тычинка наперстянки пурпурной (*Digitalis purpurea*); 10 - верхняя губа с тычинками львиного зева (*Antirrhinum majus*); 11 - диаграмма цветка коровяка (*Verbascum*)

Обязательные виды

- Наперстянка реснитчатая - *Digitalis ciliate Trautv.*
- Наперстянка ржавая - *Digitalis ferruginea L.*
- Наперстянка крупноцветковая - *Digitalis grandiflora Mill.*
- Наперстянка шерстистая - *Digitalis lanata Ehrh.*
- Наперстянка пурпурная - *Digitalis purpurea L.*
- Лянка обыкновенная - *Linaria vulgaris L.*
- Коровяк густоцветковый (скипетровидный) - *Verbascum densiflorum Bertol. (V. thapsiforme Schard.)*
- Вероника лекарственная - *Veronica officinalis L.*

Литература

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 337-339.

#### СЕМЕЙСТВО ЯСНОТКОВЫЕ (ГУБОЦВЕТНЫЕ) - LAMIACEAE (LABIATAE)

Жизненные формы - травы, полукустарники, реже кустарники. В природе представители семейства легко узнаются по характерному двугубому венчику, супротивному листорасположению, четырехгранному стеблю.

Корневая система стержневая или мочковатая (побег подземный, часто измененный в корневище). Побег надземный ветвистый.

Листорасположение накрест супротивное. Стебель прямостоячий или приподнимающийся, в поперечном сечении четырехгранный, опушенный.

Листья простые, черешковые, без прилистников, цельные или лопастные с зубчатым или пильчатым краем. Жилкование листа перистое. Листья большей частью опушены простыми и железистыми волосками.

Цветки располагаются в цимозных соцветиях - дихазиях или тирсоидных соцветиях из двойных завитков. Каждая пара двойных завитков или дихазиев образует мутовку. Мутовки могут быть удалены друг от друга, но нередко междуузлия в верхней части цветоноса не вытягиваются, а остаются сближенными. В результате получается сложное соцветие колосовидного или головчатого типа. Если цветоносная часть стебля ветвится, то это еще больше усложняет соцветие. Оно становится метельчатым.

Цветки яснотковых обоеполые, всегда зигоморфные, имеют общий план строения. Околоцветник двойной пятичленный. Чашечка правильная или неправильная, сростнолистная; лопастная, зубчатая или двугубая. Верхняя губа состоит из двух чашелистиков, нижняя - из трех. В некоторых случаях чашечка четырехзубчатая из-за редукции одного заднего зубчика. Венчик, как правило, спайнолепестный, двугубый - с двумя сросшимися лепестками в верхней и тремя - в нижней губе (2/3). Верхняя губа может быть вогнутой или плоской, может наблюдаться почти полная ее редукция (в этом случае венчик кажется одногубым). Из трех лепестков нижней губы средний обычно самый крупный - «посадочная площадка» для насекомых-опылителей. Трубка венчика всегда выражена.

Андроцей обычно состоит из четырех тычинок, прикрепленных к трубке венчика тычиночными нитями. Пара задних тычинок обычно короче пары передних (двусильный андроцей). Иногда задние тычинки редуцированы (стаминодии), и их число в цветке равно двум (шалфей). В трубке венчика ниже места прикрепления тычинок имеется волосистое кольцо, защищающее запасы нектара.

Гинецей ценокарпный, образован двумя плодолистиками. Плодолистики разделяются пополам продольными перегородками, за счет этого завязь становится четырехлопастной и четырехгнездной. В каждом гнезде находится по одному семязачатку. Столбик один с двухлопастным рыльцем отходит от оснований лопастей завязи. Завязь верхняя. При основании завязи заметен нектарный подпестичный диск.

Формулы цветков

- $\uparrow C_{a(5)} C_{o(2/3)} A_4 G_{(2)}$  - яснотка белая.
- $\uparrow C_{a(3/2)} C_{o(2/3)} A_2 G_{(2)}$  - шалфей лекарственный.

Плод - ценокарпий: дробный ценобий, распадающийся на четыре орешка или эрема. Плоды заключены в разрастающуюся чашечку; орешки сначала остаются лежать на дне чашечки, потом выпадают. Семена чаще без эндосперма или он малоразвит.

Семейство богато эфиромасличными растениями. Лекарственное значение имеют мята перечная, шалфей лекарственный, пустырник сердечный, шлемник байкальский, лаванда узколистная.

Обязательные виды (рис. 20.12)

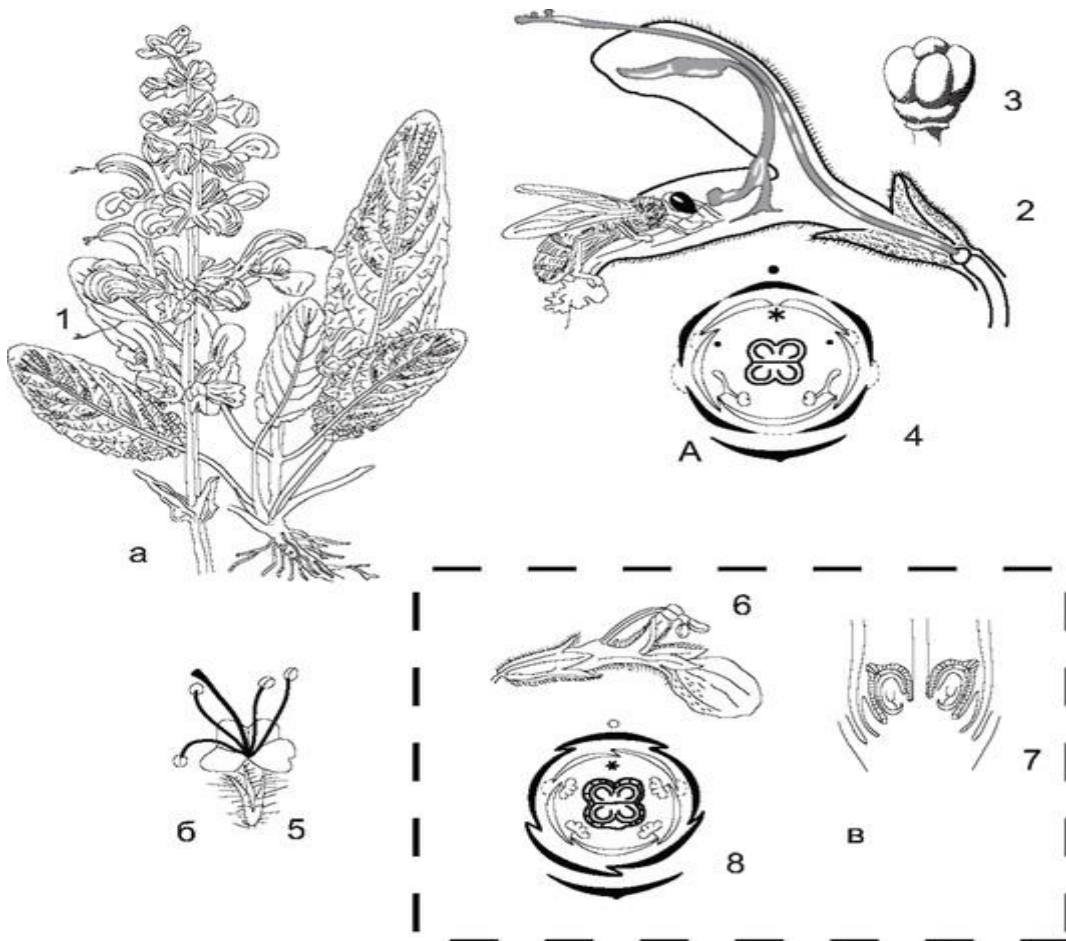


Рис. 20.12. Представители семейства яснотковые: а: 1-4 - шалфей луговой (*Salvia pratensis*) [1 - внешний вид; 2 - продольный срез цветка с насекомым, нажимающим на стерильные гнезда пыльников (А)]; 3 - плод (ценобий); 4 - диаграмма; б - мята

перечная (*Mentha piperita*): 5 - цветок; в - глухая крапива, или яснотка белая (*Lamium album*): 6 - цветок; 7 - цветок на продольном срезе; 8 - диаграмма цветка

- Яснотка белая - *Lamium album* L.
- Лаванда узколистная - *Lavandula angustifolia* Mill.
- Пустырник сердечный - *Leonurus cardiaca* L.
- Пустырник пятилопастный - *Leonurus quinquelobatus* Gilib.
- Мята перечная - *Mentha piperita* L.
- Душица обыкновенная - *Origanum vulgare* L.
- Шалфей лекарственный - *Salvia officinalis* L.
- Тимьян ползучий (чабрец) - *Thymus serpyllum* L.
- Тимьян обыкновенный - *Thymus vulgaris* L.

#### Литература

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 341-344.

Яковлев Т.П., Челомбитько В.А. Ботаника: учебник. - СПб.: Спец. лит., СПХФА, 2003. - С. 487-489.

### СЕМЕЙСТВО СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ, ИЛИ АСТРОВЫЕ - COMPOSITAE, ИЛИ ASTERACEAE

Это филогенетически самое высокоорганизованное семейство, обладает большой приспособляемостью к условиям окружающей среды, колоссальной способностью к размножению.

Среди астровых встречаются различные жизненные формы растений. Преобладающие жизненные формы - травы (однолетние, двулетние и многолетние) и редко полукустарники. Подземные органы представлены стержневой корневой системой, реже смешанной (некоторые виды полыни), а также корневищами с придаточными корнями. Надземные побеги обычно прямостоячие или приподнимающиеся, реже стелющиеся. Листорасположение обычно очередное. Листья всегда простые, без прилистников. Листовые пластинки по форме и расчленению крайне разнообразны.

Во флоэме вегетативных органов иногда встречаются членистые млечники или млечные клетки и развитые системы схизогенных секреторных каналов с млечным соком, каучуком, маслами, смолами, алкалоидами. В качестве запасного вещества откладывается инулин.

Цветки собраны в моноподиальное соцветие - корзинку, внешне похожее на цветок, или в сложные соцветия: кисти, метелки, щитки и другие, где составной частью являются корзинки (рис. 20.13). Ложь корзинки может быть плоским, выпуклым, вогнутым и полым. Внутри оно может быть голое, покрыто ямками, бугорками или волосками и щетинками. Снаружи корзинка имеет одно или многорядную обертку, образованную сближенными верхушечными листьями оси соцветия. Число, форма, окраска, опушение и взаиморасположение листочков обертки являются важными диагностическими признаками. Цветки обоопольные или раздельноопольные, иногда стерильные, актиноморфные или зигоморфные, четырехкруговые. Чашечка полностью редуцируется или видоизменяется до волосков (одуванчик), остистых чешуек (подсолнечник) и зубчиков (пижма), которые впоследствии остаются при плоде и служат для распространения плодов. Количество видоизмененных чашелистиков может быть:

два, пять, множество ( $Ca_2, Ca_5, Ca_\infty$ ). Венчик спайнолепестный по форме четырех типов (рис. 20.14):

- трубчатый - актиноморфный из пяти сросшихся в трубку лепестков;  $*Ca_\infty \rightarrow \infty Co_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$ ;

- язычковый - зигоморфный из пяти сросшихся лепестков, образующих трубку и односторонний отгиб в виде пятизубчатого язычка;  $\uparrow Ca_\infty - \infty Co_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$ ;

- ложноязычковый - зигоморфный, из трех сросшихся лепестков с трехзубчатым отгибом (произошел из двугубого венчика в результате редукции верхней губы);  $\uparrow Ca_\infty - \infty Co_{(3)} A_{(0)} G_{(2)}$ ;

- воронковидный - зигоморфный, из пяти сросшихся лепестков, причем в верхней части трубка расширена в виде воронки, лепестки которой на верхушке рассечены в числе более пяти;

$\uparrow Ca_\infty Co_{(5-9)} A_0 G_0$ ;

Трубчатые и язычковые цветки обоеполые, ложноязычковые - женские, а воронковидные - бесполое (стерильные). У трубчатых и язычковых цветков андроцей из пяти тычинок, сросшихся своими пыльниками в трубку; тычиночные нити свободные и лишь в основании прирастают к трубке венчика. Гинецей ценокарпный, состоит из двух сросшихся плодолистиков, образующих в цветке один пестик с хорошо выраженным столбиком и нектарным диском у основания и двулопастным рыльцем. Пока рыльце выдвигается растущим столбиком через тычиночную трубку, его лопасти соединены. Пыльники вскрываются внутрь тычиночной трубки, и пыльца выталкивается рыльцем наружу. Пыльца высыпается и частично оседает на шероховатой поверхности столбика, после чего доли рыльца расходятся. Если не произойдет перекрестного опыления цветка, доли рыльца начинают расти и закручиваться вниз до тех пор, пока не коснутся покрытой пыльцой поверхности столбика - происходит самоопыление. Завязь - нижняя, одногнездная с одним семязачатком.

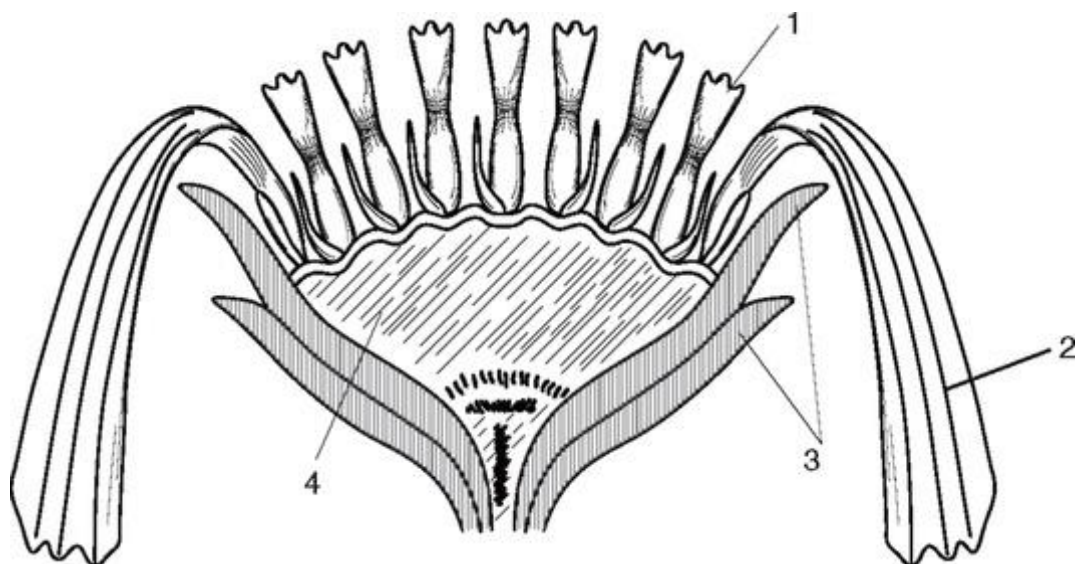


Рис. 20.13. Продольный срез корзинки семейства астровых: 1 - цветок трубчатый; 2 - цветок ложно-язычковый; 3 - обертка; 4 - ложе соцветия



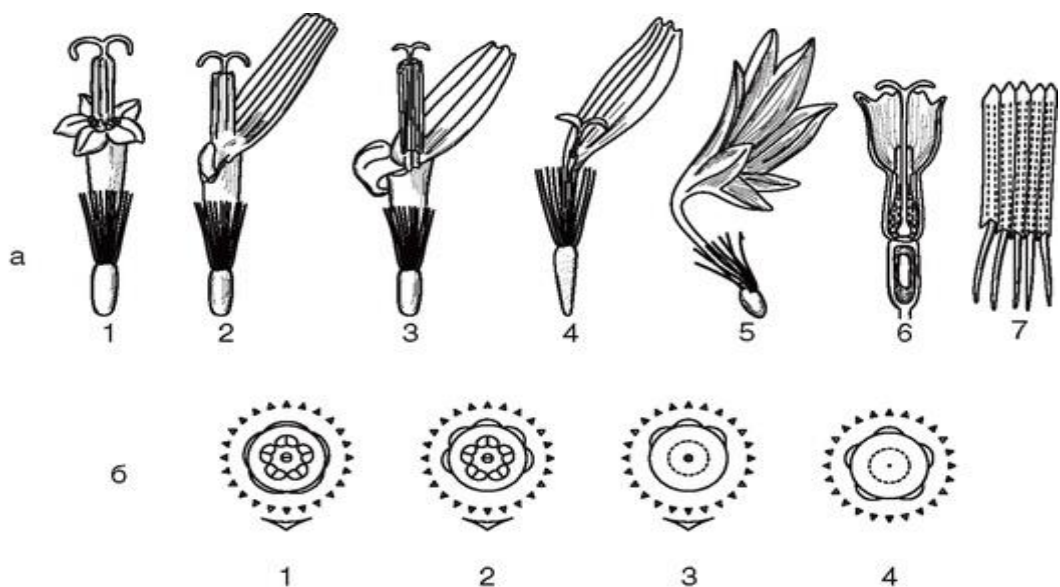


Рис. 20.14. Семейство астровые: а - типы цветков: 1 - трубчатый; 2 - язычковый; 3, 4 - ложноязычковый; 5 - воронковидный; 6 - продольный разрез трубчатого цветка; 7 - сросшиеся тычинки; б - диаграммы цветков семейства астровые: 1 - трубчатый цветок; 2 - язычковый цветок; 3 - ложноязычковый цветок; 4 - воронковидный цветок

Плоды - псевдомонокарпные семянки, практически без эндосперма, образующиеся трубчатыми, язычковыми и реже ложноязычковыми цветками. Воронковидные и часто ложноязычковые цветки плодов не образуют, они занимают краевое положение в корзинке и делают ее более яркой и заметной для насекомых-опылителей. Именно поэтому цветки астровых насекомоопыляемые, реже ветроопыляемые (например, полынь). Часто семянки на своей поверхности имеют щетинки (род череда), волоски-летучки (одуванчик лекарственный, мать-имачеха, василек синий), прицепки в виде крючочков (род лопух), как результат разросшейся при плоде редуцированной чашечки, реже голые (ромашка аптечная, календула аптечная, подсолнух). Эти образования способствуют распространению плодов (рис. 20.15).

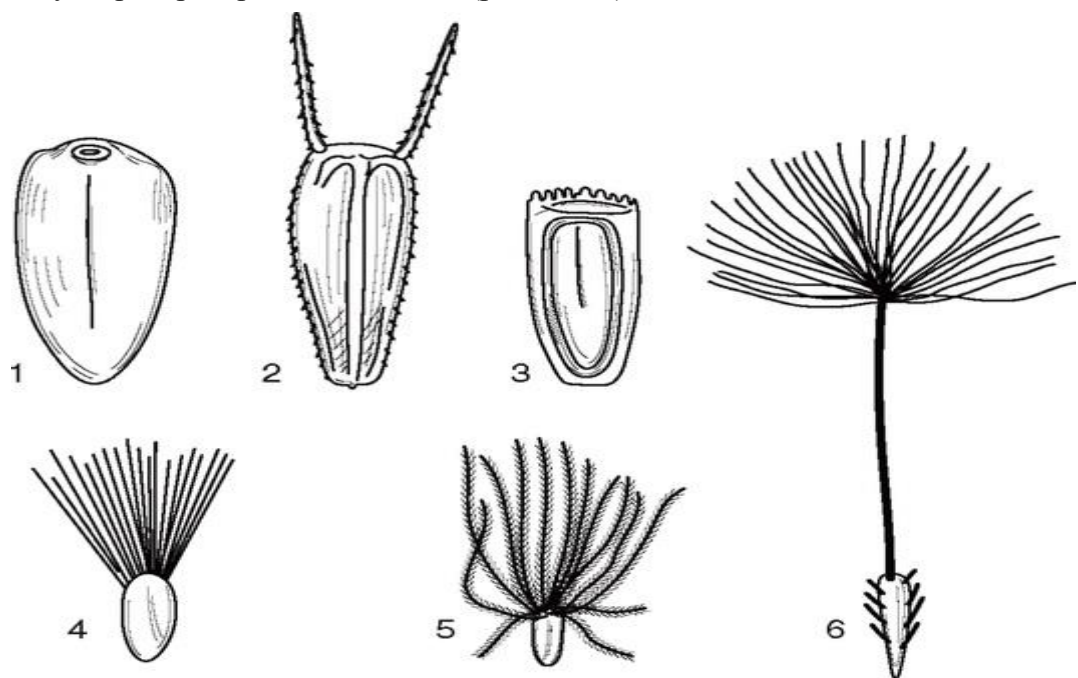


Рис. 20.15. Плоды растений семейства астровые: 1 - подсолнечника; 2 - череды; 3 - цикория; 4 - чертополоха; 5 - бодяка; 6 - одуванчика

В природе встречаются соцветия корзинки:

- только из трубчатых цветков - пижма, бодяк, полынь цитварная, череда трехраздельная, ромашка пахучая, кошачья лапка;
- только из язычковых цветков - одуванчик, осот, скерда, ястребинка;
- трубчатых цветков в середине корзинки и ложноязычковых по ее краю - ромашка аптечная, нивяник, ноготки лекарственные, подсолнечник, астра, топиамбур, крестовник, тысячелистник (рис. 20.16);
- трубчатых цветков в середине и воронковидных по краю корзинки - род василек.

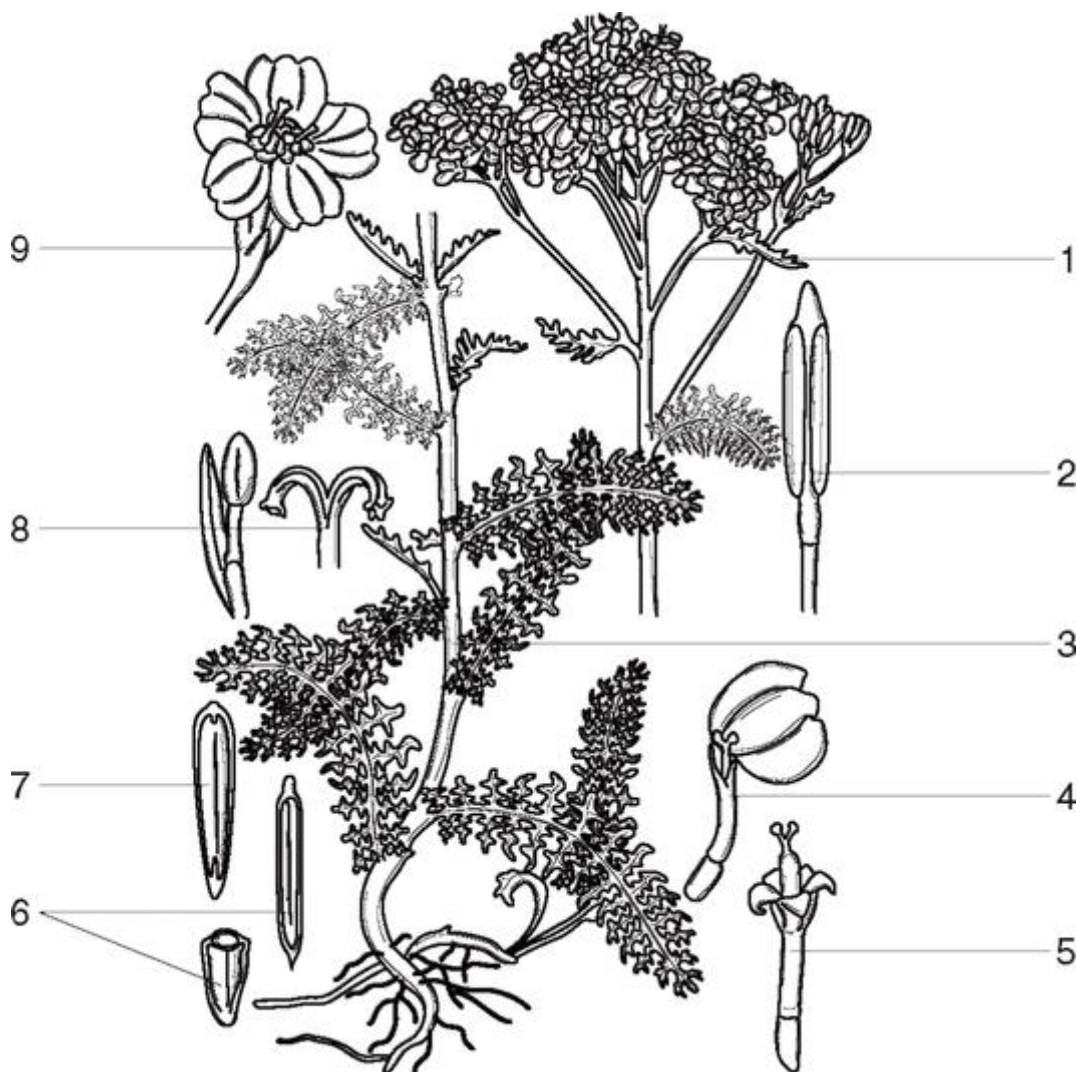


Рис. 20.16. Тысячелистник обыкновенный: 1 - соцветие сложный щиток, состоящий из корзинок; 2 - андроцей из пяти сросшихся пыльника тычинок; 3 - общий вид растения; 4 - ложноязычковый цветок; 5 - трубчатый цветок; 6 - семянка в разрезе; 7 - плод семянка; 8 - двухлопастное рыльце пестика; 9 - соцветие корзинка

Семейство астровые делится на два подсемейства: трубкоцветные и язычкоцветные.

Для представителей подсемейства трубкоцветные характерны следующие признаки:

- корзинки - только с трубчатыми цветками (пижма, бодяк, полынь цитварная, череда трехраздельная, ромашка пахучая, кошачья лапка); трубчатые и ложноязычковые

(ромашка аптечная, род нивяник, ноготки лекарственные, подсолнечник, астра, топиамбур, крестовник, тысячелистник) или воронковидные (род василек);

— отсутствие млечного сока в вегетативных органах.

Для представителей подсемейства язычкоцветные характерны:

— корзинки, состоящие только из язычковых цветков (осот, одуванчик, цикорий, ястребинка, козлобородник, лопух, скерда и др.);

— вегетативные органы, содержащие членистые млечники с млечным соком.

Семейство астровые широко используется в практической деятельности человека:

— лекарственные растения (череда трехраздельная, ноготки лекарственные, полынь цитварная, сушеница болотная, арника горная, ромашка аптечная и др.);

— пищевые растения (салат, подсолнечник, цикорий);

— технические растения - каучуконосы (кок-сагыз, тау-сагыз);

— декоративные растения (астры, бархатцы, георгины, хризантемы и т. д.)

Обязательные виды

- Тысячелистник обыкновенный - *Achillea millefolium* L.
- Кошачья лапка двудомная - *Antennaria dioica* Gaertn.
- Полынь горькая - *Artemisia absinthium* L.
- Полынь цитварная - *Artemisia cina* Berg. ex Poljak.
- Полынь обыкновенная - *Artemisia vulgaris* L.
- Череди трехраздельная - *Bidens tripartita* L.
- Календула (ноготки) лекарственная - *Calendula officinalis* L.
- Василек синий - *Centaurea cyanus* L.
- Ромашка аптечная - *Chamomilla recutita* Rauschert.
- Ромашка пахучая - *Chamomilla suaveolens* Rydb.
- Сушеница топяная (болотная) - *Gnaphalium uliginosum* L.
- Цмин (бессмертник) песчаный - *Helichrysum arenareum* Moench.
- Нивяник (поповник) обыкновенный - *Leucanthemum vulgare* Lam.
- Рапунтикум сафлоровидный (левзея сафлоровидная, маралий корень) - *Rhaponticum carthamoides* Iljin. (*Leuzea carthamoides* DC.)
- Пижма обыкновенная - *Tanacetum vulgare* Wigg.

Литература

Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 344-350.

## СЕМЕЙСТВО ЛИЛЕЙНЫЕ - LILIACEAE

Жизненная форма - многолетние травянистые луковичные растения. Отличительная особенность - наличие луковички или клубнелуковички. Строение луковичек разнообразно: они могут быть однолетними или многолетними. Однолетние луковички образуются в соцветиях. Большинство луковичек имеют особые втягивающие (контрактильные) толстые корни, которые при высыхании укорачиваются и втягивают луковичку на значительную глубину. Листья простые, часто сидячие, влагалищные. Листовая пластина имеет форму от линейной до

яйцевидной. Листорасположение очередное, часто двухрядное. Цветки, разнообразные по форме и величине, актиноморфные, обоеполые, одиночные или собраны в соцветие кисть. Околоцветник - простой венчиковидный, состоит из 6 свободных или сросшихся листочков, расположенных в два круга. Гинецей ценокарпный, образован тремя плодолистиками. Завязь верхняя, с многочисленными семязачатками, рыльце трехлопастное. Плод - вскрывающаяся коробочка. Общая формула цветка -  $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$  (рис. 20.17). Важнейшие роды этого семейства: лук *Gagea*, тюльпан *Tulipa*, лилия *Lilium*, рябчик *Fritillaria* и др. Содержат полисахариды в виде слизи и алкалоиды. Много декоративных растений - тюльпаны, лилии.



Рис. 20.17. Семейство лилейные. Гусиный лук желтый (*Gagea lutea*): 1 - общий вид растения; 2 - цветок (продольный разрез)

### Обязательные виды

- Лилия кудреватая (саранка) - *Lilium martagon* L.
- Тюльпан Биберштейна - *Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. f.

### СЕМЕЙСТВО ЛУКОВЫЕ - ALLIACEAE

Это травянистые луковичные или корневищные многолетники. Листья обычно собраны в прикорневую розетку, бесчерешковые, узкие, линейные, иногда дудчатые или трубчатые вследствие разрушения внутренней паренхимы.

Цветки собраны в соцветие зонтик, заключенный в пленочный чехол, на верхушке безлистного побега - цветочной стрелки. Околоцветник - простой венчиковидный или чашечковидный, шестичленный, листочки располагаются в два круга. Андроцей состоит из 6 тычинок, расположенных в два круга и обычно срастающихся с околоцветником. Гинецей - ценокарпный из 3 сросшихся плодолистиков. Завязь верхняя, трехли одногнездная с несколькими семязачатками; в стенках плодолистиков имеются щелевидные нектарники. Плод ценокарпий - коробочка. Общая формула цветка -  $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$  (рис. 20.18).

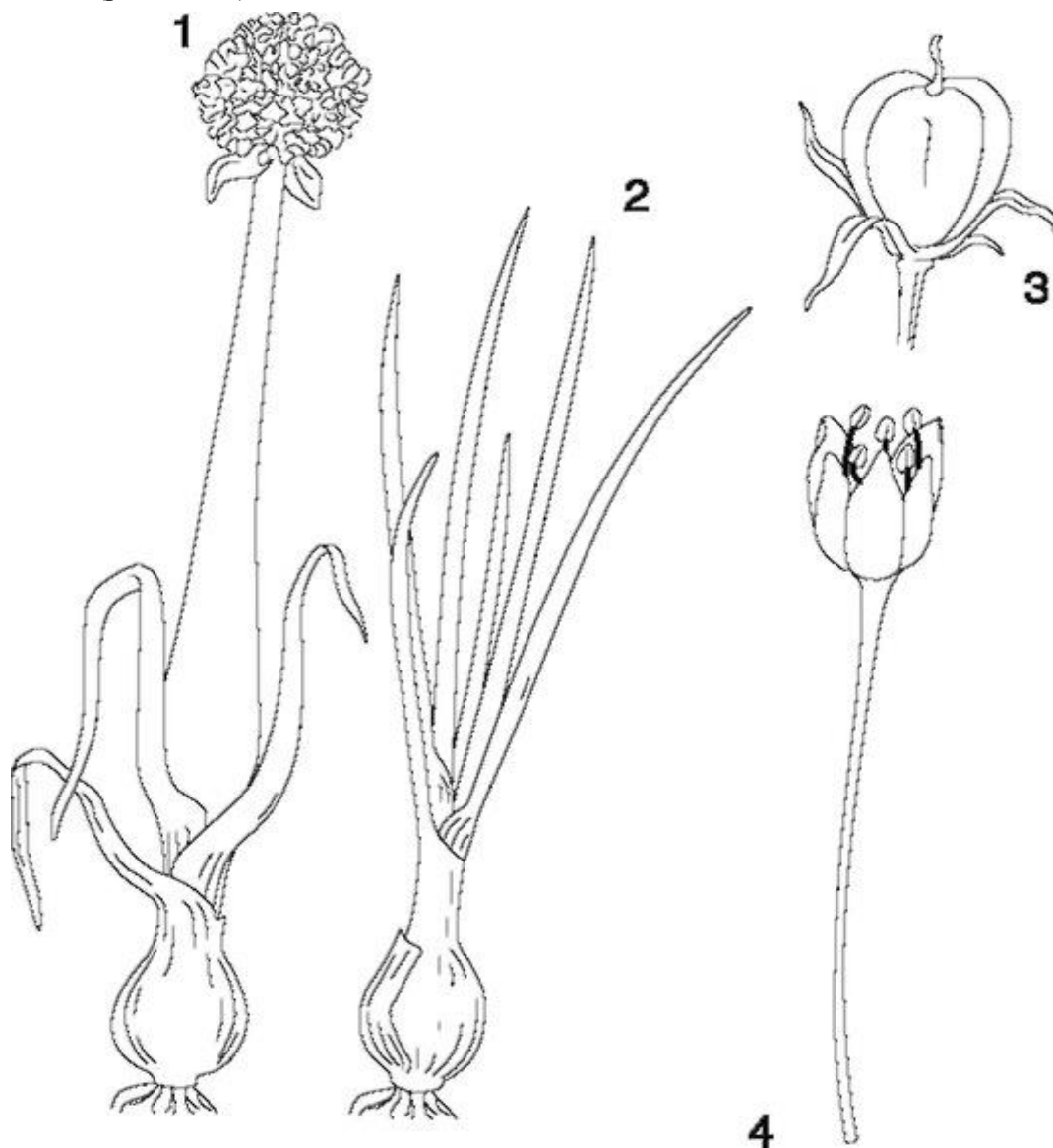


Рис. 20.18. Семейство луковые. Лук репчатый (*Allium cepa* L.): 1 - цветущее растение; 2 - нецветущее растение; 3 - плод; 4 - цветок

Цветки могут выделять нектар за счет щелевидных нектарников, расположенных в стенках плодолистиков. Для луковых характерно «живорождение» - в соцветиях при основании цветоножек образуются луковички (чеснок). Подземное изменение побега - луковица. Характерным признаком луковых является наличие членистых млечников с млечным соком - латексом - в зеленых листьях и чешуях луковиц. Растения содержат: стероидные сапонины, витамин С, серосодержащие соединения. Важнейшим родом является лук *Allium*: лук репчатый *A. cepa* L., чеснок (лук посевной *A. sativum* L.), лук порей *A. porrum*, лук батун *A. fistulosum*.

Обязательные виды

- Лук репчатый - *Allium cepa* L.
- Лук чеснок (лук посевной) - *Allium sativum* L.

#### СЕМЕЙСТВО АМАРИЛЛИСОВЫЕ - *AMARYLLIDACEAE*

Жизненная форма - многолетние луковичные или корневищные травы. Листья - простые, линейные, собраны в прикорневой розетке. Цветки - обоеполые, актиноморфные или зигоморфные, на длинных безлистных цветоносах. Околоцветник - простой, обычно венчиковидный, ярко окрашенный, трехчленный. Шесть листочков простого околоцветника свободные или срастаются в трубку, располагаясь в два круга. Андроцей состоит из 6 тычинок, расположенных в два круга и обычно срастающихся с околоцветником. Гинецей - ценокарпный из 3 сросшихся плодолистиков. Завязь - нижняя, трехгнездная, с несколькими или многими семязачатками. Для цветка многих амариллисовых характерны выросты в форме трубки над зевом околоцветника - корона или привенчик. Подземное видоизменение побега - луковица. Плод - ценокарпий - вскрывающаяся коробочка или ягода (рис. 20.19). Общая формула цветка -  $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$ .

Амариллисовые содержат алкалоиды. Среди них много декоративных растений. Важнейшие роды: нарцисс *Narcissus*, галантус (подснежник) *Galanthus*, унгерния *Ungernia*.

Обязательные виды

- Подснежник Воронова - *Galanthus woronovii* Losinsk.
- Унгерния Виктора - *Ungernia victoris* Vved. ex Artjuschenko.

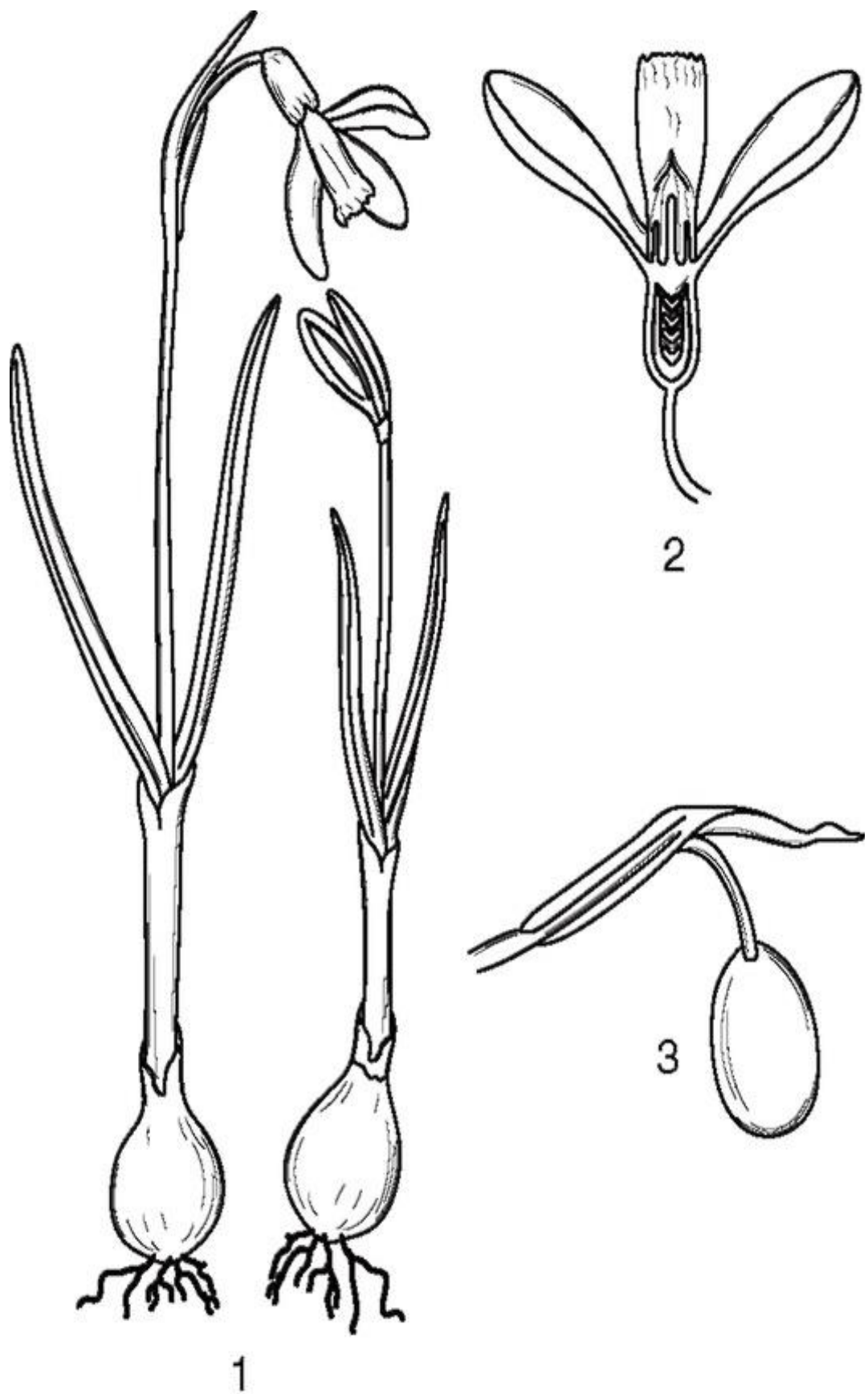


Рис. 20.19. Семейство амариллисовые. Галантус снежный (*Galanthus nivalis*): 1 - общий вид растения; 2 - цветок (в разрезе); 3 - плод

## СЕМЕЙСТВО ЛАНДЫШЕВЫЕ - CONVALLARIACEAE

Жизненная форма - многолетние корневищные травы. Имеют простые листья с дуговидным жилкованием. Листорасположение - очередное или листья могут отходить непосредственно от корневища. Цветки собраны в соцветие кисть. Цветки - обоеполые, актиноморфные. Околоцветник простой, венчиковидный или чашечковидный, трехчленный, реже двухили четырехчленный. Андроцей состоит из 6 тычинок, реже 4, расположенных в два круга. Гинецей - ценокарпный из 3 сросшихся плодолистиков, реже двух. Плод - ценокарпий: сочная ягода с немногочисленными семенами. Имеется подземное видоизменение побега - корневище (рис. 20.20). Общая формула цветка -  $*P_{(3+3)}A_{(3+3)}\underline{G}_{(3)}$ .

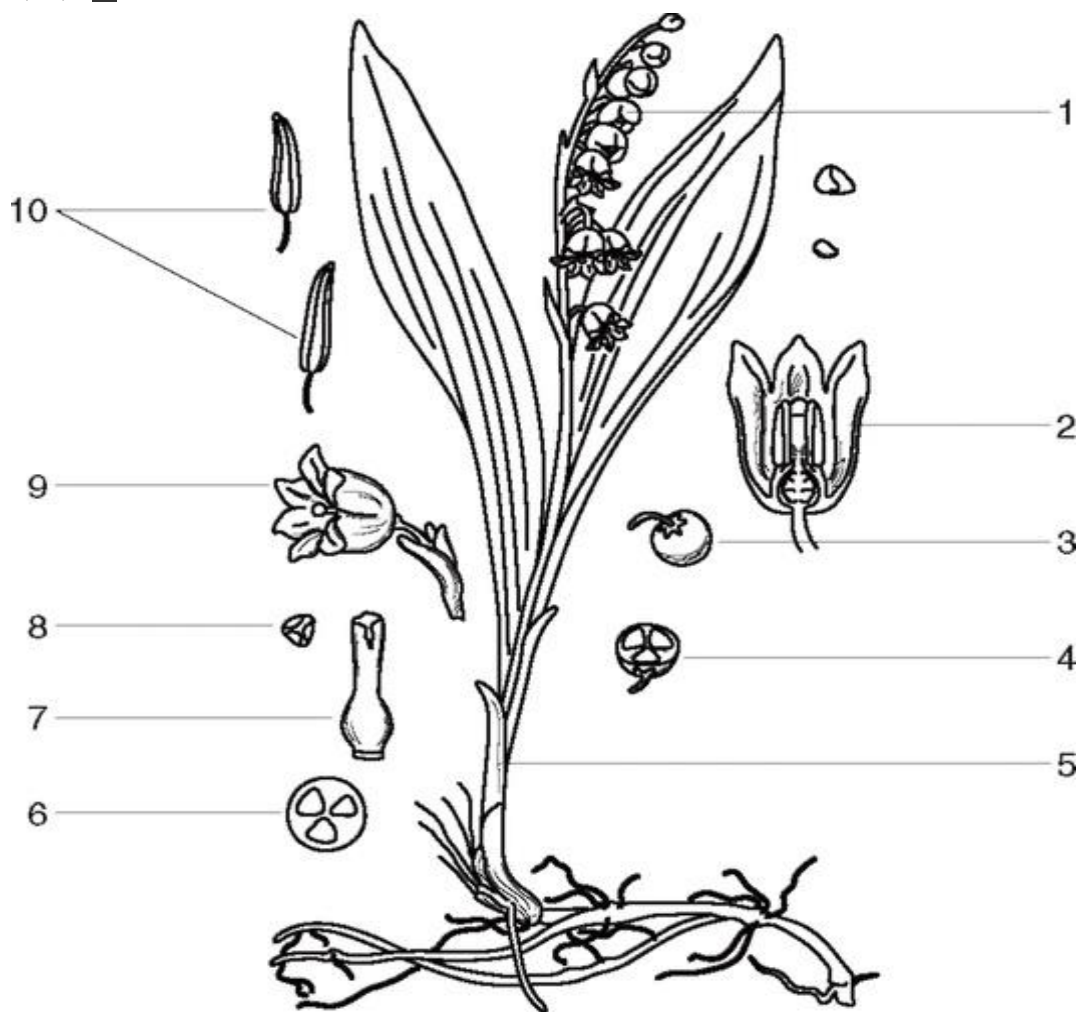


Рис. 20.20. Семейство ландышевые. Ландыш майский (*Convallaria majalis* L.): 1 - соцветие кисть; 2 - цветок в разрезе; 3 - плод ягода; 4 - поперечный срез через плод; 5 - общий вид растения; 6 - срез через завязь пестика; 7 - гинецей из трех плодолистиков; 8 - рыльце пестика; 9 - внешний вид цветка; 10 - тычинки

Ландышевые содержат сердечные гликозиды, стероидные сапонины. Классические представители семейства: ландыш майский *Convallaria majalis* L., купена душистая *Polygonatum odoratum* L., майник двулистный *Maianthemum bifolium*.

Обязательные виды

- Ландыш майский - *Convallaria majalis* L.
- Купена душистая - *Polygonatum odoratum* L.

Литература

Барabanов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника: учебник. - М.: Академия, 2006. - С. 351-362.



СПИСОК ВИДОВ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО ЗАПОМИНАНИЯ ПО  
КУРСУ ОБЩЕЙ БОТАНИКИ

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
Надцарство		Eucaryota	Ядерные организмы
Царство:		Mycota (Fungi)	Грибы
Отдел:		Eumycota	Настоящие грибы
Класс:		Ascomycetes	Сумчатые грибы (аскомицеты)
	1	Claviceps purpurea Tulasne	спорынья пурпурная
Царство:		Protoctista	Протоктисты
Отдел:		Rhodophyta (Rhodophycota)	Красные водоросли (багрянки)
	2	Ahnfeltia plicata (Huds.) Fr.	анфельция складчатая
Отдел:		Phaeophyta	Бурые водоросли
	3	Laminaria saccharina (L.) Lam.	ламинария сахарная
Царство		Plantae	Растения
Подцарство:		Embryobionta (Cormobionta)	Высшие растения
Отдел:		Bryophyta	Мховидные
Класс:		Marchantiopsida (Hepaticopsida)	Печеночники
	4	Marchantia polymorpha L.	маршанция обыкновенная (изменчивая)
Класс:		Bryopsida (Musci)	Листостебельные мхи
Подкласс:		Bryidae	Зеленые мхи
	5	Polytrichum commune L.	кукушкин лен обыкновенный
Подкласс:		Sphagniidae	Сфагновые (белые) мхи

	6	<i>Sphagnum squarrosum</i> Pers.	сфагнум растопыренный
--	---	----------------------------------	-----------------------

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
Отдел:		Lycopodiophyta	Плауновидные
Класс:		Lycopodiopsida	Плауновидные
Порядок:		Lycopodiales	Плауновые
Семейство:		Lycopodiaceae	Плауновые
	7	<i>Lycopodium annotinum</i> L.	плаун годичный
	8	<i>L. clavatum</i> L.	п. булабовидный
Отдел:		Equisetophyta	Хвощевидные
Класс:		Equisetopsida	Хвощевидные
Порядок:		Equisetales	Хвощевые
Семейство:		Equisetaceae	Хвощевые
	9	<i>Equisetum arvense</i> L.	хвощ полевой
	10	<i>E. pratense</i> L.	х. луговой
	11	<i>E. sylvaticum</i> L.	х. лесной
Отдел:		Polypodiophyta	Папоротниковидные
Класс:		Polypodiopsida	Полиподиопсиды
Подкласс:		Polypodiidae	Полиподииды
	12	<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth	кочедыжник женский
	13	<i>Dryopteris carthusiana</i> (Vill.) H.P. Fuchs [ <i>D. spinulosa</i> (Sw.) Watt]	щитовник шартрский (игольчатый)
	14	<i>D. filix-mas</i> (L.) Schott	щ. мужской
Отдел:		Pinophyta (Gymnospermae)	Сосновые (голосеменные)
Класс:		Pinopsida	Хвойные
Подкласс:		Pinidae	Хвойные

Порядок:		Pinales	Сосновые
Семейство:		Pinaceae	Сосновые
	15	Abies sibirica Ledeb.	пихта сибирская
	16	Pinus sibirica Du Tour	сосна сибирская
	17	Pinus sylvestris L.	с. лесная (обыкновенная)
Семейство:		Cupressaceae	Кипарисовые
	18	Juniperus communis L.	можжевельник обыкновенный
Класс:		Gnetopsida	Гнетовые
Порядок:		Ephedrales	Эфедровые

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
Семейство:		Ephedraceae	Эфедровые
	19	Ephedra equisetina Bung	эфедра хвощевая
Отдел:		Magnoliophyta (Angiospermae)	Покрытосеменные (цветковые)
Класс:		Magnoliopsida (Dicotyledones)	Магнолиописиды или Двудольные
Подкласс:		Magnoliidae	Магнолииды
Порядок:		Nymphaeales	Нимфейные
Семейство:		Nymphaeaceae	Нимфейные (кувшинковые)
	20	Nymphaea alba L.	кувшинка белая
Подкласс:		Ranunculidae	Ранункулиды
Порядок:		Ranunculales	Лютиковые
Семейство:		Berberidaceae	Барбарисовые
	21	Berberis vulgaris L.	барбарис обыкновенный
Семейство		Ranunculaceae	Лютиковые

	22	<i>Aconitum septentrionale</i> Koelle ( <i>A. excelsum</i> Reichenb.)	борец северный
	23	<i>Adonis vernalis</i> L.	адонис (горицвет) весенний
	24	<i>Delphinium elatum</i> L.	живокость высокая
	25	<i>Ranunculus acris</i> L.	лютик едкий
Порядок:		Papaverales	Маковые
Семейство		Papaveraceae	Маковые
	26	<i>Chelidonium majus</i> L.	чистотел большой
	27	<i>Papaver rhoeas</i> L.	мак самосейка
	28	<i>Papaver somniferum</i> L.	м. снотворный
Подкласс:		Caryophyllidae	Кариофиллиды
Порядок:		Caryophyllales	Гвоздичные
Семейство		Caryophyllaceae	Гвоздичные
	29	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	звездчатка средняя (мокрица)
	30	<i>Saponaria officinalis</i> L.	мыльнянка лекарственная
Порядок:		Polygonales	Гречишные

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
Семейство		Polygonaceae	Гречишные
	30	<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	гречиха съедобная
	31	<i>Polygonum aviculare</i> L.	горец птичий
	32	<i>P. bistorta</i> L.	г. змеиный (раковые шейки)
	33	<i>P. hydropiper</i> L.	г. перечный
	34	<i>P. persicaria</i> L.	г. почечуйный
	35	<i>Rumex confertus</i> Willd.	щавель конский

	36	<i>Rheum tanguticum</i> Maxim, ex Regel	ревень тангутский
Подкласс:		Hamamelididae	Гамамелидиды
Порядок:		Fagales	Буковые
Семейство		Fagaceae	Буковые
	37	<i>Quercus robur</i> L.	дуб черешчатый
Семейство		Betulaceae	Березовые
	38	<i>Alnus glutinosa</i> Gaertn	ольха клейкая (о. черная)
	39	<i>A. incana</i> (L.) Moench	о. серая
	40	<i>Betula pendula</i> Roth	береза повислая
Подкласс		Dilleniidae	Дилленииды
Порядок		Theales	Чайные
Семейство		Hypericaceae (Clusiaceae, Guttiferae)	Зверобойные (Клюзиевые)
	41	<i>Hypericum perforatum</i> L.	зверобой продырявленный
Порядок:		Violales	Фиалковые
Семейство:		Violaceae	Фиалковые
	42	<i>Viola tricolor</i> L.	фиалка трехцветная
Порядок:		Capparales	Каперсовые
Семейство:		Brassicaceae (Cruciferae)	Капустные (крестоцветные)
	43	<i>Brassica uncea</i> (L.) Czern.	горчица сарептская
	44	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	пастушья сумка обыкновенная
	45	<i>Erysimum diffusum</i> Ehrh. [ <i>E. canescens</i> Roth]	желтушник раскидистый (ж. серый)

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
-------------------	------------	--------------------	------------------

	46	<i>Sinapis alba</i> L.	горчица белая
Порядок:		Ericales	Вересковые
Семейство:		Ericaceae	Вересковые
	47	<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	толокнянка обыкновенная
	48	<i>Ledum palustre</i> L.	багульник болотный
Семейство:		Vacciniaceae	Брусничные
	49	<i>Oxycoccus palustris</i> Pers.	клюква болотная
	50	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	черника обыкновенная
	51	<i>V. uliginosum</i> L.	голубика обыкновенная (топяная)
	52	<i>V. vitis-idaea</i> L.	брусника обыкновенная
Порядок:		Primulares	Первоцветные
Семейство:		Primulaceae	Первоцветные
	53	<i>Primula veris</i> L.	первоцвет настоящий
Порядок:		Malvales	Мальвовые
Семейство:		Malvaceae	Мальвовые
	54	<i>Althaea officinalis</i> L.	алтей лекарственный
Порядок:		Urticales	Крапивные
Семейство:		Urticaceae	Крапивные
	55	<i>Urtica dioica</i> L.	крапива двудомная
Порядок:		Euphorbiales	Молочайные
Семейство:		Euphorbiaceae	Молочайные
	56	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehd.	секуринега полкустарниковая
Подкласс:		Rosidae	Розиды
Порядок		Saxifragales	Камнеломковые

Семейство:		Saxifragaceae	Камнеломковые
	57	<i>Bergenia crassifolia</i> (L.) Fritsch.	бадан толстолистный
Семейство:		Grossulariaceae	Крыжовниковые

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
	58	<i>Ribes nigrum</i> L.	смородина черная
Порядок:		Rosales	Розоцветные
Семейство:		Rosaceae	Розоцветные (розовые)
		Spiraeoideae	Спирейные
	59	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	таволга вязолистная
		Rosoideae	Розовые
	60	<i>Fragaria vesca</i> L.	земляника лесная
	61	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	лапчатка прямостоячая
	62	<i>Rosa rugosa</i> L.	шиповник морщинистый
	63	<i>Rubus idaeus</i> L.	малина обыкновенная
	64	<i>Sanguisorba officinalis</i> L.	кровохлебка лекарственная
		Maloideae	Яблоневые
	65	<i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	боярышник кроваво-красный
	66	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	рябина обыкновенная
		Prunoideae	Сливовые
	67	<i>Amygdalus nana</i> L.	миндаль низкий
	68	<i>Padus avium</i> Mill. [ <i>P. racemosa</i> Lam. Gilib., <i>Prunus padus</i> L.]	черемуха птичья (обыкновенная)
Порядок:		Fabales (Leguminales)	Бобовые
Семейство:		Mimosaceae	Мимозовые

	69	<i>Caragana arborescens</i> L.	акация желтая (древовидная)
	70	<i>Acacia dealbata</i> Link	акация подбеленная
Семейство:		Fabaceae	Бобовые
	71	<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.	солодка голая
	72	<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	донник лекарственный

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
	73	<i>Thermopsis lanceolata</i> R. Br.	термопсис ланцетовидный
	74	<i>Trifolium medium</i>	клевер средний
	75	<i>Trifolium pratense</i> L.	клевер луговой
Порядок:		Myrtales	Миртовые
Семейство:		Myrtaceae	Миртовые
	76	<i>Eucalyptus cinerea</i> F. Muell. Benth.	эвкалипт пепельный
Порядок:		Rutales	Рутовые
Семейство:		Anacardiaceae	Анакардиевые (Сумаховые)
	77	<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	скупия кожевенная
Порядок:		Sapindales	Сапиндовые
Семейство:		Hippocastanaceae	Конскокаштановые
	78	<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	конский каштан обыкновенный
Порядок:		Linales	Льновые
Семейство:		Linaceae	Льновые
	79	<i>Linum usitatissimum</i> L.	лен посевной
Порядок:		Rhamnales	Крушиновые
Семейство:		Rhamnaceae	Крушиновые



	80	<i>Frangula alnus</i> Mill.	крушина ольховидная (ломкая)
	81	<i>Rhamnus cathartica</i> L.	жостер слабительный (крушина слабительная)
Порядок:		Elaeagnales	Лоховые
Семейство:		Elaeagnaceae	Лоховые
	82	<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	облепиха крушиновидная
Порядок:		Araliales	Аралиевые
Семейство:		Araliaceae	Аралиевые
	83	<i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai	заманиха высокая
	84	<i>Panax ginseng</i> C.A. Mey.	женьшень обыкновенный

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
Семейство:		Apiaceae (Umbelliferae)	Сельдерейные (Зонтичные)
	85	<i>Anethum graveolens</i> L.	укроп огородный
	86	<i>Carum carvi</i> L.	тмин обыкновенный
	87	<i>Cicuta virosa</i> L.	вех ядовитый
	88	<i>Coriandrum sativum</i> L.	кориандр (кишнец) посевной
Порядок:		Dipsacales	Ворсянковые
Семейство:		Caprifoliaceae	Жимолостные
	89	<i>Sambucus racemosa</i> L.	бузина кистевая (красная)
	90	<i>Viburnum opulus</i> L.	калина обыкновенная (красная)
Семейство:		Valerianaceae	Валериановые
	91	<i>Valeriana officinalis</i> L.	валериана лекарственная
Подкласс:		Lamiidae	Ламииды
Порядок:		Gentianales	Горечавковые

Семейство:		Aprocynaceae	Кутровые
	92	Aprocynum cannabinum L.	кендырь коноплевый
	93	Vinca minor L.	барвинок малый
Семейство:		Menyanthaceae	Вахтовые
	94	Menyanthes trifoliata L.	вахта (трифоль) трехлистная
Порядок:		Solanales	Пасленовые
Семейство:		Solanaceae	Пасленовые
	95	Atropa belladonna L.	красавка (белладонна) обыкновенная
	96	Datura stramonium L.	дурман обыкновенный
	97	Hyoscyamus niger L.	белена черная
	98	Scopolia carniolica Jacq.	скополия карниольская

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
	99	Solanum tuberosum L.	паслен клубненосный (картофель)
Порядок:		Polemoniales	Синюховые
Семейство:		Polemoniscaeae	Синюховые
	100	Polemonium coeruleum L.	синюха голубая (лазоревая)
Порядок:		Boraginales	Бурачниковые
Порядок:		Scrophulariales	Норичниковые
Семейство:		Scrophulariaceae	Норичниковые
	101	Digitalis grandiflora Mill. [D. ambigua Marr.]	наперстянка крупноцветковая
	102	Digitalis purpurea L.	наперстянка пурпурная
	103	Linaria vulgaris L.	льнянка обыкновенная
	104	Verbascum densiflorum Bertol. [V. thapsiforme Schrad.]	коровяк густоцветковый (к. скипетровидный)

	105	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	вероника дубравная
Семейство:		Plantaginaceae	Подорожниковые
	106	<i>Plantago major</i> L.	подорожник большой
Порядок:		Lamiales	Яснотковые
Семейство:		Lamiaceae (Labiatae)	Яснотковые (Губоцветные)
	107	<i>Lamium album</i> L.	яснотка белая
	108	<i>Lavandula angustifolia</i> Mill. ( <i>L. spica</i> , <i>L. vera</i> DC)	лаванда узколистная
	109	<i>Leonurus quinquelobatus</i> Gilib.	пустырник пятилопастный
	110	<i>Mentha piperita</i> L.	мята перечная
	111	<i>Origanum vulgare</i> L.	душица обыкновенная
	112	<i>Salvia officinalis</i> L.	шалфей лекарственный
	113	<i>Thymus serpyllum</i> L.	тимьян ползучий (чабрец)

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
Подкласс:		Asteridae	Астериды
Порядок:		Asterales	Астериды
Семейство:		Asteraceae (Compositae)	Астровые (Сложноцветные)
		Lactucoideae (Liquiflorae)	Латуковые (Язычковоцветные)
	114	<i>Cichorium intybus</i> L.	цикорий обыкновенный
	115	<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.	одуванчик лекарственный
		Asteroideae (Tubuliflorae)	Астровые (Трубочкоцветные)
	116	<i>Achillea millefolium</i> L.	тысячелистник обыкновенный
	117	<i>Artemisia absinthium</i> L.	полынь горькая
	118	<i>Bidens tripartita</i> L.	череда трехраздельная
	119	<i>Calendula officinalis</i> L.	календула (ноготки)

			лекарственная
	120	<i>Centaurea cyanus</i> L.	василек синий
	121	<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert	ромашка аптечная
	122	<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursh.) Rydb.	ромашка пахучая (душистая)
	123	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.	сушеница топяная (болотная)
	124	<i>Helichrysum arenarium</i> (L.)	цмин (бессмертник) песчаный
	125	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	нивяник (поповник) обыкновенный
	126	<i>Tanacetum vulgare</i> Wigg.	пижма обыкновенная
Класс:		Liliopsida (Monocotyledones)	Лилиопсиды (Однодольные)
Подкласс:		Liliidae	Лилииды
Порядок:		Liliales	Лилейные

Иерархия таксонов	№ растения	Латинское название	Русское название
Семейство:		Liliaceae	Лилейные
	127	<i>Aloe arborescens</i> Mill.	алоэ древовидное
Порядок:		Amaryllidales	Амариллисовые
Семейство:		Alliaceae	Луковые
	128	<i>Allium cepa</i> L.	лук репчатый
	129	<i>A. sativum</i> L.	л. посевной (чеснок)
Порядок:		Asparagales	Спаржевые
Семейство:		Convallariaceae	Ландышевые
	130	<i>Convallaria majalis</i> L.	ландыш майский
Порядок:		Dioscoreales	Диоскорейные
Семейство:		Dioscoreaceae	Диоскорейные

	131	<i>Dioscorea caucasica</i> Lipsky	диоскорея кавказская
Порядок:		Orchidales	Орхидные
Семейство:		Orchidaceae	Орхидные (Ятрышниковые)
	132	<i>Dactylorhiza maculata</i> (L.) Soo	пальчатокоренник пятнистый
	133	<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	любка двулистная
Порядок:		Poales	Мятликовые
Семейство:		Poaceae (Gramineae)	Мятликовые (злаки)
	134	<i>Avena sativa</i> L.	овес посевной
	135	<i>Secale cereale</i> L.	рожь посевная
	136	<i>Triticum aestivum</i> L.	пшеница мягкая
	137	<i>Zea mays</i> L.	кукуруза обыкновенная
Подкласс:		Arecidae	Арециды
Порядок:		Arales	Аронниковые
Семейство:		Araceae	аронниковые (ароидные)
	138	<i>Acorus calamus</i> L.	айр болотный