



Гордеева Тамара Николаевна, Круберг Юлий Карлович, Письяуква Вера Васильевна -  
Практический курс систематики растений

Редактор Н. В. Королева

Обложка художника М. В. Носова

Художественный редактор В. Г. Ежков

Технический редактор Т. Н. Зыкина

Корректор Н. И. Новикова

Сдано в набор 6/VII 1970 г. Подписано к печати 22/1 1971 г. 60X90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага тип. № 2.  
Печ. л. 20. Уч.- изд. л. 22,03. Тираж 40 тыс. экз. (План 1971 г. № 29). 319 с. с илл. А 07023

Издательство "Просвещение" Комитета по печати при Совете Министров РСФСР.  
Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41

Типография изд-ва "Уральский рабочий", Свердловск, пр. Ленина, 49. Заказ № 430. Цена  
без переплета 62 к., переплет 20 к.

Пособие для педагогических институтов издание второе, переработанное издательство  
"Просвещение" Москва 1971

Перед загл. авт.: Т. Н. Гордеева, Ю. К. Круберг и В. В. Письяуква.

581.9

Г68

2 - 10 - 5

## **Предисловие ко второму изданию**

Первое издание пособия "Практический курс систематики растений" вышло в 1953 году под редакцией члена-корреспондента АН СССР Б. К. Шишкина, бывшего в течение многих лет сотрудником кафедры ботаники института. Пособие оказалось необходимым для! студентов педагогических институтов и других учебных общеобразовательных заведений при выполнении лабораторных работ по систематике растений. Это пособие использовали и учителя средней школы, особенно когда программа по ботанике наполнилась большим содержанием, касающимся всех групп растительного мира.

"Практический курс" написан так, как строились в течение многих лет лабораторные занятия по систематике растений в Ленинградском педагогическом институте имени А. И. Герцена.

Задачи пособия остаются прежними, но его содержание подверглось значительному сокращению и переработке.

В "Практическом курсе" оставлены только такие сведения, которые добываются непосредственно во время лабораторных работ и должны привлекаться для оценки эволюционного значения той или иной морфологической структуры, свойственной изучаемым объектам, т. е. для понимания уровня развития и филогенетических связей семейств растений.

"Практический курс систематики растений" построен в расчете на самостоятельную работу каждого студента в лаборатории.

Распределение авторской работы осталось прежним, т. е. главы о низших растениях, многоплодниковых, однодольных и справочники" написаны Т. Н. Гордеевой, о высших растениях (до многоплодниковых) - Ю. К. Крубергом, а о двудольных (за исключением многоплодниковых) - В. В. Письяковой.

## **Часть первая. Низшие растения**

### **Введение**

Весь растительный мир делится на два больших отдела: низшие и высшие растения. Высшие растения в отличие от низших имеют сложное морфологическое строение: они обычно расчленены на стебель, листья и корни.

Внешней дифференцировке соответствует и внутреннее анатомическое строение: высшие растения состоят из различных тканей. Строение тканей отвечает тем функциям, которые они выполняют.

Окраска высших растений обусловлена в основном хлорофиллом, в то время как у многих типов низших растений, кроме него, имеются другие пигменты, маскирующие хлорофилл и придающие растениям иную окраску (желтую, красную, сине-зеленую, бурую). Среди низших растений есть большие группы бесхлорофильных организмов, гетеротрофно питающихся мертвыми органическими веществами или использующих органические вещества живых организмов. Среди низших растений есть также небольшая группа организмов, питающихся автотрофно, но не имеющих хлорофилла и использующих для создания органических соединений не лучистую энергию солнца, а энергию экзотермических химических реакций.

Размеры низших растений различны от микроскопически малых до измеряемых десятками метров и более.

Среди низших растений имеются одноклеточные, колониальные и многоклеточные организмы. Некоторые низшие организмы имеют неклеточное строение.

Основной средой обитания низших растений является вода, однако многие низшие растения приспособились к жизни в воздушной среде во влажных условиях. Лишь незначительная часть низших растений приспособилась к жизни в засушливых условиях, но в таком случае вегетация происходит урывками в дождливое время; все же остальное время они проводят в состоянии покоя. Низшие растения являются более древними, появившимися на Земле значительно ранее высших.

Из низших, или слоевцовых, растений - *Thallophyta* - рассмотрим двенадцать типов:

Бактерии - *Bacteriophyta*.

Сине-зеленые водоросли - *Cyanophyta*.

Хризомонадовые, или золотистые, водоросли - *Chrysophyta*.

Эвгленовые водоросли - *Euglenophyta*.

Зеленые водоросли - *Chlorophyta*.

Разножгутиковые водоросли - *Heterocontae*.

Диатомовые водоросли, или кремнеземки, - *Diatomeae*.

Бурые водоросли - *Phaeophyta*.

Багрянки, или красные водоросли, - *Rhodophyta*.

Слизевики - *Mucorophyta*.

Грибы - *Fungi*.

Лишайники - Lichenes.

В систематике растений принята следующая система подразделений, или таксономических единиц:

типы, классы, порядки, семейства\*, роды, виды.

\* (Крупные семейства (например, сем. злаков) делятся на трибы, или колена. )

Латинские названия типов обычно имеют окончания - phyta, например: Chlorophyta - зеленые водоросли; окончания в наименовании класса обычно - ae, например: Pennatae - перистые диатомеи; окончания в названии порядка - ales, например: Volvocales - вольвоксовые; семейства - aseae, например: Volvocaceae - вольвоксовые.

Видовое название складывается из двух слов, из которых первое (существительное, пишется с большой буквы) - название рода, к которому относится вид, а второе - видовой эпитет (большой частью прилагательное), например: *Ranunculus acer* - лютик едкий. После названия растения в указателе (см. стр. 305) приводятся начальные буквы фамилии автора, впервые описавшего под приведенным эпитетом данный вид растения; например: *Ranunculus acer* L. (Линней), *Larix europaea* DC (Декандоль), *Alchlmilla nemoralis* Alech. (Алехин).

## **О выполнении практических работ и ведении тетрадей**

Все изучаемые на практических занятиях объекты зарисовываются в особой тетради типа альбома для рисования. Зарисовка является одним из методов усвоения фактического материала. При зарисовке занимающийся должен стремиться точно передать содержание препарата. Допускается схематизация рисунка, которая позволяет выделить главное, основное от второстепенного, сопутствующего.

Занимающимся следует обратить особое внимание на развитие своих графических навыков - умение четко и правильно изображать видимое. В профессии учителя-натуралиста эти навыки имеют огромное значение.

В тетради дается заголовок (тип, класс, порядок, название растения на русском и латинском языках). Под заголовком делается рисунок, а сбоку или внизу дается пояснительный текст. Он должен быть кратким, но в то же время отображать все характерные особенности объекта. В конце следует указать увеличение, при котором рассматривался объект, и масштаб зарисовки.

Зарисовки производятся простым (графитным) карандашом, допускается пользование цветными карандашами, чтобы показать ту или иную характерную окраску.

Тетрадь имеет следующее значение: а) это учебный документ, б) пособие при сдаче зачета, в) пособие при будущей практической работе.

## Тип бактерии - Bacteriophyta

*(В настоящее время в учебном плане педагогических институтов имеется курс микробиологии, знакомящий с методами изучения микроорганизмов и систематическими группами их. В данном пособии заключено лишь несколько примеров культуры и изучения типичных бактерий.)*

Большинство бактерий - мельчайшие организмы, измеряемые микронами. Средняя величина их 1 - 10 мк при 0,2 мк в поперечнике. Вследствие этого изучение бактерий ведется при большом увеличении или, что лучше, с применением иммерсионных систем.

Многие из бактерий бесцветны, но скопления некоторых бактерий (например, Sarcina) бывают окрашены вследствие того, что продукты их жизнедеятельности имеют окраску. Однако некоторые бактерии содержат пигмент, например пурпурная бактерия, или чудесная палочка (*Bacterium prodigiosum*), имеющая кроваво-красную окраску.

Бактерии преимущественно гетеротрофные организмы, меньшая часть их является автотрофными. Гетеротрофные бактерии питаются органическими веществами: сапрофиты - мертвыми, паразиты - живыми. Сапрофиты играют значительную роль в процессе минерализации мертвых органических остатков. Большинство паразитных бактерий развивается на животных или на чело-чеке, вызывая губительные эпидемические заболевания. Некоторые виды паразитных бактерий вызывают заболевание высших растений.

Многие бактерии обладают активным движением, которое совершается с помощью жгутиков. Жгутики - тончайшие выросты цитоплазмы, находящиеся в движении и приводящие в движение весь организм. Рассматривая препараты, содержащие живых бактерий, неоднократно можно увидеть движение бактерий. Но толщина жгутиков находится за пределами микроскопического видения, поэтому жгутики видны лишь на окрашенных препаратах, когда на них отложился слой краски, отчего они сделались толще.

Подвижность некоторых вытянутых в длину бактерий обусловлена ритмическим изгибанием их тела.

Клеточная оболочка бактерий состоит из азотистых веществ или из гемицеллюлоз, часто с примесью пектиновых веществ; пектиновые вещества способны ослизняться, вследствие чего вокруг бактериальных клеток иногда возникают слизистые капсулы, обволакивающие отдельные клетки или целые группы их.

Если бактериальные клетки не расходятся после размножения, то возникают цепочки клеток или бесформенные скопления их, называемые зооглеями.

При неблагоприятных условиях многие бактерии переходят к спорообразованию. При этом внутреннее содержимое бактериальной клетки отстает от оболочки, теряет воду, сжимается, покрывается новой плотной оболочкой и переходит в состояние покоя. Таким

образом, споры бактерий возникают внутри клетки, т. е. имеют эндогенное происхождение.

Морфологически бактерии довольно однообразны.

## **Методические указания**

Так же как и в других разделах курса, при изучении бактерий можно пользоваться временными (в большинстве случаев живыми) и постоянными препаратами. Препараты из живых объектов дают возможность рассматривать их не деформированными фиксацией, наблюдать движение подвижных форм.

Изготовление некоторых микроскопических препаратов очень трудоемко, кроме того, многие организмы (или их органы) существуют кратковременно, а выращивание их в лабораторной культуре не удается (например, многие грибы). В таких случаях прибегают к постоянным препаратам, хранимым в лаборатории годами. Безвредные бактерии безусловно изучаются только в постоянных препаратах.

Живые препараты из мелких, взвешенных в питательной среде организмов готовят, нанося каплю на предметное стекло. Если питательная среда твердая, берут препаровальной иглой часть колонии, выросшей на ее поверхности, и переносят в каплю воды на предметном стекле. В том и другом случае препарат покрывают покровным стеклом и затем изучают.

## **Класс типичные бактерии - Bacteria**

Познакомимся с классом типичных бактерий, рассмотрев представителей порядка настоящих бактерий (Eubacteriales) и хламидобактерий (Chlamydoeubacteriales).

### **Порядок настоящие бактерии - Eubacteriales**

Эта группа бактерий включает в себя одноклеточных бактерий, иногда не расходящихся после деления. К настоящим бактериям относят несколько семейств, из которых в изучаемых нами культурах встретятся следующие: Coccaceae, Bacteriaceae, Bacillaceae, Spirillaceae.

**Бактерии навозного настоя.** Свежий конский навоз слоем в 1 - 2 см помещают на дно высокого стеклянного сосуда, заливают водопроводной водой слоем в 7 - 10 раз толще

слоя навоза. Сосуд помещают в термостат, где выдерживают при температуре 23 - 25° С. Через 3 - 5 дней развивается обильная культура бактерий.

Приготовив препарат из капли жидкости, рассмотрим его при большом увеличении. В культуре отыщем движущиеся палочковидные крупные бациллы (*Bacillus*), мелкие округлые неподвижные микрококки (*Mycrococcus*), активно движущиеся спириллы (*Spirillum*).

**Анаэробная бактерия клостридиум (*Clostridium*).** Культуру ставят в высоких сосудах с плотно пригнанными пробками. В банку (до  $\frac{1}{3}$  ее) насыпают горох, заливают водопроводной водой и ставят в термостат при температуре около 25° С. Через 3 - 4 дня вода делается мутной. Открывают банку, отмечают резкий запах прогорклого масла: в результате жизнедеятельности бактерий маслянокислого брожения (*Clostridium*) в банке накопилась масляная кислота.

Препарат, сделанный из капли такой жидкости, изучают при большом увеличении. В культуре наиболее характерны бактерии, относящиеся к роду *Clostridium*. Здесь же часто появляются микрококки (*Mycrococcus*), развившиеся в силу неполной анаэробности.

В старой культуре без труда можно найти споры клостридиума. При возникновении спор протопласт клетки отстает от оболочки, теряет воду, и содержимое отжимается в один из концов клетки или к ее центру; он покрывается новой плотной оболочкой. Стойкость спор к неблагоприятным условиям во много раз выше стойкости вегетативных клеток.

### Порядок хламидобактерии - *Chlamydoxiales*

Клетки бактерий, относящихся к этому порядку, соединены в неветвящиеся нити - трихомы, часто покрытые слизью. Увеличение количества нитей происходит вследствие их распада на мелкие участки или за счет особых клеток, называемых гони-днями. Рассмотрим следующие автотрофные бактерии порядка хламидобактерий.

**Железобактерия лептотрикс (*Leptothrix*)** обычно живет в небольших водоемах, каналах, сточных трубах, в водах, богатых солями закисного железа, окисляемыми им до окисных соединений.

Освобождающаяся при этом энергия используется в хемосинтезе. Заметить лептотрикс в водоеме легко, так как результатом его жизнедеятельности является выпадающий в осадок и покрывающий дно гидрат окиси железа, имеющий охристый цвет. Часто в водоемах также приходится видеть пышные ватообразные скопления охристого цвета - это более ранняя стадия деятельности бактерий.

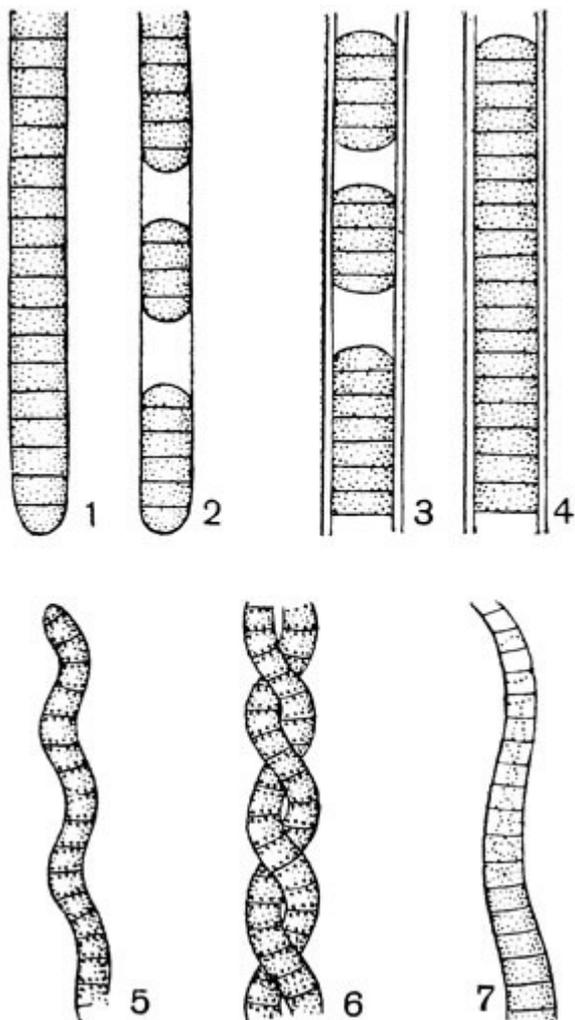


Рис. 1. Нитчатые сине-зеленые водоросли: 1 - осциллятория (Oscillatoria); 2 - нить осциллятории, распавшаяся на гормогонии; 3 и 4 - лингбия (Lyngbya); виден мощный слизистый футляр, левая нить распалась на гормогонии; 5 и 6 - артррспира (Arthrospira); 7 - формидиум (Phormidium)

Рассматривая под микроскопом каплю воды, содержащую желтые хлопья, можно найти большое количество слегка изогнутых трубочек охристого цвета - это футляры из гидрата окиси железа, которыми обрастают железобактерии.

При большом увеличении заметно, что толщина трубочек различна: более молодые - слизистые и почти бесцветные, более старые - толстостенные, ярко окрашенные. По мере утолщения футляра обмен веществ затрудняется и, наконец, бактерии отмирают или покидают его, образуя подвижные или неподвижные клетки - гонидии.

**Серная бактерия бегжиа́тоа** (Beggiatoa) распространена в загрязненных водоемах, насыщенных сероводородом, встречается также близ выхода сточных вод. Взятая на экскурсии проба с илом и остатками гниющих растений помещается в высокий цилиндрический сосуд. На поверхности воды вскоре образуется бактериальная пленка.

Взяв каплю, содержащую пленку, можно приготовить из нее микроскопический препарат и рассмотреть при малом увеличении. Бегжиа́тоа образует нитчатые неветвистые колонии, слагающиеся из крупных бактерий. Так, клетки **бегжиа́тоа удивительной** (*B. mirabilis*) достигают 45 мк в поперечнике.

Бегжиа́тоа движется поступательно и в то же время вращается вокруг своей длинной оси.

У бегжиагоа, находящейся в богатой сероводородом воде, клетки густо заполнены крупинками серы и поперечные перегородки, отделяющие клетки друг от друга, видны плохо. Сера выкристаллизовывается в результате окислительного процесса. В зависимости от освещения сера внутри организма имеет вид то блестящих, то темных крупинок. При отсутствии сероводорода в воде сера, заключенная в клетках, окисляется до серной кислоты.

Клетки бегжиагоа покрыты оболочкой, внутри которой лежит протопласт. В протопласте различают более плотный наружный корковый слой и центральное тело; в центральном теле заключены ядерные вещества.

Увеличение числа нитей происходит путем распада их на отдельные, порой очень короткие, участки.

Внешне бегжиагоа сходна с сине-зеленой водорослью осцилляторией (рис. 1), от которой отличается отсутствием пигментов.

## **Тип сине-зеленые водоросли - Cyanophyta**

Сине-зеленые водоросли отличаются примитивным строением клетки: оболочка их пектиновая, часто ослизняющаяся, протопласт не дифференцирован на органоиды, можно лишь заметить, что в периферической части его преимущественно сосредоточены пигменты, а в центре клетки находится ядерное вещество. В связи с особенностями строения клетки размножение их происходит путем простого деления. Сине-зеленые водоросли содержат различные пигменты, на окраску их наиболее часто оказывают влияние хлорофилл и синий пигмент фикоциан. Кроме того, то в больших, то в меньших количествах они имеют красный пигмент - фикоэритрин и оранжевый - каротин.

Сине-зеленые водоросли живут в разных экологических условиях: в толще воды пресных и солоноватых водоемов различной степени загрязнения, на почве, в основании стволов деревьев.

В лаборатории сине-зеленые водоросли содержат в условиях, насколько возможно, сходных с природными.

Познакомимся с сине-зелеными водорослями, относящимися к классам: Хроококковые (Chroococcaceae) и Гормогониевые (Hormogoneae).

### **Класс Хроококковые - Chroococcaceae**

**Синехоцистис водяной** (*Synechocystis aquatilis*) из одноклеточных хроококковых, отличается мелкими шаровидными одиночными или парными, лишенными слизи

клетками. В клетках его видны газовые вакуоли в виде темных округлых образований. Он обитает в загрязненной или солоноватой воде.

**Синехококкус синеваато-зеленый** (*Synechococcus aeruginosus*)- также микроскопическая водоросль, лишённая слизи; клетки ее эллипсоидные, одиночные или парные; обитает на влажных скалах, в водоемах, болотах.

**Тетрапедия готическая** (*Tetrapedia gothica*) - одноклеточная или образующая колонии из 4 - 16 клеток водоросль. Клетки ее квадратные, уплощенные, с глубокими вырезами посередине каждой стороны, отчего вся колония напоминает четырехлепестный цветок.

**Микроцистис** (*Microcystis*) - преимущественно планктонная слизистая колониальная водоросль; очертания ее колоний по большей части бесформенные. У микроцистиса синеваато-зеленого (*M. aeruginosa*) - колонии бесформенные, часто продырявленные; клетки шарообразные. Водоросль вызывает цветение воды.

**Мерисмопедия** (*Merismopedia*) отличается микроскопическими колониями в виде квадратных или прямоугольных пластинок, обильно покрытых слизью. Клетки колонии шарообразные или слегка эллипсоидные.

Весьма характерны виды **дактилококкопсиса** (*Dactylococcopsis*), с прямыми или чаще изогнутыми длинными веретеновидными клетками. Дактилококкопсис обитает на влажной почве почти на всей территории СССР.

Так же характерны колонии **глеокапсы** (*Gloeocapsa*), клетки которой заключены в плотный слизистый футляр (рис. 2, 4, 5). При делении клеток слизь, обволакивающая материнскую клетку, остается, окружая обе дочерние, вырабатывающие собственные футляры. При каждом новом делении возникающие клетки образуют новые слизистые футляры, а слизь материнской клетки обволакивает обе дочерние; таким образом, по количеству футляров можно подсчитать, сколько раз делилась клетка.

Слизистые футляры, удерживая воду, позволяют водоросли быть жизнедеятельной в сухое время. Во влажное время слизь расплывается и клетки освобождаются.

Наблюдать глеокапсу следует, пользуясь большим увеличением микроскопа.

В лабораторной культуре глеокапса живет годами. Для того чтобы она хорошо росла, ее помещают во влажную камеру, где на дно насыпан влажный песок. Выращивают глеокапсу на кусочках того субстрата, на котором она росла в природе.

Многочисленные виды глеокапсы обитают преимущественно на скалах, влажной почве, реже в воде.

После ознакомления с хроококковыми отметим их общие черты: 1) одноклеточные или колониальные организмы; колонии определенной (мерисмопедия) или неопределенной формы (микроцистис); 2) для большинства водорослей этого класса характерна слизь, окутывающая клетки или колонии их более или менее мощным футляром; 3) протопласт клеток окрашен в сине-зеленый цвет; изучая организмы в разных оптических срезах, можно заметить, что более интенсивно окрашен периферический слой, называемый хромоплазмой, центральная же часть, более бледная, называемая центроплазмой,

содержит большую часть ядерного вещества; 4) у всех хроококковых размножение происходит преимущественно простым делением клеток гормогониев и гетероцист никогда не образуется.

## **Класс Гормогониевые - Hormogoneae**

**Осциллятория** (Oscillatoria), или **осциллярия** (Oscillarid) (рис. 1, 7, 2) широко распространена в стоячих водоемах с загрязненной водой. В более холодное время она обитает на дне и подводных предметах, образуя почти черный скользкий налет; в теплые дни, обильно размножаясь, она превращается в большие слизистые скопления тины, которые поднимаются на поверхность воды, увлекаемые выделяющимися пузырьками газов.

Вынутая из воды осциллятория образует слизистые комочки; для культивирования ее надо пользоваться невысокими сосудами; так как в толстом слое воды она быстро погибает; на дно следует положить ил из того водоема, где она была собрана.

Если положить на белую тарелочку комочек осциллятории в очень тонком слое воды, то через 2 - 3 часа она расплзется в разные стороны; на белом фоне будет хорошо видна сине-зеленая окраска.

Фикодиан при отмирании извлекается из клеток водой, поэтому отмирающие нити зеленеют, а позднее разрушается и хлорофилл.

Приготовив микроскопический препарат, рассмотрим его при малом, а затем и при большом увеличении. Если капля достаточно большая, то можно наблюдать сложное движение осциллятории: поступательное (нить "ползет" в поле зрения), в то же время она совершает ритмические колебания.

При большом увеличении видны: тонкая пектиновая оболочка, окрашенный корковый слой протопласта, содержащий мелкие зернышки гликогена, и более светлая центроплазма. Могут попасться нити, клетки которых, в результате недавно прошедшего деления, расположены парами. Кроме того, могут встретиться нити, содержимое которых распалось на короткие участки (гормогонии), состоящие из нескольких клеток.

С осцилляторией сходны **формидиум** (Phormidium, рис. 1, 7) и лингбия (Lyngbya, рис. 1, 3, 4), отличающиеся тем, что их нити покрыты мощным влагалищем. У формидиума талломы часто склеены в общие массы; концы нитей часто искривлены. Концы нитей лингбии всегда прямые, влагалища плотные, не слизистые.

**Артроспира** (Arthrospira) - спирально закрученная вдоль длинной оси водоросль (рис. 1, 5, 6). Иногда две нити, перевиваясь друг с другом, образуют своеобразную веревочку. Обитает часто вместе с осцилляторией.

**Носток** (*Nostoc*) встречается в небольших прудах, а некоторые виды обитают на почве. Колонии *N. pruniforme*, обитающие в прудах, имеют шарообразную форму и слизисты на ощупь. Размеры их то очень незначительны, то достигают 3 см и более (рис. 2, 1).

На разрезе колонии, в наружной ее части, виден довольно плотный слой; центр же занят студенистой массой.

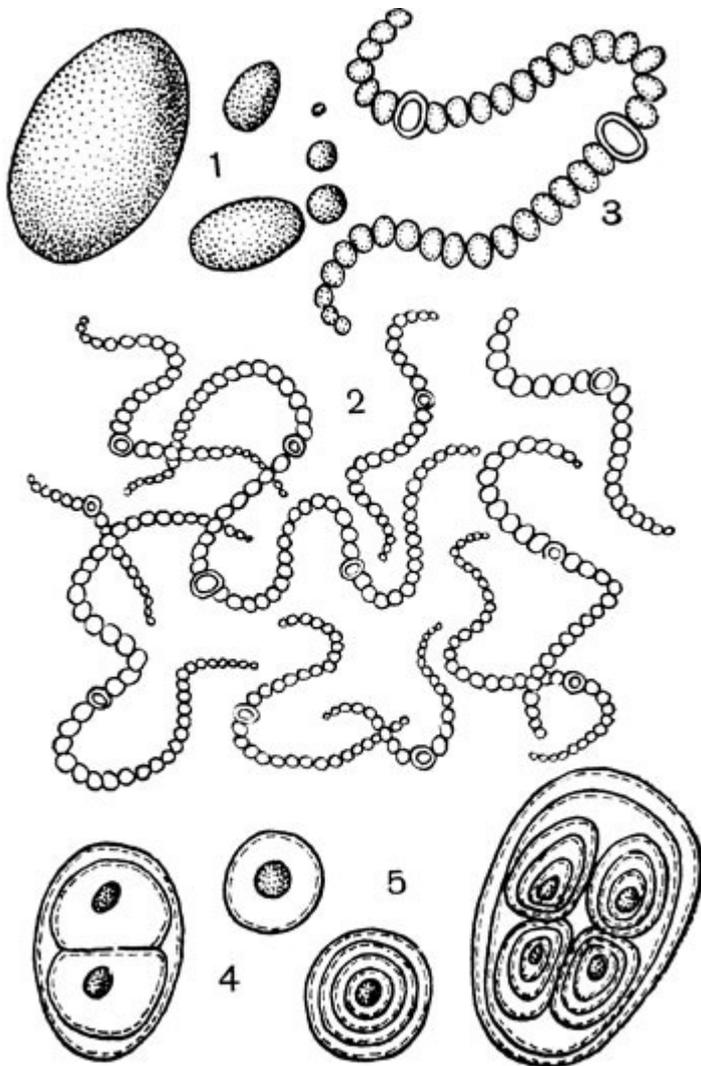


Рис. 2. Сине-зеленые водоросли носток (*Nostoc*) и глеокапса (*Gloeocapsa*): 1 - внешний вид колонии ностока; 2 - строение его при малом увеличении микроскопа; 3 - отдельная нить ностока при большом увеличении; видны вегетативные клетки и две гетероцисты; 4, 5 - отдельные клетки и колонии глеокапсы, окруженные слизистыми футлярами

Микроскопический препарат готовят, тщательно разрыхляя иглами небольшой кусочек, взятый из периферической части колонии. При малом увеличении видно, что в студенистой массе лежат разобщенные, напоминающие цепочку или бусы, отдельные многоклеточные нити, состоящие из шарообразных клеток (рис. 2,2). Большинство клеток имеет одинаковую окраску и размеры, но некоторые отличаются несколько большими размерами, двухконтурной оболочкой и светлым гомогенным содержимым. Это гетероцисты; роль их до настоящего времени не выяснена. По гетероцистам очень часто происходит разрыв нити, поэтому их называют пограничными клетками.

Рассмотрим препарат при большом увеличении (рис. 2, 3). Отметим, что клетки кажутся разобщенными, так как оболочки их сильно ослизнены. В протопласте клеток видны корковый слой и центроплазма.

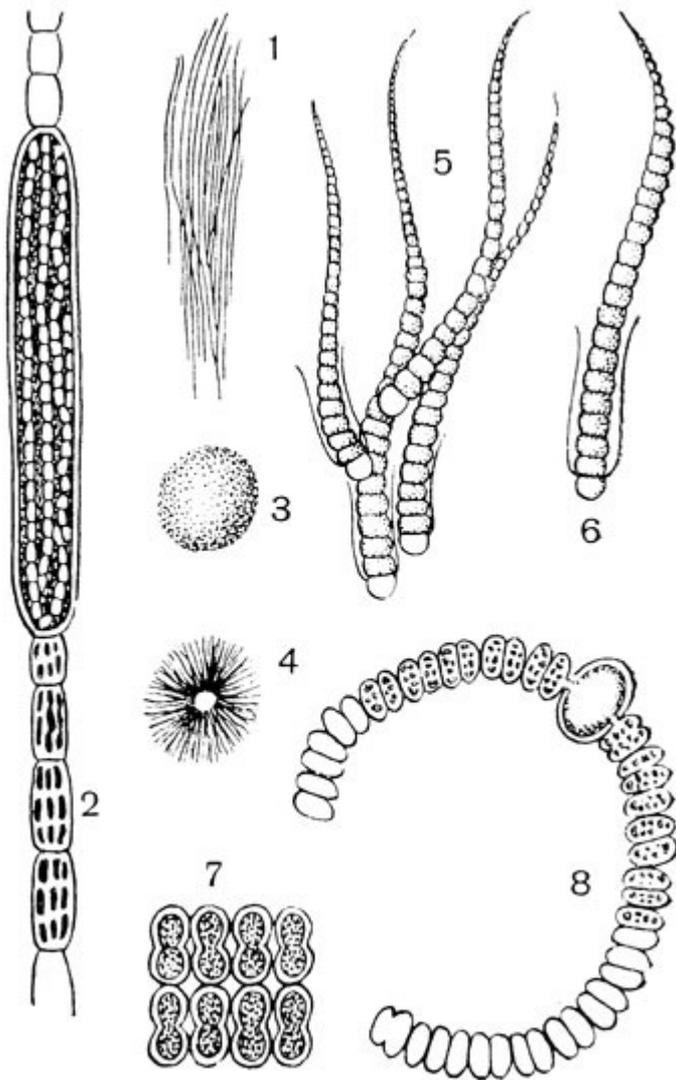


Рис. 3. Сине-зеленые водоросли, вызывающие цветение воды: 1 - скопления афанизомена (Aphanizomenon) при малом увеличении; 2 - часть нити при большом увеличении; видны вегетативные клетки и одна вытянутая в длину спора; 3 - внешний вид колонии глеотрихии (Gloeotrichia); 4 - то же при малом увеличении; 5 и 6 - нити глеотрихии при большом увеличении; в основании каждой нити лежит гетероциста; виден слизистый футляр; 7 - колония мерисмопедии (Merismopedia); 8 - нить анабены (Anabaena); видны вегетативные клетки и одна гетероциста

**Анабена** (Anabaena) - нитчатая водоросль, обычно спирально или кольчато свернутая. Вегетативные клетки ее все одинаковы - округлые или боченковидные. В нитях обычны гетероцисты (рис. 3, 8). У анабены образуются покоящиеся споры, возникающие из разрастающихся вегетативных клеток, принимающих эллипсоидную форму. Спора содержит запасные питательные вещества, оболочка ее сильно утолщена.

**Афанизоменон** (Aphanizomenon flos aquae) отличается прямыми или слегка изогнутыми нитями, одиночными или чаще соединенными в чешуйчатые скопления. Клетки в середине нити коротко-цилиндрические, к концам - более тонкие, удлинённые. Гетероцисты возникают среди вегетативных клеток. В конце развития образуются вытянуто-эллипсоидные споры (рис. 3, 1).

**Глеотрихия** - Gloeotrichia (G. natans, G. pisum, G. echinulata) - образует довольно крупные колонии. Так, G. echinulata часто вызывает цветение воды в небольших водоемах. Раздавим колонию и рассмотрим ее сначала при малом, а затем при большом увеличении.

Колония состоит из радиально расходящихся от центра нитей. В основании каждой нити лежит гетероциста; клетки, составляющие нить, по мере удаления от гетероцисты делаются тоньше, и на вершине нити находится бесцветный волосок. Между гетероцистой и вегетативной клеткой обычно помещается спора. Клетки глеотрихии кажутся совершенно черными от присутствия больших газовых вакуолей (рис. 3, 3, 4, 5, 6).

Познакомившись с представителями класса гормогониевых, отметим их характерные черты: 1) многоклеточные водоросли нитчатого строения; 2) нити одиночные или соединенные в пучки либо иные группы; 3) обычны гетероцисты (иногда отсутствуют); 4) размножение преимущественно гормогониями.

### **Цветение воды**

Многие сине-зеленые водоросли входят в состав фитопланктона и, развиваясь в громадных количествах, вызывают явление, получившее название цветения воды. При столь бурном развитии происходит резкое изменение режима водоема, в результате чего начинается массовое отмирание планктонных водорослей и разложение их остатков. Условия существования в водоеме еще более изменяются, и происходит массовая гибель других водных организмов и изредка замор рыб.

У большинства планктонных сине-зеленых водорослей приспособлением к парению в воде является образование газовых вакуолей. Газовые вакуоли - скопления внутри протопласта газа, в результате чего плотность организма уменьшается. При большом количестве газовых вакуолей они видны в клетках в виде темных, почти черных, пятен.

В собранном на экскурсии материале могут встретиться следующие сине-зеленые водоросли, вызывающие цветение воды: афанизоменон (*Aphanizomenon*), глеотрихия (*Gloeotrichia*), мерисмопедия (*Merismopedia*), анабена (*Anabaena*) и многие другие (рис. 3).

## **Тип Хризомонадовые, или Золотистые, водоросли - *Chrysophyta***

Хризомонады имеют желтоватую окраску, так как хроматофоры их, кроме хлорофилла, содержат еще пигмент фикохризин. Хризомонады - одноклеточные или колониальные организмы, в простейших случаях не имеющие оболочек и способные к метаболизму. У более высокоорганизованных хризомонад имеется кремне-лый панцирь.

Хризомонадовые жгутиковые обычно обитают в планктоне пресных вод. Познакомимся с более высокоорганизованными хри-зомонадами, собранными во время экскурсии вместе с другими планктонными организмами.

**Динобрион** (*Dinobryon*). Характерной особенностью динобриона является домик, имеющий форму бокала. Внутри домика свободно лежит протопласт, в котором находятся два бурых хроматофора. У динобриона два жгутика различной длины, которые выдаются из домика.

Размножение динобриона происходит продольным делением. При этом одна из дочерних клеток покидает домик, выходя на поверхность, но не уплывает далеко, останавливается на краю бокальчика и вырабатывает собственный домик. В результате ряда последовательных делений получается ветвистая колония, плавающая в планктоне.

**Синура** (*Synura*). Этот род включает подвижные колониальные организмы, живущие в планктоне и вызывающие цветение воды.

Особенно часто встречается вид *S. uvella*. Для изготовления препарата следует взять пипеткой каплю воды, содержащей синуру, на предметное стекло. Синура похожа на маленький шарик, находящийся в движении. Синура так же, как и динобрион, имеет буроватую окраску, обладая тем же набором пигментов.

Колония синуры состоит из овальных клеток, покрытых плотной шиповатой оболочкой; клетки соединены друг с другом задними концами. На переднем конце каждой клетки находятся два жгутика неравной длины. При неблагоприятных условиях содержимое клетки синуры теряет воду, отстает от оболочки и, покрываясь новой оболочкой, образует цисту.

## Тип Зеленые водоросли - *Chlorophyta*

Зеленые водоросли широко распространены в различных континентальных водоемах и поэтому наиболее доступны для изучения в живом состоянии.

Знакомясь с зелеными водорослями, следует обращать внимание на особенности таллома и на строение клеток - характер их оболочек (пектиновая или целлюлозная), наличие или отсутствие слизи, покрывающей многие зеленые водоросли. Подробному сравнительному изучению следует подвергнуть количество ядер, их расположение, форму, размеры, количество хроматофоров. Важно определить характер запасных питательных веществ. Изучению подвергают особенности роста и размножения. Следует фиксировать возможности вегетативного размножения, отмечать, какие части таллома способны регенерировать до состояния отдельной особи. Для наблюдения доступны и типы бесполого размножения; следует обращать внимание, возникают ли при этом спорангии или потенциально любая клетка таллома может превратиться в зооспорангий.

Различные типы полового размножения наблюдаются в разных группах водорослей. Эту существенную часть жизненного цикла следует подвергнуть самому внимательному изучению. Так как половой процесс не всегда удастся увидеть в момент изучения, необходимо иметь в лаборатории постоянные препараты, иллюстрирующие эти особенности.

Тип зеленых водорослей делят на три класса: Собственно зеленые водоросли (*Chlorophyceae*), или Равножгутиковые (*Isocontae*), Сцеплянки, или Конъюгаты (*Conjugatae*), и Хары (*Chareae*).

### **Класс Собственно зеленые водоросли - *Chlorophyceae*, или Равножгутиковые - *Isocontae***

Этот класс занимает центральное положение в типе, он наиболее богат представителями и состоит из четырех порядков:

#### **Порядок Вольвоксовые - *Volvocales***

##### **Семейство Хламидомонадовые - *Chlamydomonaceae***

**Хламидомонада** (*Chlamydomonas*) является одним из наиболее просто организованных и широко распространенных представителей этого семейства. В природе хламидомонаду можно найти в небольших лужах после дождя, в канавах, особенно часто на глинистой почве или в водоемах при загрязнении их органическими веществами. Иногда вода в таких водоемах окрашена в зеленый цвет от присутствия несметного количества этих мелких организмов.

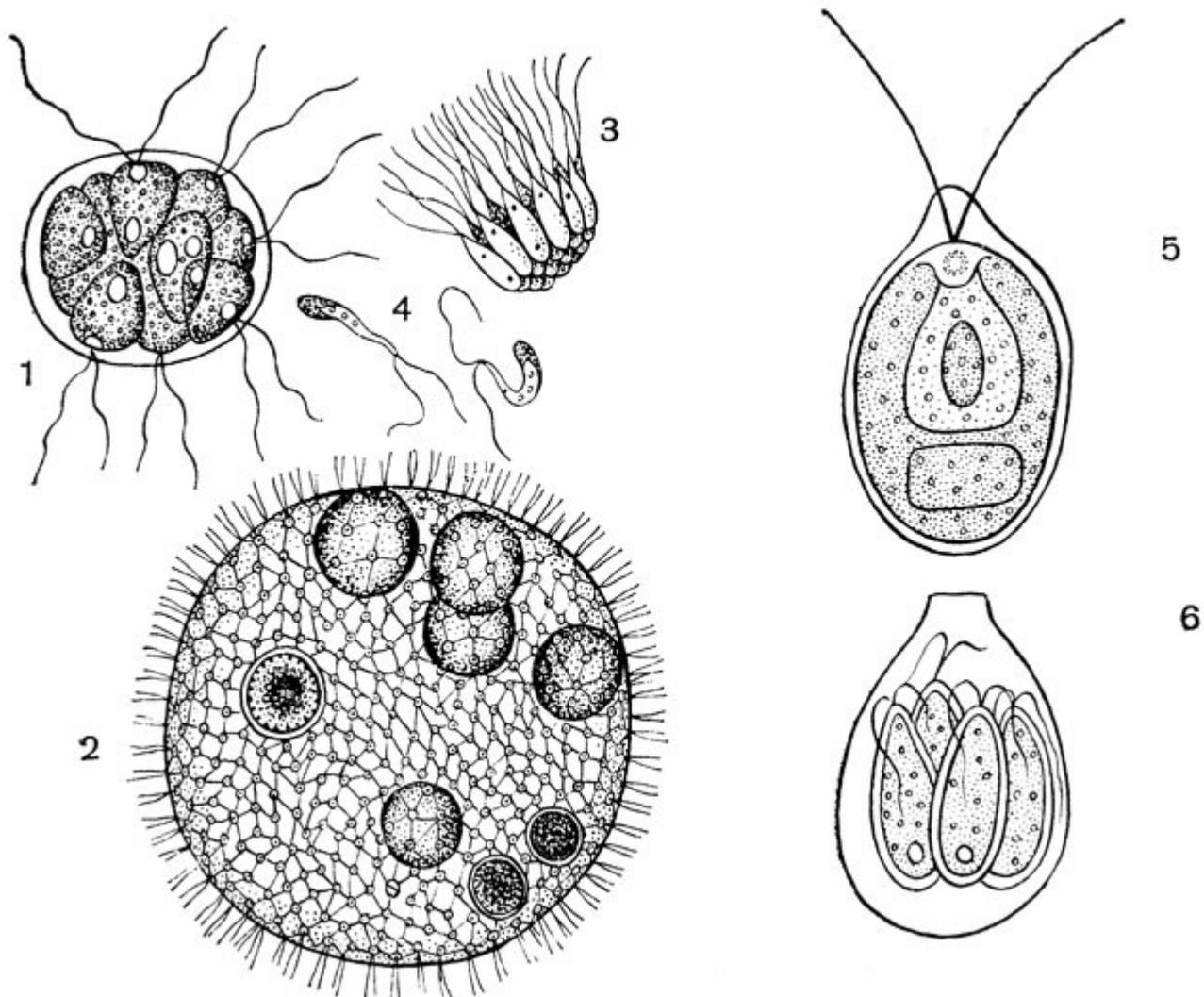


Рис. 4. Колониальные вольвоксовые: 1 - пандорина (*Pandorina*); 2 - вольвокс (*Volvox*); 3 - группа сперматозоидов, выпавших из антеридия; 4 - отдельный сперматозоид. Одноклеточные вольвоксовые: 5 - хламидомонада (*Chlamydomonas*), видны хроматофор, пиреноид, вакуоля, глазок, жгутики; 6 - процесс бесполого размножения хламидомонады

Изготовив временный препарат, рассмотрим его при малом увеличении. Хламидомонада (рис. 4, 5, 6) - мелкая, очень подвижная водоросль эллипсоидной формы со слегка заостренным концом, обращенным при движении вперед и называемым передним.

Оттянем из-под покровного стекла полоской фильтровальной бумаги часть воды, переведем микроскоп на большое увеличение и рассмотрим строение хламидомонады. Клетка обладает тонкой пектиновой оболочкой. Близ переднего конца тела находится пульсирующая вакуоля, рядом с ней виден красный глазок, хорошо заметный при вращении микрометрического винта. Хроматофор в клетке один, он имеет чашевидную форму и помещается в противоположном конце клетки. Внутри чаши хроматофора находится ядро. Органы движения - жгутики - без окрашивания не видны. При окраске метиленовой синькой (2%-ной) или при обработке иодом (в иодистом калии) на поверхности жгутиков отлагается слой краски, и тогда они заметны в виде тончайших нитевидных выростов.

Хламидомонада, прекращая движение, размножается продольным делением клетки на две или четыре части. При развитии вне водоемов на влажных субстратах хламидомонада переходит в пальмеллевидное состояние, при этом клетки теряют жгутики, оболочки их разбухают и ослизняются, клетки, продолжая делиться, образуют слизистые скопления\*.

\* (Пальмеллевидное состояние наблюдается у многих представителей порядка. )

При пересыхании водоема, наступлении холодов хламидомонада переходит к половому процессу; у разных видов рода наблюдается изогамия, гетерогамия и оогамия.

Онтогенез хламидомонад был изучен русским ученым И. Н. Горожанкиным.

**Гематококк дождевой** (*Haematococcus pluvialis*) встречается в местах, бедных известью, в небольших лужах после дождя, на камнях, в выбоинах парапетов набережных. Узнать его в природе очень легко, так как от присутствия его вода в лужицах окрашивается в красный цвет. В состоянии покоя гематококк находится в виде цист.

В лабораторной культуре он живет хорошо, но постепенно зеленеет, утрачивая гематохром.

Циста гематококка шарообразная, оболочка ее плотная, толстая. Все внутреннее содержимое окрашено в красный цвет гематохромом, растворенным в запасном масле.

В вегетативном состоянии гематококк подвижен - на переднем конце его тела находятся два жгутика.

Подвижные клетки обладают очень толстой, разбухшей оболочкой, в которой в отличие от большинства других водорослей разбухает внутренний пектиновый слой, а наружный остается уплотненным. В оболочке видны плазмодесмы.

Внутренняя полость клетки занята большим хроматофором, маскирующим цитоплазму и ядро. Зеленая окраска хлорофилла обнаруживается при длительной вегетации, когда запасные продукты расходуются в процессе жизнедеятельности организма. Клетка зеленеет от периферии к центру. Размножается гематококк так же, как хламидомонада.

Очень интересен **гематококк снежный** (*H. nivalis*), развивающийся в полярных и горных странах на снегу и окрашивающий его в красный цвет. Поглощая значительно больше тепловой солнечной энергии, чем снег (в силу разной окраски), гематококк вызывает подтаивание снега, в результате чего образуются лужи. В лужах гематококк находится в подвижном состоянии, на снегу - в состоянии цист.

Семейство Вольвэксовые - *Volvocaceae*

**Пандорина** (*Pandorina*) распространена в планктоне прудов, озер, луж (рис. 4, 1).

Каплю воды с пандоринами поместим на предметное стекло и, накрыв покровным стеклом, рассмотрим препарат.

Пандорина - колониальная водоросль, состоящая из 16 (реже 32) клеток, образующих шаровидную колонию. Клетки, слагающие колонию, расположены плотно и давят друг на друга, все они одинаковы и своим строением напоминают хламидомонаду. Подвижность колонии обусловлена работой жгутиков. В оптимальных условиях существования

пандорина размножается вегетативно. При этом содержимое каждой клетки делится в двух взаимно перпендикулярных плоскостях; в результате этих делений образуется пластинка из 16 - 32 клеток. Затем пластинка заворачивается краями внутрь и превращается в полый шар. На наружной поверхности клеток образуются жгутики, колония покрывается слизью, и ее формирование на этом заканчивается. В дальнейшем происходит лишь увеличение размеров клеток.

Половой процесс у пандорины изогамный. Клетки, составляющие колонию, делясь, дают изогаметы, которые выходят из оболочки материнской клетки и, соединенные вместе, плавают в воде; затем слизь, соединявшая их, расплывается, и изогаметы разъединяются. Сливаясь попарно, они теряют жгутики, наполняются запасными питательными веществами, покрываются плотной оболочкой и дают зиготу. Зигота пребывает в состоянии покоя, а весной содержимое ее делится и дает начало новой особи пандорины.

**Вольвокс** (*Volvox*) - высокоорганизованный колониальный организм, встречающийся в небольших прудах с чистой водой, где в некоторые периоды он может вызвать цветение воды. Сбор лучше производить планктонной сеткой или марлевым сачком.

Вольвокс (рис. 4, 2) достигает размера булавочной головки, имеет форму шара, окрашен в зеленый цвет.

Водоросль постоянно находится в движении; она вращается вокруг собственной оси (вольвокс в переводе означает "волчок") и совершает поступательное движение к источнику света.

Поверхность шара состоит из слоя клеток, со строением которых познакомимся при большом увеличении. Клетки, составляющие колонию, имеют сходное с хламидомонадой строение. Все они заключены в слизистый футляр и соединены друг с другом плазмодесмами. Внутри колонии находится одна или несколько дочерних колоний, возникающих бесполом путем из крупных клеток, носящих название партеногонидий и лежащих в задней части колонии. Партеногонидии делятся продольно, в результате чего образуется сначала пластинка, заворачивающаяся позднее в шарик, клетки которого вырабатывают жгутики. Возникшая таким образом колония погружается внутрь материнской колонии. Позднее дочерние колонии выходят из нее, разрывая стенки.

Половое размножение у вольвокса оогамное. Передвигая микроскопический препарат, отыщем оогонии и антеридии, которых в колонии по нескольку. Они располагаются в задней по движению стороне и морфологически резко отличаются от вегетативных клеток.

Клетка оогонии крупнее вегетативных клеток; внутри оогонии лежит крупная темно-зеленая шарообразная яйцеклетка. Она лишена оболочки. Антеридий бесцветен, он содержит большое количество мелких бурых сперматозоидов (рис. 4, 3 и 4). На переднем конце сперматозоид имеет два жгутика. По созревании сперматозоиды выходят в воду, активно передвигаясь, достигают оогонии и движутся вокруг яйцеклетки. Затем один из них проникает внутрь яйцеклетки и сливается с ней. Оплодотворенная яйцеклетка - зигота покрывается плотной оболочкой, наполняется запасными питательными веществами и переходит в состояние покоя. Наблюдать процесс оплодотворения следует при большом увеличении.

Таким образом, простейшие вольвоксовые являются одноклеточными организмами, а более сложно организованные - колониальными. Колонии слагаются из одинаковых клеток, а у высших представителей наблюдается разделение функций между клетками и морфологическая дифференцировка их.

## **Порядок Протококковые - Protococcales**

### **Семейство Хлорококковые - Chlorococaceae**

**Хлорококк** (*Chlorococcum*). Виды хлорококка распространены в различных экологических условиях: в воде, на поверхности почвы, на деревьях, старых деревянных заборах и в симбиозе с грибами.

Клетки хлорококка то одиночны, то образуют небольшие группы. Они имеют чашевидный хроматофор с пиреноидом, занимающий всю полость клетки.

Бесполое размножение происходит двужгутиковыми зооспорами, половое - изогамное.

В каплю воды на предметном стекле можно насоблить зеленый налет с коры дерева, прикрыть его покровным стеклом, а затем осторожно потереть покровным стеклом предметное. Этим будут разбиты комочки, имевшиеся на стекле, и удален воздух. При большом увеличении микроскопа на препарате среди других, более крупных водорослей видны одиночные или соединенные по две - четыре мелкие шаровидные клетки хлорококка, покрытые толстой оболочкой.

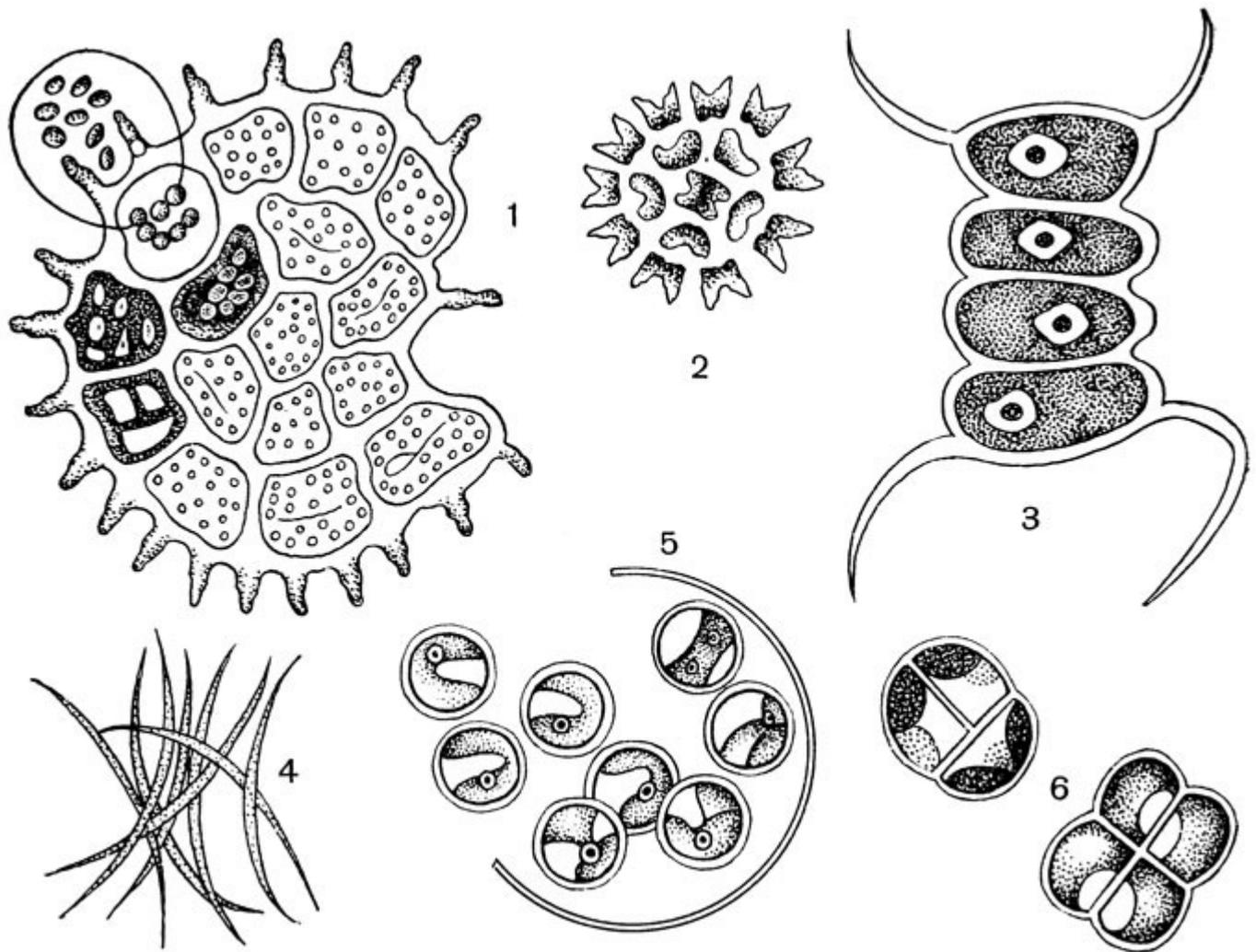


Рис. 5. Планктонные протококковые (Protococcales): 1 и 2 - виды рода педиаструм (*Pediastrum*); 3 - сценедесмус (*Scenedesmus*); 4 - анкистродесмус (*Ankistrodesmus*); 5 - хлорелла (*Chlorella*) в момент размножения; 6 - две колонии эпифитной наземной водоросли плеврококка (*Pleurococcus*)

**Плеврококк** (*Pleurococcus*) - эпифитная водоросль, широко распространенная на коре деревьев с северной стороны. Часто плеврококк растет на старых дощатых строениях. Плеврококк обладает изумрудно-зеленой окраской, по которой его можно отличить в природе от сине-зеленых водорослей, живущих в таких же условиях, а также по некоторой угловатости клеток.

Изготовим препарат таким же образом, как описано в работе "Хлорококк". При большом увеличении отыщем одиночные клетки, имеющие шарообразную форму, а также соединенные в характерные "пакетики" по две - четыре клетки, соприкасающиеся стороны которых уплощены. По форме колоний плеврококк легко отличить от хлорококка.

Познакомимся со строением клетки (рис. 5, 6). Оболочка толстая, уплотняющаяся в сухое время, когда организм находится в состоянии покоя; в период дождей, разбухая, она делается более проницаемой; в это время водоросль ведет активную жизнь.

Хроматофор у плеврококка пластинчатый, без пиреноидов, большей частью занимает всю полость клетки.

Размножается плеврококк только делением, при котором клетки не расходятся, в результате чего образуются "пакетики" из двух-четырех клеток, но при дальнейшем делении обычно происходит распадение колонии на отдельные клетки.

**Хлорохитриум** (*Chlorochytrium*) биологически своеобразен. Он живет в межклетниках ряски, главным образом в ряске трехдольной (*Lemna trizulca*). Хлорохитриум в виде крупной овальной клетки погружен в паренхиму ряски; на поверхность выходит отросток с утолщенной стенкой. Размножение половое изогамное.

#### Семейство Гидродиктиевые - *Hydrodictyaceae*

**Водяная сеточка** (*Hydrodictyon reticulatum*) - крупная колониальная водоросль, широко распространена в пресных, слабопроточных и стоячих водах, богатых азотистыми веществами. Колония водяной сеточки имеет размеры от одного до нескольких десятков сантиметров и представляет замкнутый мешок, стенки которого сложены из клеток, составляющих сеть (рис. 6, 1).

В лабораторной культуре водяная сеточка живет очень хорошо даже в нормальном растворе Кнопа в обычных небольших аквариумах\*. Необходимо время от времени продувать  $\text{CO}_2$  и менять раствор.

*\* (Хороший рост в растворе такой высокой концентрации объясняется способностью водяной сеточки питаться миксотрофно. )*

Рассмотрим водяную сеточку при малом увеличении или в лупу. Клетки ее цилиндрической формы, на вершине конусовидно заострены. Эти вершины сочленяются друг с другом, большей частью по три, реже по четыре вместе, образуя ячеи, ограниченные пятью, реже четырьмя - шестью клетками.

Оболочки клеток целлюлозные, довольно толстые. Цитоплазма находится в постенном слое, центр клетки занят вакуолей. В цитоплазме лежит сетчатый хроматофор с большим количеством пиреноидов; здесь же лежит множество ядер, которые видны лишь при обесцвечивании хроматофора и дальнейшей окраске ядерными красками.

После знакомства со строением клетки следует в крупных клетках поискать дочерние колонии, являющиеся продуктом бесполого размножения. Процесс начинается с последовательного многократного деления ядер. Одновременно содержимое клетки делится на одноядерные участки, которые затем превращаются в зооспоры. Зооспоры некоторое время плавают в остаточной плазме, а затем слагаются в новую колонию. В этот момент вся дочерняя колония по размерам несколько меньше материнской клетки (рис. 6, 2). Затем клетки разрастаются, не умножаясь в числе, оболочка материнской клетки ослизняется и дочерняя колония выходит в воду. В дальнейшем идет лишь рост клеток без увеличения их числа.

Половое размножение на практических занятиях удастся наблюдать редко, но иногда можно видеть момент выхода изогамет из оболочки клетки (см. далее улотрикс).

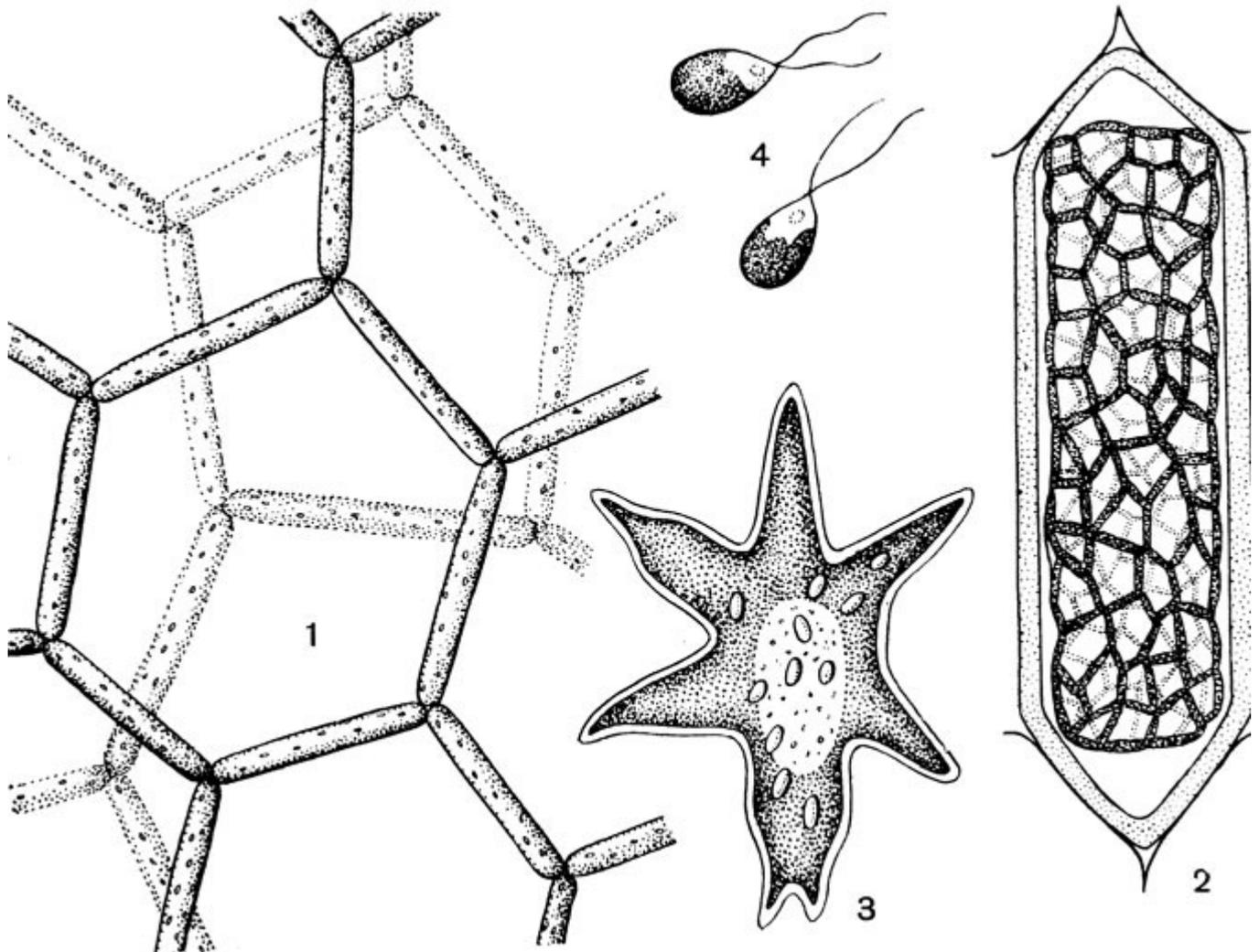


Рис. 6. Водяная сеточка (*Hydrodictyon reticulatum*): 1 - часть колонии; в клетках видны хроматофоры с пиреноидами; 2 - колония водяной сеточки, возникшая в материнской клетке; у стенок виден слой остаточной плазмы; 3 - полиэдр; 4 - изогаметы

Водяная сеточка является наиболее крупной водорослью в порядке протококковых, другие представители его микроскопические. Большинство мелких протококковых ведет планктонный образ жизни. Познакомимся с некоторыми из них.

**Педиаструм** (*Pediastrum*) состоит из клеток многогранной формы, расположенных в один слой и образующих округлую в очертаниях колонию (см. рис. 5, 1 и 2). В колонию обычно входят 16 - 32 морфологически равноценные клетки, имеющие толстые оболочки. Краевые клетки образуют два шиповидных выроста оболочки, повышающих способность водоросли парить в воде. В протопласте клетки находится цельный, реже рассеченный хроматофор с одним пиреноидом. Размножается педиаструм так же, как водяная сеточка. Род педиаструм большой, виды его обычны в планктоне водоемов с проточной и непроточной водой.

#### Семейство Сценедесмовые - *Scenedesmaceae*

**Хлорелла** (*Chlorella*) распространена на сырой почве, на стволах деревьев, в пресной воде, на подводных предметах, в симбиозе с грибами, образуя лишайники, а также в теле

инфузорий и гидр. Хлорелла - одноклеточная шарообразная водоросль. В протопласте ее находится чашевидный хроматофор с пиреноидом и одно ядро (см. рис. 5, 5).

Размножается хлорелла апланоспорами; при этом содержимое клетки делится на несколько участков, которые округляются и, разрывая оболочку материнской клетки, выходят в окружающую среду.

Хлорелла - первый растительный организм, испытанный в космических полетах.

**Сценедесмус** (*Scenedesmus*) обитает в стоячих водах. Сценедесмус - колониальная водоросль, сложенная из четырех, реже из восьми клеток, чаще всего расположенных в один ряд (рис. 5, 3). Клетки сценедесмуса несколько вытянуты в длину. Хроматофор пластинчатой формы, занимает всю полость клетки; в центре его расположен пиреноид. По краям колонии с четырех сторон отходят выросты оболочки, напоминающие рожки и, несомненно, играющие роль в поддержании сценедесмуса во взвешенном состоянии. У некоторых видов шипов нет. Водоросль очень мала, вследствие этого, отыскивая ее в поле зрения малого увеличения, необходимо быть очень внимательным, а отыскав, поставить строго в центр поля зрения и рассматривать, пользуясь большим увеличением.

**Анкистродесмус** (*Ankistrodesmus*) обитает в пресной, преимущественно стоячей воде. Виды этого рода отличаются веретено-видными или игольчатыми, прямыми или изогнутыми клетками, образующими колонии в виде пучка (рис. 5, 4). Хроматофор пластинчатый, застилающий всю полость клетки.

Сценедесмус, хлорелла и анкистродесмус не имеют зооспор, размножаются лишенными подвижности округлыми спорами, носящими название автоспор. Всех трех можно встретить в одной капле воды, так сходны их требования к условиям существования.

Таким образом, порядок протококковых объединяет одноклеточные и колониальные организмы, неподвижные в вегетативном состоянии, обитающие главным образом в воде.

Филогенетическое родство протококковых с вольвоксовыми обнаруживается во время размножения. При этом образуются гаметы и зооспоры, которые весьма напоминают хламидомонаду. Однако у сценедесмуса зооспор не образуется. При бесполом размножении их протопласт делится на несколько округляющихся участков, которые выходят из оболочки материнской клетки в виде неподвижных апланоспор.

## **Порядок Улотриковые - Ulothrichales**

### **Семейство Улотриковые - Ulothrichaceae**

**Улотрикс** (*Ulothrix*) - нитчатая водоросль. Наиболее широко распространен вид улотрикс опоясанный (*U. zotiata*).

Улотрикс живет в быстро текущих водах близ поверхности воды. Заросли его в виде невысоких изумрудно-зеленых дерновинок, постоянно колеблемых береговой волной, располагаются на

стенках набережных, подводных камнях, сваях и др. Для нормальной жизнедеятельности улотрикса необходим постоянный приток кислорода, поэтому водоросль живет у самого уреза воды.

Улотрикс состоит из коротких цилиндрических клеток, расположенных в один ряд (рис. 7, 1). Все клетки таллома, за исключением базальной, имеют одинаковое строение. Базальная клетка, или ризоид, - бесцветная, вытянутая в длину и слегка изогнутая клетка, в нижней части конически заостренная. Цитоплазма ризоида прижата к оболочке клетки, центр ее занят вакуолей с бесцветным клеточным соком. Ризоидом водоросль прикрепляется к подводным предметам.

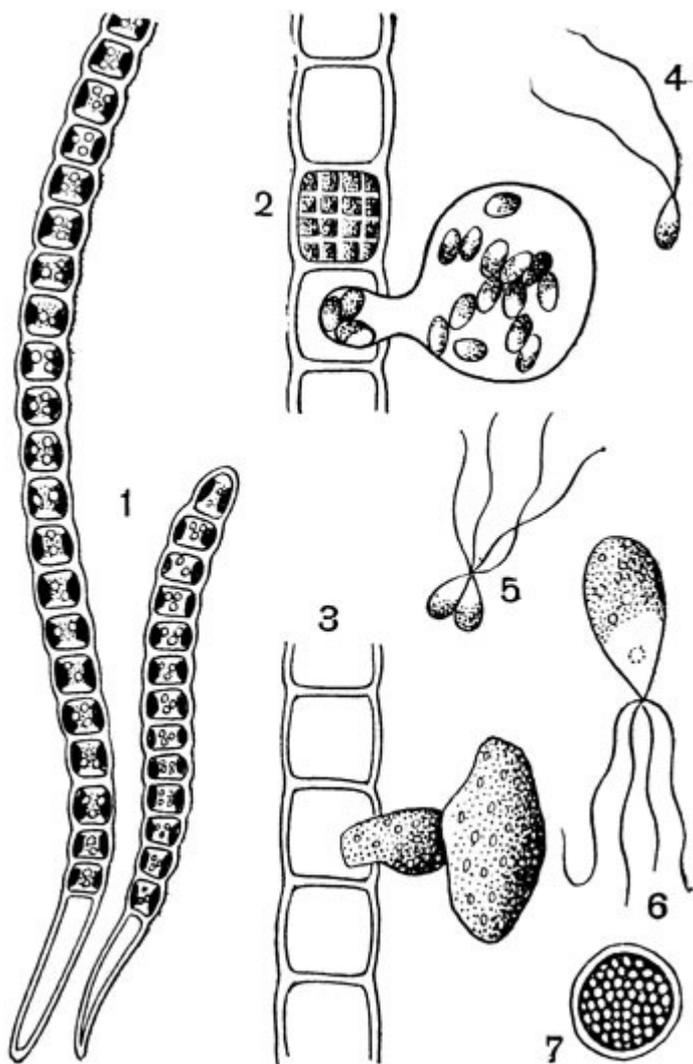


Рис. 7. Улотрикс (*Ulothrix*): 1 - внешний вид; 2 - образование гамет; 3 - выход макрозооспор; 4 - гамета; 5 - слияние изогамет; 6 - зооспора; 7 - покоящаяся зигота

Оболочки клеток состоят из целлюлозы с примесью пектиновых веществ. Во взрослых клетках улотрикса цитоплазма с заключенными в ней хроматофором и ядром прижата к стенкам клетки. Хроматофор в клетке один, в виде довольно широкого незамкнутого кольца. Строение его легко рассмотреть, разглядывая клетку сверху. Для этой цели на покровное стекло временного препарата, изготовленного из спиртового материала, надо слегка нажать и сдвинуть его в сторону; при этом нити разрушаются, клетки располагаются в беспорядке, и среди них всегда можно найти клетку, лежащую на своем основании. В таких клетках видно, что хроматофор имеет форму незамкнутого кольца.

На поверхности хроматофора видны пиреноиды, вокруг которых при обработке слабым раствором иода можно видеть зерна крахмала. Капля раствора иода в иодистом калии наносится пипеткой на предметное стекло рядом с покровным. По другую сторону его помещается полоска фильтровальной бумаги, оттягивающая воду, создается слабый ток жидкости, реактив проникает под покровное стекло, и крахмал синееет. Количество крахмала вокруг пиреноидов является показателем жизненных условий. При хороших условиях (оптимум температуры, освещения, притока газов) количество крахмала оказывается большим.

Увеличение длины нити происходит в результате поперечного деления и последующего разрастания ее клеток. Просматривая препарат, всегда можно найти нити, в которые клетки расположены парами, это две еще не разросшиеся сестринские клетки.

Улотрикс чрезвычайно плохо выносит аквариумную культуру, поэтому для практических занятий приходится брать материал в природе не более чем за один-два дня.

У улотрикса известно бесполое и половое размножение. При бесполом размножении содержимое клетки делится на четное число частей (2, 4, 8 и более). Из каждой частицы формируется зооспора; при большом числе делений образуются микрозооспоры, а при малом - макрозооспоры. Зооспоры выходят через образующееся в оболочке отверстие в окружающую воду (рис. 7, 3, 6). Они вначале связаны остаточной плазмой, вскоре плазма расплывается и зооспоры начинают быстро двигаться. Зооспоры сходны с хламидомонадой, но в отличие от нее имеют четыре жгутика. Зооспоры активно движутся, уходят от произведшего их растения, затем останавливаются, втягивают жгутики и, прорастая, дают новые организмы улотрикса. Таким образом, зооспоры, будучи подвижными, осуществляют и расселение водоросли.

Половой процесс у улотрикса изогамный. Гаметы возникают в результате деления содержимого отдельных клеток на большое количество мелких участков, выходящих из оболочки материнской клетки, подобно тому как выходят зооспоры. Гаметы имеют такое же строение, как зооспоры, но значительно меньше размером и имеют два жгутика. Гаметы плавают в воде и затем сливаются (копулируют) попарно (рис. 7, 2, 4, 5, 7). Половой процесс возможен между гаметами, возникающими на разных экземплярах. Таким образом, у улотрикса наблюдается гетероталлизм.

Улотрикс, выдержанный в течение нескольких часов в аквариуме, представляет прекрасный материал для наблюдения зооспор и гамет в разных стадиях развития. Тех же результатов можно добиться, помещая его в дистиллированную воду.

**Гормидиум** (*Normidium*) - водоросль, зачастую обильно развивающаяся в аквариумах и вызывающая цветение воды. Гормидиум имеет нитчатую неветвистую форму и состоит из удлиненных цилиндрических клеток. Хроматофор пластинчатой формы, он часто прижат к одной из стенок клетки (рис. 8, У).

**Трентеполия** (*Trentepohlia*), подобно плеврококку, эпифитная водоросль. Живет на коре различных деревьев, реже на каменистых местах, где образует кирпично-красный налет, поэтому трентеполию легко отличить от других эпифитных водорослей, растущих в тех же условиях.

Чтобы познакомиться со строением трентеполии, следует наскоблить с коры дерева красноватый налет и приготовить микроскопический препарат. Рассматривая трентеполию при малом, а затем при большом увеличении микроскопа, мы замечаем, что таллом этой нитчатой ветвистой водоросли легко разламывается. Клетки, составляющие нити, у одних видов имеют яйцевидную, у других - почти шаровидную форму (рис. 8, 2). С поверхности клетки покрыты плотной толстой слоистой оболочкой, предохраняющей их в сухой период, но легко набухающей сразу после дождя. Вследствие этого водоросль свободно переходит от вегетации к покою и наоборот, не образуя особых покоящихся клеток. В протопласте находится одно ядро, хроматофоры лентовидной формы, иногда распадающиеся на отдельные диски без пиреноидов.

Кирпично-красная окраска трентеполии обусловлена наличием пигмента гематохрома, всегда связанного с присутствием запасного питательного вещества - масла. В период длительных дождей и активной жизнедеятельности, когда клетки энергично делятся, гематохром расходуется и трентеполия зеленеет. Позеленение начинается так же, как у гематококка, с периферии.

Размножение происходит главным образом вегетативно - делением клеток и разламыванием нитей. В дождливое время трентеполия образует зооспоры. Известен оогамный половой процесс.

Для практических занятий и демонстрирования заготавливаются кусочки корки, покрытые трентеполией. Заготовку производят ежегодно, так как при долгом хранении трентеполия отмирает.

#### Семейство Ульвовые - *Ulvaceae*

**Энтероморфа**, или **кишечница** (*Entheromorpha*), широко распространена как в пресных, так и в солоноватых водах. Во взрослом; состоянии энтероморфа имеет форму трубки с перетяжками, вследствие чего несколько напоминает двенадцатиперстную кишку. Диаметр ее может достигать нескольких сантиметров, но чаще встречаются более мелкие экземпляры. Энтероморфа обитает в толще или на поверхности воды, имеет желтовато-зеленую окраску и вследствие своеобразной формы легко отличима макроскопически от всех других водорослей.

Для микроскопического исследования удобнее брать мелкие экземпляры кишечницы. Трубочатое тело кишечницы имеет боковые выросты, обладающие значительно меньшим диаметром. Передвинув препарат на край, увидим, что стенки трубки однослойны и состоят из угловатых клеток.

В молодом состоянии энтероморфа имеет форму двухслойной пластинки; позднее межклеточное вещество, соединяющее оба слоя, растворяется, и энтероморфа приобретает трубчатую форму.

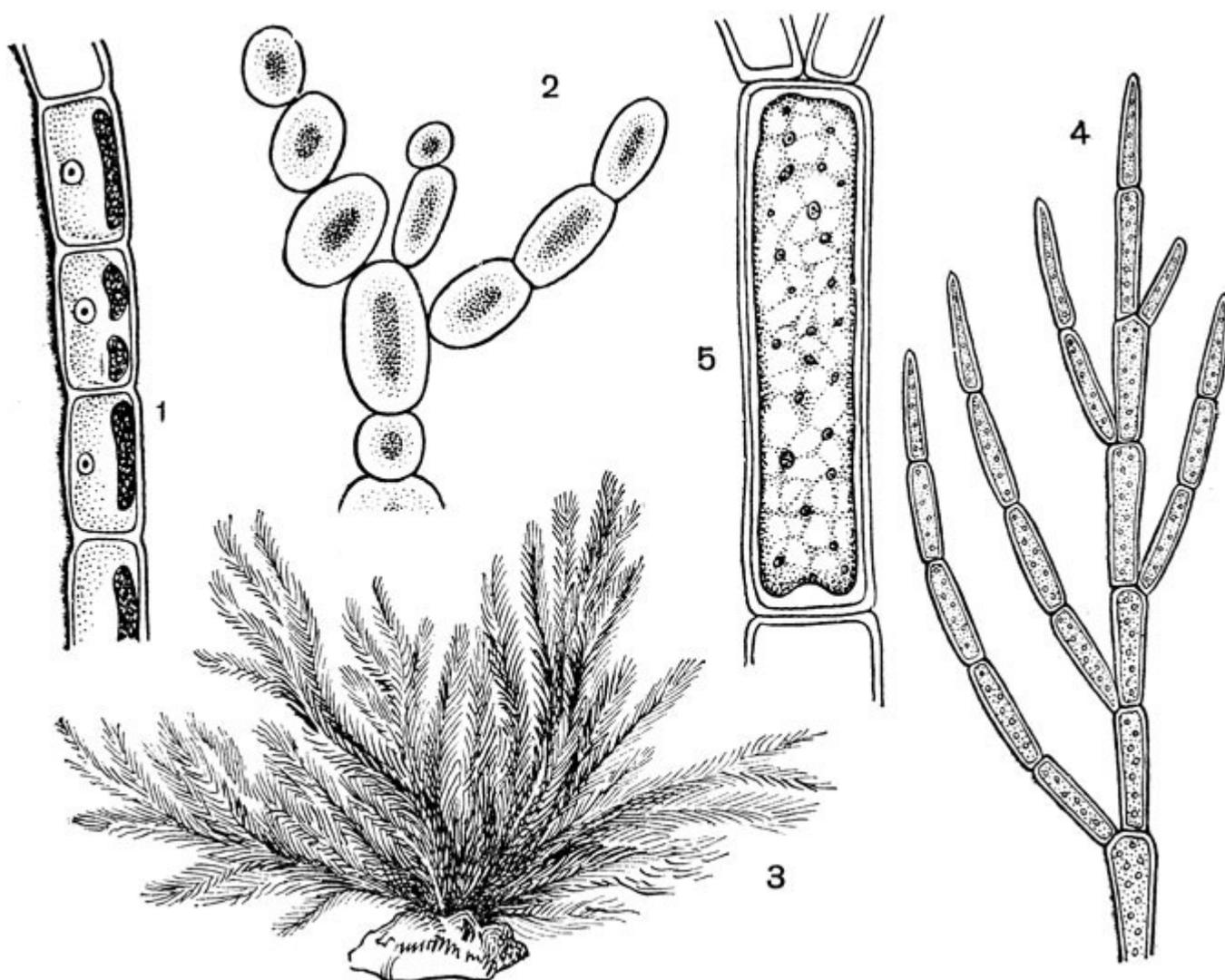


Рис. 8. Улотриксые (Ulothrichales) и кладофоровые (Cladophorales): 1 - часть нити гормидиума (Hormidiutn); 2 - часть нити трентеполии (Trentepohlia); 3 - внешний вид кладофоры (Cladophora); 4 - часть ветвистой нити кладофоры; 5 - клетка кладофоры при большом увеличении; видна толстая оболочка, сетчатый хроматофор со множеством пиреноидов

**Ульва (Ulva)**, известная также под названием морского салата, - морская водоросль, таллом которой состоит из двухслойной-многоклеточной пластинки, достигающей значительных размеров (до 50 см). На первых стадиях развития ульва ведет прикрепленный образ жизни, позднее отрывается и плавает. У нас ульва встречается в Черном и Балтийском морях, в северных морях и на Дальнем Востоке. Ее часто выбрасывает волной на берег.

В цикле развития ульвы в отличие от улотрикса имеется два типа особей. Одни из них дают только половые клетки - гаметы, другие образуют только зооспоры. Зигота, прорастая, дает особь, приносящую зооспоры, последние, прорастая, образуют особь, дающую гаметы. Это явление получило название смены, или чередования, "поколений". Растение, дающее гаметы, называют гаметофитом; растение, образующее зооспоры, -

спорофитом. По внешнему виду половое поколение (гаметофит) и бесполое поколение (спорофит) у ульвы совершенно одинаковы (изоморфны).

#### Семейство Хетофоровые - Chaetophoraceae

**Драпарнальдия** (Draparnaldia) - ветвистая нитчатка, встречающаяся в быстро текущих холодных водах. Подобно улотриксу, драпарнальдия ведет прикрепленный образ жизни. Таллом драпарнальдии дифференцирован и имеет главную ось, несущую главным образом опорную функцию, и боковые ветви, выполняющие функцию ассимиляции. Главная ось состоит из крупных клеток, высота которых несколько превышает диаметр. В полости этих клеток находятся небольшие хроматофоры, расположенные в центральной части. Боковые ветви отходят от главной оси пучками и, в свою очередь, многократно ветвятся, концы их состоят из клеток небольшого диаметра и бичевидной формы.

Каждая клетка боковой ветви содержит хроматофор, заполняющий всю полость ее, конечные же клетки ветвей бесцветны.

**Стигеоклониум** (Stigeoclonium) несколько напоминает драпарнальдию; таллом его также дифференцирован на главную ось, несущую опорную функцию, и боковые ветви - ассимиляторы. В отличие от драпарнальдии его боковые ветви не ветвятся повторно и преимущественно расположены на одной стороне. Стигеоклониум встречается в водах, загрязненных органическими веществами. Таким образом, у драпарнальдии и стигеоклониума имеется дифференцировка на клетки оси, почти лишенные хроматофоров и несущие опорные функции, и боковые ветви, богатые хроматофорами и выполняющие функцию ассимиляции веществ.

Итак, в порядке улотриксковых имеется несколько типов строения таллома. Простейшим из них является нитчатый неветвистый таллом типа улотрикса, сложенный из одного ряда клеток. При делении клеток в двух взаимно перпендикулярных направлениях возник пластинчатый таллом, характерный для семейства ульвовых. Более совершенным типом строения слоевища зеленых водорослей является ветвистый таллом с разделением функций между осевыми - опорными - клетками и клетками боковых ветвей, несущими функцию ассимиляции.

#### Порядок Кладофоровые - Cladophorales

**Кладофора** (Cladophora) - ветвистая нитчатая водоросль, встречающаяся в различных экологических условиях. Есть виды, ведущие прикрепленный образ жизни и живущие в быстро текущих водах, другие виды, живущие в слабопроточной воде, свободно плавают на поверхности воды, есть и виды, обитающие в морях.

Кладофора дает крупные войлочные дерновники темно-зеленого цвета (рис. 8, 3). Они жестки на ощупь, так как нити кладофоры не имеют слизистого футляра. По отсутствию

слизи и характерному цвету кладофору довольно легко отличить в природных условиях от других зеленых нитчаток.

*C. sauteri*\* имеет форму шара, достигающего величины крупного апельсина. *C. sauteri* встречается на р. Мологе близ г. Бежецка, под Москвой (в верховьях р. Дубны), на о. Сахалине, в Западной Сибири и в некоторых других районах.

\* (Этот вид выделен в самостоятельный род *Aegographis* (*A. sauteri*). )

Рассматривая кладофору при малом увеличении, видим, что тело ее состоит из крупных цилиндрических клеток, длина которых в три - пять раз превышает диаметр. Различные виды кладофоры ветвятся то более, то менее обильно. Боковые ветви отходят от несколько расширенной вершины нижележащей клетки и возникают, отделяясь перегородками, как ее выросты. У кладофоры намечается дифференцировка тела на главную ось и боковые ветви (рис. 8, 4).

При большом увеличении рассмотрим массивную слоистую целлюлозную оболочку. Вся полость клетки занята большим постенным хроматофором. Если запасного крахмала мало, можно различить, что хроматофор имеет форму продырявленной пластинки. На поверхности хроматофора лежит большое количество пиреноидов, которые видны в виде округлых зерен, более светлых, чем весь хроматофор (рис. 8, 5). Для того чтобы обнаружить ядра, следует обесцветить хроматофор, выдерживая кладофору в течение нескольких дней в 70-градусном спирте. Спирт следует раза два-три сменить. Затем помещают кладофору в квасцовый кармин, окрашивающий ядра в красный цвет. В окрашенной кладофоре четко видно много мелких ядер.

Размножение кладофоры сходно с размножением улотрикса.

На поверхности кладофоры очень часто можно наблюдать эпифитные водоросли, главным образом из типа диатомей (см. диатомовые водоросли).

## **Порядок Сифоновые - Siphonales**

Водоросли, входящие в порядок сифоновых, лишены клеточных перегородок. Формально считают сифоновые водоросли одноклеточными организмами, однако многие из них достигают крупных размеров и сложного морфологического расчленения. Вследствие этого понятие "одноклеточный организм" к ним неприменимо и обычно строение сифоновых водорослей называют "неклеточным".

**Вошерия** (*Vaucheria*)\*. Различные виды рода вошерии встречаются в разнообразных экологических условиях: в быстро текущих водах, стоячих водоемах и на влажной почве, где образуют зеленые дерновники. Они образуют плотный войлок и жестковаты на ощупь. Они состоят из переплетающихся нитей (рис. 9, /). Наземные виды вошерии, как и живущие в водоемах с быстрым течением, ведут прикрепленный образ жизни, виды, обитающие в стоячих водоемах, не прикрепляются.

\* (В настоящее время вошерию относят к типу разножгутиковых.)

С особенностями строения рода вошерию познакомимся на примере наземной вошери (*V. terrestris*), довольно хорошо живущей во влажных камерах, иногда развивающейся в цветочных горшках. Изготовив препарат, рассмотрим вошерию сначала при малом увеличении. Обратим внимание, что наземная вошериа - маловетвистая нитчатая водоросль, не имеющая перегородок. Перегородки возникают лишь в местах повреждений и при образовании органов размножения. С поверхности вошериа покрыта целлюлозной оболочкой, близ стенок расположена цитоплазма с большим количеством мелких ядер (видны только при окраске). В цитоплазме же находится большое количество зернистых хроматофоров, напоминающих хлорофилловые зерна высших растений. Хроматофоры без пиреноидов. Центральная полость нити занята вакуолей, заполненной клеточным соком, здесь же видны блестящие капли масла. Поищем в препарате ризоиды - бесцветные ветвящиеся выросты таллома, которыми вошериа прикрепляется почве. Размножение вошери. При бесполом размножении в зооспорангий превращается слегка вздувающийся конец нити, отделяющийся поперечной перегородкой. Протопласт округляется, многочисленные ядра располагаются по его периферии, над каждым ядром образуется пара жгутиков. Дальнейшей дифференцировки (разъединения на двужгутиковые зооспоры) не происходит. Эта крупная многоядерная и многожгутиковая зооспора выходит через ослизняющую оболочку зооспорангия в воду (рис. 9, 2, 3). Зооспора обладает поступательным и вращательным движением.

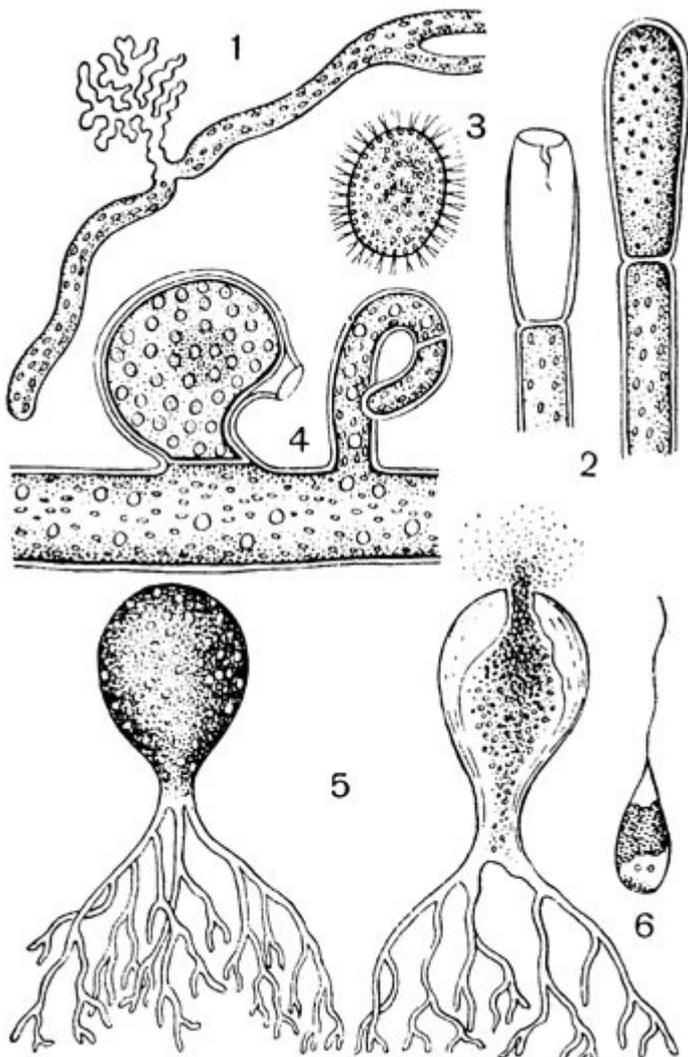


Рис. 9. Сифоновые и разножгутиковые водоросли: 1 - часть нити вошери (*Vaucheria*); 2 -

конец нити с зооспорангием; 3 - зооспора; 4 - часть нити с оогонием и крючковидным антеридием; 5 - ботридиум (*Botrydium*); справа момент выхода зооспор; 6 - зооспора

Образование зооспор носит обычно массовый характер. Свободно плавающие зооспоры собираются на более освещенной стенке аквариума в поверхностном слое воды (около 1 см), образуя зеленый налет. Образование зооспор можно вызвать в лаборатории, переведя вошерию в худшие условия существования, например в дистиллированную воду или в условия недостаточного освещения.

У вошери образуются также автоспоры, отличающиеся от зооспор отсутствием жгутиков.

Препарат, содержащий вошерию с органами полового размножения, рассмотрим при большом увеличении. При образовании половых органов на нити возникают два или три выроста, из которых формируются антеридии и оогонии. В лабораторных условиях можно вызвать образование органов полового размножения, поместив вошерию в 2 - 4% - ный раствор сахара и выставив на яркое освещение. У наземной вошери можно вызвать образование оогониев и антеридиев, выдерживая ее во влажной камере при ярком освещении. Вырост, дающий антеридий, вытягивается в длину, крючкообразно изгибается, в месте перегиба возникает перегородка, отделяющая антеридий от нити. Содержимое антеридия, разбиваясь на мелкие одноядерные участки, превращается в сперматозоиды. Другой вырост вздувается в овальное или почти шарообразное тело - оогоний, отделяющийся от нити поперечной перегородкой. Содержимое оогония превращается в яйцеклетку (рис. 9, 4).

Перед оплодотворением оболочки на вершинах оогония и антеридия ослизняются, и сперматозоиды, выходя из антеридия и активно передвигаясь, достигают оогониев. Один из них сливается с яйцеклеткой, которая после оплодотворения сразу покрывается оболочкой, делающейся позднее массивной и слоистой. После оплодотворения яйцеклетка преобразуется в ооспору, теряющую зеленую окраску и наполняющуюся запасными веществами, окрашенными гематохромом.

Спора переносит длительный период покоя, а при наступлении благоприятных условий, прорастая, дает новый организм вошери.

Сифоновые водоросли - весьма своеобразный порядок в классе собственно зеленых водорослей. Это древние по происхождению организмы, известные с силура и достигшие большой морфологической дифференцировки при неклеточном строении. Представители сифоновых водорослей живут преимущественно в морских водах.

### **Класс Конъюгаты, или Сцеплянки, - *Conjugatae***

Водоросли, входящие в класс конъюгат, характеризуются полным отсутствием подвижных стадий на протяжении всего жизненного цикла.

Класс конъюгат делят на три порядка, из которых мы рассмотрим порядки зигнемовых и десмидиевых.

### Порядок Зигнемовые - Zygnematales

Порядок объединяет многоклеточные сцеплянки из зиготы которых развивается один проросток. В качестве представителя рассмотрим спирогиру.

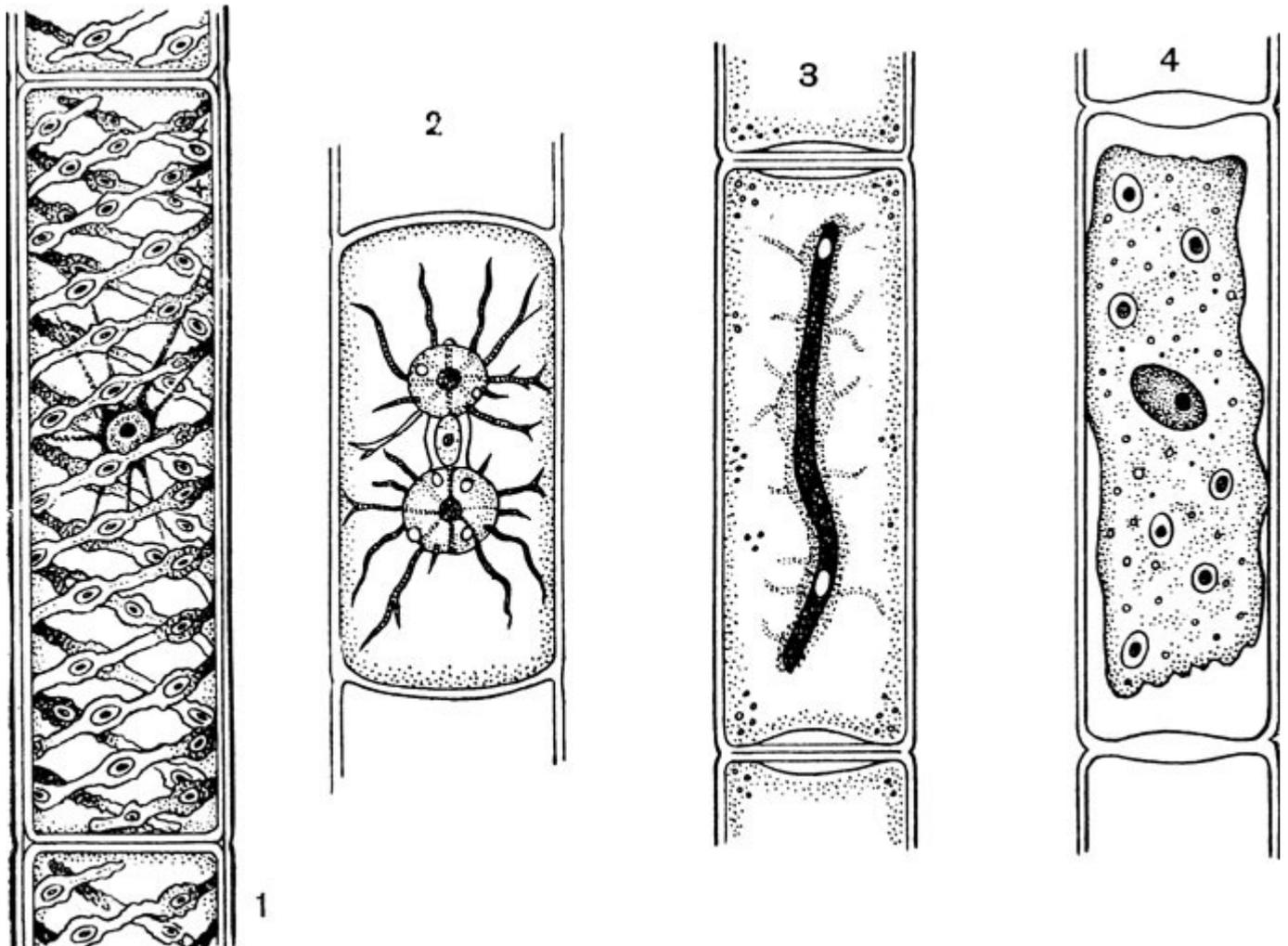


Рис. 10. Нитчатые конъюгаты: 1 - клетка спирогиры (*Spirogyra*) со спиральными хроматофорами; 2 - клетка зигнемы (*Zygnema*) со звездчатыми хроматофорами; 3 - клетка мужоции (*Mougeotia*) при ярком освещении; 4 - то же при слабом освещении

**Спирогира** (*Spirogyra*), встречающаяся в пресных водоемах, представлена большим количеством видов. Это нитчатые неприкрепленные водоросли изумрудно-зеленого цвета, слизистые на ощупь, образующие большие скопления тины, состоящей из длинных параллельно расположенных нитей. Распространены виды спирогиры в стоячих или медленно текущих водах.

В зимнее время в лабораторной культуре спирогира живет хорошо при ярком электрическом освещении в воде, к которой добавлен питательный раствор Кнопа (из расчета, чтобы общее количество солей не превышало 0,5 г на литр).

Рассматривая спирогиру при малом увеличении микроскопа, убеждаемся, что это нитчатая неветвистая водоросль, состоящая из одного ряда одинаковых клеток, вытянутых в длину. Более детально познакомимся со строением клетки при большом увеличении микроскопа (рис. 10, 1).

Клетки спирогиры покрыты оболочкой из клетчатки и с поверхности одеты слизистым футляром, который удобнее рассмотреть в местах соединения клеток. Здесь видно, что слизь одевает клетки общим покровом. Цитоплазма прижата к клеточным оболочкам и обычно хорошо видна. В центре клетки, в цитоплазматическом мешочке, находящемся на цитоплазматических тяжках, подвешено ядро, имеющее округлую или линзовидную форму; в нем обычно видно ядрышко. Ядро и ядрышко большей частью видны без окрашивания. Полость клетки занята одной большой вакуолей, в ней у некоторых видов видны кристаллики гипса крестообразной или игловидной формы.

В постенном слое цитоплазмы лежат изумрудно-зеленые хроматофоры, которых у различных видов может быть от одного до двенадцати. Строение хроматофора видно при рассматривании препарата в различных оптических срезах. Хроматофор имеет форму спирально закрученной ленты, край его волнистый, по средней же линии тянется темно-зеленая полоска, соответствующая гребню на нем. По средней линии хроматофора расположены пиреноиды округлой формы. Обрабатываем препарат слабым раствором иода в йодистом калии, тогда вокруг пиреноидов увидим посиневшие крахмальные зерна. Одновременно подкрасится в золотистый цвет ядро.

После знакомства со строением клетки удобно перейти к изучению полового процесса у спирогиры. Материалом может служить собранная в природе конъюгирующая спирогира. Иногда вызывают конъюгацию у спирогиры в лабораторных условиях, помещая ее в дистиллированную воду, насыщенную углекислым газом. Через 5-10 дней материал готов для занятий.

Конъюгация чаще всего происходит между клетками двух нитей, лежащих в непосредственной близости друг к другу. При этом на боковых стенках клеток появляются бугорки, которые, разрастаясь, превращаются в выросты, сталкивающиеся друг с другом. В месте соприкосновения оболочки растворяются, в результате чего образуется канал. Одновременно содержимое клеток начинает отставать от оболочки и из одной клетки переливается в другую, сливается с ее протопластом и образует зиготу. Две нити, клетки которых конъюгируют, напоминают лестницу, поэтому конъюгацию этого типа называют лестничной (рис. 11, 1 и 2).

Зеленая вначале зигота постепенно заполняется запасными питательными веществами, теряет хлорофилл, окрашивается гематохромом, покрывается плотной оболочкой и переходит в состояние покоя. У видов, живущих в мелких, пересыхающих водоемах, половой процесс наступает при пересыхании водоема; у видов, обитающих в более постоянных водоемах, половой процесс происходит обычно осенью.

Значительно реже наблюдается боковая конъюгация, происходящая между соседними клетками одной нити. При этом на боковых стенках клеток, вблизи разъединяющих их перегородок, возникают боковые выросты, растущие навстречу друг другу. Так же как при лестничной конъюгации, возникает канал, по которому содержимое одной клетки переливается в другую (рис. 11, 3). В препарате спирогиры следует найти разные стадии конъюгации: появление боковых выростов, образование канала и начало переливания

содержимого, образование зиготы. Следует обратить внимание, что при лестничной конъюгации обычно клетки одной нити переливают свое содержимое и, таким образом, являются мужскими, тогда как клетки второй нити воспринимают это содержимое, являясь женскими, но иногда в одной и той же нити одни клетки отдают свое содержимое, другие воспринимают его.

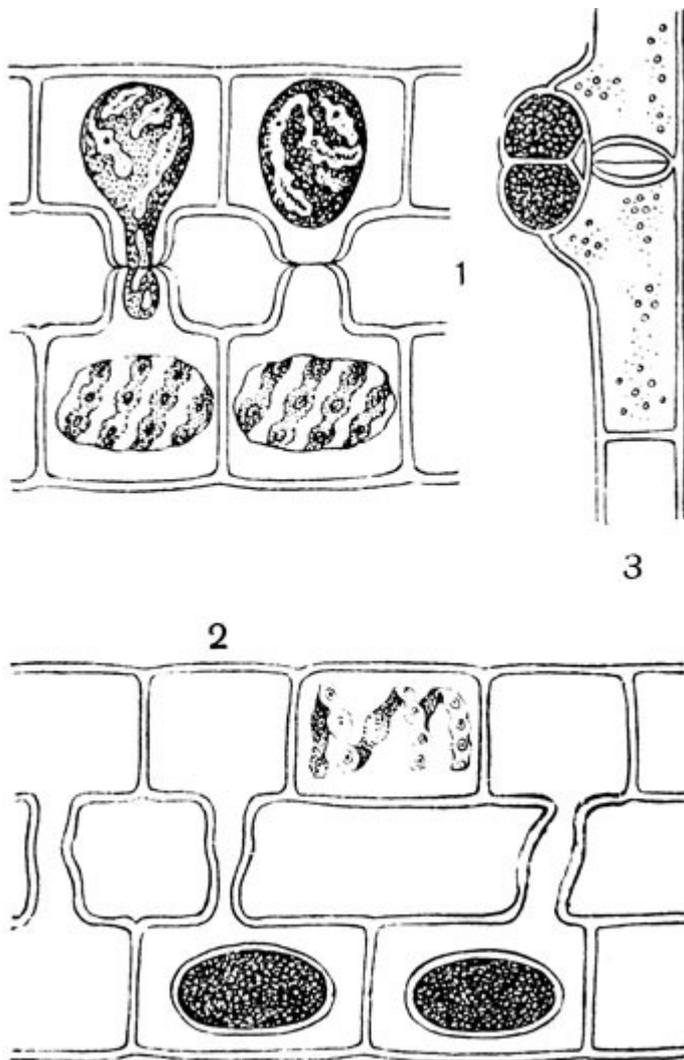


Рис. 11. Конъюгация у спирогиры: 1 - начальная стадия лестничной конъюгации; 2 - конъюгация закончена, в клетках одной нити видны зиготы; 3 - боковая конъюгация

При благоприятных условиях происходит прорастание зиготы: ядро ее делится дважды, из получившихся четырех ядер три погибают, а одно дает начало проростку.

**Зигнема** (*Zygnema*), так же как и спирогира, нитчатая водоросль. Она обитает в стоячих или слабопроточных водах, в старицах, прудах, заводях рек и ведет неприкрепленный образ жизни (см. рис. 10, 2), подобно спирогире, образуя тину из массы неветвистых нитей.

Нити покрыты слизистым футляром и состоят из одинаковых клеток цилиндрической формы. Цитоплазма прижата к стенкам и образует в центре клетки протоплазматический мостик, в котором лежит ядро, заметное без окрашивания или после обработки препарата иодом в иодистом калии. Хроматофоров два, они расположены по обе стороны от средней линии клетки и имеют звездчатую форму, в центре каждого из них находится по пиреноиду (см. рис. 10,2).

Жизненный цикл зигнемы такой же, как у спирогиры. На ней также можно наблюдать процесс конъюгации.

**Мужоция** (*Mougeotia*) встречается в прудах, озерах. Скопления желтовато-зеленых неветвящихся нитей мужоции образуют красивые купы близ дна или ближе к поверхности воды.

Большинство видов мужоции неприкрепленные организмы.

Нити мужоции состоят из длинных цилиндрических клеток, длина которых часто во много раз превосходит их поперечник.

В клетке мужоции один пластинчатый хроматофор, на нем находятся пиреноиды. Положение хроматофора в клетке может быть различным: при ярком освещении он становится ребром к источнику света и виден тогда в виде узкой зеленой полоски, проходящей по средней линии клетки. Когда хроматофор находится в таком положении, можно видеть ядро, прижатое к хроматофору близ центра клетки, и зернистую цитоплазму. При рассеянном свете хроматофор повернут к источнику света своей широкой стороной и тогда занимает всю полость клетки. В таком положении на нем видны разбросанные пиреноиды.

Можно наблюдать изменение положения хроматофора, если выдерживать мужоцию при слабом освещении, а затем перенести ее на столик микроскопа. Убедимся, что хроматофоры в клетках повернуты к наблюдателю плоскостью, затем дадим более яркое освещение. Через несколько минут хроматофоры в отдельных клетках начнут поворачиваться к источнику света своим ребром (см. рис. 10,3 и 4).

## **Порядок Десмидиевые - Desmidiiales**

Десмидиевые главным образом одноклеточные водоросли, живущие в планктоне кислых вод. При прорастании зиготы образуется два проростка. В порядок входят одноклеточные или, реже, колониальные водоросли. Внешний вид десмидиевых водорослей весьма разнообразен; многие десмидиевые, отличаясь геометрической правильностью, являются изящнейшими одноклеточными организмами.

Разберем строение и образ жизни десмидиевых на примере кластериума и некоторых других.

**Кластериум** (*Closterium*) - одноклеточный планктонный организм, распространенный на торфяных болотах и в планктоне мелких водоемов, бедных солями кальция (рис. 12, 1). При сборе материала надо отжимать над банкой дерновники сфагнума, туда же можно бросить несколько стебельков сфагнума. Десмидиевые довольно долго живут в аквариумах.

Размеры кластериума микроскопические, поэтому можно найти его и наблюдать движение при малом увеличении; изучение строения надо вести при большом увеличении

Клостериум имеет форму полумесяца. В средней части его тела находится ядро, подвешенное на цитоплазматическом мостике, его довольно часто видно без окрашивания. По средней линии клетка делится на две симметричные половинки, имеющие форму рожков. В каждой из них лежит хроматофор, на нем возвышаются продольные гребни, видимые как темно-зеленые полосы. На хроматофоре находятся округлые пиреноиды, расположенные у одних видов в один ряд, у других разбросанно. На обоих концах клетки имеется по одной вакуоле, в которых находятся кристаллики гипса. Присмотревшись, убеждаемся, что кристаллики находятся в движении. Движение это, возможно, результат движения клеточного сока или это броуновское движение.

На концах тела, покрытого целлюлозной оболочкой, находятся поры, через которые выделяется слизь, тянущаяся шнуром; нарастание слизи отодвигает клостериум от начального положения.

Размножается клостериум поперечным делением клетки. В результате деления дочерние организмы имеют по одному рожку со всем его содержимым. Недостающая половинка постепенно нарастает, поэтому можно видеть клостериум с неравными половинками тела.

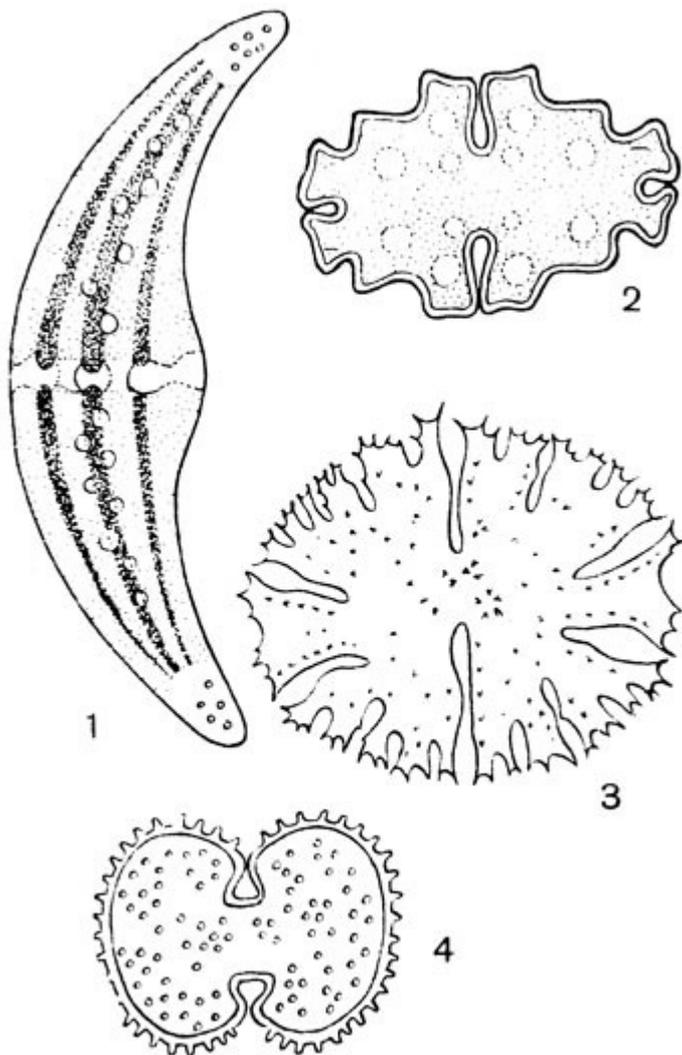


Рис. 12. Десмидиевые (Desmidiaceae): 1 - клостериум (Closterium); видны хроматофоры с гребнями и пиреноидами, цитоплазматический мостик с ядром, кристаллы гипса в концевых вакуолях; 2 - эуаструм (Euastrum); 3 - микроастерияс (Micrasterias); 4 - космариум (Cosmarium)

При неблагоприятных условиях кластериум переходит к половому воспроизведению. Две особи сближаются выпуклыми сторонами, на которых появляются выросты оболочки. Разрастаясь, выросты сталкиваются, растворяются поперечные перегородки, разделяющие их, и возникает копуляционный канал, или мостик. Содержимое клеток отстает от оболочки и сливается в копуляционном мостике или в оболочке одной из клеток. Затем слившееся содержимое округляется, покрывается плотной оболочкой и образует зиготу. Зигота переносит неблагоприятные условия, а при наступлении благоприятных условий прорастает; при этом ядро ее дважды делится; из получившихся четырех ядер два растворяются, а два других вместе с цитоплазмой дают два проростка.

Кроме кластериума, в планктоне весьма часты следующие дес-мидиевые водоросли.

**Космариум** (*Cosmariutn*)- одноклеточный организм, имеющий сплюснутую форму тела. Он обращен обычно широкой стороной к наблюдателю; в таком положении организм имеет округлые очертания. По средней линии проходит глубокая перетяжка, делящая его на две симметричные половины. При рассматривании сверху каждая половина имеет форму эллипса или овала.

Отыскав космариум при малом увеличении, поставим его строго в центр поля зрения и рассмотрим при большом увеличении.

Оболочка клетки покрыта небольшими выростами в виде бугорков. Ядро лежит в цитоплазматическом мостике, соединяющем обе половинки. Хроматофоры у космариума пластинчатые, с гребневидными выростами и разбросанными пиреноидами; в каждой половине находится по два хроматофора (рис. 12, 4).

Род Космариум очень большой (до 1500 видов).

**Стаураструм** (*Staurastrum*). Виды этого рода при рассматривании сбоку часто напоминают космариум; обращенные же к наблюдателю верхней стороной (т. е. повернутые на  $90^\circ$  по перетяжке) имеют трех-, многоугольную форму; многие виды на углах имеют шипы. Хроматофор стаураструма расположен по средней линии.

**Еуаструм** (*Euastrum*) - одноклеточная водоросль с глубокой перетяжкой посередине; длина клетки несколько превосходит ее ширину. На каждой половине клетки находятся симметричные глубокие вырезки близ вершины и несколько боковых (рис. 12, 2).

**Микрастериас** (*Micrasterias*) имеет несколько большие размеры по сравнению с *Cosmarium*. Клетка его сильно сплюснена. Организм разделен глубокой перетяжкой на две симметричные половины, каждая из них разделена, в свою очередь, глубокими выемками на несколько симметричных лопастей (рис. 12,3).

**Дидимоприум** (*Didymoprium*) - нитчатая водоросль: клетки, ее слагающие, имеют эллиптическое основание и незначительную длину. С поверхности они покрыты мощным слизистым футляром.

В планктоне вод, бедных солями кальция, встречаются представители других родов, принадлежащих к семейству десмидиевых.

Таким образом, для конъюгат характерны следующие черты:

- 1) преимущественно одноклеточные или нитчатые водоросли;
- 2) оболочка клетки целлюлозная, ослизняющаяся; 3) клетки одноядерные; 4) хроматофоры чрезвычайно разнообразны по форме, всегда несут пиреноиды; 5) для одноклеточных форм характерна строгая симметрия двух половинок клетки; 6) вегетативное размножение происходит делением клетки у одноклеточных организмов, а у нитчатых - распадением нити на отдельные участки; 7) половой процесс - конъюгация.

### **Класс Харовые водоросли, или Лучицы - Charaeae**

Класс содержит всего шесть родов. Познакомимся с классом на примере водоросли хары.

**Хара** (Chara, рис. 13, 1) широко распространена в водоемах с жесткой водой, илистым грунтом и медленным течением воды. Обычно хара образует обильные заросли высотой от 10 до 50 см.

Для практических занятий удобнее взять небольшие растения и поместить их в цилиндр с водой или изготовить из них постоянные препараты, залив формалином. Хара хорошо живет в лабораторных условиях. В конце августа - начале сентября легко собрать хару с органами полового размножения, видимыми невооруженным глазом.

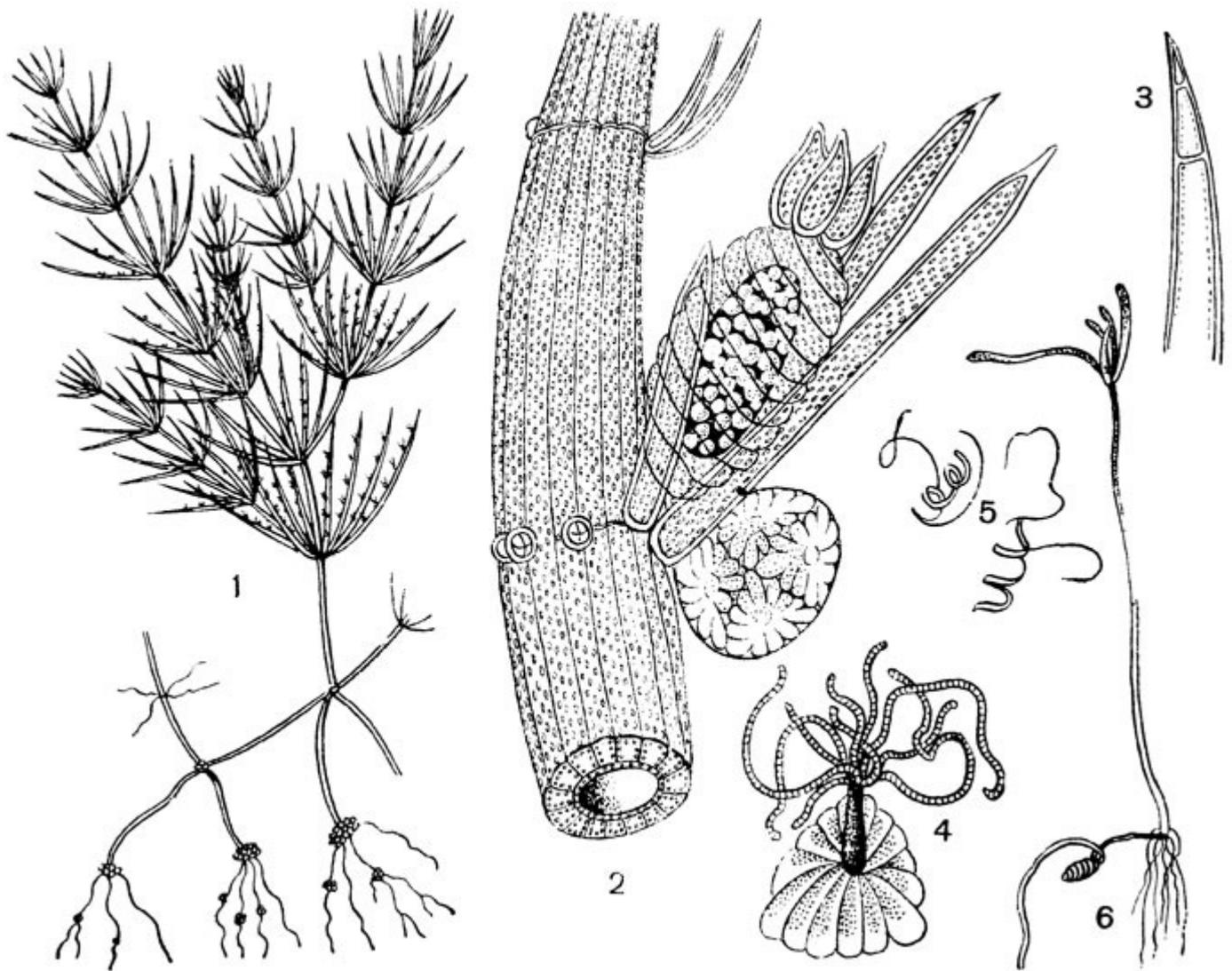


Рис. 13. Хара (*Chara*): 1 - внешний вид; 2 - часть ветви с оогонием, антеридием и 'листьями'; на срезе видны коровые и осевая клетки; 3 - вершина ветви из двух междоузлий, лишенных коры; 4 - щиток с рукояткой и спермагенными нитями; 5 - сперматозоиды; 6 - проросток

Внешнее сходство хары с листостебельными растениями заключается в том, что у нее есть главный стебель и отходящие от него боковые ветви, на которых находятся длинные клетки - "листья". Боковые ветви и "листья" располагаются мутовчато; таким образом, стебель имеет узлы и междоузлия. Междоузлия достигают нескольких сантиметров в длину. Хара прикрепляется к грунту ризоидами (рис. 13, 1).

Познакомившись с внешним видом, можно перейти к изучению внутреннего строения. Морфологической дифференцировке соответствует относительная сложность внутреннего строения.

Стенки клеток хары инкрустированы солями кальция, вследствие чего хары жестки на ощупь и малопрозрачны. Для просветления следует положить небольшие веточки хары с органами размножения на несколько минут в 2 - 3%-ную соляную или уксусную кислоту. При этом выделяются пузырьки газа, образуются растворимые соли, и препарат делается прозрачным, затем его рассматривают в капле глицерина.

При малом увеличении видно, что стебель в междоузлиях покрыт с поверхности вытянутыми в длину цилиндрическими коревыми клетками с множеством зернистых хроматофоров. В узлах стебля находятся мелкие клетки паренхимного типа.

Осевые клетки можно рассмотреть на вершинах боковых ветвей, где два-три междоузлия не прикрыты коревыми клетками (рис. 13, 3). В осевых клетках часто бывает хорошо видно движение цитоплазмы.

От узлов отходят боковые ветви, повторяющие строение главного стебля; на них расположены "листья" и органы полового размножения. "Лист" одноклеточный; клетка эта вытянута в длину, заострена на вершине и густо заполнена зернистыми хроматофорами. В пазухах "листьев" лежат оогонии, а внизу под ними - антеридии. Оогоний имеет яйцевидную форму, стенка его сложена спирально закрученными клетками, образующими на вершине оогония коронку. Коронка состоит из пяти клеток, из пяти же клеток состоит стенка оогония. Внутренняя полость оогония занята крупной яйцеклеткой, в которой видны капли масла.

Антеридий шарообразный, он меньше оогония, вначале зеленый, а затем при созревании делается ярко-оранжевым. Оболочка антеридия состоит из изящных щитков. В центре щитка находится небольшой кружок (рис. 13, 2).

Чтобы познакомиться со строением зрелого антеридия, разрушим его надавливанием иглой или покровным стеклом, при этом щитки расходятся, и можно рассмотреть их строение. От центра щитка с внутренней стороны отходит вытянутая в длину клетка, называемая рукояткой. На вершине ее лежит более или менее шаровидная клетка - головка. На последней помещается несколько меньших головок второго порядка. От них отходят длинные многоклеточные спермагенные нити. Каждая клетка нити дает начало сперматозоиду (рис. 13, 4). В клетках-рукоятках, щитках - всюду видны хромопласты, окрашенные каротином в ярко-оранжевый цвет, обуславливающий окраску антеридия.

При созревании антеридия клетки щитка расходятся, образующиеся сперматозоиды выходят в воду (рис. 13, 5). В это время у основания коронки клетки ее отходят от вершины оогония, сперматозоиды проникают в полость оогония. Один из них сливается с яйцеклеткой; зигота, покрываясь плотной оболочкой, превращается в покоящуюся ооспору. Весной из нее образуется проросток (рис. 13,5).

### **Общий обзор типа зеленых водорослей**

Морфологически зеленые водоросли довольно разнообразны. Наиболее примитивные из них характеризуются монадной структурой. Это одноклеточные или колониальные организмы, обладающие жгутиками и активно подвижные на протяжении всей жизни (хламидомонада, гематококки, пандорина, вольвокс). Многие зеленые водоросли имеют коккоидную структуру, это одноклеточные или колониальные неподвижные в вегетативном состоянии организмы (хлорококк, плеврококк, сценедермус, анкистродесмус и другие). Для зеленых водорослей очень характерна нитчатая - трихомная структура. В простейших случаях нить не ветвится и состоит из одинаковых

клеток (улотрикс). При усложнении организации возникает ветвистая нитчатая структура с разделением функций: осевые клетки - опорные, боковые ветви - ассимиляторы; это гетеротрихомная структура (стигеоклониум, драпарнальдия). Мы познакомились также с водорослями семейства ульвовых, характеризующимися пластинчатой структурой; их онтогенез свидетельствует о том, что эта организация возникла из нитчатой. На примере вошерии мы познакомились с одной из древнейших организаций - сифональной.

Рассмотренные разнообразные по клеточной организации водоросли обладают общими признаками, которые позволяют объединить их в один тип. Эти общие признаки следующие:

1. Единый тип протопласта с зелеными хроматофорами и пиреноидами; связанный с этим единый тип автотрофного питания.
2. Типичный процесс полового воспроизведения, распространяющийся на все типы растений. Сущность его - слияние гамет и образование покоящихся зигот - у водорослей не меняется при усложнении морфологии половых органов.
3. Единый способ бесполого размножения подвижными зооспорами в различных приспособительных вариациях (зооспоры дву-жгутиковые, многожгутиковые, безжгутиковые - апланоспоры - и, наконец, утрата бесполого размножения у сцеплянок).

Эти общие черты организации указывают на единство происхождения всех зеленых водорослей от их примитивных предков - зеленых жгутиковых. В цикле развития зеленых водорослей мы впервые встретились со сменой половой и бесполой генераций, имеющей приспособительный характер: бесполое размножение обеспечивает образование потомства при оптимальных условиях среды; половой процесс сохраняет воспроизводительную способность в критические периоды существования.

## **Тип Разножгутиковые - Heterocontae**

**Ботридиум (Botrydium)**- водоросль величиной с булавочную головку, обитающая на глинистой почве по берегам прудов, на пашнях, где во влажное время иногда дает целые заросли и бывает видна в виде зеленых пузырьков, достигающих 1 мм в диаметре. Сбирать ботридиум следует вместе со слоем почвы.

Отмоем ботридиум от почвы и, поместив на предметное стекло, закроем покровным. Препарат рассмотрим при малом увеличении. Ботридиум имеет обратногрушевидную форму, в основании находятся ветвистые ризоиды, укрепляющие водоросль на почве (см. рис. 9, 5). Перегородки внутри тела ботридиума отсутствуют, центр клетки занят вакуолей, цитоплазма прижата к стенкам. В ней находится большое количество линзовидных хроматофоров, тогда как в ризоидах хроматофоры отсутствуют. В сухое время содержимое надземной части переливается в ризоиды, где образует цисты. В препарате ботридиум находится в неблагоприятных условиях, так как лишен воздуха. Вследствие этого вскоре мы заметим, что вершина ботридия вскрылась и из нее начал вытекать клеточный сок. Продолжим наблюдение. Через несколько минут оболочка

начинает спадать и образует продольные складки. Одновременно протопласт клетки распадается на мелкие зооспоры, которые вытекают затем вместе с клеточным соком и активно движутся в воде. Зооспоры имеют по одному жгутику; в природе зооспоры образуются во время дождя (см. рис. 9, 5 и 6).

## **Тип Диатомовые водоросли, или Кремнеземки - Diatomeae**

Характерной особенностью диатомовых водорослей, по которой их можно отличить от других низших растений, является панцирь, плотно охватывающий протопласт. Панцирь состоит из прозрачного плотного и твердого и хрупкого кремнезема, обычно геометрически правилен и сохраняет постоянную форму, имеет две половинки - створки. Одна из них надета на другую, подобно тому как крышка надевается на коробку. Большая из них называется эпитекой, меньшая - гипотекой. Положение, когда диатомея видна с крышечки, называется видом со створки, положение сбоку - видом с пояска.

На поверхности панциря имеются утолщения в виде ребрышек, бородавочек, точек. Эти образования дают различную скульптуру. Характер скульптуры и форма створок постоянны для определенных видов и являются основными систематическими признаками.

Со строением протопласта и размножением диатомей познакомимся на конкретных примерах.

В природе диатомовые водоросли распространены очень широко; их можно найти на поверхности различных предметов под водой, обильны они в планктоне, постоянно встречаются на поверхности сырых скал, обычны они и в почве. На ощупь диатомей то жестки, то слизисты.

Тип диатомовых водорослей делится на два класса: Перистые диатомей (Pennatae) и Центрические диатомей (Centricae).

Перистые диатомей характеризуются двусторонней симметрией, а у центрических диатомей створки имеют радиальную симметрию: каждую створку можно разделить на две симметричные половинки по любому радиусу.

### **Класс Перистые диатомей - Pennatae**

Большинство водных обитателей класса ведет донный образ жизни, некоторые обитают в планктоне.

**Пиннулярия** (Pinnularia) - донная водоросль, часто увлекаемая в планктон. Возьмем из придонной части аквариума, в котором содержатся собранные на экскурсии диатомей,

каплю жидкости и, поместив ее на предметное стекло, накроем покровным. В препарате следует отыскать пиннулярию в двух положениях: обращенной к наблюдателю створкой и со стороны пояска.

Размеры пиннулярий весьма различны, в чем можно убедиться, сравнивая несколько организмов; для наблюдения следует выбрать более крупные из них и изучение вести, пользуясь большим увеличением микроскопа.

Со створки пиннулярия имеет вид вытянутого эллипса с небольшим утолщением в средней части (рис. 14, 3). По средней линии створки расположены узелки: два из них находятся на концах клетки, а третий - в центре. Между узелками находится S-образный шов - щель в створке, - посредством которого протопласт общается с внешней средой. Через шов цитоплазма выступает наружу и, струясь в одном направлении, вызывает реактивное движение организма толчками. Движение пиннулярий удобнее наблюдать при малом увеличении.

По краю створки видна скульптура в виде штрихов, располагающаяся с исключительным постоянством. Штрихи состоят из рядов мельчайших точек, в которых находятся столь же мелкие поры. Под этими порами в пектиновой оболочке также располагаются поры. Через поры осуществляется осмотический и газовый обмен с окружающей средой.

Цитоплазма лежит по стенкам; в центре клетки находится цитоплазматический мостик, в котором лежит ядро, видимое часто без окраски. Полость клетки занята большой вакуолей (рис. 14, 1 и 2).

Пиннулярия имеет два хроматофора пластинчатой формы, которые со стороны створки видны как две узкие бурые ленты по краю. У диатомовых водорослей, кроме зеленого пигмента, в хроматофорах имеется каротин, ксантофилл двух модификаций и фукоксантин  $\alpha$  и  $\beta$ .

С пояска пиннулярия имеет форму прямоугольника со слегка закругленными углами (рис. 14, 4). При большом увеличении в положении с пояска видно эпитеку и гипотеку. В этом положении заметно, что узелки представляют собой утолщения в виде бугорков на внутренней стороне створок. С пояска также видно, что скульптура слегка переходит на боковые стенки. Вся полость клетки с пояска занята хроматофором, на фоне которого часто видны капельки запасного масла (оно имеет запах рыбьего жира). В капле с большим количеством пиннулярий можно найти, кроме организмов с бурыми хроматофорами, пиннулярий с зелеными хроматофорами. Это отмирающие организмы, бурый пигмент которых извлечен водой.

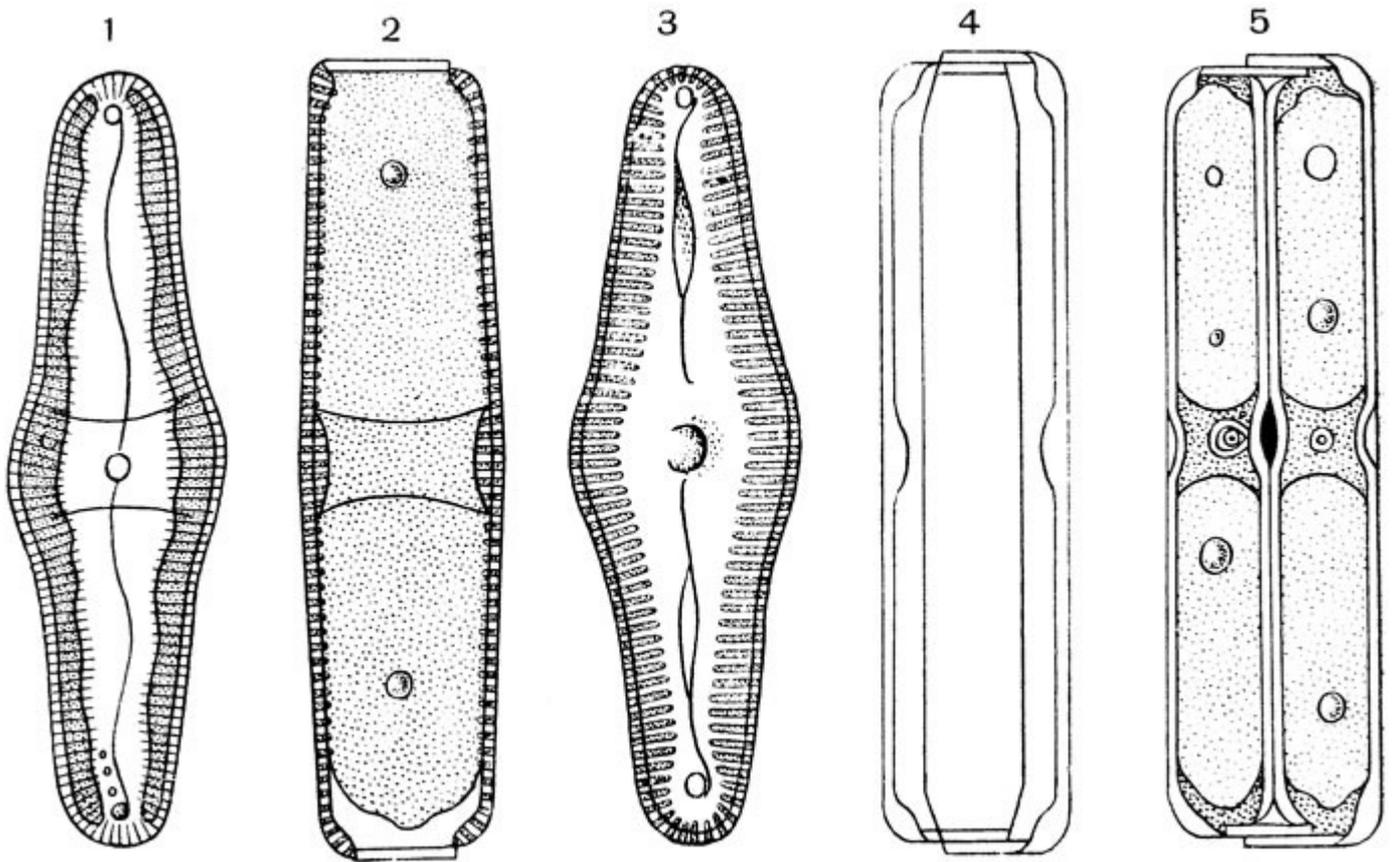


Рис. 14. Пиннулярия (*Pinnularia*): 1 - в клетке видны хромотофоры в виде двух лент; 2 - клетка с пояса: видны пластинчатый хромотофор, капли масла, в центре клетки - цитоплазмальный мостик; 3 - вид со створки: видны узелки, скульптура, шов; 4 - вид с пояса: справа - эпитека; слева - гипотека; 5 - размножение делением

Ознакомившись со строением пиннулярии, необходимо отыскать ее в той или иной стадии вегетативного размножения. При этом можно найти все стадии деления - от первоначального расхождения створок материнской клетки до двух сформировавшихся дочерних особей, лежащих в непосредственной близости друг к другу. При делении хромотофоры перемещаются на створки; таким образом, вновь возникшие организмы имеют по одному хромотофору от материнской клетки, каждый из которых затем делится продольно (рис. 14, 5).

Каждая вновь возникшая клетка получает от материнской клетки одну створку, а вторую достраивает. Достраивается всегда гипотека. Таким образом, одна из дочерних клеток равна материнской клетке, а другая меньше ее на толщину створки. Вследствие этого после ряда последовательных делений происходит постепенное измельчение диатомей. Этот процесс происходит не беспредельно, ему препятствует образование ауксоспор - спор роста (см. подробнее в теоретическом курсе).

**Навикула** (*Navicula*) встречается в различных экологических условиях. Одни виды навикулы живут в бентосе, другие - на поверхности влажных скал, третьи - в почве. Навикула сходна с пиннулярией, но отличается заостренными концами створок, а также иной скульптурой на них (рис. 15, 1),

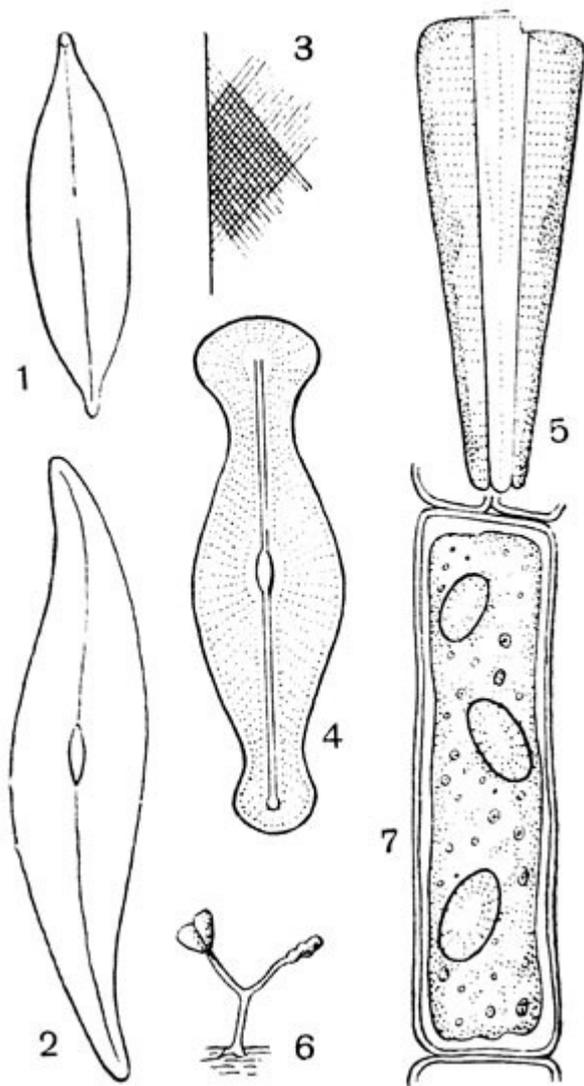


Рис. 15. Диатомовые водоросли: 1 - навикула (*Navicula*) со створки; 2 - плевросигма (*Pleurosigma*); 3 - скульптура на створках плевросигмы; 4, 5, 6 - гомфонема (*Gomphonema*) (4 - со створки; 5 - с пояска; 6 - колония; клетки сидят на слизистых ножках); 7 - кокконеис (*Cocconeis*) - овальные тельца на оболочке клетки кладофоры

Род Навикула очень большой, в нем насчитывают около 1000 видов. Навикула весьма обычная диатомовая водоросль, встречающаяся в различных пробах.

**Плевросигма** (*Pleurosigma*) - диатомея S-образной формы; на створках ее имеется тонкая ромбическая исчерченность. Скульптура эта настолько тонка и геометрически правильна, что препарат плевросигмы употребляют для оценки качества оптики микроскопов (рис. 15, 2 и 3).

**Гомфонема** (*Gomphonema*), как и улотрикс, нуждается в постоянном притоке кислорода. Поэтому она живет в быстро текущих водах, прикрепляясь к камням, крупным зеленым водорослям (например, к кладофоре и др.), и образует слизистые скопления у уреза воды.

Клетки колонии сидят на концах длинных ветвистых слизистых нитей, прикрепленных к субстрату (рис. 15, 4, 5 и 6).

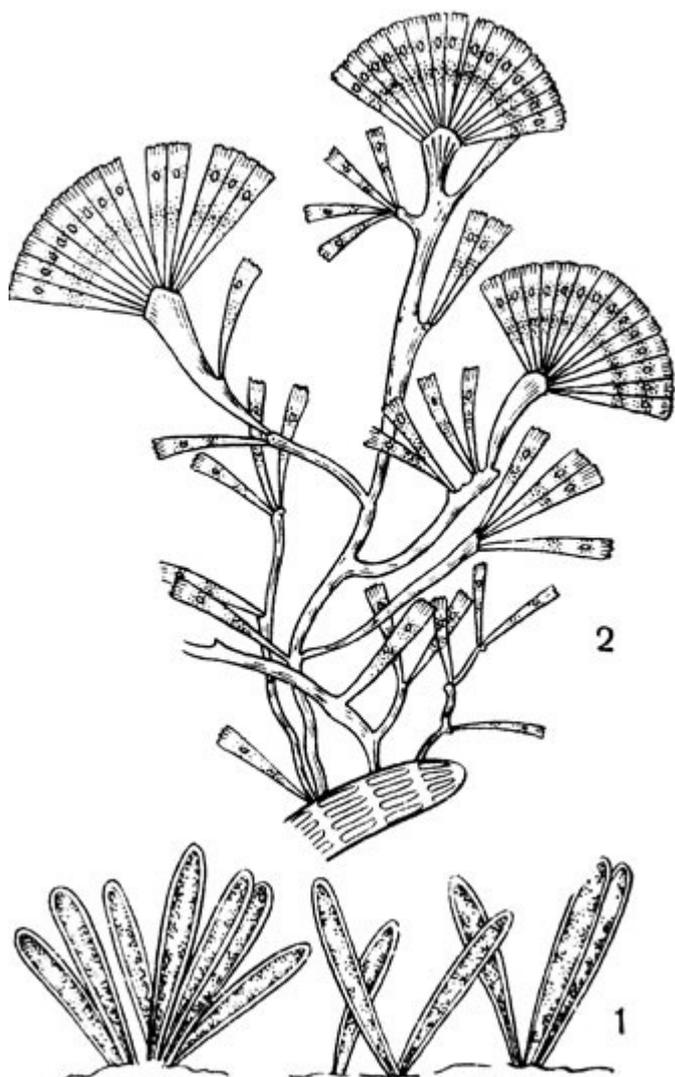


Рис. 16. Эпифитные диатомеи: 1 - синедра стройная (*Synedra gracilis*); 2 - колония ликмофоры (*Lysorhiza*)

Отыщем гомфонема в положении со створки и с пояска. Со створки форма ее гитаровидная. По средней линии проходит шов; вследствие его наличия клетки гомфонемы, отрываясь от ножек, переходят к активному движению.

В положении с пояска гомфонема имеет форму трапеции, меньшее основание которой обращено к ножке; углы трапеции закруглены. Скульптура на створках гомфонемы в виде ребрышек.

**Ликмофора** (*Lysorhiza*) - колониальная эпифитная диатомея, характеризующаяся веерообразным расположением клеток на общем слизистом стебельке колонии (рис. 16, 2).

Виды рода *Кокконеис* (*Cocconeis*) ведут тоже эпифитный образ жизни. Так, на кладофоре широко распространен *Cocconeus pediculus*, имеющий эллипсоидную форму створки. Одной из створок он плотно прикрепляется к оболочке клетки кладофоры. Развиваясь массами, он иногда сплошь покрывает поверхность кладофоры (рис. 15, 7).

Вместе с *кокконеисом* очень часто встречается эпифитная диатомея *синедра стройная* (*Synedra gracilis*), имеющая вытянуто-прямоугольную форму. Несколько клеток синедры прикрепляются к общей слизи пучком и расходятся веерообразно (рис. 16, 1). Другие виды синедры ведут планктонный образ жизни (рис. 18, 4).

## **Класс Центрические диатомеи - Centricae**

**Мелозира** (*Melosira*) - водоросль, образующая нитчатые колонии, клетки которых связаны между собой слизью. Створки клеток имеют форму невысоких стаканчиков, попарно вставленных друг в друга и соединенных основаниями с соседними клетками. Створки имеют форму правильного круга; скульптура на их поверхности точечная, она очень мелка и видна только при очень большом увеличении (рис. 17, 1 и 2).

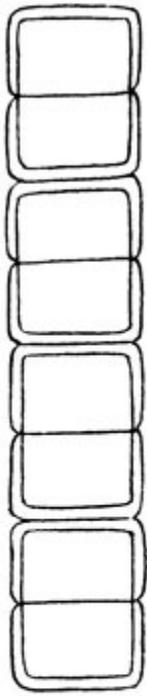
Хроматофоры у мелозеры в виде мелких лопастных или округлых пластинок.

Довольно часто встречается **циклотелла** (*Cyclotella*), имеющая форму низенькой коробочки с круглыми створками, на которых находится радиальная скульптура в виде штрихов.

Некоторые центрические диатомеи имеют треугольную и многоугольную форму.

## **Диатомовые водоросли пресноводного планктона**

Большинство планктонных диатомеи образуют колонии, лежащие в толще воды, что создает значительное трение о воду. На панцире некоторых из них находятся различные выросты, играющие роль парашютов. К тому же толщина панциря у многих планктонных диатомеи незначительна. Все эти приспособительные особенности, препятствуя оседанию на дно, позволяют этим организмам провести жизнь во взвешенном состоянии.



1



2

Рис. 17. Мелозира (*Melosira*): 1 - колония; клетки видны с пояска; 2 - клетка со створки

Колонии возникают в результате того, что делящиеся клетки не расходятся, оставаясь соединенными слизью, вследствие чего увеличивается поверхность соприкосновения с водой и повышается возможность парения в ней. Типов строения колоний несколько: 1) клетки, лежащие погруженными в слизь, вырабатываемую ими; 2) лентообразные и цепочкообразные колонии, соединенные слизью по створкам или уголкам; 3) колонии, прикрепленные на слизистых ножках, преимущественно входящие в состав бентоса.

В планктоне пресных вод преобладают перистые диатомей, в морском планктоне преимущественно распространены представители класса центрических. Планктон диатомей неодинаков в различные сроки вегетационного периода; так, астерионелла (см. ниже), обильно развиваясь в ранние весенние месяцы, преобладает в планктоне. Летом же она встречается в незначительном количестве.

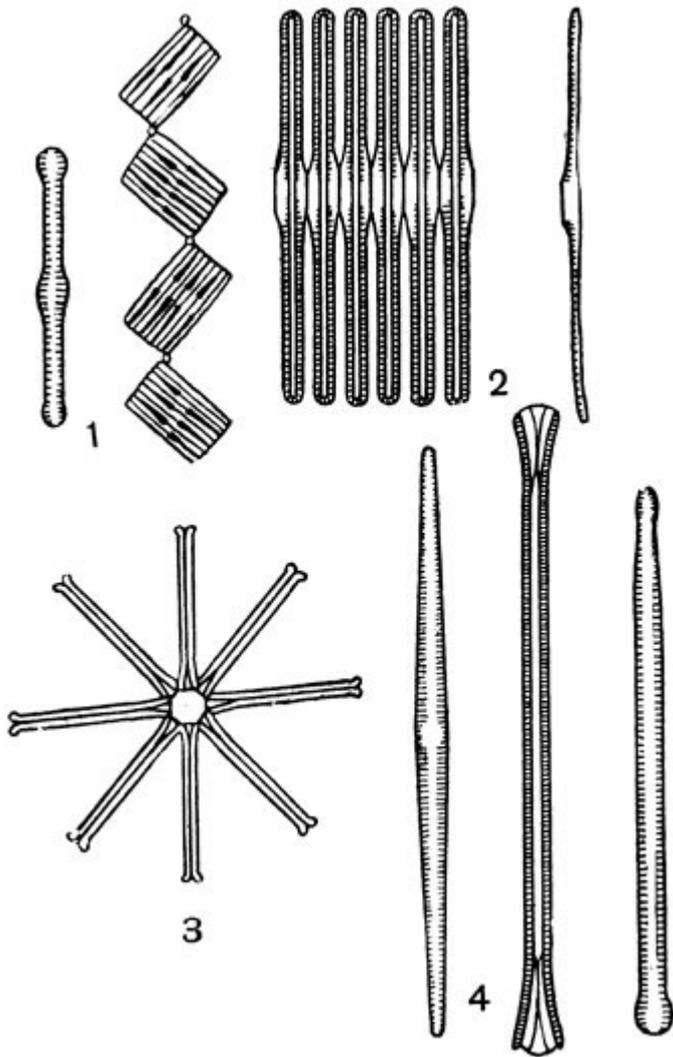


Рис. 18. Планктонные диатомей: 1 - табеллярия (*Tabellaria*); в колонии клетки видны с пояска; отдельная клетка со створки; 2 - фрагилярия (*Fragilaria*) - колония и отдельная клетка со створки; 3 - астрианелла (*Asterionella*) - звездчатая колония и отдельная клетка со створки; 4 - планктонный вид синедры (*Synedra*); клетки игольчатой формы; слева - со створки, справа - с пояска

Познакомимся с некоторыми представителями колониальных диатомей, наиболее обычными в пресноводном планктоне.

**Табеллярия** (*Tabellaria*). Клетки ее прямоугольны, углы их слегка закруглены. Клетки соединены друг с другом в цепочки попеременно противоположными углами (рис. 18, 1) и обращены к наблюдателю пояском.

**Фрагилярия** (*Fragilaria*) образует лентовидные колонии. Клетки ее имеют удлиненную форму, слегка утолщены в средней части, в колонии соединены друг с другом створками и обращены к наблюдателю пояском (рис. 18,2).

**Астрионелла** (*Asterionella*) дает звездчатые, изящные колонии. Клетки астрионеллы палочковидные с несколько расширенными и закругленными концами. Клетки соединены друг с другом при помощи слизи уголками узких сторон. Колонии астрионеллы хрупкие и легко распадаются на группы клеток или на отдельные особи (рис. 18, 3).

Количество клеток, входящих в колонию астрионеллы, различно. Имеются данные, что в холодное время, когда плотность воды больше, количество клеток, составляющих

колонию, небольшое. В теплые месяцы, когда плотность воды падает, количество клеток, составляющих колонию, увеличивается.

Из неколониальных планктонных диатомей многие виды рода Синедра приспособились к жизни в планктоне, выработав игловидную форму тела, чем увеличивается поверхность соприкосновения с водой, а следовательно, и трение.

Некоторые другие планктонные и бентосные диатомей изображены на рис 19.

### **Диатомовые водоросли морского планктона**

Желающим расширить круг представлений о диатомовых водорослях следует познакомиться с представителями морского планктона. Для этой цели изготавим препарат из планктонных диатомей Черного моря или северных морей. Просмотрим его при малом увеличении, а затем, переведя на большое увеличение, отыщем представителей обоих классов, проверив таким образом свое умение распознавать их. Зарисуем их двумя группами - центрические и перистые диатомей. Назовем знакомые нам из предыдущих препаратов роды. Неизвестные попытаемся определить по определителю.

### **Вымершие диатомей. Створки диатомей из трепела**

Как уже говорилось, створки диатомей после отмирания опускаются на дно, где образуют толщи породы, известной под названием диатомита или трепела.

Мощные пласты диатомита имеются в СССР (в районе Ульяновска, Свердловска и др.), в ГДР (в районе Берлина), в Венгрии (в районе Эгера), в Виргинии (в районе Ричмонда) и в ряде других мест.

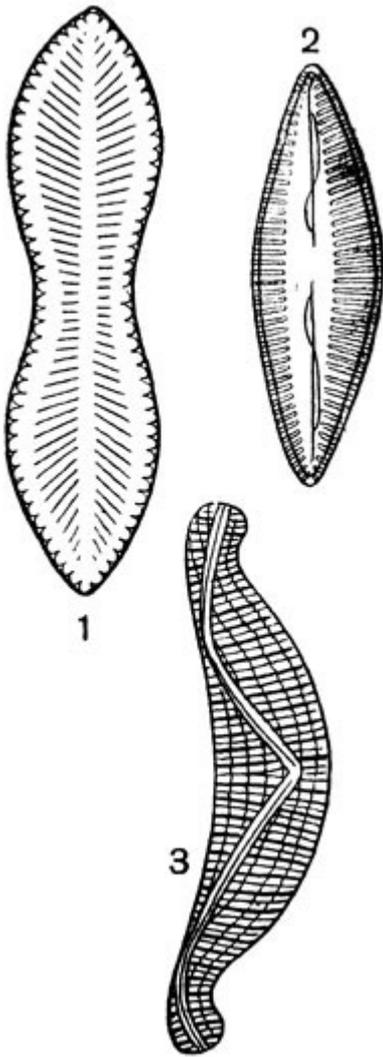


Рис. 19. Диатомеи: 1 - циматоплевра подошвообразная (*Cymatopleura solea*) творки; 2 - цимбелла (*Cymbella*); 3 - эпитемия (*Epithemia*)

Возьмем на кончике скальпеля или препаровальной иглы небольшое количество трепела или наскобим его скальпелем от куска диатомита и положим его в воду на часовое стекло; затем, тщательно перемешав, каплю полученной взвеси перенесем на предметное стекло и покроем покровным; препарат рассмотрим при большом увеличении. В поле зрения находится большое количество различных створок диатомеи и их обломков. На них можно еще раз проверить свое умение отличать перистые формы от центрических (рис. 20).

Отыщем представителей родов, знакомых нам по ранее изученным препаратам. Разнообразие форм зарисуем.

## Тип Бурые водоросли - *Phaeophyta*

Бурые водоросли преимущественно обитатели морей, особенно северных, где они образуют громадные заросли.

Водоросли этого типа - многоклеточные, покрытые слизью. В простейших случаях структура их нитчатая и ветвистая, но у многих из них морфологическая дифференцировка таллома более сложная, и тогда они напоминают высшие листостебельные растения.

Морфологической сложности соответствует и анатомическое строение - наблюдается разделение на специализированные ткани.

Многие бурые водоросли отличаются громадными размерами.

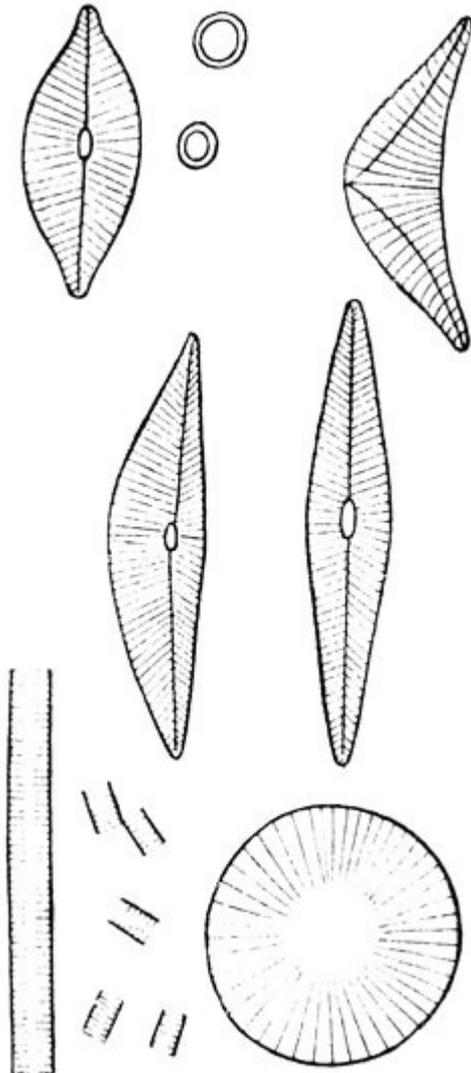


Рис. 20. Створки диатомовых водорослей из трепела

Клетки бурых водорослей содержат все характерные органоиды. Хроматофоры их без пиреноидов, имеют следующие пигменты: хлорофилл, каротин, ксантофилл и бурый фукоксантин. В связи с различным количественным соотношением пигментов бурите водоросли имеют окраску от почти чисто-зеленой до темно-бурой.

Тип бурых водорослей делят на три класса: Изогенератные (*Isogeneratae*), Гетерогенератные (*Heterogeneratae*) и Циклоспоровые (*Cyclosporeae*).

## Класс Изогенератные - Isogeneratae

**Эктокарпус** (*Ectocarpus*) - бурая водоросль, живущая в прибрежной зоне северных и южных морей, прикрепляющаяся к подводным предметам или эпифитная на других водорослях. Материал заготавливается на Черном море в мае - июне, в северных морях в июне - июле, в то время когда на эктокарпусе развиваются органы размножения.

Водоросль образует слизистые скопления ветвистых, иногда спирально скрученных нитей. Взяв на предметное стекло небольшое количество материала, рассмотрим его при малом увеличении. Эктокарпус обильно ветвится (рис. 21, 1). Клетки главной оси несколько крупнее клеток, слагающих боковые ветви. Форма всех вегетативных клеток цилиндрическая. Полость клетки занята протопластом, в котором находятся крупные лопастные хроматофоры. Клетки, лежащие в основании ветвей, способны к делению.

У эктокарпуса наблюдается чередование изоморфных поколений. На бесполой генерации образуются неправильно эллипсоидной формы зооспорангии. При большом увеличении в зависимости от зрелости зооспорангия содержащее его представляется однородным или (в более поздней стадии развития) разбившимся на отдельные участки - зооспоры (рис. 21, 1, 2 и 4). При созревании их оболочка зооспорангия ослизняется и зооспоры выходят в воду, плавают, расселяются и, прикрепляясь, теряют жгутики, затем прорастают в новую особь.



Рис. 21. Эктокарпус (*Ectocarpus*): 1 - веточка с зооспорангиями и гаметангиями; 2 - зооспорангий при большом увеличении; 3 - гаметангий и гаметы; 4 - зооспора

Половое размножение может быть изогамным или гетерогам-ным. Гаметангии образуются на таких же растениях, часто одновременно с зооспорангиями; они имеют длинноцилиндрическую форму с заострением на вершине. Гаметангий многоклеточен и состоит из низко цилиндрических клеток (рис. 21, 3), содержимое которых делится в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, в результате чего образуются мелкие кубические клетки. Эти клетки дают начало изогаметам, выходящим в воду через разрывающуюся вершину гаметангия. Плавающая гамета сливается попарно и образует зиготу, покрываемую оболочкой и прорастающую без периода покоя. Наблюдается гетерогамия - одни гаметы (более крупные) останавливаются, другие (мелкие) плавают вокруг них, и, наконец, одна из них проникает в неподвижную гамету и, сливаясь с ней, образует зиготу. Таким образом, у эктокарпуса имеется простейший случай гетерогамии.

Процесс выхода зооспор и гамет можно наблюдать на эктокарпусе, принесенном из естественных условий в лабораторию.

**Диктиота вильчатая** (*Dictyota dichotoma*) широко распространена вдоль Атлантического побережья Европы, обитает также в Черном море. Это небольшая дихотомически ветвящаяся водоросль 10 - 15 см высоты, прикрепляющаяся к подводным предметам (рис. 22, 1).

Изготовим поперечный срез слоевища и рассмотрим его при малом увеличении. Слоевище диктиоты состоит из трех слоев клеток. Внутренний слой - крупноклеточный, в клетках его немного хроматофоров. Наружные слои состоят из мелких клеток, густо заполненных хроматофорами и вследствие этого темно-бурых.

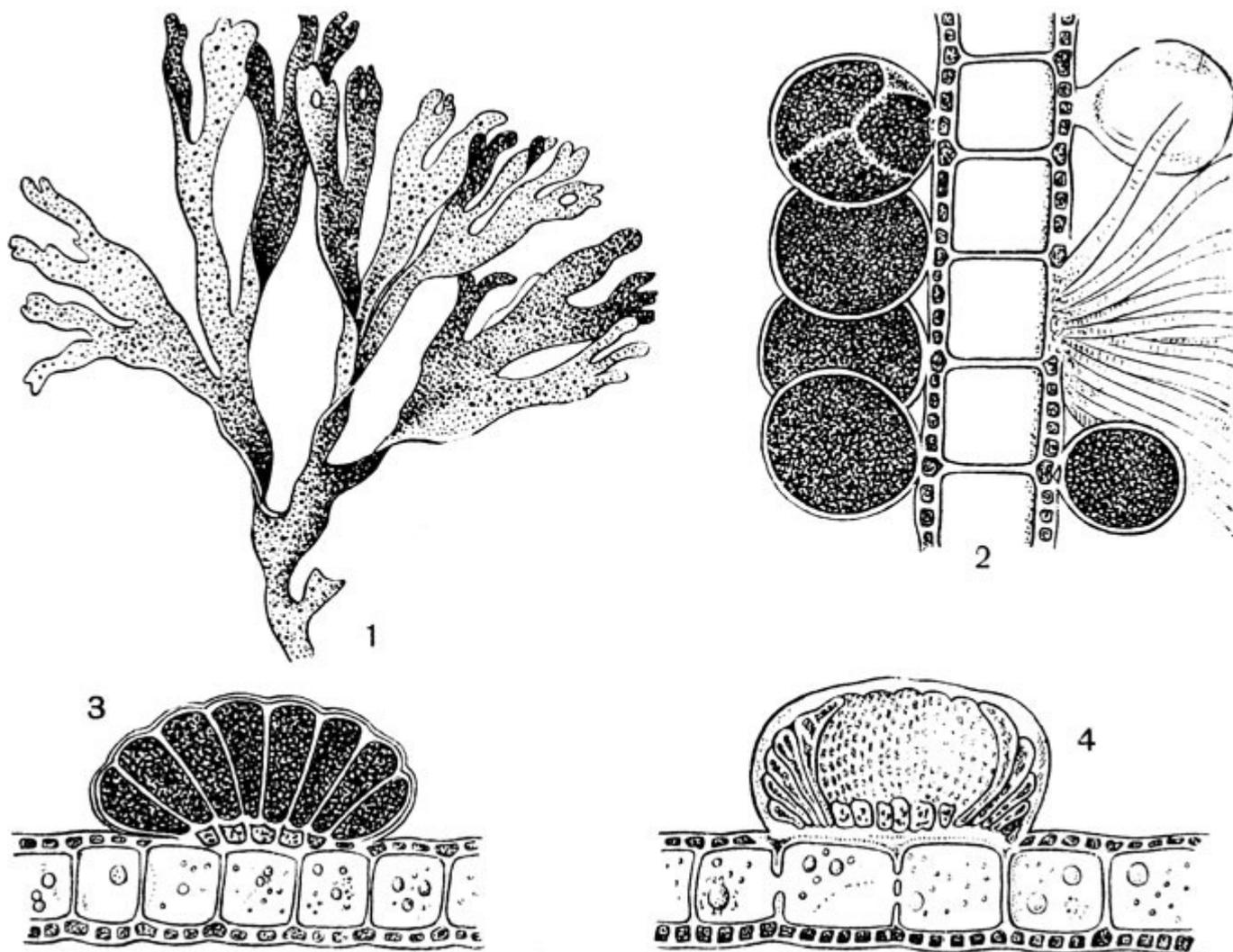


Рис. 22. Диктиота (*Dictyota*): 1 - внешний вид; 2 - поперечный разрез трехслойной пластинки; на поверхности ее находятся группы тетраспорангиев в различных стадиях зрелости; 3 - срез через слоевище с группой оогониев; 4 - то же с антеридиями

С помощью лупы можно отыскивать органы размножения на поверхности слоевища диктиоты и сделать анатомический срез. Органы бесполого и полового размножения образуются на различных экземплярах, морфологически совершенно одинаковых. Органы бесполого размножения (тетраспорангии) образуются группами на поверхностных клетках. В молодом тетраспорангии содержимое однородно, в зрелом разбивается на четыре тетраспоры (рис. 22, 2). Затем оболочка тетраспорангия ослизняется, и лишенные активной подвижности споры выходят в воду. Здесь они переносятся течениями воды, позднее, прорастая, дают растения диктиоты. На последних образуются органы полового размножения: на одних оогонии, а на других антеридии. Так же как тетраспорангии, оогонии и антеридии образуются группами на поверхности слоевища. В оогонии возникает одна яйцеклетка, в антеридии - большое количество мелких сперматозоидов (рис. 22, 3 и 4). И яйцеклетки и сперматозоиды по созреванию выбрасываются в воду, где происходит оплодотворение. Зигота без периода покоя прорастает в растение, дающее тетраспорангии.

Таким образом, у диктиоты происходит правильное чередование изоморфных, но цитологически различных поколений - полового и бесполого.

## Класс Гетерогенератные - Heterogeneratae

**Ламинария** (*Laminaria*) распространена в сублиторальной зоне северных морей, где она образует подводные леса.

Для знакомства возьмем два вида: **ламинарию сахарную** (*L. saccharina*) и **ламинарию пальчатую** (*L. digitata*).

Таллом ламинарии расчленен на листовидную пластинку, черешок, или стволик, и ризоид. Листовидная пластинка толстая, крупная, достигает 2 - 3 м длины; у ламинарии сахарной она цельная, линейная, иногда по краю гофрированная, у ламинарии пальчатой - пальчаторассеченная. Ризоид ламинарии - крупное ветвистое корнеподобное образование, крепко внедряющееся в грунт. В верхней части стволика находятся клетки, способные к делению. За их счет ежегодно образуется листовая пластинка, а старая сбрасывается. Смена листьев происходит весной: уже в феврале начинает функционировать меристема, находящаяся на вершине черешка, образуя новую листовую пластинку, отчлняя старую, которая некоторое время остается связанной с молодой пластинкой, а затем отрывается.

Внешней дифференцировке и крупным размерам ламинарии соответствует сложность внутреннего строения.

На поперечном разрезе черешка (рис. 23, 1, 2) видны крупные слизевые ходы. Несколько поверхностных рядов клеток расположены особенно плотно и отличаются обилием хромофоров. Эта ассимиляционная и в то же время покровная ткань. Клетки, лежащие глубже, менее специализированы, но среди них проходят ситовидные трубки, которые лучше видны на продольном разрезе.

Во второй половине лета на поверхности листовой пластинки возникают, обычно группами, зооспорангии. При созревании зоо-спорангиев оболочки их вскрываются и зооспоры выходят в воду. Зооспоры, так же как у других водорослей, осуществляют функцию размножения и расселения. Останавливаясь и прорастая, они дают микроскопические нитчатые заростки, состоящие из небольшого количества клеток. Заростки двудомны: на одних образуются антеридии, производящие двужгутиковые сперматозоиды, на других - оогонии, продуцирующие по одной яйцеклетке.

Для развития заростков необходима пониженная температура, поэтому ламинария отсутствует в теплых морях и неудачны попытки культуры ее в искусственных условиях.

После созревания половых клеток происходит оплодотворение. Сперматозоиды выходят через ослизняющую оболочку антеридия; оболочка оогония также вскрывается на вершине, и яйцеклетка слегка выступает из оогония. Активно передвигаясь, сперматозоиды достигают яйцеклетки, и один из них сливается с ней; зигота покрывается оболочкой и, развиваясь, дает новое растение - ламинарию.

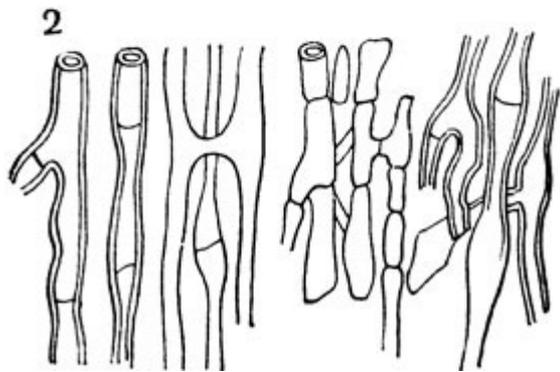
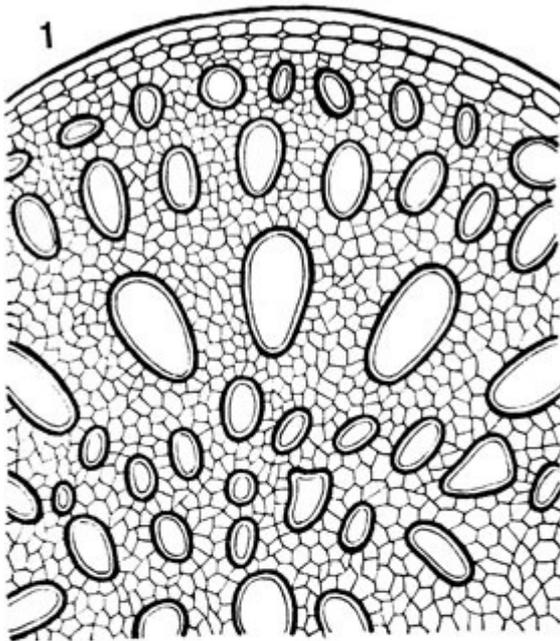


Рис. 23. Ламинария (*Laminaria*): 1 - поперечный разрез черешка; 2 - часть продольного разреза черешка; видны ветвистые ситовидные трубки

Растение ламинарии, дающее зооспоры, является спорофитом; заросток, образующий половые клетки, представляет гаметофит.

Таким образом, в жизненном цикле ламинарии происходит правильная смена, чередование поколений; спорофит, или бесполое поколение, является крупным растением, гаметофит же, или половое поколение, представлен микроскопическими заростками.

Ламинария находит разнообразное хозяйственное применение: ее используют как пищевое и кормовое растение, как зеленое удобрение; из нее получают альгиновую кислоту, иод и соли калия\*.

\* (В морской воде содержится 0,000005% иода. Ламинария в воздушно сухом виде содержит его 0,05%. )

Кроме ламинарии, к порядку относятся целый ряд других очень крупных водорослей, из них **макроцистис** (*Macrocystis*), **нереоцистис** (*Nereocystis*) и **лессония** (*Lessonia*) распространены по побережьям Тихого океана на глубине 10 - 20 м, образуя громадные подводные леса.

## Класс Циклоспоровые - Cyclosporeae

**Фукус** (*Fucus*) широко распространен в северных морях, где живет в прибрежной зоне, прикрепляясь к камням и образуя громадные заросли. Во время отлива фукус подвергается периодическому обнажению.

На практических занятиях знакомимся с внешним видом, строением и размножением фукуса.

Рассматривая гербарный или заспиртованный экземпляр фукуса, мы отмечаем, что слоевище фукуса плоское, ремневидное, повторно дихотомически ветвящееся. В основании находится подушкообразное расширение, которым фукус прикрепляется к камням. По средней линии идет слегка вздутая жилка. По бокам от нее расположены в большинстве случаев парные вздутия, заполненные воздухом, - это воздушные камеры. Они поддерживают фукус в вертикальном положении (рис. 24, 1).

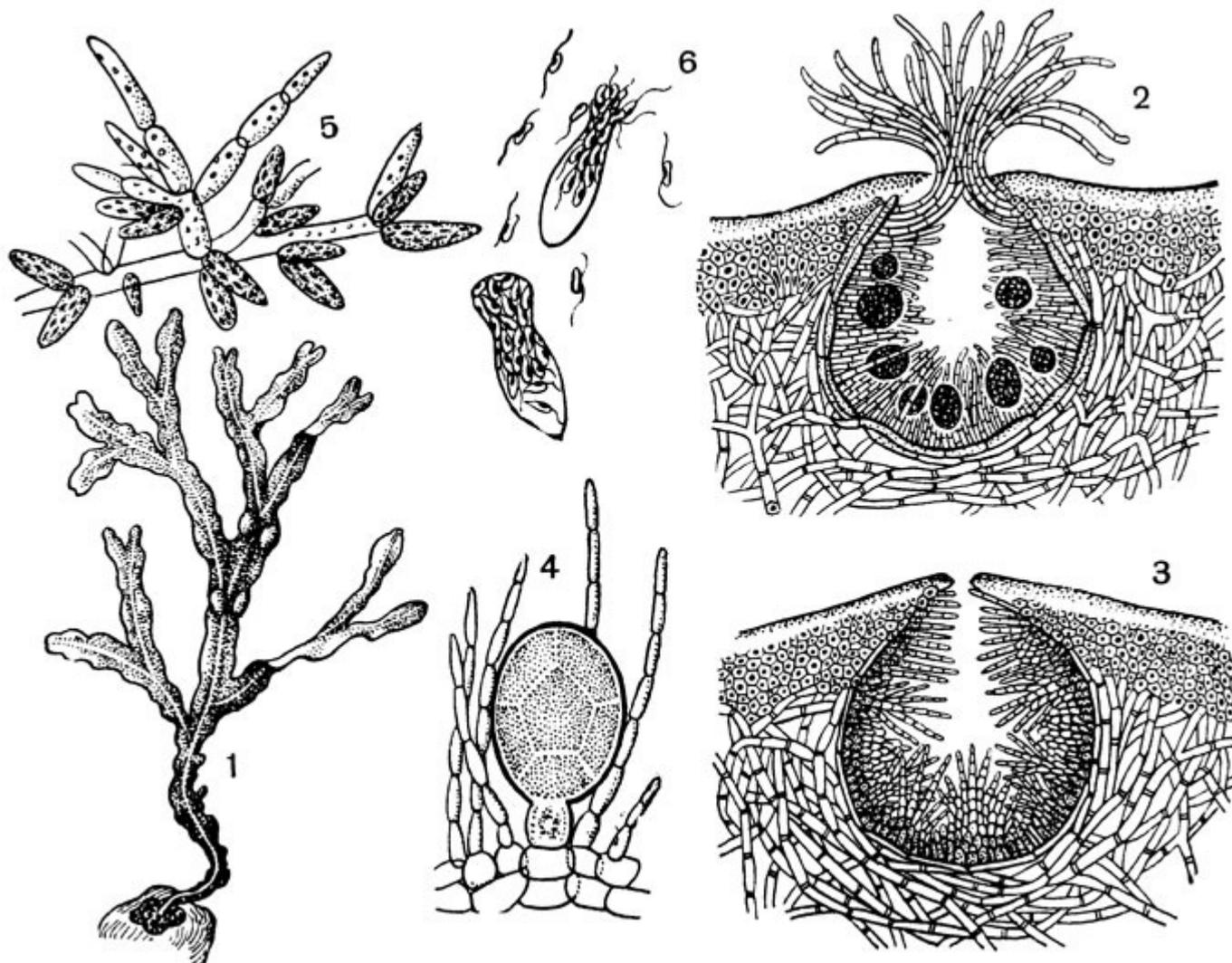


Рис. 24. Фукус (*Fucus*): 1 - внешний вид; 2 - разрез скафидия, содержащего оогонии и парафизы; 3 - то же с антеридиями; 4 - оогоний, сидящий на ножке, окруженный парафизами; 5 - группа антеридиев и парафиз; 6 - выход из антеридия сперматозоидов

При осмотре концов ветвей замечаем, что они различны по внешнему строению: одни вегетативные, имеющие такое же строение, как все слоевище, другие же вздутые и несущие погруженные в них округлые полости величиной с булавочную головку, называемые скафидиями. В каждой скафидии имеется отверстие, открывающееся на поверхность. Изготовив бритвой поперечный срез через верхушку, несущую скафидию, можно сделать временный препарат и рассмотреть его при малом увеличении.

Поверхностные слои плотные, окрашены в темно-бурый цвет, так как клетки их содержат большое количество хроматофоров. Глубже лежащие клетки имеют очень немного хроматофоров и соединены в рыхло переплетающиеся нити, между которыми много межклетных пространств.

Скафидии шарообразные. Если срез прошел через середину скафидии, то видно его выводное отверстие. Так как большинство видов фукуса раздельнополы и двудомны, приходится делать срезы скафидий с разных особей.

В мужском скафидии образуется громадное количество мелких овальных антеридиев (рассматриваем их при большом увеличении). Между антеридиями лежат многоклеточные нити с заостренными концами, выдающиеся иногда пучком из выводного отверстия скафидии; их называют парафизами (рис. 24, 3, 5).

В женском скафидии находится большое количество овальных оогониев, имеющих плотную бурю оболочку; они значительно крупнее, чем антеридии. Оогонии находятся на разных стадиях развития: одни из них только что заложились, другие вполне сформировались. Среди оогониев находятся парафизы знакомого нам строения (рис. 24, 2 и 4).

Процесс оплодотворения связан с отливом и приливом. Наружный слой оболочек оогония и антеридия разрывается и они выходят в полость скафидии, а затем через его выводное отверстие на поверхность; здесь внутренние слои оболочек оогония и антеридия вскрываются, яйцеклетки и сперматозоиды освобождаются. Вода, наступающая во время прилива, перемешивает массу яйцеклеток и сперматозоидов, в это время происходит процесс оплодотворения; зигота без периода покоя начинает делиться и образует новое растение.

Скопления антеридиев хорошо видны и без лупы, так как они окрашены в оранжево-желтый цвет; можно также заметить скопления оливково-бурых яйцеклеток.

Собранная во время отлива и смешанная слизь с мужских и женских растений, содержащая оогонии и антеридии, представляет прекрасный материал для наблюдения процесса оплодотворения.

Других способов размножения фукус не имеет.

Таким образом, простейшие бурые водоросли - нитчатые организмы, а у высших представителей таллом сложно расчленен.

Для бурых водорослей характерны две линии развития: одни из них обладают интеркалярным ростом, другие - верхушечным.

В развитии зеленых и бурых водорослей имеются одинаковые этапы эволюции. У простейших бурых, так же как у зеленых водорослей, изогамный половой процесс, промежуточные группы - гетерогамные организмы, у наиболее высокоорганизованных половой процесс оогамный.

## **Тип Багрянки, или Красные водоросли - Rhodophyta**

Характерным пигментом для этого типа водорослей является красный фикоэритрин; кроме него, красные водоросли содержат хлорофилл, каротин, ксантофилл и фикоциан. От различного количественного соотношения пигментов окраска красных водорослей варьирует от оливково-бурой до ярко-красной.

Красные водоросли всегда многоклеточны; в простейших случаях это нитчатые ветвистые организмы, чаще же - пластинчатые сложно расчлененные водоросли, внешне напоминающие высшие листостебельные растения.

Красные водоросли отличаются полным отсутствием жгутиковых стадий. Бесполое размножение происходит моноспорами, развивающимися по одной в моноспорангиях, или тетраспорами, образующимися по четыре в тетраспорангиях. Половой процесс, оогамный, мужские гаметы лишены подвижности. Красные водоросли - морские, иногда глубоководные организмы, представители лишь нескольких родов обитают в пресных водах.

Тип багряных водорослей делят на два класса: Bangiidae и Florideae.

### **Класс Флоридеи - Florideae**

**Батрахоспермум** (*Batrachospermum*) обитает в северных озерах, ручьях с торфяной водой. Это кустистая, обильно покрытая слизью водоросль высотой до 10-15 см, прикрепленная к погруженным корягам. Окраска водоросли оливково-бурая, так как она содержит мало красного пигмента - фикоэритрина. Слоевище состоит из главной оси и расположенных мутовками боковых ветвей (рис. 25, 1).

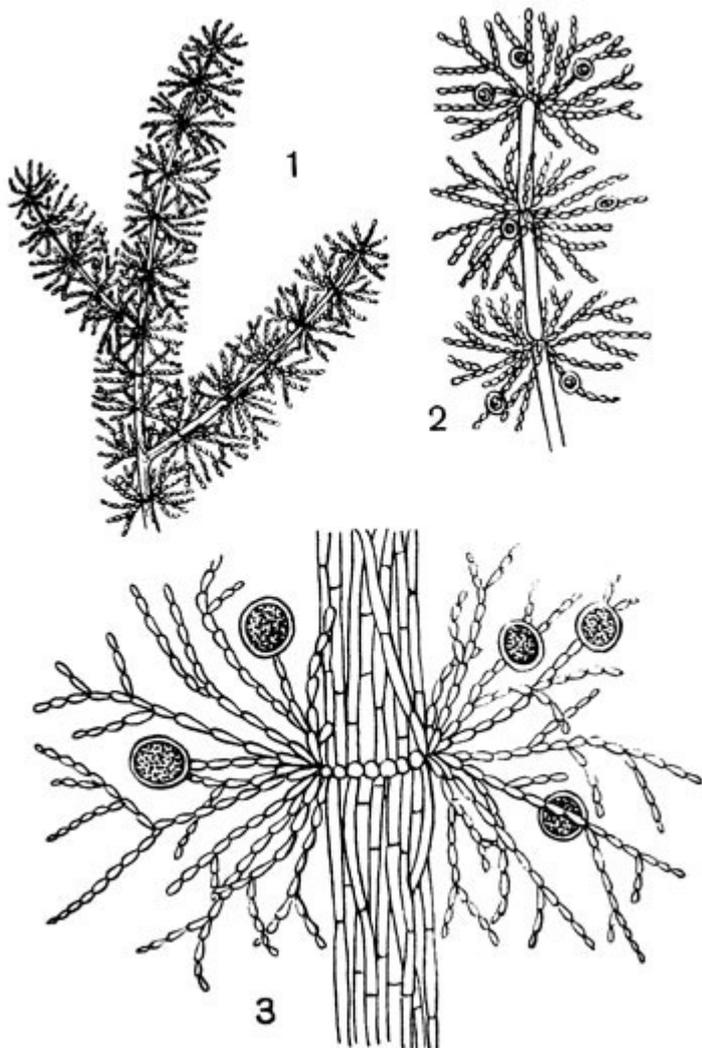


Рис. 25. Пресноводная багрянка батрахоспермум (*Batrachospermum*): 1 - внешний вид при небольшом увеличении; 2 - молодая веточка с моноспорангиями; 3 - более старый участок ветви при большом увеличении; всюду видны осевые клетки и клетки-ассимиляторы; на более старой веточке осевые клетки прикрыты клетками коры

При малом увеличении видна вершина ветви; клетки главной си здесь сравнительно коротки, а боковые ветви сближены, вследствие этого веточка несколько напоминает хвощ. Междоузлие состоит из одной крупной клетки, в узле находятся клетки паенхимного типа, дающие начало повторно ветвящимся боковым ветвям, несущим функцию ассимиляции. Клетки - ассимиляторы напоминают каплю, заостренной частью они обращены к нижележающим клеткам. Полость клетки-ассимилятора заполнена крупным хроматофором пластинчатой формы, маскирующим все содержимое клетки. Создается впечатление, что клетки-ассимиляторы соединены между собой, настолько массивен слизистый футляр, одевающий эти клетки (рис. 25, 2).

Продвинув препарат, можно видеть, что в более старых частях лавная ось имеет другое строение: осевая клетка покрыта

футляром из тонких, вытянутых в длину клеток коры, возникающих как однорядные, многоклеточные, нитевидные, свешивающиеся вниз выросты клеток узла (рис. 25, 3).

На ветвях-ассимиляторах образуются шарообразные органы бесполого размножения - моноспорангии, содержащие по одной моноспоре. При созревании оболочка

моноспорангия ослизняется, моноспора выходит в воду, переносится течением и, оседая, прорастает.

На том же растении развиваются органы полового размножения, которые также возникают на ассимиляторах. Женский половой орган - карпогон - имеет расширенное основание - брюшко, переходящее в широкий вырост - трихогину. В брюшке формируется одна яйцеклетка. Центр трихогины занят вакуолей с клеточным соком, по стенкам лежит слой цитоплазмы. Мужские половые клетки не имеют жгутиков и называются спермациями; они формируются по одному в шарообразном антеридии. Оболочка созревшего антеридия ослизняется, спермаций попадают в воду и разносятся ее течением. Спермаций, попавшие на трихогину, приклеиваются к ней, оболочка растворяется, а спермаций проникает в трихогину и спускается в брюшко, где сливается с яйцеклеткой. Зигота, делясь, преобразуется в цистокарпий, состоящий из тесной группы карпоспор.

**Церамийкрасный** (*Ceramium rubrum*) - водоросль, широко распространенная как в южных, так и в северных морях. У нас она встречается в большом количестве в прибрежной зоне Черного моря, прикрепляясь к камням и давая заросли. Водоросль эта имеет форму обильно ветвящихся кустиков, достигающих высоты 5 - 8 см.

Церамий как бы состоит из мельчайших бисеринок, соединенных между собой очень тонкой нитью.

Взяв небольшую веточку, изготовим препарат и рассмотрим его сначала при малом увеличении. Водоросль дихотомически ветвится, концы ветвей изгибаются навстречу друг другу и напоминают клещи. На ветвях и более старых частях имеются чередующиеся более темные (в естественном состоянии окрашенные в красный цвет) и более светлые места. Первые - клетки коры, вторые - осевые клетки, не покрытые корой. На молодых ветвях свободных от коры участков меньше, а на старых - больше (рис. 26, 1).

Для более детального знакомства со строением клеток рассмотрим препарат при большом увеличении.

Клетки коры, мелкие, угловатые или округлые, имеют массивные разбухающие оболочки, вследствие чего при беглом осмотре создается впечатление, что клетки разобщены. Каждая клетка содержит пластинчатый хроматофор, как у всех багрянок, без пиреноидов. Клетки коры очень часто являются инициальными для целых пучков боковых ветвей.

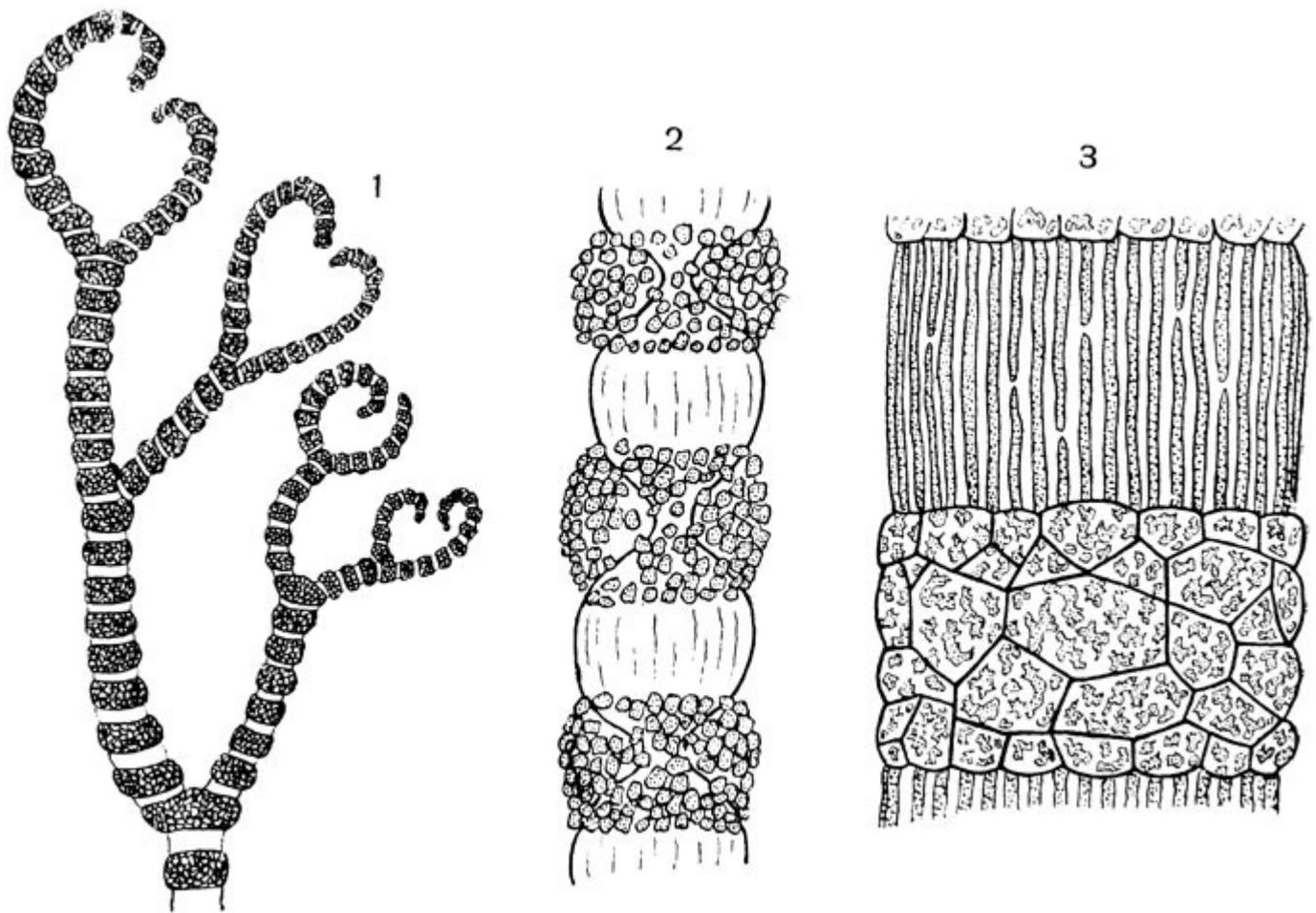


Рис. 26. Церамий красный (*Ceramium rubrum*): 1 - часть кустика при малом увеличении; 2 и 3 - участок нити при большом увеличении; видны клетки коры с хроматофорами и шарообразные осевые клетки

Чтобы увидеть форму осевых клеток, снимем с фиксированных растений церамия препаративными иглами кору. Клетки оси в более молодых частях шаровидные, в старых - несколько вытянутые в длину. Они содержат небольшие нитевидные хроматофоры, вследствие чего в естественном состоянии окрашены в бледно-розовый цвет. Соединяясь, осевые клетки напоминают систему сообщающихся узкими выростами шаров (рис. 26, 2 и 3).

Теперь нам следует поискать на верхушках ветвей цистокарпии. Они окружены обычно 4 - 5 веточками. Цистокарпий имеет овальную форму, оболочка его бесцветна, на вершине открыта. Внутри цистокарпия находятся ярко-красные карпоспоры.

По прорастании карпоспор возникают новые растения церамия, имеющие обычный облик. Но на этих растениях возникают только тетраспорангии, которые образуются в коре и расположены в один ряд. Тетраспоры, прорастая, дают половое поколение.

Таким образом, у церамия имеется чередование изоморфных поколений, как у ульвы и диктиоты.

Некоторые багряные водоросли имеют крупные размеры (не достигая, однако, гигантских размеров бурых водорослей) и сложную морфологическую дифференцировку слоевища.

Познакомимся с внешним обликом еще некоторых багрянок.

**Делессерия** (*Delesseria*) широко распространена в глубоководной зоне северных морей. Это кустистая водоросль, обильно покрытая крупными ланцетными "листьями", имеющими перистое жилкование.

**Птилота** (*Ptilota*) также кустистая форма. "Листья" птилоты рассечены на мелкие перистые доли.

Биологически своеобразны багряные водоросли, оболочки клеток которых пропитываются карбонатами кальция и отчасти магния, приобретая вследствие этого консистенцию камня.

К ним относится **литотамнион** (*Lithothamnion*), в начальных стадиях развития дающий плотные розовые корочки, обрастающие камни, раковины и другие подводные предметы. Позднее кверху от этих корочек поднимаются вертикальные ветви, очень напоминающие кораллы. Литотамнион обильно встречается в наших северных морях, где спускается иногда на глубину 80 - 90 м.

На примере делессерии, птилоты, порфиры и литотамниона мы познакомились с морфологическим разнообразием багряных водорослей.

Таким образом, простейшие представители багряных водорослей имеют нитчатое ветвистое строение, более же высокоорганизованные своим строением напоминают высшие листостебельные растения. Во внутренней организации багрянок наблюдается то большая, то меньшая дифференцировка.

## **Класс Бангии - *Bangieae***

**Порфира** (*Porphyra*) - очень красивая багряная водоросль, которая состоит из листовидной пластинки ярко-пурпурного цвета, сидящей на коротком черешке. Пластинка порфиры очень тонка и состоит из двух слоев клеток. Края ее волнисты, вследствие чего при гербаризации образуются складки. Средняя длина порфиры - 20 - 30 см.

В Японии и Китае порфира ценится как пищевое растение, иногда культивируемое. Распространена порфира как в северных, так и в южных морях, где живет в литоральной зоне.

Отсутствие подвижных стадий в жизненном цикле отличает багрянки от всех других водорослей. Правда, сине-зеленые водоросли также характеризуются отсутствием подвижных стадий и сходным набором пигментов, однако, находясь на низком уровне развития, они имеют комплекс архаических черт. Таким образом, если можно говорить о родственных связях между этими группами, то как об очень отдаленных.

## Тип Слизевика - Мухорphyta

Этот небольшой тип объединяет гетеротрофные организмы, отличительной особенностью которых является строение их вегетативного тела, представляющего собой голый протопласт, иногда достигающий нескольких десятков сантиметров в поперечнике и называемый плазмодием. Плазмодий способен к амёбовидному движению.

В оттогенезе слизевиков есть стадии образований покоящихся спор, одноядерных амёбидов и зооспор.

По особенностям питания слизевиков делят на сапрофиты и паразиты.

Познакомимся со слизевиками на примере паразитного слизевика *Plasmodiophora brassicae*.

**Плазмодиофора капустная** (*Plasmodiophora brassicae*) вызывает заболевание капусты, известное под названием капустной килы.

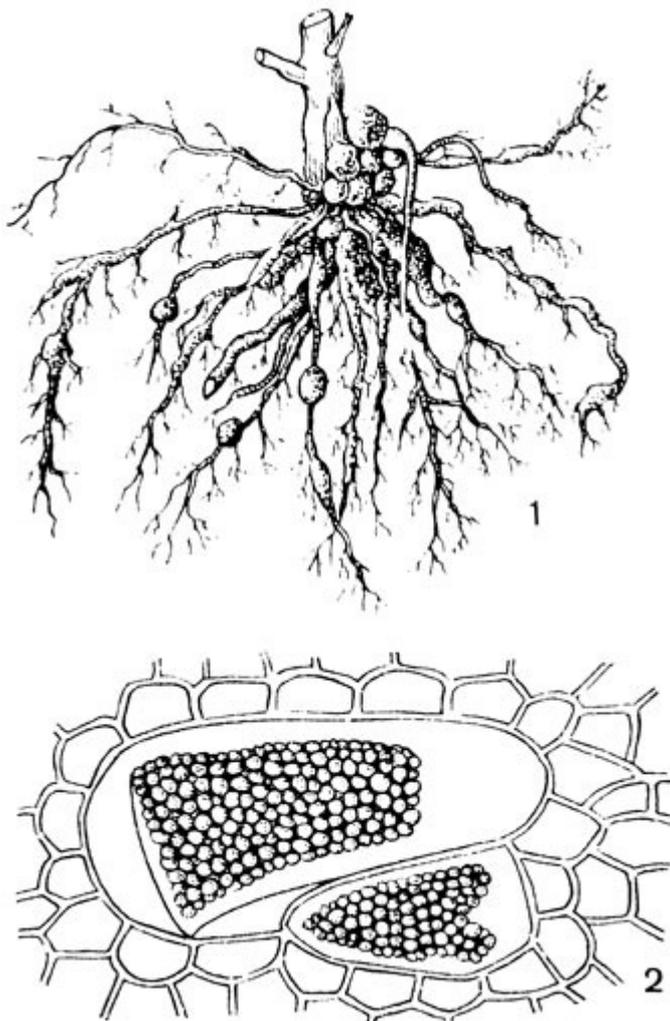


Рис. 27. Плазмодиофора капустная (*Plasmodiophora brassicae*): 1 - пораженный корень капусты; 2 - часть ткани пораженного корня; здоровые клетки мелкие, прозрачные, пораженные - большие, заполнены спорами

Во второй половине лета в поле легко узнать пораженные растения, так как они не образуют кочана. Корни этих растений болезненно гипертрофированы (рис. 27, 1).

Изготовив срез пораженного корня, рассмотрим его при малом увеличении. Отметим, что среди мелких прозрачных клеток коры корня находятся крупные клетки, расположенные группами. Полости этих клеток заполнены протопластом паразита. Большие размеры пораженных клеток и их групповое расположение свидетельствуют о том, что паразит вначале стимулирует разрастание и деление клеток этой ткани.

Переведя микроскоп на большое увеличение, следует определить стадию, в которой находится паразит. Если корни капусты для фиксации взяты в первую половину лета, когда поражение не всегда легко заметить, то в клетках будут видны плазмодии. Если материал зафиксирован в конце лета, то слизевик находится в стадии спор, густо заполняющих всю полость клетки (рис. 27, 2).

Споры перезимовывают, а следующей весной ткани корня разрушаются, и споры попадают в почву. Здесь они прорастают, образуя миксамебы (или, по другим данным, зооспоры). Миксамебы копулируют попарно, после чего внедряются в молодые растения капусты через корневые волоски и проникают в клетки коры, где питаются за счет растения-хозяина. Здесь они размножаются, а позднее, сливаясь, образуют плазмодий.

Главным способом борьбы с паразитами является плодосмен, основанный на биологической особенности паразита развиваться только на капусте или на других близких крестоцветных. При плодосмене развившиеся в почве миксамебы гибнут, не находя растения-хозяина. Второй способ борьбы - известкование почвы: внося известь, мы создаем условия, не подходящие для развития плазмодиофоры.

Большинство представителей типа слизевиков - сапрофиты, живущие на растительных остатках. Познакомимся с некоторыми слизевиками.

**Ликогала** (*Lycogala*) отличается оранжево-красным плазмодием, живет в мертвой, влажной, гниющей древесине. Спорангии образуются на древесине группами в июне и позднее. Они обратно-грушевидны, окрашены в кирпично-красный цвет и достигают до 1 см в поперечнике. Вначале спорангии покрыты мягкой оболочкой, при высушивании делающейся твердой и хрупкой.

**Трихия** (*Trichia*) имеет спорангии чашевидной формы, в которых находятся округлые споры и капиллиций нитевидной формы, имеющий спиральные утолщения на стенках. Живет трихия также на мертвой древесине.

Происхождение слизевиков неясно. Полагают, что они берут начало от каких-то первичных жгутиковых, непосредственные связи с которыми у них утрачены.

## **Тип Грибы - Fungi**

Этот большой тип гетеротрофных организмов отличается строением вегетативного тела, называемого мицелием и состоящего из системы разветвленных нитей - гиф. Такое строение обеспечивает полный контакт с окружающей средой, что очень важно, так как поглощение питательных веществ происходит всей поверхностью мицелия.

Мицелий имеет вид легкого паутинистого налета или образует объемистые ватообразные скопления. Иногда он может сплетаться в ложную ткань - плектенхиму или давать длинные шнуrowидные образования, называемые ризоморфами.

У простейших грибов мицелий неклеточный, у большинства грибов он многоклеточный.

Оболочка клеток у низших представителей состоит из пектиновых веществ, иногда из целлюлозы, у высших грибов - из углеводов с примесью азотистых веществ, близких к хитину насекомых.

Протопласт клетки не содержит пластид, у простейших грибов он многоядерен, у более высокоорганизованных содержит одно ядро или два, расположенных парой и называемых дикарионом. Во взрослой клетке находится одна или несколько вакуолей. Цитоплазма в клетке образует постенный слой и тяжи. Запасными питательными продуктами являются жиры, полисахарид гликоген, волютин.

По характеру питания грибы делят на две группы: одни из них - сапрофиты - поглощают мертвые органические вещества, другие - паразиты - живут за счет живых существ, главным образом растений.

Многие грибы вступают в симбиотическую связь с другими организмами. Такова связь мицелия грибов с корнями высших растений, получившая название микоризы. Нередко грибы вступают в симбиоз с водорослями, в результате чего возникают комплексные организмы - лишайники.

Размножение грибов отличается большим разнообразием. Вегетативное размножение происходит частями мицелия. Бесполое размножение осуществляется спорами и достигает очень большого разнообразия. Имеются случаи, когда в цикле развития гриба встречается до четырех различных спороношений. Споры возникают внутри спорангиев - эндогенно или на поверхности гиф - экзогенно.

Эндогенные споры называют обычно спорангиоспоры, экзогенные - конидии.

Половой процесс у низших грибов всегда хорошо выражен, и его легко наблюдать. У высших грибов он часто завуалирован, иногда упрощен. Обычно в результате полового процесса развиваются многочисленные органы полового спороношения.

Тип грибов объединяет искусственную группу, так называемые Несовершенные грибы - *Fungi imperfecta*, и четыре класса:

Первичные грибы, или Архимецеты, - *Archimycetes*;

Грибы-водоросли, или Фикомицеты, - *Phycomycetes*;

Сумчатые грибы, или Аскомицеты, - *Ascomycetes*;

Базидиальные грибы, или Базидиомицеты, - *Basidiomycetes*.

## Класс Первичные грибы, или Архимидеты - Archimycetes

Представители класса или совсем не имеют мицелия, или имеют зачаточный мицелий. Бесполое размножение происходит одно-жгутиковыми зооспорами.

Для знакомства с первичными грибами рассмотрим **ольпидиум** (*Olpidium brassicae*), паразитирующий в клетках корневой шейки капустной рассады и вызывающий ее болезнь, называемую "черной ножкой".

Чтобы выяснить характер заболевания, осмотрим капустную рассаду, пораженную "черной ножкой". У больного растения корневая шейка черноватая, а поверхность ее морщинистая; вследствие отмирания тканей сама корневая шейка сделалась тоньше.

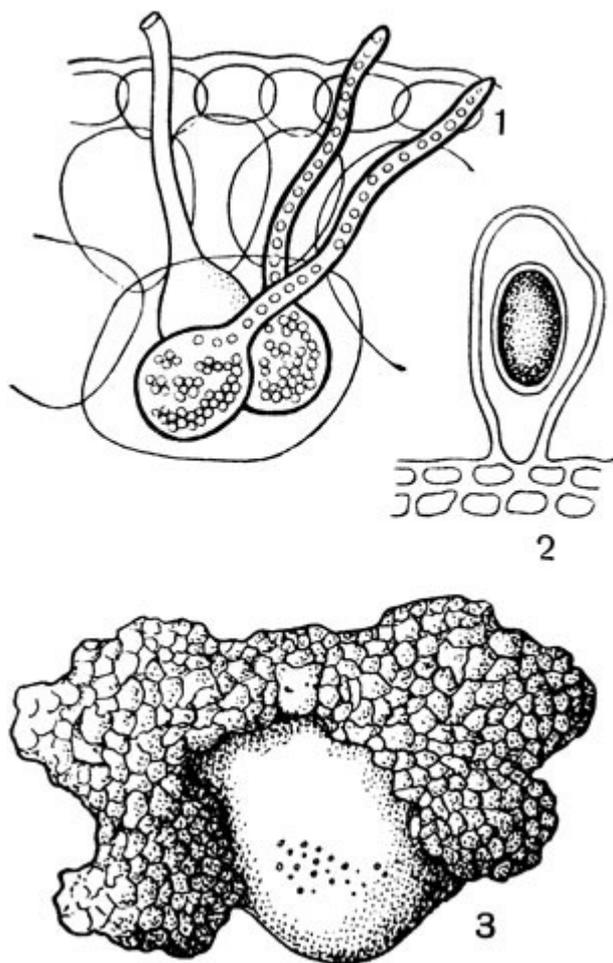


Рис. 28. Первичные грибы (Archimycetes): 1 - ольпидиум (*Olpidium*); виден зооспорангий в клетках коры корневой шейки капусты; 2 - циста синхитриума (*Synchytrium*); 3 - рак клубня картофеля (*Synchytrium endobioticum*)

Приготовим бритвой серию срезов, рассмотрим лучший из них в микроскоп. В клетках, лежащих под эпидермисом, обнаруживаем цитоплазматические тела паразитов и их шарообразные зооспороангии, несущие по одному трубковидному отростку, выходящему наружу (рис. 28, 1). Через этот отросток формирующиеся зооспоры выходят наружу и, попав во влажную почву, передвигаются, а затем останавливаются на поверхности других молодых растений капусты, покрываются оболочкой и переливают свое содержимое в эпидермальные клетки. В неблагоприятное время ольпидиум образует покоящиеся цисты, покрывающиеся плотными оболочками.

Ольпидиум - парниковый паразит, обильно развивающийся при избыточном увлажнении.

В связи с этим основной мерой не только борьбы с паразитом, но и профилактики его является поддержка парников в умеренно влажном состоянии.

### **Класс Грибы-водоросли, или Фикомицеты - *Phycomycetes***

Представители этого класса характеризуются хорошо развитым неклеточным мицелием и четко выраженным половым процессом. По форме полового процесса класс делят на два порядка: оомицеты (*Oomycetales*) (половой процесс оогамный) и зигомицеты (*Zygomycetales*) (половой процесс зигогамный).

#### **Порядок Оомицеты - *Oomycetales***

**Сапролегния** (*Saprolegnia*) - гриб, обитающий в воде, пит, ся главным образом сапрофитно, но иногда паразитирует на рыбах, икре и рыбьей молоди.

В лаборатории можно развести сапролегнию летом в прудовой воде, бросив в нее нескольких мух, кусочек свежего мяса или муравьиные яйца. Культура ведется в небольших аквариумах с нетолстым слоем воды на свету. Через несколько дней на поверхности субстрата появляется белый, постепенно разрастающийся налет.

Просматривая в поле зрения микроскопа стадии развития гриба, следует зафиксировать материал для зимних занятий: а) с зооспорангиями; б) с органами полового воспроизведения.

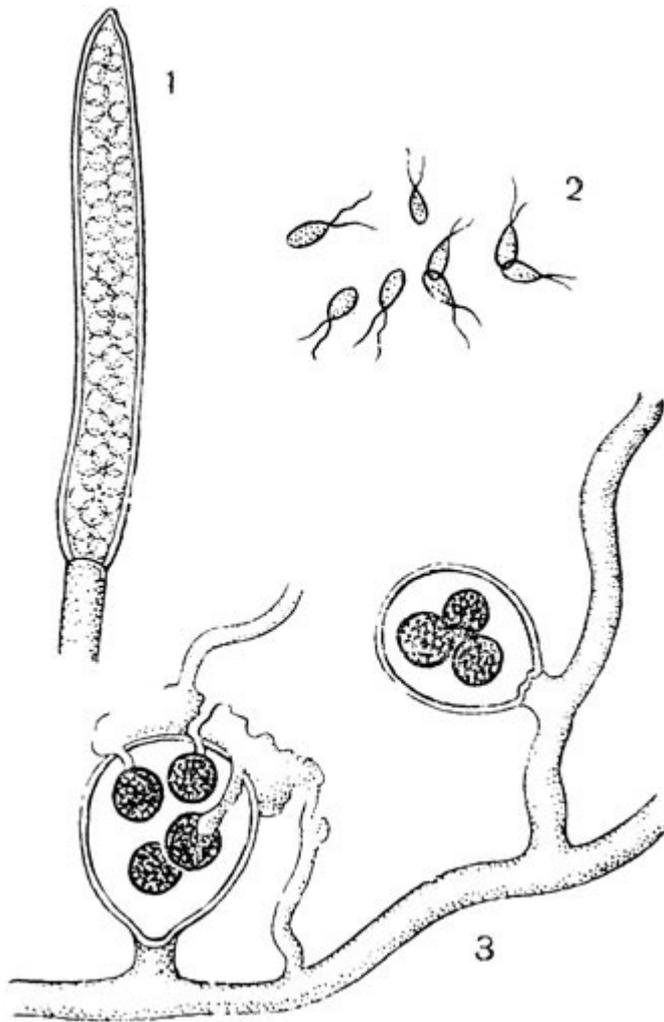


Рис. 29. Сапролегния (*Saprolegnia*): 1 - зооспорангий на конце гифы; 2 - зооспоры 3 - часть гифы с оогониями и антеридием; в оогонии видны яйцеклетки

Взяв препаровальной иглой небольшое количество материала от первой фиксации или живой сапролегнии в стадии бесполого размножения, расправим его в капле воды на предметном стекле и рассмотрим при малом увеличении. Гриб состоит из слабо ветвящихся бесцветных гиф, не имеющих перегородок. Оболочки их тонкие, цитоплазма зернистая. Ядра, которых множество, без окраски не видны. В поле зрения обычно попадает несколько длиннотелых цилиндрических зооспорангиев, возникших из концов гиф. Зооспорангий отделен от произведшей его гифы поперечной перегородкой, диаметр его несколько больше диаметра гиф. Содержимое зооспорангия может быть густым гомогенным или уже поделенным на отдельные участки, которые в более поздней стадии преобразуются в двужгутиковые зооспоры, выходящие из зооспорангия. Зооспоры можно наблюдать в живом материале при большом увеличении. Зооспоры плавают, затем останавливаются, теряют жгутики и, прорастая, дают новые особи (рис. 29, 1 и 2).

Размножение зооспорами продолжается до истощения питательного субстрата или до другого изменения среды в неблагоприятную сторону, когда сапролегния переходит к половому воспроизведению. Изготовим таким же способом препарат из материала, зафиксированного в стадии полового воспроизведения. При малом увеличении в поле зрения видно большое количество довольно крупных шарообразных оогониев, содержащих темные яйцеклетки.

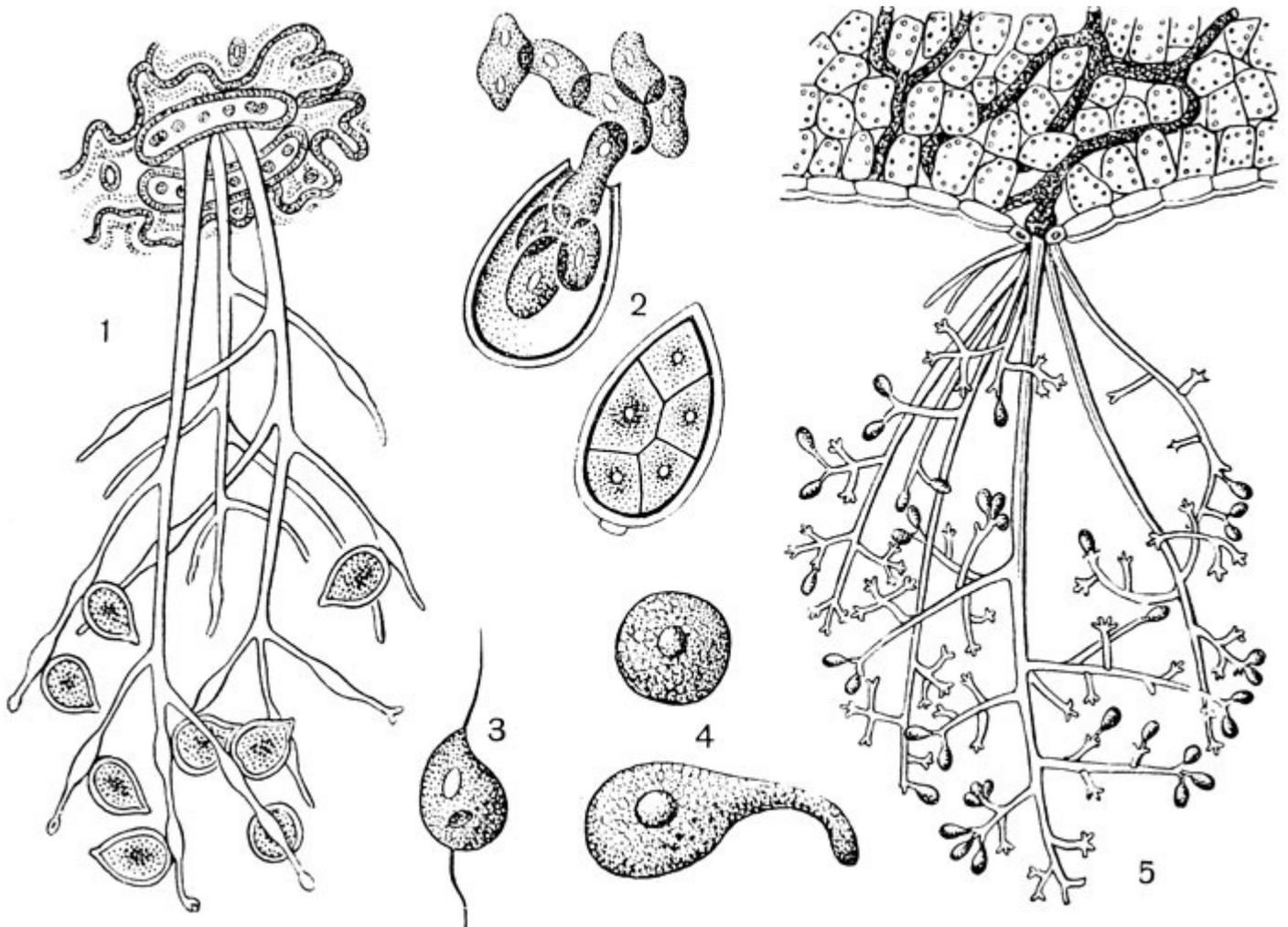


Рис. 30. Фитофтора (*Phytophthora*) и плазмопара (*Plasmopara*): 1 - конидиеносцы с конидиями, вышедшие через устьица; 2 - зооспорангий; 3 - зооспора; 4 - прорастание зооспор; 5 - спорангиеносцы плазмопары виноградной (*Plasmopara viticola*), выходящие через устьице листа

Рассматривая препарат при большом увеличении, следует поискать оогонии в разных стадиях их развития: головчатое вздутие боковой гифы с густым плазменным содержимым, заполняющим всю клетку, оогоний со сформировавшимися яйцеклетками, оогоний с ооспорами. Отметим, что оогоний, представляющий собой шарообразный боковой вырост, в основании отделен поперечной перегородкой от несущей его гифы. Оболочка оогония довольно толстая, в ней есть более тонкие места - поры.

Антеридии, образуемые как выросты боковых ветвей, бесцветны. Они растут по направлению к оогониям, плотно примыкают к ним и через поры переливают свое содержимое, затем спадают и исчезают (рис. 29, 3). Поэтому их надо искать около оогониев с только что возникшими яйцеклетками, тогда как близ оогониев с ооспорами, обладающими толстыми двуконтурными оболочками, их никогда не бывает.

К порядку оомицетов принадлежит также гриб, причиняющий большой вред в хозяйстве, называемый картофельным грибом или **фитофторой** (*Phytophthora infestans*).

Картофельный грибок поражает листья и клубни картофеля, вызывая отмирание их тканей. Гриб широко распространяется во влажное лето. Пораженные листья покрываются бурыми пятнами, делаются морщинистыми, края их заворачиваются (рис.

30, 1). Преждевременное отмирание листьев приводит к значительному снижению урожая. Во влажный период на нижней поверхности листа по краям бурых пятен можно видеть белый пушок, представляющий органы спороношения гриба, называемые конидиеносцами.

Микроскопические препараты можно изготовить двумя способами: а) сделать поперечный срез пораженного листа; б) соскоблить препаровальной иглой налет с нижней поверхности его.

В препарате, изготовленном вторым способом, видны конидие-носцы и обрывки листа с многочисленными волосками на его эпидермисе. Конидиеносцы по значительно меньшему диаметру и ветвистости легко отличить от волосков, покрывающих лист картофеля. На разветвлениях конидиеносца видны эллиптические конидии, напоминающие миниатюрные лимончики (однако большая часть их отваливается при изготовлении препарата). На других ветвях заметны вздутия различных размеров, представляющие различные стадии образования конидий (рис. 30, 1).

Зрелая конидия имеет плотную оболочку, внутреннее содержимое ее зернисто. В природных условиях после созревания конидия отрывается от производящего ее конидиеносца и ветром или дождевыми брызгами переносится на другое растение.

Дальнейшее развитие конидий зависит от погоды. Во время дождя конидия, попадая в каплю воды, превращается в зооспорангий. Содержимое его делится на несколько участков; оболочка зооспорангия ослизняется, и зооспоры выходят в воду (рис. 30, 2). Они напоминают зооспоры эктокарпуса, но не имеют пигментов. Поплавав, зооспора теряет жгутики и, прорастая, дает мицелиарную трубочку, которая проникает через устьице внутрь листа (рис. 30, 3, 4). Таким образом, зооспора осуществляет не только размножение, но и расселение фитопфторы. В сухое время конидия прорастает, как одна спора.

Если срез листа достаточно тонок, следует поискать в нем гифы гриба. Они идут по межклетникам, в клетки отходят присоски, или гаустории, которые всасывают из клеток питательные вещества и разрушают их. Зимует гриб в почве и в клубнях.

Разрушая лист, гриб приводит к снижению урожая. В числе мер борьбы основными являются плодосмен, отбор посевного материала, культура фитопфтороустойчивых сортов, скашивание ботвы и удаление ее с поля за неделю до уборки картофеля, просушка клубней и некоторые другие.

К занятиям заготавливается гербарий пораженных листьев и спиртовой материал.

**Плазмодара (Plasmopara).** Наиболее вредный вид *P. viticola* - паразит, вызывающий болезнь виноградной лозы - мильдю. Плазмодара поражает молодые побеги, ягоды и листья. Гриб так же как фитопфтора, является эндопаразитом, живущим в межклетниках. На листьях появляются сначала желтые, просвечивающиеся (как бы маслянистые) пятна. На нижней стороне листьев во влажное время возникает белый плесневой налет - спорангиеносцы, выходящие из устьиц пучками (рис. 30, 5). Позднее пятна

буреют и засыхают, листья отваливаются. В конце лета гриб образует в тканях листа ооспоры. Основная мера борьбы - уборка пораженных листьев; во время вегетации производится опрыскивание растений винограда бордосской жидкостью.

Техника приготовления препаратов при знакомстве с плазмо-парой такова же, как при изучении фитофторы.

### **Порядок Зигомицеты - Zygomycetales**

В цикле развития зигомицетов есть стадия слияния содержимого двух клеток, недифференцированных, как гаметы. Такой половой процесс называется зигогамией.

Познакомимся с онтогенезом зигомицетов на примере муко́ра.

**Муко́р** (Mucor), известный также под названием белой плесени, - сапрофитный гриб, живущий во влажных условиях. Муко́р широко распространен в природе как деятельный компонент почвенной микрофлоры. В сырых теплых помещениях муко́р обычно развивается вместе с сизой плесенью. Он вызывает порчу пищевых продуктов, кожи и др.

В лаборатории муко́р можно вырастить на хлебе или на овощах во влажной камере. Для этого обертывают фильтровальной бумагой чашку Петри и кладут ее дном кверху в кристаллизатор или простоквашницу, на дно которых наливается вода. На чашку Петри кладут кусок хлеба или вареных овощей и засевают спорами. Посев производят, нанося споры препаровальной иглой. Затем кристаллизатор покрывают стеклом и ставят в термостат, где выдерживают при температуре +23 - 27° С. Через два-три дня на поверхности питательной среды появится белый пушок, позднее обильно разрастающийся. В это время гриб находится в стадии вегетации. Еще через день-два на концах гиф появляются черные головки величиной менее булавочной. В это время материал готов для занятий.

Кроме того, полезно произвести посев спор гриба для знакомства со строением мицелия. Для этого варится питательная среда (не более 10 г) следующего состава: 5% сахара, 0,5% агар-агара (или желатины), 94,5% воды. Капля питательной среды наносится на покровное стекло, и, когда она окончательно остынет, на нее высевают споры муко́ра. При этом надо стремиться к тому, чтобы в каплю попали буквально одна-две споры. Затем покровное стекло с каплей опрокидывается на стеклянное кольцо, помещенное на предметное стекло, в центре которого имеется углубление. В это углубление наливается капля воды. Таким образом, споры помещены во влажной камере на питательной среде. После этого камеры ставят в термостат, а через день-два проросшие споры дают обильно ветвящийся мицелий, позднее - и спорангии гриба. Наблюдения за развитием гриба ведут прямо в висячей капле. Такой способ культуры удобен потому, что дает возможность знакомиться с грибом, не испорченным переносом с питательной среды на предметное стекло (рис. 31, 1).

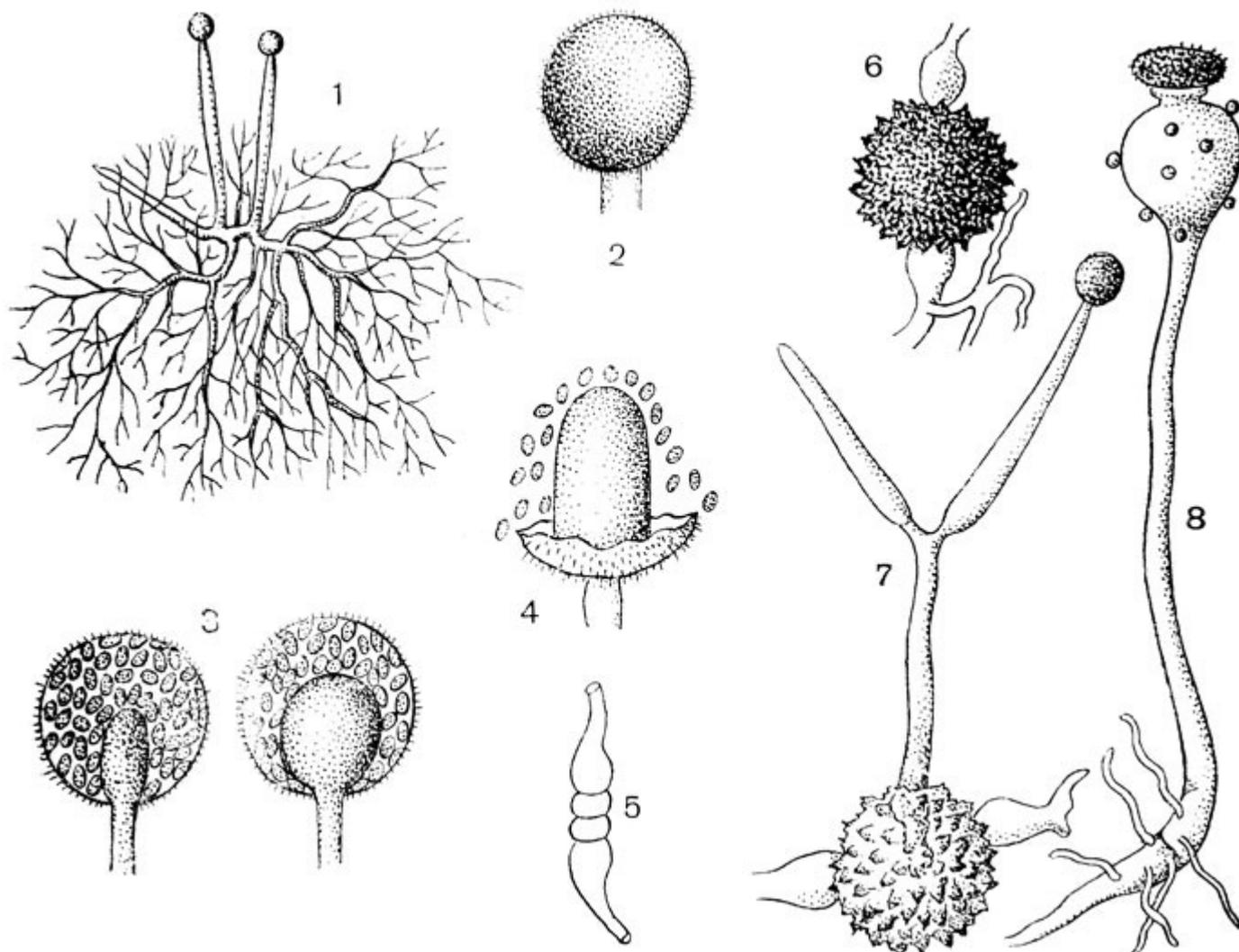


Рис. 31. Зигомицеты (*Zygomycetales*): 1 - ветвистый мицелий муко́ра (Мисо́г) с двумя спорангиями, сидящими на спорангиеносцах 2 - внешний вид спорангия; 3 - внутреннее строение спорангиев двух видов муко́ра, различающихся формой колонки; 4 - лопнувший спорангий; 5 - одна из стадий зигогамии; 6 - зигоспора на суспензорах; 7 - проросшая зигоспора с зародышевым мицелием и спорангием; 8 - спорангий пилоболуса (*Pilobolus*) на спорангиеносце, покрытом капельками воды

Рассматривая при малом увеличении выросший в висючей капле мицелий, следует обратить внимание на то, что он обильно ветвится и конечные гифы его очень тонки. Мицелий муко́ра дает наглядное представление о величине всасывающей поверхности грибов. В естественном состоянии мицелий пронизывает весь субстрат, в котором он растет, и находится в полном контакте с окружающей питательной средой.

Переведя микроскоп на большое увеличение, рассмотрим строение мицелия. В нем мы не находим поперечных перегородок, гриб представляет как бы одну чрезвычайно большую клетку, напоминающую строение сифоновых водорослей. В гифах рассматриваем бесцветную зернистую цитоплазму и более или менее крупные вакуоли.

Возьмем небольшое количество направленных кверху окончаний гиф с черными головками, положим на сухое предметное стекло и, не покрывая покровным стеклом, рассмотрим при малом увеличении. В отраженном свете спорангии будут видны как объемные тела черного цвета. Несущая спорангий гифа - спорангиеносец - выполняет роль подставки, вынося спорангий на некоторую высоту над мицелием, что увеличивает радиус распространения спор.

Капнем водой на поверхность препарата и продолжим наблюдение. Оболочка спорангия, содержащая кристаллы щавелевокислого кальция, расплывается, и препарат заполняется множеством мелких спор. Внутри спорангия обнаруживается колонка - утолщенный вырост спорангиеносца; форма и размеры колонки постоянны у определенных видов (рис. 31, 2, 3, 4).

Половой процесс происходит при истощении питательного субстрата. Гифы двух организмов (+ и -) растут по направлению друг к другу и, наконец, соприкасаются. Концы их вздуваются и отделяются поперечной перегородкой от всего мицелия. В месте соприкосновения оболочка растворяется, и содержимое, сливаясь, образует зигоспору, покрывающуюся плотной шиповатой экзиной. Зигоспора остается связанной со вздутыми окончаниями гиф, называемыми суспензорамй.

Полезно иметь в лаборатории готовые препараты зигоспор (рис. 31, 5 и 6).

Зигоспора переносит период покоя, а при наступлении благоприятных условий прорастает, образуя зародышевый мицелий, на котором формируется зародышевый спорангий. Из возникших в зародышевом спорангии спор вырастает мощный мицелий (рис. 31, 7).

**Пилоболус (Pilobolus)** с наиболее распространенным видом - **пилоболусом кристаллическим** (рис. 31, 8) культивируют на конском навозе. Для этого на цветочный поддонник насыпают песок, который все время поддерживают во влажном состоянии. На песок кладут конский навоз и культуру покрывают стеклянным колпаком, внутреннюю поверхность которого выстилают черной бумагой с небольшим окошечком на высоте 5 - 10 см. Пилоболус выращивают в термостате при температуре 23 - 27° С.

Развивающийся мицелий пронизывает навоз, позднее появляются спорангиеносцы, обладающие ярко выраженным положительным фототропизмом и тянущиеся к окошечку.

Рассматривая спорангии на сухом стекле при малом увеличении, отметим следующие особенности: крупные размеры спорангиеносца, вздутого шарообразно на вершине и покрытого блестящими капельками воды (отсюда его видовое название - пилоболус кристаллический (*Pilobolus cristallinus*)); движение цитоплазмы в спорангиеносце; сплюснутый черный спорангий, находящийся на вершине спорангиеносца.

При созревании тургорное давление в спорангиеносце возрастает, он вскрывается в верхней части и отбрасывает спорангий, пролетающий иногда расстояние до 1 м. Споры из спорангия освобождаются, после того как оболочка спорангия, высохнув, лопнет.

Желающие могут самостоятельно познакомиться еще с одним грибом из порядка зигомицетов, носящим название **эмпуза (Empusa muscae)**. Гриб этот паразитирует на мухах и вызывает их смерть.

Особенно сильно гриб развивается в осеннее время, когда на оконных стеклах (здесь особенно заметно) можно видеть мертвых мух, покрытых и окруженных белым налетом конидиального спороношения гриба.

## **Класс Сумчатые грибы, или Аскомицеты - Ascomycetes**

Сумчатые грибы отличаются от остальных грибов тем, что в цикле их развития есть стадия образования сумок, или аск, перед возникновением которых происходит половой процесс. У громадного большинства аскомицетов сумки образуются в особых плодовых телах, и только у простейших представителей сумки свободно лежат на поверхности мицелия.

Плодовые тела сумчатых грибов бывают трех типов: совершенно закрытые (часто шарообразной формы) - клейстокарпии, полуоткрытые (на вершине которых есть узкое выводное отверстие) - перитеции и открытые (часто дисковидной формы) - апотеции.

Сумки в клейстокарпиях образуются по одной или в небольшом количестве; они освобождаются лишь при разрушении плодового тела. В перитециях образуется большое количество сумок, из которых происходит активное разбрасывание спор. При этом зрелые сумки выступают в отверстие перитеция, вскрываются здесь, и споры под влиянием тургора выбрасываются. Таким образом, рассеивание спор из перитеция происходит активно и из разных сумок последовательными этапами. Наконец, в апотеции производится неизмеримо большее их количество. Процесс развития сумок растянут во времени; на месте сумок, выбросивших споры, из нижних слоев вырастают другие. Следовательно, энергия размножения особенно велика у сумчатых грибов, имеющих плодовые тела типа апотеция.

У большинства сумчатых грибов в сумках образуется восемь спор.

Кроме аскоспор, у сумчатых грибов имеются другие разнообразные способы размножения; из них на первое место следует поставить размножение при помощи последовательно отчлениющихся от концов гиф конидий. Мицелий сумчатых грибов многоклеточен.

Сумчатые грибы размножаются также вегетативно, частью мицелия.

Класс сумчатых грибов делится на два подкласса: Голосумчатые - Gymnoasci (грибы, у которых плодовые тела отсутствуют) и Плодосумчатые - Carpoasci (грибы, имеющие плодовые тела).

В классе сумчатых грибов рассмотрим семь порядков.

Порядок Первичносумчатые - Protascales. Мицелий часто не развит; сумки возникают из вегетативных клеток; сапрофиты.

Порядок Экзоасковые - Eχοascales. Сумки образуются прямо "а мицелии, располагаясь слоем; паразиты.

Порядок Плектасковые - Plectascales. Имеют плодовые тела - клейстокарпии; сумки возникают в беспорядке; главным образом сапрофиты.

Порядок Периспориевые, или Мучнисторосные,- *Petisporiales*. Плодовые тела - клейстокарпии; сумки одиночные или расположены пучком; паразиты.

Порядок Пиреномицеты - *Pyrenomycetales*. Плодовые тела - перитеции; сумки расположены пучком; паразиты и сапрофиты.

Порядок Дискомицеты - *Discomycetales*. Плодовые тела - апотеции; сумки расположены на их верхней поверхности слоем, называемым гимениальным; сапрофиты и паразиты.

Порядок Трюфелевые - *Tuberales*. Плодовые тела развиваются под землей; они закладываются как апотеции, но затем вследствие условий роста делаются закрытыми; сумки расположены внутри щелевидных полостей; почвенные сапрофиты.

### Подкласс Голосумчатые - *Gymnoasci*

#### Порядок Первичносумчатые - *Protascales*

**Дрожжи** (*Saccharomyces*). Рассмотрим хлебные дрожжи (*S. cerevisiae*) и винные дрожжи (*S. ellipsoideus*), которые обычно находятся в культуре вместе и продаются под названием хлебных дрожжей.

За час-два до занятий в теплую воду кладут небольшое количество сахара и маленький кусочек дрожжей. Культуру ставят в теплое место. Через короткое время начинается процесс брожения - наш материал превращается в мутную пенящуюся жидкость: дрожжи разлагают сахар, выделяя углекислый газ и спирт. Освободившаяся при этом энергия идет на осуществление жизненных процессов.

Каплю этой жидкости возьмем на предметное стекло и рассмотрим при большом увеличении микроскопа. В поле зрения находятся дрожжевые клетки двух типов (рис. 32). Одни из них имеют округло-эллипсоидную форму - это хлебные дрожжи, другие клетки более узкие и вытянутые - это винные дрожжи. В поле зрения видны ветвистые колонии и отдельные клетки. Дрожжи размножаются почкованием. Однако в поле зрения мы не найдем больших колоний: клетки, их составляющие, очень легко разъединяются. Наиболее молодыми являются клетки, находящиеся на вершинах колоний; клетка, лежащая в основании, является инициальной. На вершинах колонии можно отыскать только что возникшие и еще неотшнуровавшиеся почки.

Познакомимся со строением клетки. Найдем вакуоли; при благоприятных условиях среды они имеют большие размеры и лежат в центре клетки; цитоплазма прижата к оболочке и окружает вакуолю кольцом. Вакуоля в зависимости от положения микрометрического винта кажется то темной, то блестящей. Если микроскоп

даст значительное увеличение, в протоплазме можно заметить зерна запасного вещества. Способность дрожжей вызывать спиртовое брожение используется в пивоварении, виноделии, а также в хлебопечении. Процесс накопления этилового спирта не идет далее 14° крепости; спирт, накапливающийся в большом количестве, подавляет жизнедеятельность дрожжей.

В природе дрожжи можно найти в соке растений, нектаре цветков, например настурции, на поверхности сладких сочных плодов, если они повреждены.

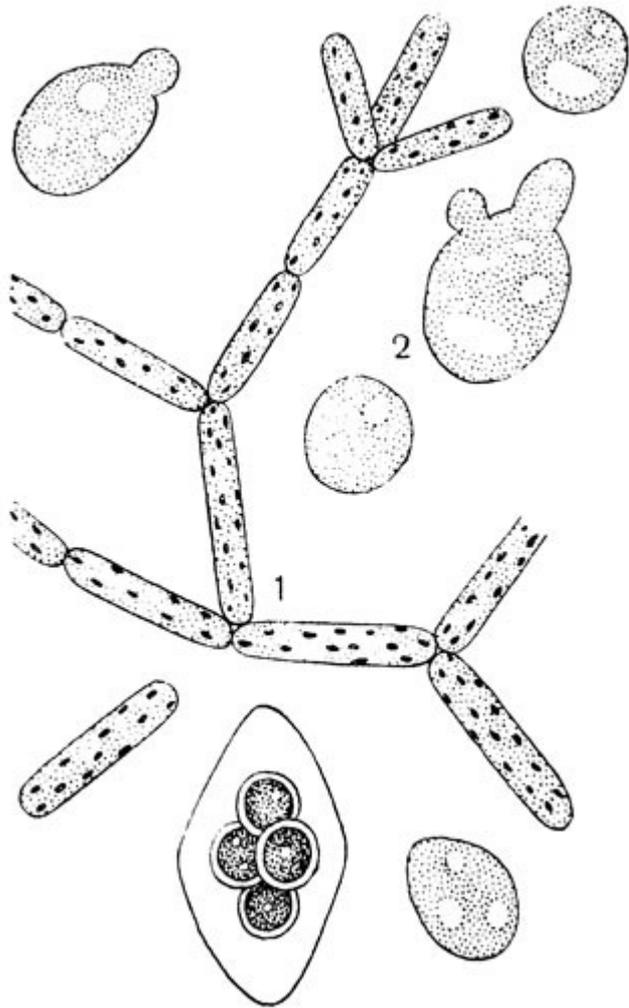


Рис. 32. Дрожжи (*Saccharomyces*): 1 - ветвистая колония винных дрожжей (*Saccharomyces ellipsoideus*); 2 - одиночные и почкующиеся клетки хлебных дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*); в одной из клеток видны четыре аскоспоры

Сумки образуются в неблагоприятных условиях; чтобы получить их, ставим культуру на овощах. Для этого положим в чашки Петри ломтики брюквы, моркови, картофеля, обернем чашки бумагой и поставим стерилизовать в автоклав при температуре  $120^{\circ}\text{C}$  в течение получаса. В остывшие простерилизованные чашки сделаем посев дрожжевых клеток. За час-два до посева поместим небольшое количество дрожжей в воду. При посеве возьмем прокаленной иглой небольшое количество жидкости, содержащей дрожжи, и нанесем ее на поверхность простерилизованных овощей. Операцию эту следует проделать быстро, лишь слегка приоткрыв крышки чашек. Затем чашки поставим в термостат, где выдержим при температуре  $23 - 25^{\circ}\text{C}$ .

Через 5 - 7 дней образуются споры. Содержимое клетки делится на две - четыре части, которые затем отжимаются от оболочки и, округляясь, покрываются плотными оболочками, превращаясь в аскоспоры. При этом оболочка материнской клетки служит стенкой сумки; препарат рассмотрим при большом увеличении (рис. 32).

Для практических занятий можно использовать так называемый "чайный гриб", который довольно широко распространен в домашней культуре. Его выращивают на сладком чае

(отсюда название - "чайный гриб"). В результате жизнедеятельности организмов, в него входящих, получается кисло-сладкий напиток.

Для изготовления препарата возьмем тонкую пленку, которая обычно образуется на поверхности. Рассматривая препарат при большом увеличении, мы находим два компонента: **уксуснокислые бактерии** (*Bacterium xylinum*) и дрожжевые клетки, относящиеся к роду **Торула** (*Torula*). Торула имеет характерный облик дрожжевых клеток. В процессе жизнедеятельности торула разлагает сахар на спирт и углекислый газ, а бактерии сбраживают спирт до уксусной кислоты.

### Порядок Экзоасковые - Exoascales

В качестве представителя порядка рассмотрим **тафрину** (*Taphrina*), виды которой - паразиты цветковых растений. Возьмем широко распространенную *T. pruni*, вызывающую кармашковую болезнь косточковых растений из семейства розоцветных (слива, черемуха, вишня и др.).

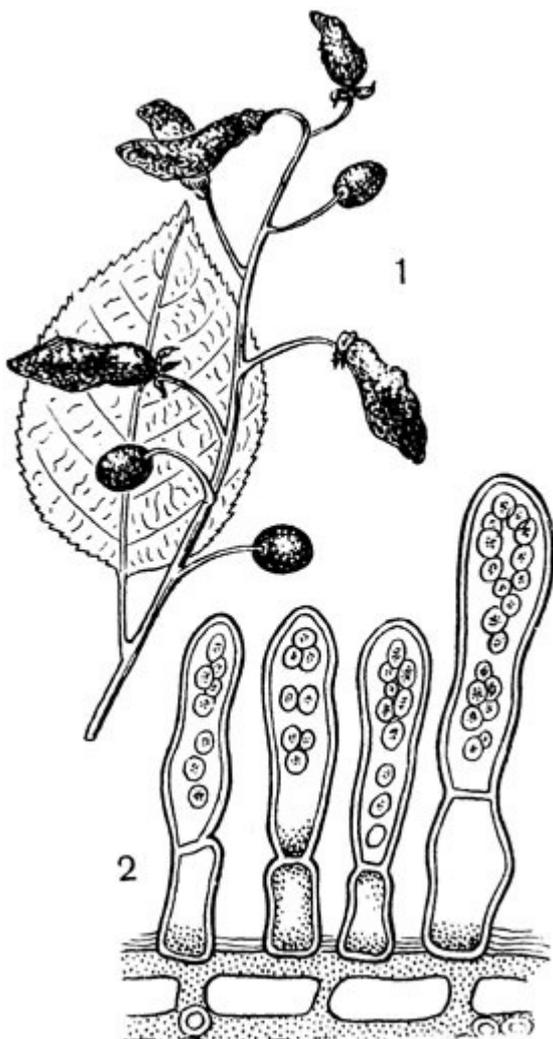


Рис. 33. Тафрина (*Taphrina*): 1 - ветвь черемухи с 'дутыми' плодами; 2 - разрез больного плода: поверхностный слой его образован сумками, содержащими аскоспоры

Рассмотрим внешний вид пораженных плодов, а для знакомства со строением сумок сделаем бритвой несколько поперечных срезов через пораженный плод (рис. 31, 1, 2).

Гриб зимует в молодых ветвях, откуда он при развитии цветков переходит в их завязи и позднее вызывает гипертрофическое разрастание. Мякоть плода делается несъедобной, волокнистой, косточка не развивается.

Гифы гриба развиваются внутри чрезмерно разрастающегося плода. Сумки мешковидной формы формируются под эпидермисом, но позднее, разрывая его, выходят сплошным слоем на поверхность плода. В сумках возникает восемь, а иногда и более спор. Слой сумок виден при малом увеличении микроскопа. Для более подробного знакомства с их строением рассмотрим препарат при большом увеличении (рис. 33).

*Exoascus betulinus* вызывает развитие на березе большого количества ветвей из спящих почек, в результате чего образуются так называемые "ведьмины метлы".

Представители порядка также паразитируют на листьях, вызывая их курчавость или образуя на них вздутия.

## **Подкласс Плодосумчатые - *Carpoasci***

### **Порядок Плектасковые - *Plectascales***

**Кистевик, или пенициллиум (*Penicillium*)**, рассмотрим как представителя порядка плектасковых.

К практическим занятиям можно вырастить пенициллиум в небольших чашечках и на предметных стеклах.

Культуру в чашечках можно получить на кусочках хлеба, овощах, сделав посев спор, собранных заранее со старых культур. Культура ведется во влажной камере (см. мукор) в термостате при температуре 23-27° С. На хлебе или овощах уже через 3 - 4 дня кистевик обильно разрастается, вначале он снежно-белого цвета, позднее, когда гриб приступает к вегетативному размножению, культура окрашивается в сизо-зеленый цвет - цвет конидий.

Для изучения микроскопического строения вырастим пенициллиум на предметных стеклах. Приготовим среду следующего состава: 5 см<sup>2</sup>, воды, 0,8 г сахара и 0,8 г желатины. Состав намочим на несколько часов, затем сварим в пробирке на водяной бане до при-обретения полной однородности. Готовую среду нанесем ребром стеклянной палочки на среднюю треть предметного стекла; слой желатины должен быть ровный и тонкий. Посев произведем, когда среда, охлаждаясь, застынет. Споры следует наносить иглой в небольшом количестве на поверхность среды штрихом или уколом. После посева стекла поместим средой книзу на стаканы, заполненные водой, и поставим в термостат, где выдержим при температуре 22 - 27° С. Стекла не должны касаться воды. Через 5 - 7 дней препараты готовы. Они могут храниться несколько месяцев, только следует предохранять их от пыли.

Препараты рассмотрим, не покрывая их покровным стеклом и без воды. Так как мицелий не нарушен переносом на стекло, в препарате хорошо видны его размеры и вся система разветвления гиф. Отыщем группы спор, от которых во все стороны распространяются повторно ветвящиеся гифы, сложенные из вытянутых в длину клеток. По мере того как нити ветвятся, они делаются более тонкими (рис. 34, 1).

После знакомства со строением мицелия отыщем конидиеносец с конидиями. Конидиеносцы многоклеточные, приподнимающиеся над субстратом образования, выносящие конидии в воздушную среду. Вершины их дважды-трижды ветвятся; каждая конечная клетка ветвей отчленяет от себя цепочки конидиеспор. Следовательно, спора, лежащая рядом с инициальной клеткой, является наиболее молодой, наиболее удаленная спора - самой старой в данной цепочке. Конидии образуются в чрезвычайно больших количествах; это обстоятельство обуславливает широкое распространение гриба (рис. 34, 2).

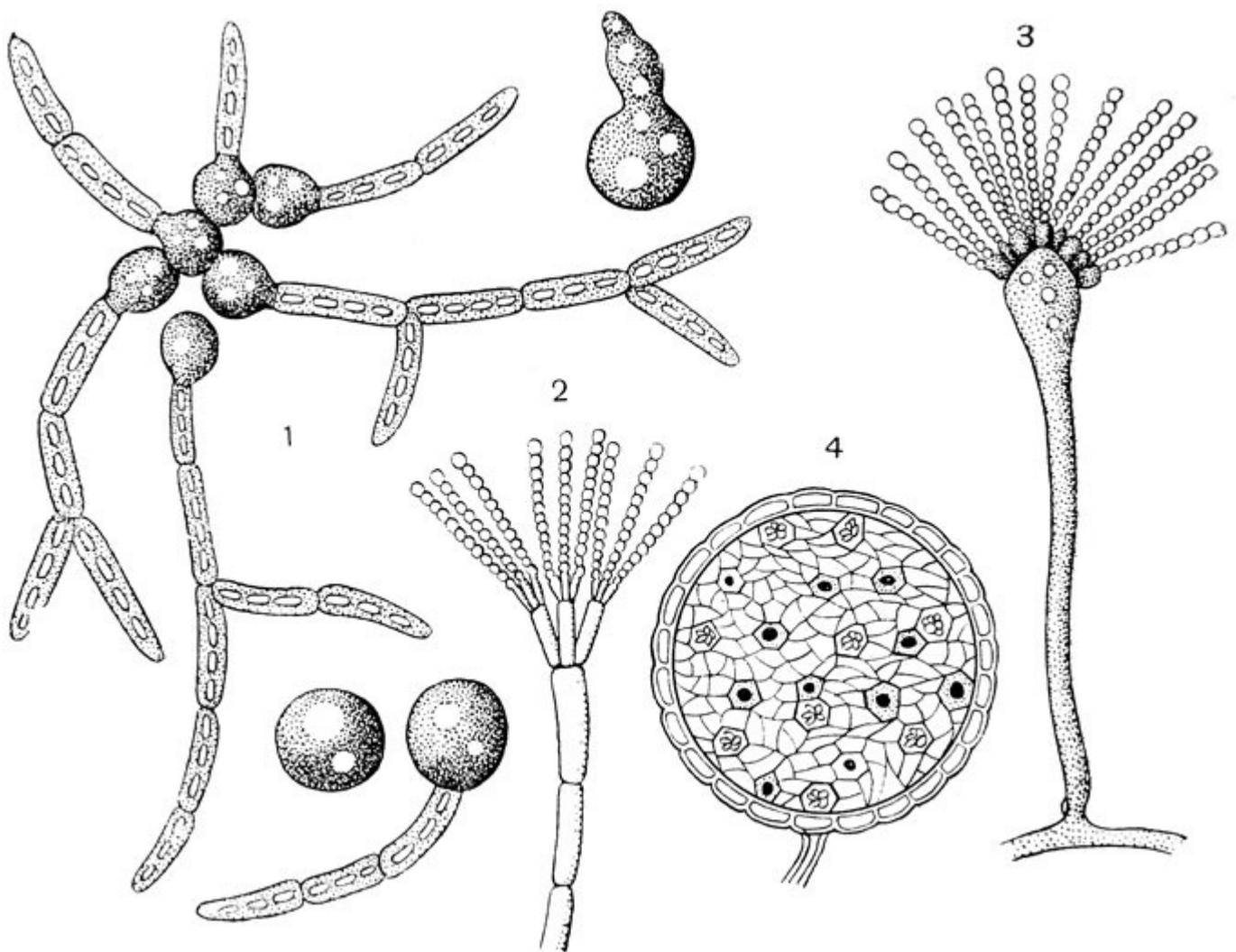


Рис. 34. Плектасковые (Plectascales): 1 - прорастание споры пенициллиума (*Penicillium*); 2 - ветвистый конидиеносец с конидиями; 3 - конидиеносец аспергиллуса (*Aspergillus*) с конидиями; 4 - клейстокарпий с сумками, в которых находятся аскоспоры

Конидии, отчленяясь, распространяются токами воздуха и при благоприятных условиях (влажность воздуха, температура, наличие питательной среды), прорастая, дают новые особи гриба. Образование конидий - наиболее обычный способ размножения кистевика.

Клейстокарпии у пенициллиума возникают очень редко, даже при наступлении неблагоприятных условий. Образовавшиеся клейстокарпии легко заметить, так как скопления их окрашены в лимонно-желтый цвет.

Чтобы получить клейстокарпии, выращивают мицелий на двух равных кусках хлеба. Затем куски складывают один с другим так, чтобы мицелий соприкасался; хлеб закладывают между двумя равными стеклянными пластинками, по краю прокладывают бумажный жгут, который заливают парафином. Препарат оставляют при комнатной температуре. Недели через две его вскрывают и с поверхности соприкосновения кусков берут пробу, в которой отыскивают клейстокарпии - мелкие шарообразные тела с сетчатым рисунком на их поверхности. Клейстокарпии заключают много сумок, чередующихся с бесплодными клетками. Препарат рассматривают при большом увеличении (рис. 34, 4).

Виды рода пенициллиума обильно встречаются в почве, участвуя в почвенных микробиологических процессах. Пенициллиум часто образует сизо-зеленую плесень в сырых помещениях и вызывает порчу продуктов.

Виды пенициллиума продуцируют и выделяют в окружающую среду антибиотик пенициллин, являющийся защитным веществом, создающим вокруг организма зону, недоступную для бактерий. Штаммы\* пенициллиума, культивируемые для получения этого антибиотика, образуют пенициллина в десятки раз больше, чем их дикие родичи.

*\* (Штамм - потомство, выведенное из одной споры, обладающее известным постоянством морфологических и физиологических свойств.)*

**Аспергиллус (Aspergillus).** Вместо пенициллиума или в дополнение к нему можно познакомиться с аспергиллусом, также широко распространенным в природе.

Аспергиллус лучше вырастить в широкодонной колбе на питательной среде такого состава: воды - 100 мл, сахарозы - 10 г,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  - 0,6 г,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  - 0,2 г,  $\text{MgSO}_4$  - 2 г или  $\text{FeSO}_4$  - две капли 1%-ного раствора.

Среду стерилизуют и в остывший раствор вносят конидии гриба, колбу ставят в термостат при температуре 24 - 25° С. Мицелий образует плавающее на поверхности, плотное желтовато-белое скопление. На седьмой-восьмой день на верхней поверхности мицелия развивается обильное конидиальное спороношение.

Чтобы рассмотреть конидиеносец, надо удалить с него большую часть конидий, постукивая препаровальной иглой по покровному стеклу. Тогда обнаруживаются булавовидное вздутие на вершине одноклеточного конидиеносца и покрывающие его многочисленные стеригмы, которые и производят конидии (рис. 34, 3).

В процессе жизнедеятельности аспергиллус выделяет в окружающую среду лимонную кислоту. Это свойство используется для промышленного производства чистой пищевой лимонной кислоты.

## Порядок Периспориевые, или Мучнисторосные - Perisporiales

**Сферотека** (*Sphaerotheca mors uveae*) - экзопаразит, распространенный на листьях, молодых ветвях и ягодах крыжовника. Сферотека выглядит как серовато-белый порошок, отсюда и название всей этой группы грибов - мучнисторосные (рис. 35, 1).

Возьмем с пораженных листьев небольшое количество белого мучнистого налета и рассмотрим при большом увеличении. В поле зрения находится мицелий со множеством конидиеносцев и отчленившихся от них овальных конидий. Конидии прорастают в том же году, наличием их обусловлено широкое распространение заболевания.

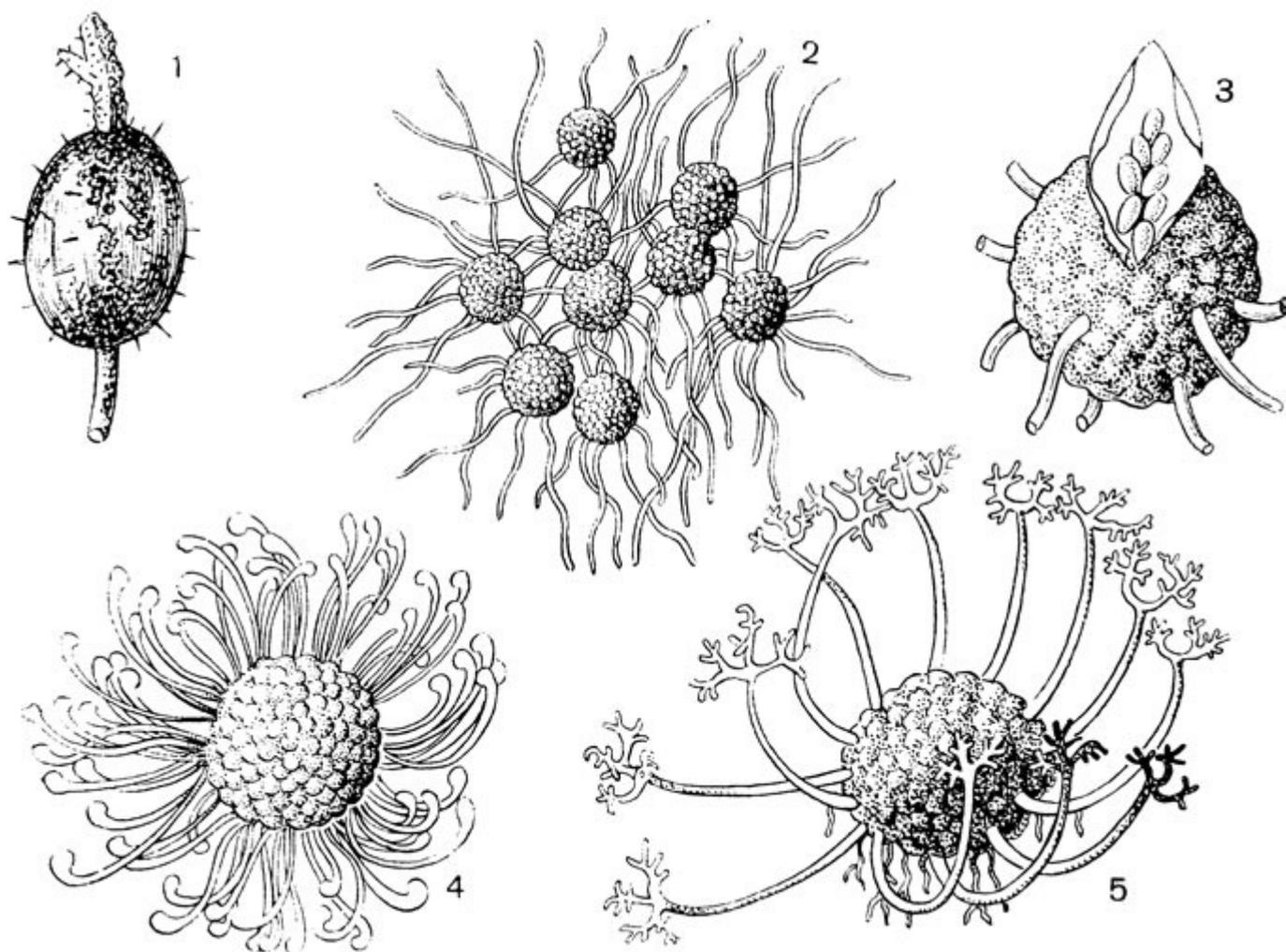


Рис. 35. Периспориевые (Perisporiales): 1 - ягода крыжовника, покрытая налетом из мицелия сферотеки (*Sphaerotheca*); 2 - часть мицелия с клейстокарпиями; 3 - вскрытый клейстокарпий, из которого выходит сумка, содержащая восемь аскоспор; 4 - клейстокарпий унцинулы (*Uncinula*); 5 - клейстокарпий микросферы (*Microsphaera*) с ветвистыми придатками

Познакомившись с конидиальным спороношением гриба, рассмотрим ягоды, собранные в конце июля - августе. На поверхности их находится буроваточный мицелий, на котором лежит большое количество плодовых тел - клейстокарпиев, имеющих шарообразную форму; клейстокарпии можно увидеть при 10 - 20 X увеличении лупы.

Небольшой кусочек войлочной массы снимем с поверхности плода и, изготовив препарат, рассмотрим при малом увеличении микроскопа. В препарате находится сплетение буровато-желтого мицелия, на котором лежит множество клейстокарпиев, от поверхности

их отходят нитевидные гифы, получившие название придатков. Затем, смотря в микроскоп, надавим на покровное стекло препаровальной иглой в том месте, где расположены клейстокарпии. При этом клейстокарпии раскрываются, и из каждого из них выходит по одной эллипсоидной сумке. Рассмотрим сумку при большом увеличении; в ней находится в аскоспор, плавающих в остаточной плазме. Оболочка сумки довольно тонка, тогда как стенка плодового тела значительно более толстая (рис. 35, 1, 2, 3).

Плодовые тела с сумками зимуют, а весной, разрушаясь, освобождают сумки и споры, в них заключающиеся. Споры, попадая на молодые части растения крыжовника, прорастают и дают начало новому грибу.

Главнейшей мерой борьбы со сферотекой является поддержка чистоты на плантации; уборка и сжигание опавших листьев и ягод, подрезка пораженных побегов. Ранней весной до появления листьев растения опрыскивают 1%-ным раствором железного купороса, после же распускания листьев опрыскивают 0,2-0,5%-ным раствором полисульфидов.

Кроме описанного вида сферотеки, широко распространены другие мучнисторосные грибы.

Познакомимся с внешним видом и строением некоторых из них.

**Сферотека роз** (*Sphaerotheca pannosa*). Одна из форм этого гриба вызывает болезнь роз, известную под названием "бель". Болезнь широко распространена в оранжерейной культуре. Вторая форма ее - вредитель персиков. Конидии продуцируются на протяжении всего периода вегетации.

**Сферотека хмеля** (*Sphaerotheca humilis*) паразитирует на хмеле, огурцах, тыкве. В конце июня гриб находится в стадии конидиального спороношения; с середины лета образуются клейстокарпии.

**Эризифе злаковая** (*Erysiphe graminis*) имеет большое число форм, паразитирующих на злаках. Весной и в первой половине лета гриб размножается конидиями, во второй половине лета образуются клейстокарпии.

**Унцинула** (*Uncinula*) характеризуется крючкообразно загнутыми придатками клейстокарпиев; широко распространен вид *U. salicis*, паразитирующий на ивах и тополях, и *U. necator* - вредитель виноградной лозы, вызывающий болезнь ее, называемую "пепелицей" (рис. 35, 4).

**Микросфера** (*Microsphaera*) характеризуется тем, что ее клейстокарпии (рис. 35, 5) содержат несколько сумок; придатки на клейстокарпиях дихотомически ветвятся. Наиболее обычный вид (*Microsphaera alphitoides*) поражает листья и молодые побеги дуба; особенно часто подвергается заболеванию пневая поросль.

**Левейллула крымская** (*Leveillula taurica*), получившая широкое распространение в Азиатской части Советского Союза, придает весьма характерный серый облик травянистой растительности. В плодовых телах образуется до нескольких десятков сумок.

При ознакомлении с представителями мучнисторосных пользуемся методикой, описанной в работе по сферотеке.

## Порядок Пиреномицеты - Pyrenomycetales

Одним из наиболее важных представителей порядка является **спорынья** (*Claviceps purpurea*) - паразитный гриб, имеющий сложный цикл развития.

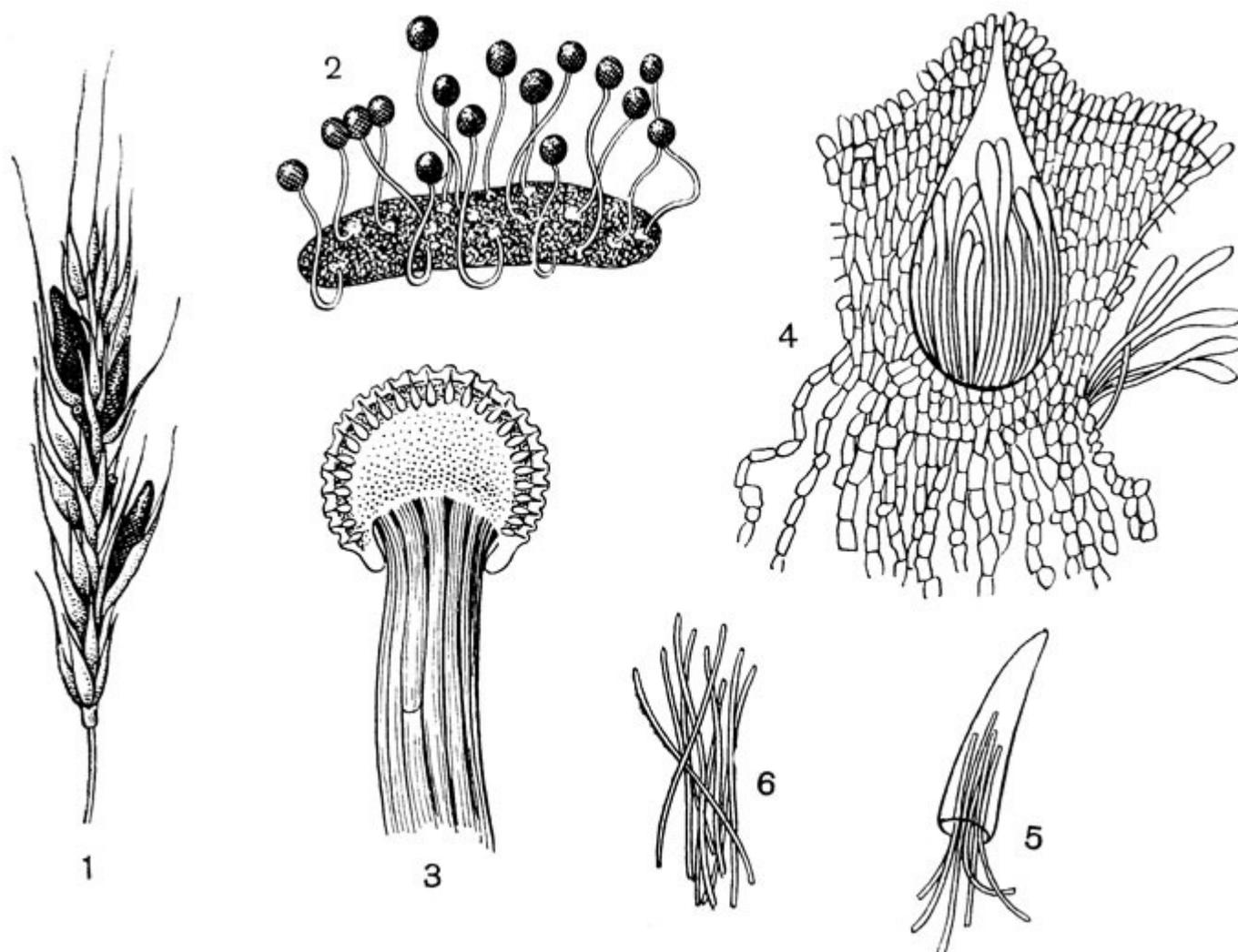


Рис. 36. Спорынья (*Claviceps purpurea*): 1 - Еюлос ржи со склероциями; 2 - проросший склероций со стромами; 3 - головка стромы; 4 - отдельный перитеций с сумками; 5 - вскрывшаяся сумка, из которой выходят споры; 6 - нитевидные споры

Паразитирует спорынья на хлебных злаках, главным образом на ржи. Спорынья обнаруживается к моменту созревания ржи, когда в колосьях видны плотные твердые образования лиловато-черного цвета, называемые рожками или склероциями. Они имеют вытянутую форму и достигают 2 - 3 см в длину при поперечнике в 3 - 5 мм. Склероций - покоящаяся стадия мицелия (рис. 36, 1).

Приготовим поперечный срез через склероций. Для этой цели отрежем скальпелем один конец склероция и затем, выровняв поверхность среза бритвой, сделаем возможно более тонкий срез и поместим его на предметное стекло. Отыскав при малом увеличении возможно более тонкое место, рассмотрим его при большом увеличении. Срез состоит из

угловатых клеток паренхимного типа - это гифы гриба в поперечном разрезе. Всюду в гифах и в окружающей воде плавают капельки масла - запасного питательного продукта.

Биологический параллелизм в развитии ржи - растения-хозяина и его паразита - спорыньи - так велик, что необходимым условием для дальнейшего развития склероция весной является стадия зимнего холода, подобная стадии яровизации ржи. Без прохождения этой стадии склероций не развивается. Перезимовав, склероций прорастает. Пользуясь ручной лупой, рассмотрим проросший склероций, на котором находятся головчатой формы образования, сидящие на ножках, называемые стромами. В периферической части головок заключено множество мелких полуоткрытых плодовых тел - перитециев. На поверхности головок при осмотре в лупу видны мельчайшие бородавочки, в центре которых находятся выводные отверстия перитециев (рис. 36, 2, 3).

Продольный разрез через строму дает возможность познакомиться со строением перитеция. Изготовить срезы очень трудно, и, если возможно, следует сделать микротомные препараты. Перитеции погружены в ткань стромы, они имеют кувшинообразную форму и узкое выводное отверстие. В каждом перитеции заключено большое число вытянутых в длину сумок (рис. 36, 4). Созревающие сумки выступают из отверстия перитеция. Вследствие повышения тургорного давления в них оболочки сумок с силой вскрываются, и из каждой сумки выбрасывается восемь нитевидных спор (рис. 36,5, 6).

Споры настолько мелки и легки, что подхватываются малейшими течениями воздуха и парят в нем. Споры, попадающие на рыльца цветущей в это время ржи, прорастают, внедряются в завязь и развивают в ней мицелий. Мицелий за счет поступающих в завязь питательных веществ чрезвычайно быстро разрастается и приступает к размножению, отчлняя от концов гиф большое количество конидий. Одновременно гифы выделяют сахаристую жидкость, известную под названием медвяной росы. Ею питаются насекомые; переползая с цветка на цветок, с растения на растение, насекомые переносят конидии. Конидии, прорастая на завязях, заражают новые растения, поэтому спорынья широко распространяется.

К моменту созревания ржи мицелий уплотняется, периферические слои его пигментируются, в нем откладывается запасное масло и гриб вновь образует склероций.

Склероции спорыньи ядовиты, примесь их к хлебу вызывает отравление, известное под названием эргоизма или злых корч.

В то же время спорынья используется в гинекологической практике как лекарственное растение. Основным способом борьбы со спорыньей является очистка зерна.

К порядку пиреномицетов принадлежит род **Нектрия** (*Nectria*) Наиболее распространен вид *N. cinnabarina* - сапрофит, встречающийся на валежнике вяза, клена, конского каштана и других древесных растений. Материал можно найти весной на мертвых сучьях в виде оранжевых подушечек 2-3 мм диаметром, являющихся стромами гриба. Гриб разрушает мертвую древесину.

Распространен также вид *N. galligena*, вызывающий рак плодовых деревьев; на поверхности коры при этом образуются незаживающие раны, по краям которых возникают ярко-оранжевые стромы, заключающие перитеции.

Род **Эпихлоа** (*Epicloe*) вызывает чехловидную болезнь луговых злаков. При заболевании на листовых влагалищах образуются беловатые муфточки, отчленяющие конидии. Позднее возникают желтые перитеции. Зимует паразит на подземных органах растения-хозяина. Особенно часто эпихлоа встречается на еже сборной.

**Фузариум снежный** (*Fusarium nivale*) вызывает выпревание озимых хлебных злаков, известное под названием снежной плесени. В конидиальном состоянии гриб был известен как *Salonectria graminicola* - из класса несовершенных грибов; позднее, когда был исследован весь жизненный цикл гриба, он был перенесен в класс сумчатых грибов.

В период таяния снега на листьях озимых злаков обнаруживается паутинистый мицелий паразита, приводящий к гибели листьев и ослаблению всего растения. В это же время на мицелии образуются перитеции.

Мерами борьбы являются: весенняя подкормка растений, тщательная обработка почвы, опрыскивание ртутными препаратами и др.

**Фузариум розовый** (*Fusarium roseum*) вызывает болезнь хлебных злаков, известную под названием "пьяного хлеба". Гриб поселяется в зерновках. При употреблении хлеба из муки, содержащей мицелий этого гриба, возникает отравление организма. Вначале у пострадавшего начинается приступ бурного возбуждения, затем наступает реакция.

У лошадей после кормежки овсом, пораженным *F. roseum*, наступает временное бешенство.

Виды рода **Вентурия** (*Venturia*) (рис. 37) являются вредителями плодовых деревьев, вызывая "паршу". На поверхности плодов и листьев появляются округлые бородавочки оливкового цвета. Это конидиальное спороношение гриба; конидии переносятся течениями воздуха и, попадая на другие плоды, прорастают, образуя мицелий, который распространяется в поверхностных тканях. Перитеции образуются на опавших листьях, аскоспоры из них выходят только весной следующего года. Гриб приносит большой вред, ослабляя деревья и снижая товарную стоимость плодов.

### Порядок Дисломицеты - *Discomycetales*

**Пецица** (*Reziza*)- сапрофитный гриб. Плодовые тела пецицы можно отыскать на почве, на гниющих древесных остатках и даже на навозе. Плодовое тело, вначале бокальчатое, позднее блюдце-видное, прикрепляется к почве пучком гиф, отходящих от нижней поверхности. Верхняя поверхность его имеет, различный цвет у разных видов: то желтый, то оранжевый, то коричневый.

Для изготовления микроскопического препарата плодового тела можно сделать срез бритвой перпендикулярно поверхности, но часто бывает достаточно сделать скальпелем тонкий срез и, изготовив препарат, слегка придавить, а затем сдвинуть в сторону покровное стекло.

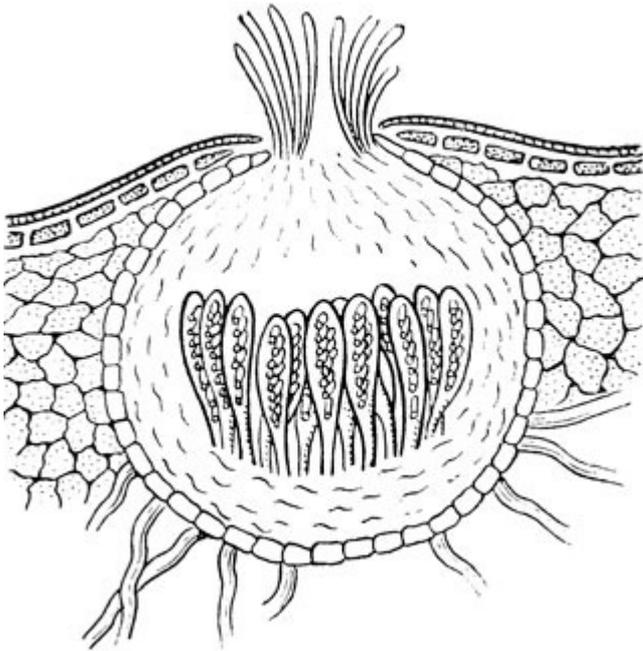


Рис. 37. Вентурия (Venturia) - поперечный разрез перитеция; видны сумки со спорами

В препарате среди беспорядочного переплетения гиф отыщем ряд тесно сближенных, параллельно расположенных, вытянутых клеток. Этот слой, находящийся на верхней поверхности плодового тела, является спороносным. Уже при малом увеличении видно, что составляющие гимениальный слой клетки двух родов: в одних из них видны споры, другие имеют более однородное плазменное содержимое. Под гимениальным слоем (рис. 38) заметен менее плотный, состоящий из переплетения гиф субгимениальный слой. Глубже находится самый мощный слой - плектенхима, состоящий из еще более рыхлого сплетения гиф и составляющий большую часть толщи плодового тела.

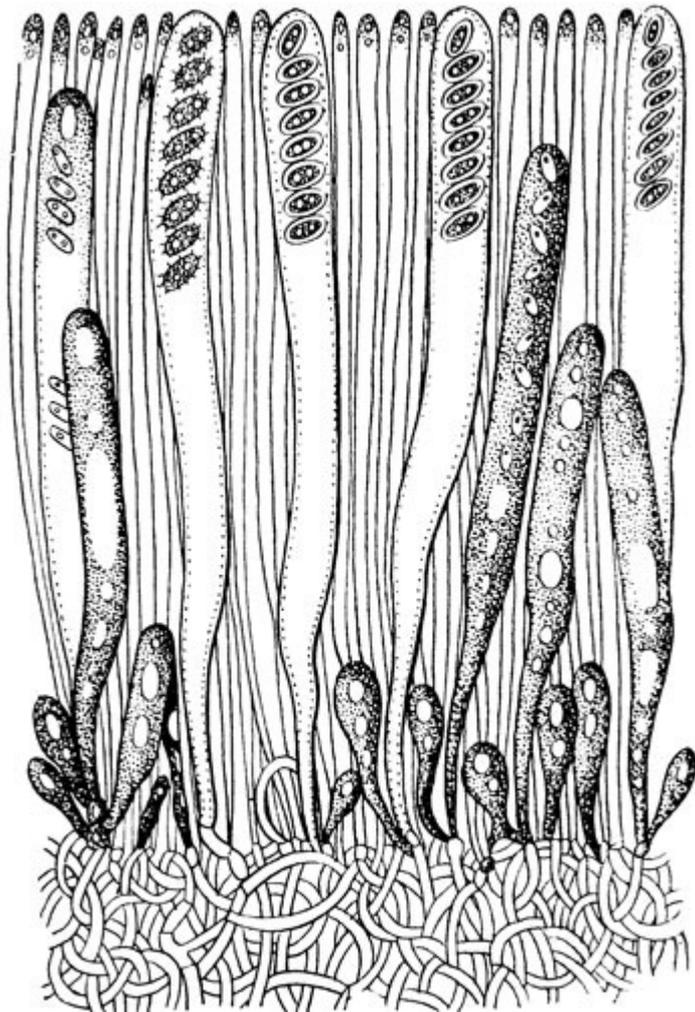


Рис. 38. Пецица (*Peziza*) - гимениальный слой; видны сумки в различных стадиях развития и парафизы

Рассмотрим гимениальный слой при большом увеличении более подробно. Сумки отличаются тонкими оболочками, они заполнены остаточной плазмой, в верхней части находятся эллипсоидные споры. Сопоставляя строение аско-спор в разных сумках, можно сделать вывод, что процесс возникновения их растянут во времени. Зрелые аскоспоры характеризуются экзиной с сетчатой скульптурой; во внутреннем содержимом их видно по две капли масла, расположенных по полюсам. Менее зрелые споры отличаются отсутствием сетчатой скульптуры. Подсчитывая аскоспоры в разных сумках, убеждаемся, что в каждой сумке находится по 8 аскоспор, возникших в результате трехкратного деления материнской клетки аскоспор.

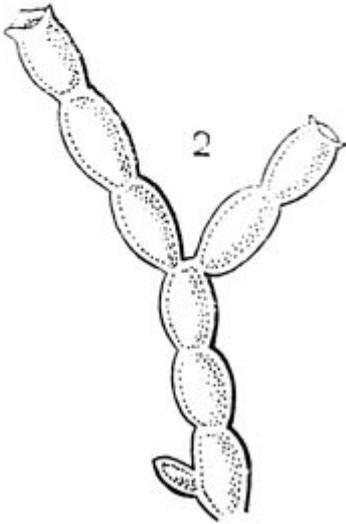


Рис. 39. Склеротиния (*Sclerotinia*) 1 - яблоко с конидиальными спороношениями гриба, расположенными концентрическими кругами, часть плода мумифицируется; 2 - цепочка конидиеспор

Между сумками лежат тонкие бесплодные нити - парафизы; на препаратах, приготовленных из свежего материала, не обесцвеченного фиксатором, они имеют у одних видов оранжевую, у других буро-коричневую окраску. Парафизы несут в молодом плодовом теле защитную функцию.

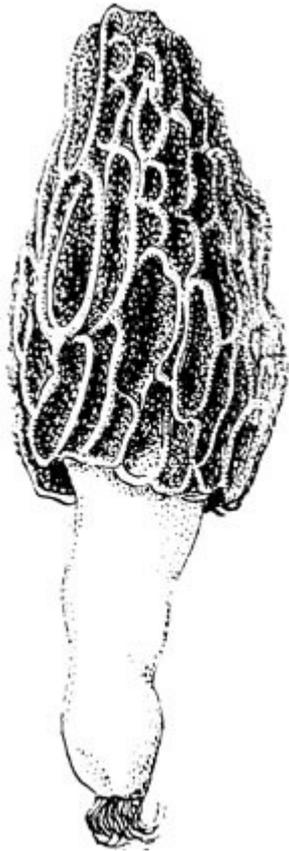


Рис. 40. Плодовое тело сморчка (*Morchella*)

К порядку дискомицетов относится также **склеротиния** (*Sclerotinia*), или **строматиния** (*Stromatinia*).

**Склеротиния** (рис. 39) - паразитный гриб, мицелий которого развивается в мякоти плодов яблонь и груш. Обычна заболеванию подвергаются плоды, которые имеют повреждения эпидермиса. Повреждения часто вызывают жуки долгоносики казарки; они откладывают яички в мякоть плода, прогрызая эпидермис, а затем замазывают отверстие своими экскрементами, в которых содержатся конидии склеротинии. Таким образом, между склеротинией, казаркой и яблоней существует тройная биологическая связь.

Мицелий развивается эндогенно. После некоторого периода роста гриб начинает образовывать конидии, группы которых в виде округлых сероватых подушечек выходят на поверхность плода, разрывая эпидермис. Эти подушечки располагаются концентрическими кругами вследствие периодичности в росте и размножении организма.

Рассмотрев и зарисовав пораженное яблоко, перейдем к строению конидий. Снимем отдельную подушечку с поверхности плода и, поместив ее на предметное стекло, тщательно растерем ее препаровальными иглами. В поле зрения малого увеличения найдем ветвистые цепочки конидий, поставим их в центр поля зрения и рассмотрим их при большом увеличении. Конидии имеют эллипсоидную форму, на вершинах их находятся поры.

Мякоть пораженных плодов буреет, а затем они сваливаются с дерева, но и в опавших плодах гриб продолжает развиваться. К осени поверхность яблока начинает чернеть, и, наконец, все яблоко оказывается черным и уплотненным. Такое яблоко является склероцием гриба, сохранившим форму яблока.

Изредка весной на поверхности склероция появляются апотеции, сидящие на довольно длинной ножке, чаще склероций образует конидии, которые вновь заражают плоды яблонь и груш.

Основные меры борьбы со склеротинией: гигиеническое содержание сада с систематическим удалением падалицы, борьба с казаркой, опрыскивание плодовых деревьев весной до распускания листьев железным купоросом, летом - бордосской жидкостью.

Представители семейства **сморчковых** (Helvellaceae) обладают более дифференцированным плодовым телом, состоящим из ножки (пенька) и шляпки.

Все они являются почвенными сапрофитами. Плодовые тела закладываются осенью на многолетнем мицелии и лишь на следующий год, рано весной, еще до полного исчезновения снега, разрастаются и выходят на поверхность, рассеивая споры; в летний период вновь начинается накопление запасных питательных веществ.

**Сморчок** (*Morchella*) имеет шляпку с ячеистой поверхностью, края ее сростаются с ножкой. У **сморчка настоящего** (*M. esculenta*) шапочка коническая, ячейки сотообразные, более или менее конические; вид, распространенный в широколиственных лесах на плодородной почве.

**Сморчок конический** (*M. conica*) имеет коническую удлиненную шапочку желто-бурого цвета. Ячейки тоже удлиненной формы (рис. 40).

**Шапочка сморчковая** (*Verpa bohemica*) имеет шляпку колокольчатую, но сростую с ножкой, только на вершине морщинистую, буроватого цвета. Встречается в лиственных лесах на суглинках, и супесях.

Многие сморчки съедобны, но требуют дополнительной обработки при приготовлении их в пищу. Перед тем как жарить, их разрезают на части и кипятят 10 минут, после чего, слив ядовитую воду, жарят как обычно.

## Порядок Трюфелевые - Tuberales

Небольшой порядок трюфелевых включает грибы, живущие на лесной почве и питающиеся сапрофитно. Мицелий трюфелей образует с корнями древесных растений микоризу (грибокорень).

**Трюфель съедобный** (*Tuber aestivum*). Плодовые тела трюфелей подземные, клубнеобразные, достигают в диаметре 8 см и более. Рассмотрим с помощью лупы продольный разрез плодового тела трюфеля съедобного или **белого трюфеля** (*Choiromyces meandriformis*). С поверхности плодовое тело покрыто плотным покровом, носящим название перидия. На разрезе плодового тела виден мраморный рисунок из чередующихся плотных и рыхлых полос, представляющих складки гимениального слоя. Сумки лежат в беспорядке, в них часто образуется не восемь, а

четыре споры. Споры покрыты шиповатой оболочкой. Они освобождаются из плодового тела при разрушении последнего. В распространении их большую роль играют почвенные животные организмы, поедающие плодовые тела.

## **Класс Базидиальные грибы, или Базидиомицеты - Basidiomycetes**

Характернейшей особенностью базидиомицетов является образование базидиоспор, возникающих на базидиях. Базидии - одноклеточные или четырехклеточные образования, на тонких выростах которых, называемых стеригмами, возникают базидиоспоры. Перед образованием базидиоспор происходит слияние ядер дика-риона с последующим двукратным делением его, сопровождающимся редукцией числа хромосом. Получившиеся ядра перемещаются в формирующиеся базидиоспоры. Базидиоспоры - половое спороношение гриба. Форма базидий и место их образования являются существенным систематическим признаком.

Прорастающие базидиоспоры дают одноядерный гаплоидный мицелий. Большой частью вскоре после его образования происходит слияние содержимого двух клеток, после чего ядра располагаются парой и возникает дикарион. Двухядерные клетки образуют мощный, часто многолетний мицелий.

Базидиомицеты, кроме базидиоспор, образуют и другие споро-ношения, правильно чередующиеся в жизненном цикле.

К классу базидиомицетов принадлежит большинство напочвенных лесных грибов, мицелий которых распростерт в почве, а плодовые тела их называют грибами.

Многие базидиальные грибы вызывают различные заболевания растений, а также разрушение древесины в постройках.

Класс Базидиальные грибы делят на два подкласса:

Подкласс Голобазидиальные грибы, или Голобазидиомицеты (*Holobasidiomycetes*), имеет одноклеточную базидию; содержит порядки: Экзобазидиальные (*Exobasidiales*), Гименомицеты (*Hymenomycetales*), Гастеромицеты (*Gasteromycetales*).

Подкласс Фрагмобазидиальные грибы, или Фрагмобазидиомицеты (*Phragmobasidiomycetes*), имеет базидию, большей частью состоящую из четырех клеток; содержит порядки: Головневые (*Ustilaginales*), Ржавчинники (*Uredinales*).

### **Подкласс Голобазидиальные грибы, или Голобазидиомицеты - Holobasidiomycetes**

#### **Порядок Экзобазидиальные - Exobasidiales**

Один из представителей рода Экзобазидиум - *Exobasidium vaccinæ* - паразитирует на ягодах, молодых ветвях и листьях брусники. На пораженных органах появляются белые или розовые выпуклости, внутри которых по межклетникам проходят гифы гриба. При образовании базидий эпидермис разрывается, и базидий, несущие базидиоспоры, высовываются на поверхность субстрата. Базидиоспоры, попадая в каплю воды на молодых частях растений брусники, прорастают, поражая новые растения.

[send 1 red rose](#)

### **Порядок Гименомицеты - *Hymenomycetales***

Большинство гименомицетов - сапрофитные грибы, живущие главным образом в лесной почве, где мицелий их образует то паутинистый, то войлочный налет, то дает ватообразные скопления.

Во время размножения гименомицеты развивают плодовые тела. Форма их, консистенция, размеры весьма разнообразны и являются систематическим признаком.

На плодовых телах образуется гимениальный слой, состоящий из базидий и парафиз. Лишь у простейших представителей гимениальный слой образуется просто на поверхности плодового тела, у громадного же большинства возникает гименофор - в виде шиловидных выростов, складок, пластинок, трубочек. Вследствие этого спорообразующая поверхность и, следовательно, энергия размножения во много раз увеличиваются.

У наиболее высокоорганизованных представителей порядка развивающийся гименофор бывает прикрыт особым пленчатым образованием - частным покрывалом; иногда же все плодовое тело на ранних стадиях развития заключено в общее покрывало.

Мицелий многих гименомицетов с корнями растений образует микоризу. Особое значение имеет микориза, возникающая на корнях древесных растений.

Форма плодовых тел у гименомицетов весьма разнообразна. Познакомимся с некоторыми семействами и родами их.

### **Семейство Рогатиковые - *Clavariaceae***

**Рамария** (*Ramaria*) отличается мясистыми крупными (до 10 см высотой) плодовыми телами, состоящими из короткой ножки, постепенно переходящей в цилиндрические или слегка уплощенные, повторно ветвящиеся ветви (рис. 41, 1). Поверхность ветвей является плодушей, она покрыта гимениальным слоем.

Виды рамарии обитают в хвойных, реже лиственных лесах, где в августе - сентябре образуют порой множество плодовых тел.

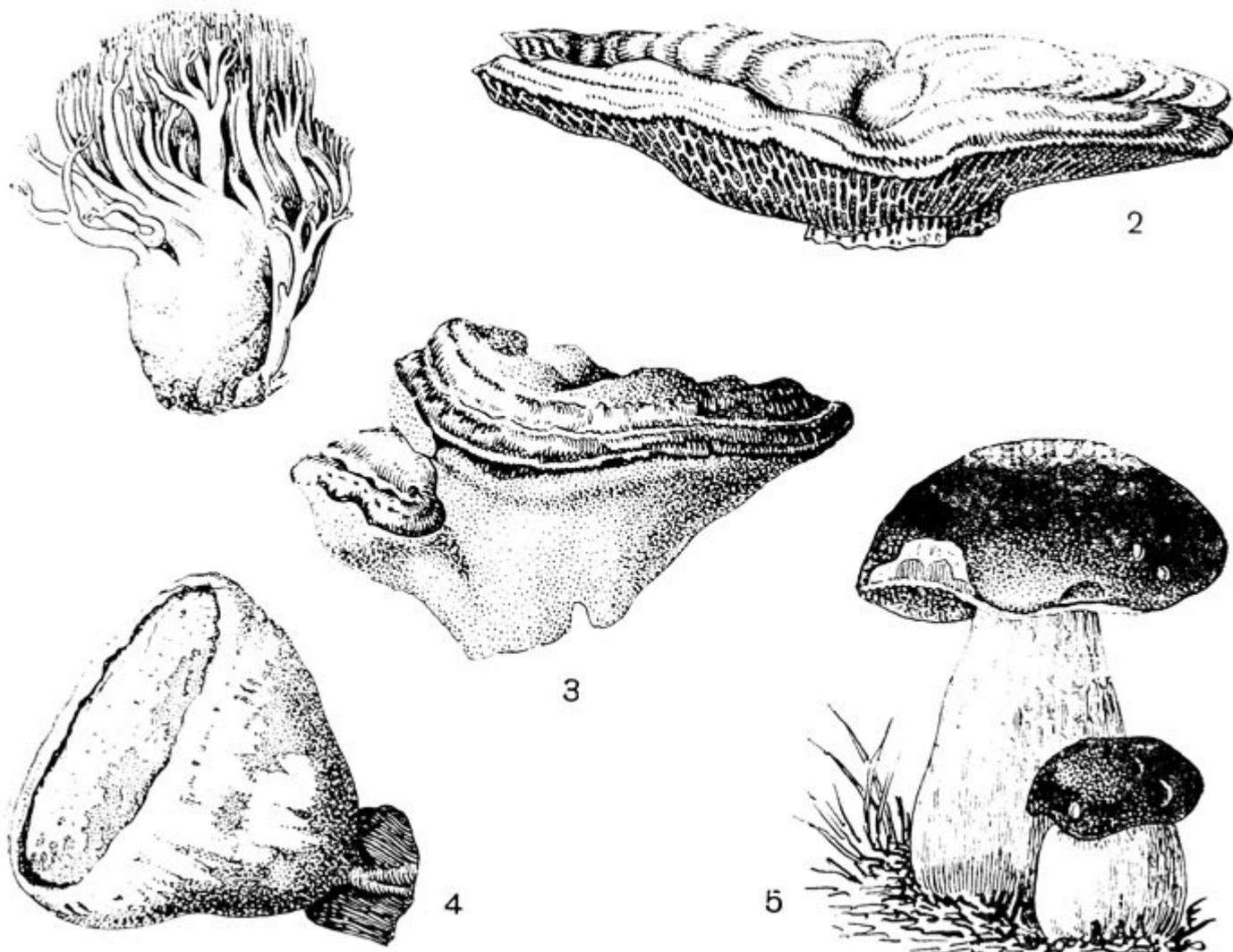


Рис. 41. Плодовые тела гименомицетов: 1 - рамария (*Ramaria*); 2 - дедалия дубовая (*Daedalia quercina*); 3 - траметес (*Trametes*); 4 - полипорус березовый (*Polyporus betulinus*); 5 - белый гриб (*Boletus edulis*)

Кроме рамарии, к этому семейству относится ряд других родов, характеризующихся простыми или разветвленными плодовыми телами.

Чтобы познакомиться с гимениальным слоем, следует сделать поперечный срез через одну из ветвей и рассмотреть его при малом увеличении. Гимениальный слой отличается своей большой плотностью. Для знакомства со строением его воспользуемся большим увеличением. Отыскивая базидии, на которых видны стеригмы с базидиоспорами, следует медленно передвигать препарат\*.

\* (При консервировании, изготовлении срезов и препаратов большая часть базидиоспор осыпается, поэтому судить об энергии этого спороношения можно" изготовив временные препараты из живых плодовых тел.)

Базидии, так же как и парафизы, имеют вытянутую форму. Долго и настойчиво просматривая разные части препарата, отыскиваем базидию, несущую все четыре базидиоспоры; большинство же базидий вследствие повреждений во время изготовления среза несет одну-две споры или вообще не имеет спор.

## Семейство Трутовиковые - Polypogaceae

Семейство трутовиковых - самое крупное в порядке гименомицетов. К нему принадлежат сапрофитные и паразитные грибы. Плодовые тела их то распростерты, то имеют копытовидную форму, в большинстве случаев состоят из пенька и шляпки. Они то мягкие, мясистые, недолговечные, то твердые, кожистые или древеснеющие, живущие много лет.

**Мерулиус (Merulius).** Наиболее известный вид - **мерулиус плачущий**, или **домовой гриб** (*M. lacrymans*), живущий в древесине построек и вызывающий их порчу и разрушение. Иногда он встречается на дровяных складах.

Плодовые тела его образуются редко, они распростерты, сначала белые, позднее желтовато-белые, достигающие 1 м в поперечнике. Поверхность их складчатая, покрытая гимениальным слоем - Мицелий домового гриба дает ватообразные скопления, покрытые капельками воды (отсюда название - мерулиус плачущий).

Гриб может переползть с одного участка на другой по неподходящему субстрату (камень, железо), образуя длинные шнуро-видные сплетения гиф.

На практических занятиях рассмотрим кусочки плодовых тел, разрушенную древесину, разбитую на отдельные кубические участки, и скопления мицелия. (Материал должен быть зафиксирован в формалине или спирте во избежание рассеивания спор.)

Вред, приносимый домовым грибом, очень большой. Меры борьбы: просушка и проветривание зданий, так как гриб развивается при влажности от 28 до 60% от сухой массы древесины. Для борьбы с домовым грибом участки древесины, пораженные им, смазываются раствором фтористого натрия.

**Фомес (Fomes)** включает большое количество видов, паразитирующих на древесных растениях. Многолетний мицелий живет в древесине, разрушая ее. Плодовые тела различной формы образуются через несколько лет после заражения. На нижней поверхности плодового тела располагается трубчатый гименофор. Познакомимся с плодовыми телами наиболее важных видов, приносящих громадный ущерб лесному хозяйству.

**Корневая губка (Fomes annosus)** - паразит ели и сосны. Вызывает красную гниль древесины. Плодовые тела - пластинчатые, белые, с приподнимающимися краями - образуются на корнях и в нижней части стволов.

**Настоящий трутовик (Fomes fomentarius)** паразитирует на дубе, березе, буке. Плодовые тела - копытообразные, многолетние - достигают значительных размеров. Верхняя поверхность плодового тела выпуклая, вначале волосистая, позднее гладкая, серая. Нижняя поверхность ровная буровато-коричневого цвета, напоминает замшу.

**Ложный трутовик (Fomes igniarius)** встречается на стволах многих лиственных деревьев. Плодовые тела в виде черных желваков

**Полипорус (Polyporus).** Большинство представителей рода является также паразитами на деревьях. Плодовые тела однолетние, вначале тягуче-мясистые, позднее твердеющие. Наибольший ущерб лесному хозяйству приносят следующие виды:

**Полипорус шероховатый (Polyporus squarrosus)** паразитирует на ряде древесных растений.

**Полипорус березовый (Polyporus betulinus)** паразитирует на березах, образуя красную гниль древесины. Плодовые тела белые, имеют коническую форму (рис. 41, 4).

**Траметес сосновый (Trametes pini)** (рис. 41, 3) образует сосновую губку. Плодовое тело многолетнее, массивное.

**Дедалия (Daedalia).** Гименофор имеет форму лабиринта. Наиболее известный вид *D. quercina* (рис. 41, 2), развивающийся на дубе и буке.

**Болетус (Boletus).** К роду Болетус относятся многие лучшие -съедобные грибы: белый (*B. edulis*), подосиновик (*B. scaber*), подберезовик (*B. versipellus*), масленок (*B. luteus*) и ряд других. Все представители рода - жители леса. Мицелий их многолетний, паутинистый, пронизывающий лесную почву, начиная с лесной подстилки и глубже. Все представители рода являются обязательными микоризообразователями на корнях деревьев.

Плодовые тела у всех видов рода мясистые, закладываются на мицелии в почве, развиваются довольно медленно, сформировавшись, выходят на земную поверхность, где продолжают свое развитие. Плодовое тело болетуса состоит из пенька и шляпки. Пенек выносит плодовое тело на большую или меньшую высоту над поверхностью почвы, что является приспособлением к рассеиванию спор (рис. 41, 5).

Шляпка с поверхности одета покровной тканью, глубже лежит более или менее массивная мякоть, состоящая из сплетения гиф, дающих ложную ткань, или плектенхиму, и, наконец, в нижней части находится трубчатый гименофор в виде ситечка с большим количеством отверстий; на разломе гименофор волокнистый, каждое волоконец - отдельная трубочка.

На молодых плодовых телах некоторых видов, например масленка, гименофор закрыт частным покрывалом, идущим от пенька к краю шляпки и выполняющим по отношению к гименофору защитную функцию.

Для знакомства со строением гименофора изготовим срез, который должен пройти перпендикулярно трубочкам (рис. 42, 2 и 5).

На фоне рыхлого сплетения гиф мы увидим круглые отверстия- трубочки в поперечном разрезе. Они окаймлены слоем вытянутых клеток - это гимениальный слой. Его рассмотрим при большом увеличении. Отметим особенности гимениального слоя. Клетки его располагаются плотно, между ними нет межклетных пространств. Базидии одноклеточны, слегка утолщены близ вершины. Для того чтобы отыскать базидию с четырьмя стеригмами и расположенными на них бази-диоспорами, нам приходится потратить порядочно труда, так как при фиксации и изготовлении препаратов базидиоспоры в массе отваливаются, поэтому при просмотре препаратов, изготовленных из фиксированного материала, создается неверное впечатление о количестве базидий и

базидиоспор. В связи с этим, если есть возможность, следует приготовить препараты из живого плодового тела, по которому можно составить истинное представление об энергии спороношения болетуса.

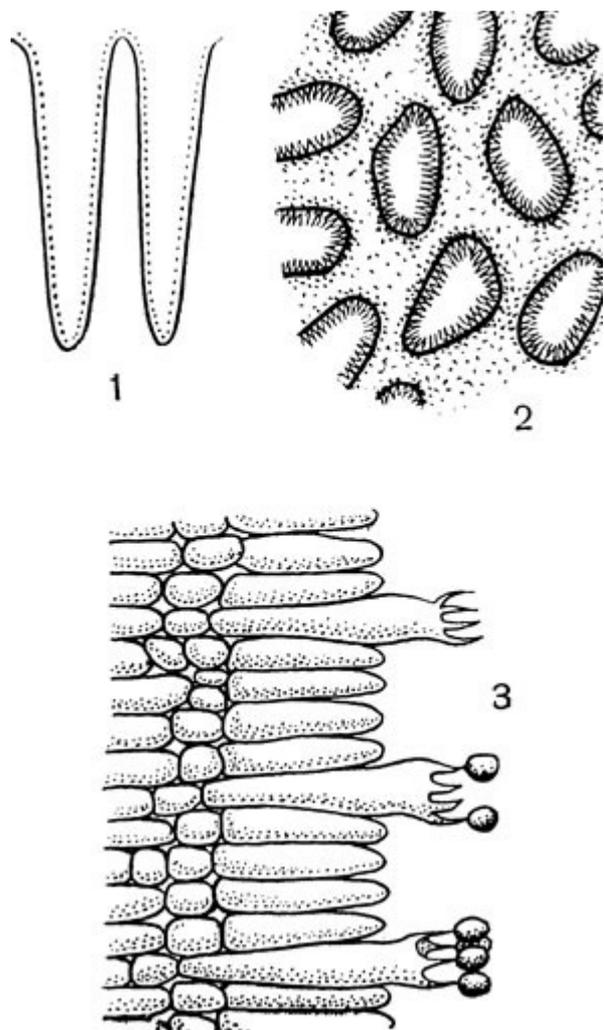


Рис. 42. Поперечный разрез гименофора: 1 - пластинчатого гриба; 2 - трубчатого гриба; 3 - часть гимениального слоя; видны базидии и парафизы

У некоторых видов над общим уровнем гимениального слоя возвышаются более крупные клетки - цистиды, несущие механическую функцию. Рассмотрим споры. Характер оболочки, окраска и форма их являются систематическим признаком.

Споры по созревании сбрасываются с базидии в полость трубочки, откуда попадают в воздух. Далее их подхватывают течения воздуха и относят на большее или меньшее расстояние. Принимая во внимание очень большую легкость спор, можно представить, что процесс парения их в воздухе продолжается длительное время.

#### Семейство Пластинниковые - Agaricaceae

К семейству пластинниковых относятся грибы с плодовым телом, состоящим из шляпки и пенька. Шляпка прикрепляется к пеньку центральной частью. Гименофор находится на нижней поверхности шляпки; он состоит из радиально расходящихся от пенька

пластинок, имеющих вид то более, то менее глубоких складок. В большинстве случаев плодовые тела мясистые, недолговечные, редко кожистые, сухие.

Большинство представителей семейства является почвенными сапрофитами, распространенными главным образом в лесах.

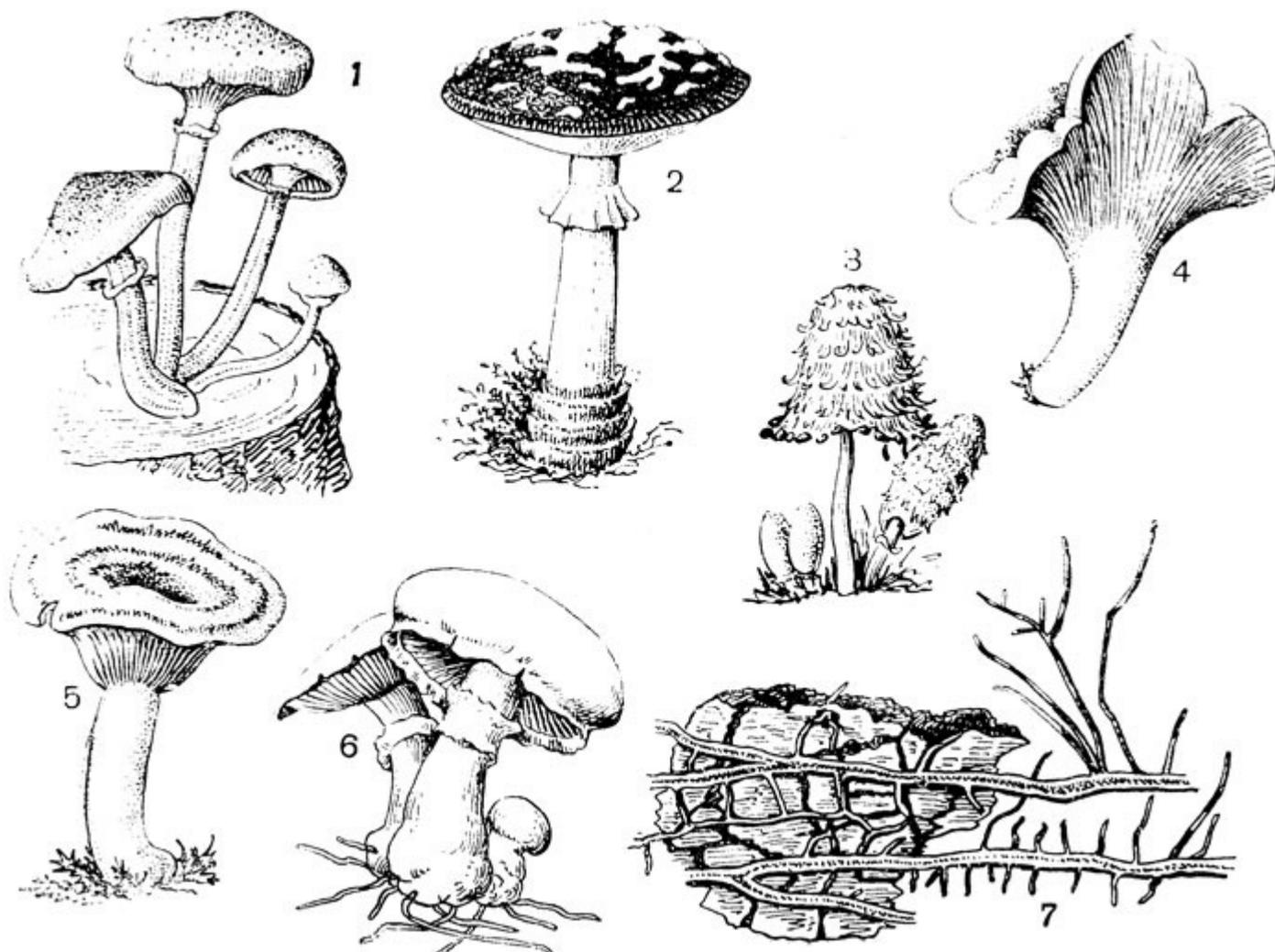


Рис. 43. Плодовые тела пластинчатых грибов: 1 - опенок осенний (*Armillaria melea*); 2 - мухомор красный (*Amanita muscaria*); 3 - навозник белый (*Caprinus comatus*); 4 - лисичка настоящая (*Cantharellus cibarius*); 5 - рыжик (*Lactarius deliciosus*); 6 - шампиньон обыкновенный (*Psalliota campestris*); 7 - ризоморфа опенка на внутренней стороне коры дерева

**Шампиньон** (*Psalliota campestris*, или *Agaricus campestris*) обитает нередко на более или менее унавоженной почве по выгонам, мусорным кучам, садам и дворам. Осмотрим плодовое тело, обратим внимание, что на пеньке в верхней его части имеется так называемое кольцо, которое является остатком частного покрывала, соединявшего край шляпки с ножкой и предохранявшего гименофор в молодом возрасте. Шляпка с поверхности покрыта кожицей, которая легко отделяется от нее.

За ней идет массивная мякоть, а ниже лежат пластинки гименофора, выстланные гимением. Пластинки молодого плодового тела розовые, позднее темнеющие.

Для знакомства со строением гименофора изготовим срезы через гименофор молодого плодового тела, ориентированные перпендикулярно пластинкам (рис. 42, 1). Срез имеет форму гребешка с зубцами: каждый зубец - пластинка в поперечном разрезе. Поверхность

пластинок покрыта гимениальным слоем. Рассматривая срез при большом увеличении, найдем знакомую нам по предыдущей работе картину строения гимениального слоя.

К семейству пластинниковых относится целый ряд видов. Опишем некоторые из них (рис. 43). Все они могут быть использованы вместо шампиньона или в дополнение к нему.

**Лисички** (*Cantharellus*) имеют гименофор в виде неглубоких, вильчато разветвленных складок, низбегающих на ножку. Шляпки плодовых тел у многих видов воронковидной формы. Растут в лиственных и смешанных лесах. Плодовые тела съедобны, образуются в июне - сентябре (рис. 43, 4).

**Сыроежка** (*Russula*) - род, содержащий несколько сотен видов. Шляпка ярко окрашена в красный, розовый, серый и другие цвета. Кожица легко отделяется от мякоти шляпки. Плодовые тела образуются в июле - сентябре. Все сыроежки съедобны, но, так как плодовые тела их хрупки, относятся к второстепенным по ценности грибам.

**Лактариус** (*Lactarius*) (рис. 43, 5). Представители рода содержат в плодовом теле млечный сок белого, желтого, оранжевого цвета. У многих видов млечный сок на изломе изменяет окраску - зеленеет, краснеет, желтеет. Шляпка плодового тела имеет в большинстве случаев воронковидную форму. К роду относятся: **рыжик** (*L. deliciosus*), **груздь** (*L. piperatus*), **волнушка** (*L. torminosus*), **горькушка** (*L. rufus*) и ряд других. Представители рода обитают на лесных полянах, встречаются в тундре, реже на моховых болотах. Плодовые тела образуются группами в июле - сентябре. Все представители рода съедобны.

**Чернильный гриб, или навозник** (*Caprinus*), обитает на навозе или на хорошо удобренной почве (рис. 43, 3). Плодовое тело существует недолго, у некоторых видов живет на протяжении нескольких часов. Шляпка плодового тела белая, серая или желтоватая, снаружи хлопьевидно-чешуйчатая. Пластинки вначале белые, затем темнеют и делаются черными. По созревании спор шляпка с периферии начинает расплываться, истекая в виде чернильной жидкости. Молодое плодовое тело съедобно. Плодовые тела закладываются в фиксирующую жидкость на месте сбора, чтобы избежать их порчи.

**Опенок** (*Armillaria*) - полупаразит и паразит на деревьях либо сапрофит на мертвой древесине (рис. 43, 1 и 7). Шляпка неотделима от пенька, пластинки нисходят на пенек. Шляпка желтая или красноватая, вначале выпуклая, позднее плоская, часто с бугорком посередине. Плодовые тела возникают большими группами у основания стволов или на пнях хвойных и лиственных деревьев. Плодовые тела образуются в августе - октябре.

**Аманита** (*Amanita*). К этому роду относятся многие ядовитые грибы: **красный мухомор** (*A. muscaria*) (рис. 43, 2), а также **бледная поганка** (*A. phalloides*). Бледная поганка общим обликом плодового тела напоминает шампиньон; отличается зеленоватой шляпкой (которая, впрочем, может быть и белой), отсутствием чешуек на верхней поверхности шляпки, пластинками белого цвета и, наконец, наличием при основании ножки остатков общего покрывала. Распространена в широколиственных лесах. Плодовые тела образуются в июле - сентябре. Очень ядовитый гриб. Отравление им напоминает отравление фосфором.

## Порядок Гастеромицеты - *Gasteromycetales*

Представители порядка - почвенные сапрофиты, некоторые из них развиваются на мертвой древесине.

Плодовые тела их совершенно замкнутые, мягкие, формируются в почве и лишь позднее выходят на ее поверхность. Форма плодовых тел различна (рис. 44). Наружный покров плодового тела называют перидием, спорообразующую ткань называют глебой. Глеба состоит из полостей различной формы, между которыми лежат прослойки бесплодной ткани - трамы.

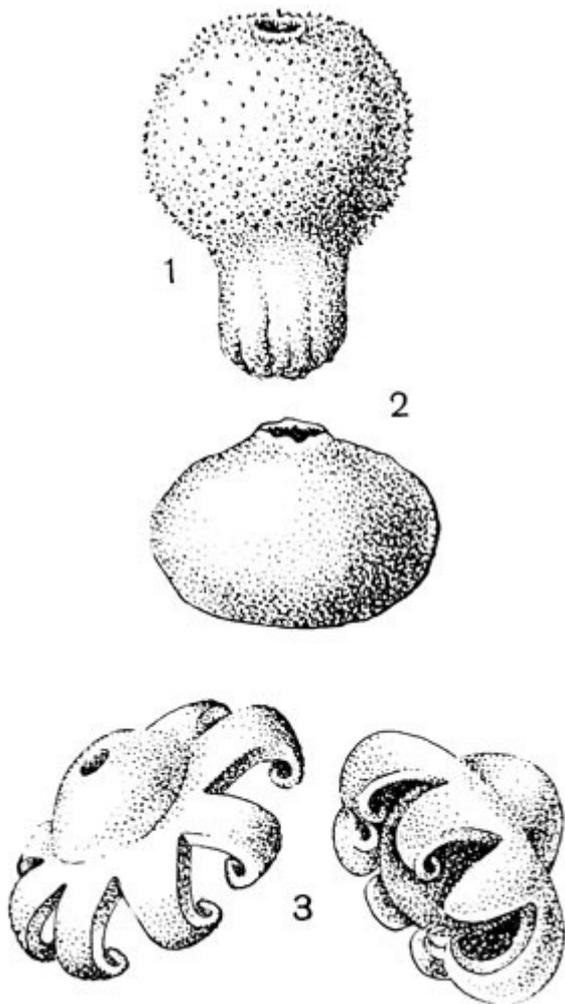


Рис. 44. Плодовое тело гастеромицетов (*Gasteromycetales*): 1 - дождевик (*Lycoperdon*); 2 - бовиста (*Bovista*); 3 - земляная звездочка (*Geaster*)

Перидий может быть однородным или при созревании распадается на несколько слоев; он большей частью плотный и несет защитную функцию.

Глеба вначале однородна, имеет белый цвет и рыхлую консистенцию; молодые плодовые тела многих гастеромицетов можно употреблять в пищу. Позднее глеба распадается на отдельные камеры; в камеры из окружающей ткани вырастают базидии, на которых возникают темные базидиоспоры. В зрелом плодовом теле находится большое количество базидиоспор и так называемый капиллиций, возникший из неразрушившихся

гиф трамы. Зрелые споры освобождаются из плодового тела при разрушении его покровов.

**Бовиста** (*Bovista*) отличается плодовыми телами округло-яйцевидной формы величиной с кулак и больше (рис. 44, 2). Перидий зрелого плодового тела бовисты делается плотным, твердым; споры освобождаются лишь при разрушении его. Рассмотрим споры и капиллиций. Для этого захватим пинцетом небольшое количество внутреннего содержимого плодового тела и потрясем его над предметным стеклом, слегка постукивая пинцетом по стеклу; на стекле окажется небольшое количество коричневой порошковатой массы. Затем, капнув воды и покрыв покровным стеклом, постучим по нему иглой, чтобы удалить воздух. Препарат рассмотрим при большом увеличении; поверхность темных спор шиповата, капиллиций напоминает ветвистые шипы, нити его ярко-желтого цвета.

Бовиста растет на местах, богатых органическими веществами; она обычна на свалках мелкой древесины - отхода рубок и т. п.

**Дождевик** (*Lycoperdon*) отличается обратногрушевидными плодовыми телами (рис. 44, 1). Нижняя часть глебы, суженная в ножку, бесплодна. Зрелое плодовое тело вскрывается на вершине небольшим отверстием, через которое споры при движении воздуха высеиваются. Род, обычный для лугов и пастбищ. Плодовые тела в молодости съедобны.

**Земляная звездочка** (*Geaster*). Перидий состоит из двух слоев; наружный при созревании плодового тела разрывается и разворачивается. В развернутом состоянии наружный слой перидия имеет звездчатую форму (рис. 44, 3). Наружный слой реагирует на изменения влажности воздуха: в сухую погоду он развернут, во время дождя закрывается, предохраняя споры от рассеивания. Обычна в сухих лесах. Плодовые тела образуются в августе - сентябре.

## **Подкласс Фрагмобазидиальные грибы, или Фрагмобазидиомицеты - *Phragmobasidiomycetes***

### **Порядок Головневые Грибы - *Ustilaginales***

Головневые грибы - паразиты различных цветковых растений, вызывающие заболевание, известное под названием головни, поражающей преимущественно цветки. Болезнь обнаруживается чаще всего перед цветением, когда гриб образует черную массу головневых спор, называемых также хламидоспорами. Особый вред головневые грибы приносят зерновым культурам.

Материал заготавливают после образования хламидоспор, высушивают, а затем хранят в закрытых коробках. Загербаризированные пораженные растения хранят в пакетах.

**Колбовидная головня проса** (*Sphacelotheca panici miliacei*). У растения поражено соцветие, выходящее из пазухи прицветного листа и имеющего вид темного плотного бесформенного образования, покрытого с поверхности грязно-белой тонкой пленкой. При обмолоте хламидоспоры прилипают к зерновкам и во время посева попадают в поле. За

несколько часов до занятий поместим в небольшой сосуд с водой головневые споры и поставим для проращивания в термостат при температуре 22 - 25° С.

Отметим, что споры темно-коричневые, округлые или слегка угловатые, большая часть их не проросла. Поищем базидии в разных стадиях их развития - от маленького ростка до четырехклеточной (рис. 45). На каждой клетке базидии возникает по одной, в дальнейшем почкующейся базидиоспоре. В природе энергия почкования находится в прямой зависимости от богатства почвы органическими веществами. Затем споры копулируют, при этом ядра их не сливаются, а образуют дикарион.

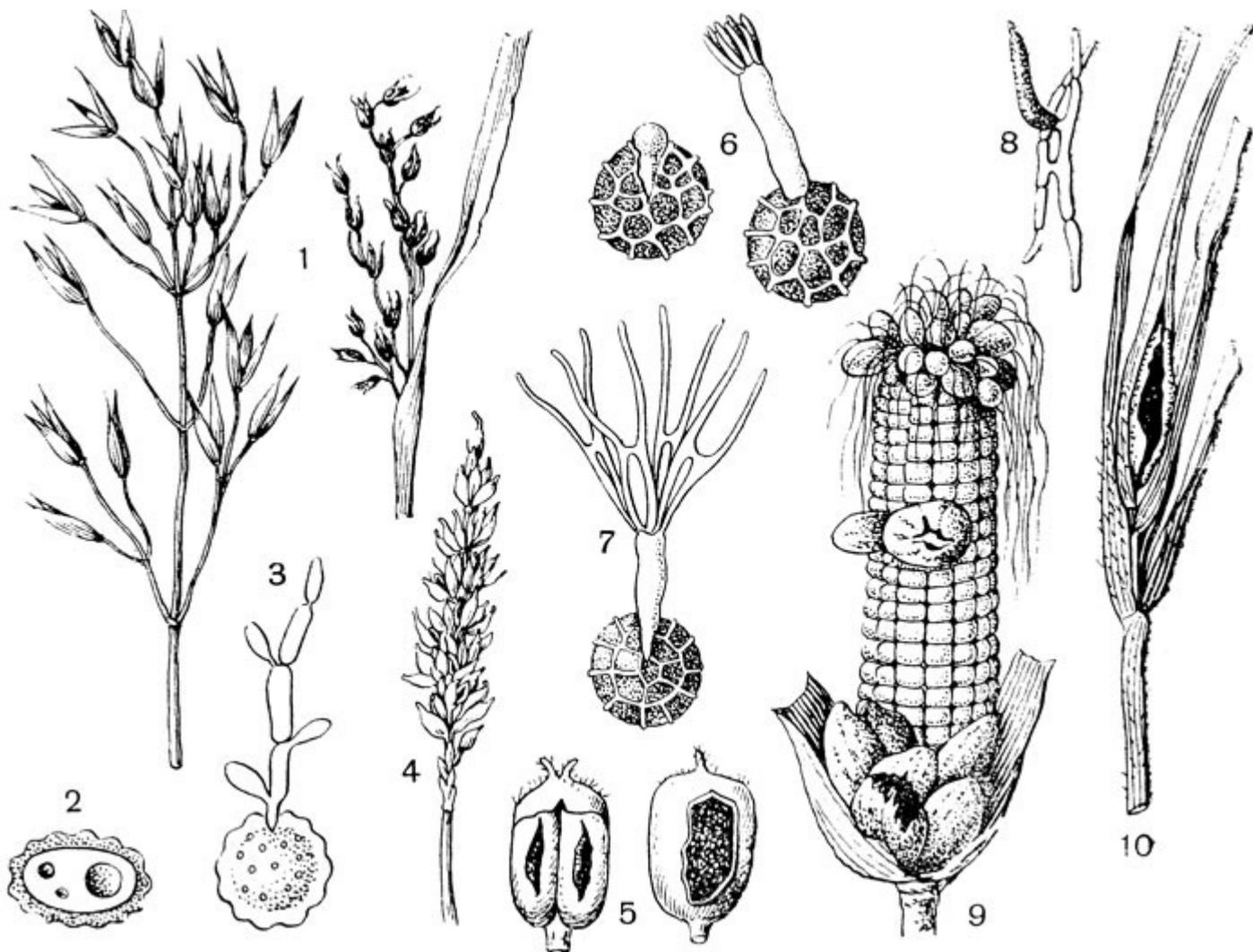


Рис. 45. Головневые Грибы - (Ustilaginales): 1 - сложная метелка овса, справа пораженная головней (*Ustilago avenae*); 2 - покоящаяся головневая спора; 3 - проросшая головневая спора с базидией и базидиоспорами; 4 - сложный колос пшеницы, пораженный твердой головней (*Tilletia tritici*); 5 - зерновка, заполненная головневыми спорами; 6 - различные стадии прораствания головневых спор; 7 - копуляция головневых спор на базидии; 8 - образование конидий; 9 - початок кукурузы, пораженный пузырьчатой головней (*Ustilago maydis*); 10 - колбовидная головня проса (*Ustilago panici miliacei*)

Такие споры после копуляции прорастают, внедряясь в развивающийся стебелек. Мицелий в стебле не вызывает значительных разрушений, он интенсивно растет вверх и, дорастая до конуса нарастания, начинает энергично разрастаться, образуя клубок гиф, поражающих весь конус нарастания. К моменту выколашивания гифы распадаются на двуядерные хламидоспоры.

**Твердая головня пшеницы** (*Tilletia tritici*) вызывает твердую, или каменную, головню зерновок пшеницы. Болезнь обнаруживается после выколашивания пшеницы (рис. 45, 4 - 8).

В поле можно отличить пораженные растения от здоровых по следующим признакам: пораженные колосья пшеницы стоят прямо, тогда как здоровые колосья под тяжестью зерна наклонены книзу. Покровы зерновки при образовании хламидоспор сохраняются, но часто на них образуются продольные трещины, через которые видно черное содержимое. Раздавив пораженную зерновку, понюхаем ее содержимое - чувствуем запах селедочного рассола, обусловленный наличием триметиламина; вследствие этого твердую головню называют также вонючей. Вся полость зерновки заполнена черными головневыми спорами, которые при обмолоте попадают на здоровые зерна.

**Пыльная головня пшеницы** (*Ustilago tritici*) имеет еще большую приспособленность к заражению. Головневые споры пыльной головни пшеницы, образующиеся так же, как у колбовидной головни проса, к моменту выколашивания пшеницы распыляются и, попадая на пестики здоровых цветов, прорастают, образуя фраг-мобазидию. При этом они часто используют ход, проделанный пыльцовой трубкой. Достигая семяпочки, проросток гриба развивает зачаточный мицелий, который распространяется в эндосперме и зародыше. Этот мицелий растет умеренно и не вызывает угнетения развивающейся семяпочки. Таким образом, зерновка, выросшая из завязи, содержит зародышевый мицелий паразита, который при высевании зерновок начинает развиваться одновременно с развитием зародыша. В дальнейшем его развитие похоже на развитие колбовидной головни.

**Пузырчатая головня кукурузы** (*Ustilago zeae*) вызывает местное поражение тканей (рис. 45, 9). Пораженные участки гипертрофически разрастаются вследствие сильного развития гиф под эпидермисом. Позднее гифы распадаются на большое количество головневых спор, эпидермис прорывается, и освободившиеся споры распространяются ветром и воздушными течениями.

Споры, попадая на молодые части кукурузы, прорастают и развивают четырехклеточные фрагмобазидии с базидиоспорами. Базидиоспоры, находясь на базидии, размножаются почкованием и затем попарно копулируют и развивают мицелий. Поэтому болезнь широко распространяется в течение лета.

Рассмотрев несколько представителей порядка головневых, мы подметили у них следующие общие черты. Все головневые - являются облигатными паразитами. Паразитизм у них достиг большого совершенства: в начале цикла развития паразитный гриб не вредит растению-хозяину, чем обеспечивает возможность своего дальнейшего развития. У пыльной головни пшеницы слаженность жизненного цикла с жизненным циклом растения-хозяина зашла так далеко, что зародыш, развивающийся из семени, уже имеет зачаточный мицелий гриба.

Головневые грибы только при прорастании хламидоспор развиваются сапрофитно.

Вред, причиняемый головневыми грибами, громаден: понижается урожай, уменьшается количество зерна, налив здоровых зерен оказывается неполным. Кроме того, хлеб, содержащий примесь твердой головни, действует отравляюще на организм и имеет отвратительный запах.

В основу борьбы с головневыми грибами кладется знание биологических особенностей их. Основными мерами борьбы являются: плодосмен, протравливание посевного материала и термическая обработка его и так называемый уход от заражения.

Растение-хозяин	Болезнь	Паразитный гриб
Пшеница	Пыльная головня Твердая головня	<i>Ustilago tritici</i> <i>Tilletia tritici</i>
Овес	Пыльная головня Твердая головня	<i>Ustilago avenae</i> <i>Ustilago laevis</i>
Ячмень	Пыльная головня Твердая головня	<i>Ustilago nuda</i> <i>Ustilago hordei</i>
Просо	Колбовидная головня	<i>Ustilago panici miliacei</i>
Кукуруза	Пузырчатая головня	<i>Ustilago maydis</i>
Рожь	Стеблевая головня	<i>Urocystis occulta</i>

Главнейшие головневые грибы, паразитирующие на хлебных злаках, и болезни, ими вызываемые

### [буковель готелі](#)

#### Порядок Ржавчинные грибы - Uredinales

Ржавчинные грибы, так же как головневые, являются паразитами; многие из них поражают хлебные злаки. Среди них имеются ржавчинники с полным циклом развития и ржавчинники с неполным циклом развития. Первые при прохождении различных фаз развития паразитируют на двух последовательно сменяемых растениях. В цикле развития имеется большое количество различных спороношений.

Ржавчинники с неполным циклом развития рассматриваются как происшедшие от первых путем утраты тех или иных стадий развития.

Познакомимся с ржавчинниками, обладающими полным циклом развития.

**Хлебная ржавчина** (*Puccinia graminis*) паразитирует в начале лета на барбарисе, позднее на культурных злаках, где образует два типа спороношений.

Для занятий заготавливаются: в мае пораженные листья барбариса (спиртовой и гербарный материал), в июне злаки с оранжевыми пятнами летнего спороношения (также

спиртовой и гербарный материал), в июле - начале августа злаки с темно-бурыми пятнами зимнего спороношения (также спиртовой и гербарный материал).

Для знакомства следует рассмотреть следующие препараты:

- 1) лист барбариса с эцидиями и пикнидами (нижняя и верхняя поверхность листа под лупой);
- 2) разрез через лист барбариса с эцидиями и пикнидами; 3) лист злака с уредоспорами (в лупу);
- 4) уредоспоры;
- 5) лист злака с телейтоспорами (в лупу);
- 6) телейтоспоры.

#### *Описание препаратов.*

1) Рассматривая пораженный лист барбариса, на нижней его поверхности находим круглые, иногда неопределенных очертаний оранжевые пятна, достигающие 3 - 5 мм в диаметре. Под лупой отчетливо видим, что такое пятно содержит целую группу эцидиев которые в открытом виде имеют бокальчатую форму, если же они еще закрыты, то шарообразную (рис. 4б, 1).

На верхней поверхности листа находятся пикниды, которые видны в виде маленьких темных точек.

2) Вырежем кусочек пораженного листа барбариса и, зажав его между двумя пластинками бузины, сделаем несколько срезов, выберем лучший и рассмотрим его в поле зрения микроскопа (рис. 4б, 2, 3,4).

При малом увеличении видно типичное строение листа; палисадная ткань местами двуслойна. Ориентируем препарат так, чтобы он лежал к наблюдателю нижним эпидермисом. Переведя микроскоп на большое увеличение, рассмотрим губчатую ткань. На тонком срезе хорошо видны в клетках тончайшие гаустории, а в межклетниках тонкие гифы. Отметим, что хлоропласты видны нечетко, края их как бы размыты - они повреждены деятельностью гриба. Затем отыщем место, где на срезе имеются незрелые и зрелые эцидии, которые в большинстве случаев залегают группами. Строение эцидия изучаем, пользуясь малым и большим увеличениями микроскопа. Эцидий лежит в губчатой ткани и выходит на поверхность листа через разрыв нижнего эпидермиса. С поверхности эцидий прикрыт однослойной оболочкой, носящей название перидия. Вся полость эцидия занята угловатыми эцидиоспорами, которые лежат цепочками. Начало эцидиоспорам дают вытянутые в длину базальные клетки, лежащие в основании эцидия.

Эцидиоспоры постепенно высыпаются из эцидия, разносятся воздушными потоками и прорастают в том случае, если попадут на растения злака.

В палисадной ткани лежат кувшинообразные пикниды. Вся полость пикниды занята радиально сходящимися тонкими нитевидными окончаниями гиф, отчленяющимися от себя

пикноспоры, или спермации. Созревая, пикниды прорывают верхний эпидермис и открываются узким отверстием, через которое выставляются окончания гиф. Одновременно в пикнидии образуется сахаристая жидкость, которой питаются жуки; переползая с растения на растение, они разносят пикноспоры. Значение пикноспор в жизни гриба неясно.

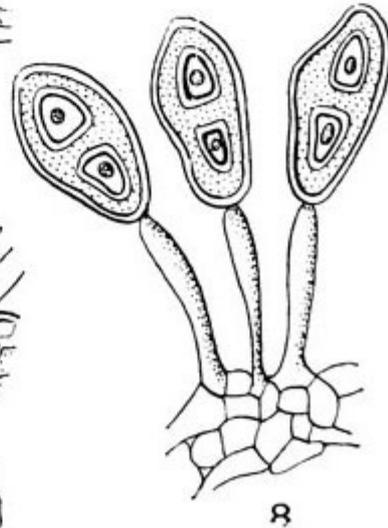
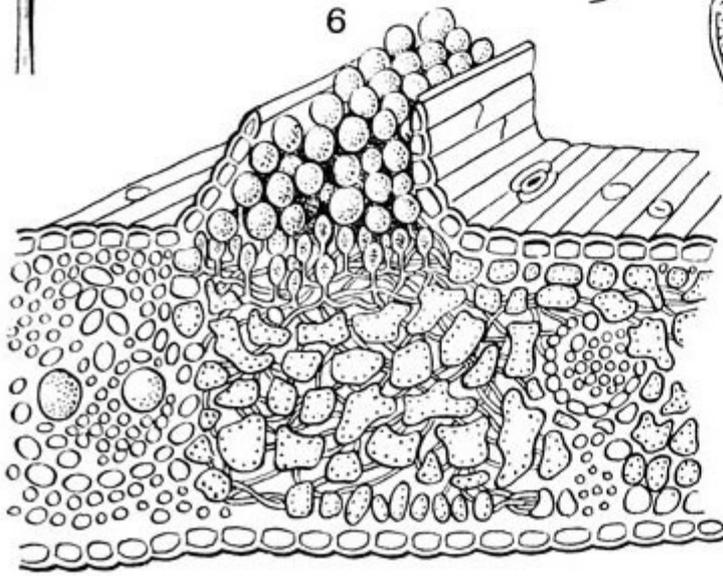
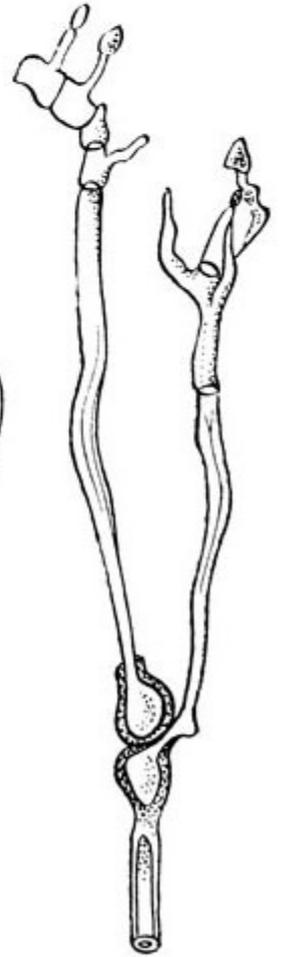
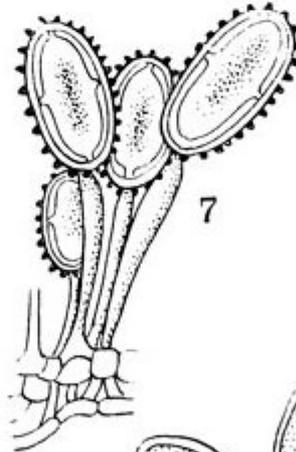
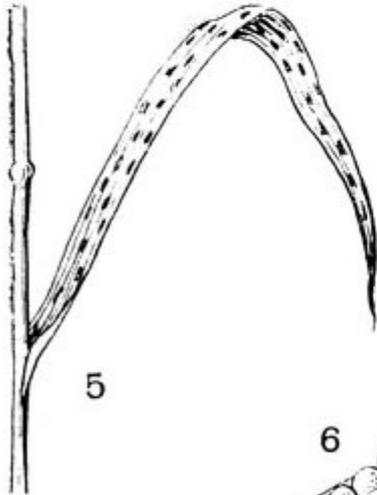
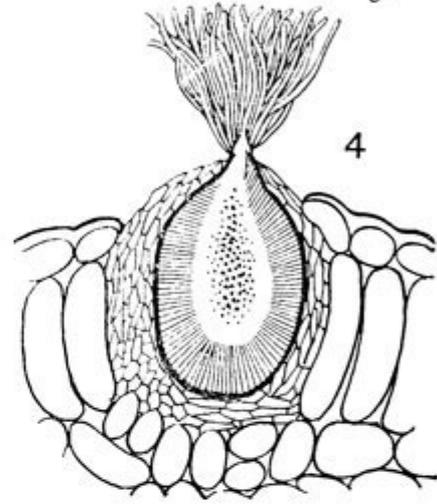
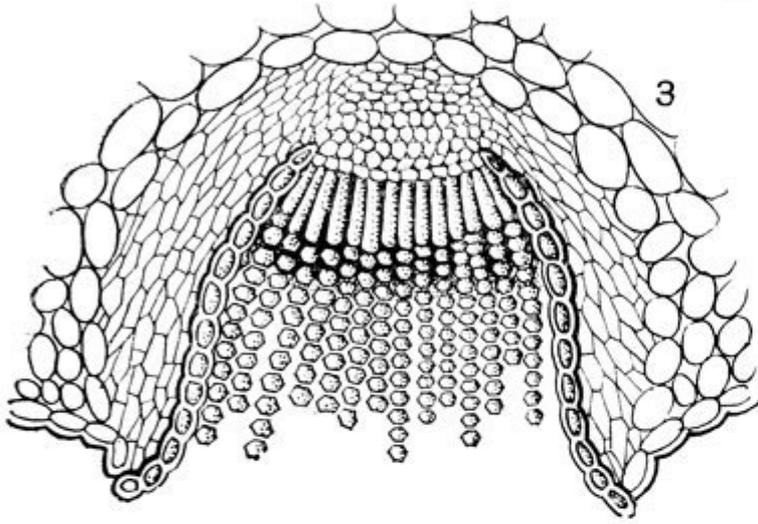
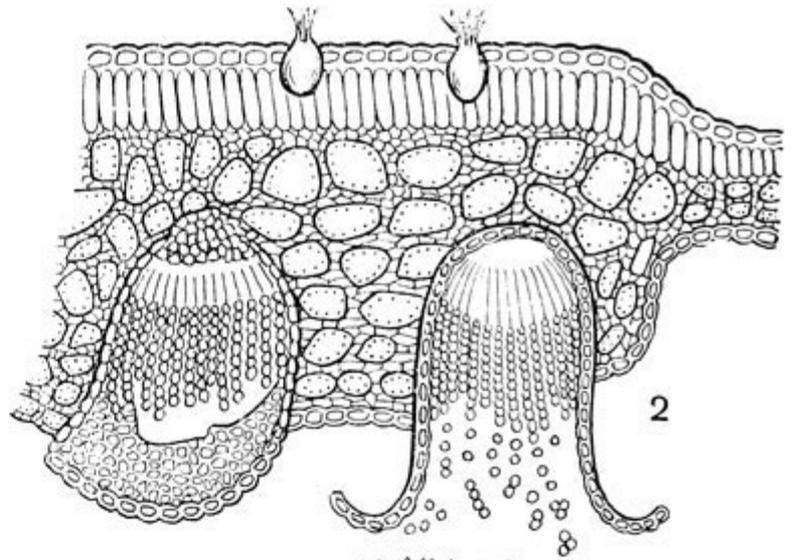
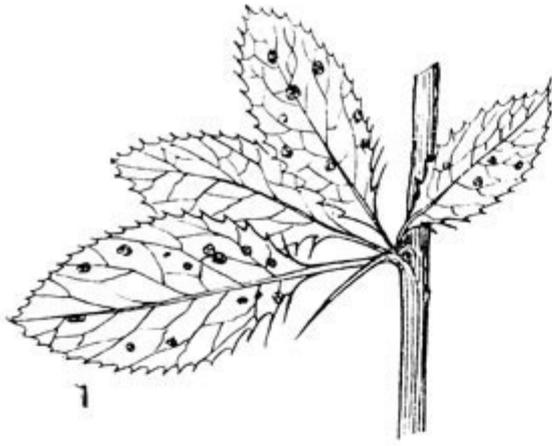


Рис. 46. Хлебная ржавчина (*Puccinia graminis*): 1 - эцидии на листьях барбариса; 2 - поперечный разрез пораженного листа барбариса с эцидиями в губчатой ткани и пикнидиями в столбчатой ткани; 3 - эцидии в поперечном разрезе; видны перидий, базальные клетки, эцидиоспоры; 4 - пикниды; видны окончания гиф, производящие пикноспоры; 5 - лист злака, испещренный спороношением гриба; 6 - поперечный разрез пораженного листа злака; видны продольный разрыв эпидермиса и выходящие на поверхность многочисленные уредоспоры; 7 - уредоспоры; 8 - телейтоспоры; 9 - проросшая телейтоспора с фрагмобазидиями и базидиоспорами

3) Лист злака с уредоспорами (рис. 46, 5). Эцидиоспоры, попадая на злаки, прорастают. Проросток проникает в ткань листа через устьице, где развивает мицелий на ограниченном участке. Мицелий после некоторого периода роста и развития приступает к спороношению. Споры, закладывающиеся под эпидермисом, разрывают его и выходят на поверхность листа. Рассмотрим гербарный экземпляр. На листе видим вытянутые в длину оранжевые полосы - это скопления уредоспор. Количество пятен на поверхности листа свидетельствует об интенсивности размножения гриба.

4) Уредоспоры (рис. 46, 6, 7). Для знакомства с уредоспорами можно изготовить препарат двумя способами: сделать срез через пораженный лист злака или просто наскоблить с поверхности пораженного листа летние споры (препаровальной иглой или скальпелем).

Первый способ труднее, так как срез должен быть тонким, но такой препарат дает картину расположения летних спор на мицелии. Второй способ безусловно более легкий, но препарат оказывается неполным - в нем находятся только одни споры. Если препарат изготовлен первым способом, будет видно группу уредоспор, расположенных на довольно длинных ножках - концах гиф, их производящих, а в листе находится целый клубок гиф. Споры эллипсоидные, оболочка их тонкая, с порами близ центра; содержимое споры окрашено в оранжевый цвет.

Созревающие летние споры отрываются от клетки-ножки и течениями воздуха переносятся на другие растения злаков, где, прорастая, дают новые особи гриба. Таким образом, уредоспоры в широкой мере осуществляют расселение хлебной ржавчины в летнее время.

5) Лист злака с телейтоспорами. При осмотре гербарного экземпляра злака со спороношением телейтоспор видим, что характер поражения не изменился, но поверхность листьев и стебля густо покрыта темно-бурыми, почти черными пятнами.

6) Телейтоспоры (рис. 46, 5, 9). Для знакомства с телейтоспорами также можно изготовить препарат двумя способами, как в предыдущем случае.

Рассматривая телейтоспоры, видим, что форма их более вытянута в сравнении с уредоспорами. Они имеют двухклеточное строение. Клетки покрыты очень толстыми двухконтурными оболочками.

Эти споры переносят период зимнего покоя, а весной, прорастая, развивают четырехклеточную базидию. На каждой клетке базидии образуется вырост - стеригма; на конце стеригмы возникает круглая базидиоспора, в которую переходит ядро клетки.

Базидио-споры по созревании отрываются от базидии и воздушными течениями переносятся на листья барбариса.

Таким образом, хлебная ржавчина характеризуется правильным чередованием различных фаз развития.

Кроме хлебной ржавчины, имеется ряд других разнохозяйственных ржавчинных грибов; сведения о некоторых из них приведены в таблице.

Злак	Промежуточный хозяин	Болезнь	Паразит	Меры борьбы
Пшеница	Василистник ( <i>Thalictrum</i> )	Бурая пшеничная ржавчина	<i>Puccinia triticina</i>	Опыливание озимей серными препаратами
Рожь	Воловик ( <i>Anchusa</i> )	Бурая ржаная ржавчина	<i>Puccinia dispersa</i>	
Овес	Слабительная крушина ( <i>Rhamnus cathartica</i> )	Корончатая ржавчина	<i>Puccinia coronifera</i>	Опыливание серными препаратами

Паразитические ржавчинные грибы

Поражая листья культурных злаков, ржавчинники разрушают ассимиляционную ткань, чем значительно снижают урожай.

В период размножения летними спорами заболевание распространяется в геометрической прогрессии и урон, приносимый хозяйству, с каждым днем возрастает.

Общими мерами борьбы являются выведение устойчивых сортов и система агротехнических мероприятий, сводящихся к ускорению развития хлебных растений.

## Тип Лишайники - Lichenes

### Морфологические формы лишайников

Рекомендуется рассмотреть коллекцию лишайников и разложить ее на три группы: кустистые, прикрепляющиеся к субстрату лишь своим основанием; листоватые (рис. 47, 3), лежащие на поверхности всей пластинкой и прикрепляющиеся в центре или в нескольких местах; накипные (рис. 47, 1, 2), называемые также корковыми, врастающие в субстрат так, что их нельзя снять с него не нарушив. Набор лишайников в коллекции: несколько видов **кладонии** (*Gladonia*), называемых обычно оленьими лишайниками, **цетрария исландская** (*Cetraria islandica*), виды **уснеи** (*Usnea barbata*, V.

florida), **алектория** (*Alectoria jubata*), **стенная золотянка** (*Xanthoria parietina*), **пармелия** (*Parmelia furfuracea*), **эверния** (*Evernia prunastri*), **письменный лишайник** (*Graphis scripta*).

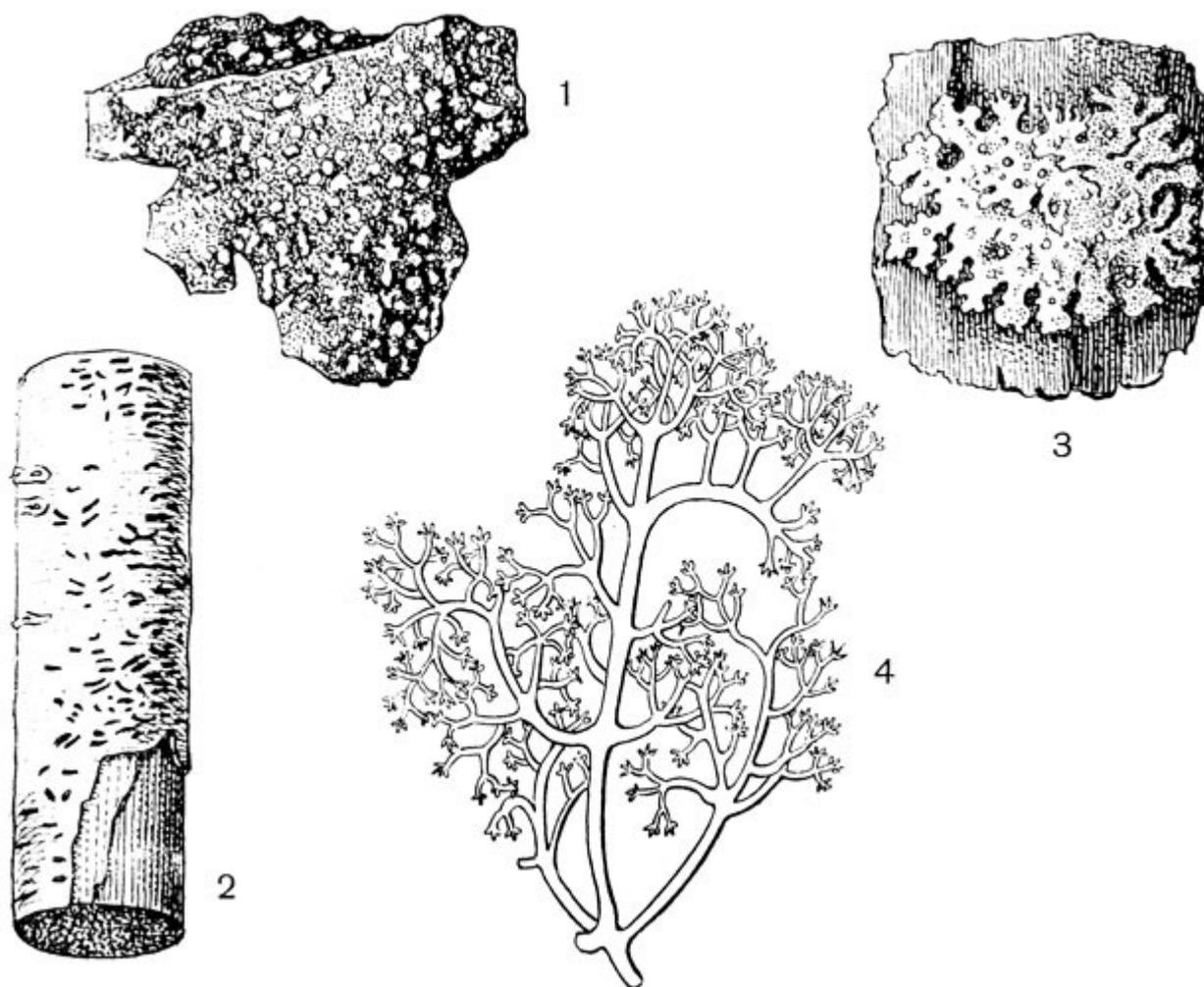


Рис. 47. Морфологические формы слоевища лишайника: 1 - накипной на камне; 2 - накипной на коре дерева; 3 - листоватый; 4 - кустистый

Среди кустистых лишайников отыщем представителей рода Кладония (*Cladonia*) (рис. 47, 4).

Лишайники эти сильно ветвятся. Поперечный разрез веточки округлый, полый внутри.

К роду *Cladonia* относятся также лишайники, похожие по форме на кубки, расширенные сверху или книзу.

Представители рода **Уснея** (*Usnea*) - серовато-зеленые кустистые лишайники, живущие на деревьях. Главные ветви его обильно покрыты мелкими боковыми ветвями. Внутри ветвей проходит плотный осевой стержень, состоящий из гиф и несущий механическую функцию.

Близка к уснее **алектория** (*Alectoria jubata*), которая отличается от уснеи серым или черновато-коричневым цветом, отсутствием осевого стержня и мелких боковых веточек.

Отыщем в нашей коллекции кустистых лишайников **цетрарию исландскую** (*Cetraria islandica*), отличающуюся лентовидными веточками. Окраска этого лишайника от бурой

до желтовато-зеленой. Он часто образует напочвенный покров в борах, где иногда ведет неприкрепленный образ жизни.

### **Анатомическое строение слоевища гетеромерного лишайника**

Для изучения анатомического строения слоевища можно взять широко распространенный эпифитный лишайник **золотянку стенную** (*Xanthoria parietina*). Он обычен на стволах деревьев, старых заборах, особенно часто встречается на стволах осины и тополя. Отличить стенную золотянку можно по характерной желто-оранжевой окраске талломов, растущих в виде плотно прижатых розеток.

Изготовим обычным способом срез. Если он окажется недостаточно прозрачным, обработаем его молочной кислотой или раствором хлоралгидрата\*.

*\* (Обычно для просветления срезов слоевища лишайников используют 5%-ный раствор едкого кали. Но ксантория содержит париэтиновую кислоту, дающую с едким кали соединение, окрашенное в пурпурно-красный цвет. )*

При малом увеличении различаем в срезе несколько слоев: верхний, бесцветный, лишь слегка окрашенный снаружи лишайниковыми кислотами - корковый слой, второй - зеленый, называемый гонидиальным слоем, третий слой, носящий название сердцевины, состоит из рыхло переплетающихся гиф и, наконец, четвертый - нижний корковый слой (рис. 48).

Более подробно познакомимся со строением слоев, рассматривая срез при большом увеличении. Корковый слой состоит из трех-четырех рядов плотно переплетающихся гиф, которые видны в поперечном разрезе и напоминают паренхиму. Поверхностные клетки его окрашены. Слой этот несет защитную функцию.

Второй слой - гонидиальный. В нем видны шарообразные зеленые клетки водоросли. Поищем в препарате места, где видно, что к клеткам водоросли тесно примыкают окончания гиф. Столь тесный контакт делает возможным обмен веществ между компонентами лишайника. Функцией этого слоя является ассимиляция органических веществ.

В сердцевине видны гифы гриба, свободно переплетающиеся между собой. В этом слое много пространств, заполненных воздухом. Гифы в нем очень мощные, часто темные, имеющие толстые оболочки.

Нижний корковый слой повторяет строение верхнего и также играет защитную функцию. От него отходят пучки гиф, прикрепляющие лишайник к субстрату.

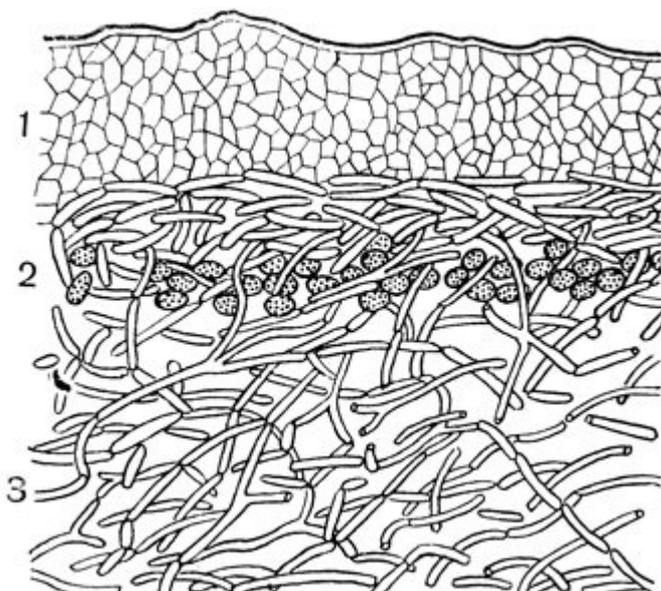


Рис. 48. Анатомическое строение слоевища лишайника: 1 - корковый слой; 2 - гонидиальный слой; 3 - сердцевина

Вегетативное размножение лишайников происходит при помощи особых образований, развивающихся на поверхности или в поверхностном слое таллома (рис. 49, 1, 2, 3). Одни из них, называемые соредиями, прекрасно видны у **дубового лишайника** (*Evernia prunastri*), живущего эпифитно на коре дуба. Это кустистый лишайник светло-серого цвета, на поверхности его видна порошковатая масса соредиев.

Наскоблیم этого налета препаровальной иглой на предметное стекло в 5%-ный раствор едкого кали. Накрыв препарат покровным стеклом, слегка потрем его о предметное, в результате чего кучки соредий разъединятся. Соредии очень мелки, поэтому познакомимся с ними при большом увеличении.

Соредий различны по размерам, чаще всего это небольшие комочки; они состоят из одной или нескольких клеток водоросли, оплетенных гифами гриба. Этот порошковатый налет сдувается ветром, смывается дождем и, попадая на новые места, развивается, давая новые экземпляры лишайника.

Другие образования - изидии - рассмотрим на **пармелии** (*Parmelia furfuracea*), которая обильна на стволах елей, сосен и др. Лишайник этого вида имеет обычно большие размеры слоевищ в сравнении с дубовым лишайником. Таллом *P. furfuracea* окрашен в темно-серый цвет. Поверхность этого лишайника вся покрыта сосочкообразными или мешковидными выростами, придающими ей бархатистый вид.

Сняв небольшой вырост, поместим его в каплю 5%-ного раствора едкого кали и, накрыв покровным стеклом, рассмотрим при малом увеличении. С поверхности изидий покрыт корковым слоем, под которым лежит гонидиальный слой, центр занят сердцевинной. Следовательно, изидий является выростом таллома, повторяющим его внутреннее строение. Изидии легко отрываются от материнского организма вследствие того, что при основании их возникают тонкие, легко обламывающиеся перетяжки.

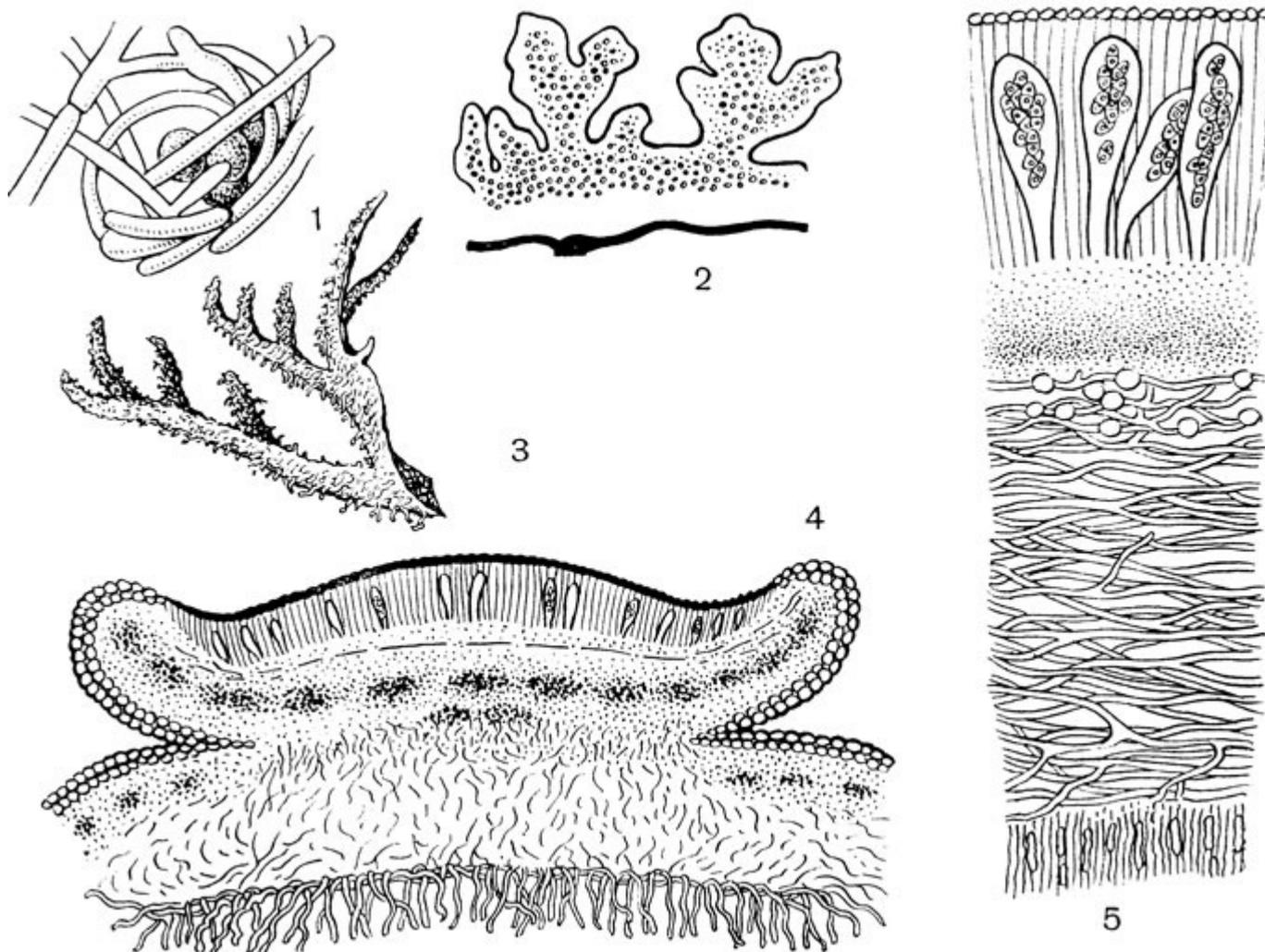


Рис. 49. Размножение лишайников: 1 - соредии дубового лишайника (*Evernia prunastri*); 2 - изидии (схема) } 3 - изидии на поверхности слоевища пармелии (*Parmelia furfuracea*); 4 - разрез апотеция лишайника; 5 - часть апотеция при большом увеличении; видны гимениальный слой с сумками и парафизами, гонидиальный слой и сердцевина

Часто изидии, находясь на произведшем их растении, начинают усиленно расти, в результате чего образуются новые ветви. Таким образом, обильная ветвистость *Parmelia furfuracea* - следствие разрастания некоторых неотделившихся изидий.

### Строение Апотеция Лишайника

Знакомясь с формами слоевища лишайников, мы видели на поверхности некоторых из них плодоношения гриба в виде апотециев (рис. 49,4,5).

Для изготовления срезов апотеция можно взять стенную золотянку, или фисцию (*Physcia*).

Кусочек слоевища, содержащий апотеции, зажмем между двумя кусочками бузины и, приготовив тонкие срезы, сделаем из них постоянные препараты. Рассматривая срез при малом увеличении, отметим, что блюдцевидный апотеций возвышается над слоевищем, имеющим типичное гетеромерное строение. В верхней части апотеция находится

гимениальный слой, состоящий из сумок и парафиз. По бокам апотеций ограничен корковым слоем, под которым залегают гонидии. Центральная часть апотеция занята рыхлым переплетением гиф.

Переведя микроскоп на большое увеличение, рассмотрим гимениальный слой (рис. 49), состоящий, так же как у сумчатых грибов порядка дискомицетов, из вытянутых в длину сумок и парафиз. В сумках у золотянки образуются по 8 двуклетных аскоспор. (Число спор у некоторых лишайников бывает значительно большим.) Зрелые аскоспоры активно выбрасываются из сумок и рассеиваются. Если спора, попавшая на подходящий для прорастания субстрат, встретит в дальнейшем развитии своего компонента из водорослей, то при благоприятных условиях внешней среды может возникнуть новая особь. Таким образом, в природе, по-видимому, нередко образуются новые комплексные организмы лишайника. Рассмотренный нами препарат позволяет сделать вывод, что грибы, входящие в состав лишайника, размножаются типичным для "их" способом. Водоросли, входящие в состав лишайников, утратили типичные способы размножения зооспорами и половым путем и размножаются только делением клетки. Однако те же водоросли, выделенные из лишайника и помещенные в воду, переходят к образованию зооспор.

### **Выделение водорослей из лишайника**

Различные виды только что собранных лишайников (например, *Evernia prunastri*, *Xanthoria parietina*, *Cladonia rangiferina* или других) освободим от кусочков субстрата, на котором они росли, слегка разотрем в ступке. Получившуюся порошковатую массу высыпем в пробирку, зальем водой и выставим на окно в условия достаточного освещения (при этом не следует помещать пробирку на прямой солнечный свет). Наблюдая за пробиркой, обнаружим через несколько недель присутствие в ней водорослей, о чем судим по зеленому налету на стенках пробирки.

Рассматривая зеленый налет в поле зрения микроскопа, отметим, что он образован одноклеточными водорослями, входившими в состав лишайника; гифы же в значительной мере разложились, так как условия жизни в воде не подходят для гриба.

## **Часть вторая. Высшие растения**

### **Общая характеристика и классификация высших растений**

К высшим относятся все наземные листостебельные растения, размножающиеся спорами или семенами.

Современный растительный покров Земли состоит главным образом из высших растений, общая биологическая черта которых - автотрофное питание.

В процессе длительной приспособительной эволюции автотрофных растений в воздушно-наземной среде обитания выработалась общая структура высших растений, выражающаяся в их морфологической расчлененности на листостебельный побег и корневую систему и в сложном анатомическом строении их органов.

У высших растений, вступивших на путь приспособления к жизни на суше, возникают специальные органы поглощения минеральных растворов из субстрата - ризоиды (у гаметофита) или корневые волоски (у спорофита). Ассимиляция углекислого газа из воздуха осуществляется листьями, состоящими главным образом из хлорофиллоносных клеток. Из проводящей ткани, связывающей два важнейших конечных аппарата - корневой волосок и зеленую клетку листа, - и из опорной ткани, обеспечивающей устойчивое положение растения в почве и в воздухе, сформировалась протостела первичного стебля и корня. Стебель своим ветвлением и листорасположением обеспечивает наилучшее размещение листьев в пространстве, чем достигается наиболее полное использование световой энергии, а ветвлением корня - эффект размещения огромной всасывающей поверхности корневых волосков в сравнительно малом объеме почвы\*.

*\* (Среди высших, главным образом цветковых, растений имеется немало видов и родов, вторично перешедших к водному или полуводному образу жизни. Их морфологическая и анатомическая структура, сложившаяся у сухопутных предков, при перемене среды в общем виде сохраняется, претерпевая лишь частичные изменения, обусловленные изменившейся экологической обстановкой. У водных растений наблюдаются более или менее значительная редукция проводящей и механической ткани, развитие воздухоносной системы, изменение формы подводных листьев и тому подобные изменения. )*

Первичные высшие растения унаследовали от своих предков-водорослей высшую форму полового процесса - оогамии и двухфазный цикл развития, характеризующийся чередованием двух взаимозависимых фаз или "поколений": гаметофита, несущего половые органы с гаметами, и спорофита, несущего спорангии со спорами. При этом из зиготы развивается только спорофит, а из споры только гаметофит. Уже на ранних этапах истории наземной растительности наметились два направления эволюции высших растений: одно характеризуется тем, что гаметофиту принадлежит преобладающая роль в жизни организма, и другое, в котором преобладающим "взрослым" растением является спорофит.

Современные высшие растения делят на следующие типы:

Мохообразные - Bryophyta,

Папоротникообразные - Pteridophyta,

Голосеменные - Gymnospermae,

Покрытосеменные, или Цветковые, - Angiospermae, Anthophyta.

## Тип Мохообразные - Bryophyta

Растения, входящие в тип мохообразных, отличаются тем, что в жизненном цикле их преобладает гаметофит, являющийся взрослым растением; спорофит развивается на гаметофите. Тип мохообразных делят на два класса: Печеночники - Hepaticae, Листостебельные мхи - Musci.

### Класс Печеночники - Hepaticae

Типичные печеночники - стелющиеся слоевищные растения. Однако у многих из них слоевище более или менее расчленено на стеблевидный стержень или ось и сидящие на нем зеленые листовидные лопасти, расположенные большей частью двухрядно и играющие роль листьев.

Познакомимся с двумя порядками класса печеночников: порядком маршанциевых (Marchantiales) и порядком антоцеротовых (Anthocerotales).

### Порядок Маршанциевые - Marchantiales

**Маршанция** (*Marchantia polymorpha*) - слоевищный печеночник. Она встречается в сыроватых лесах, на глинистой или торфянистой почве, а также по обрывистым берегам рек, по стенкам канав и т. п. Печеночники и, в частности, маршанция, несмотря на их широкое распространение в природе, не играют видной роли в растительном покрове.

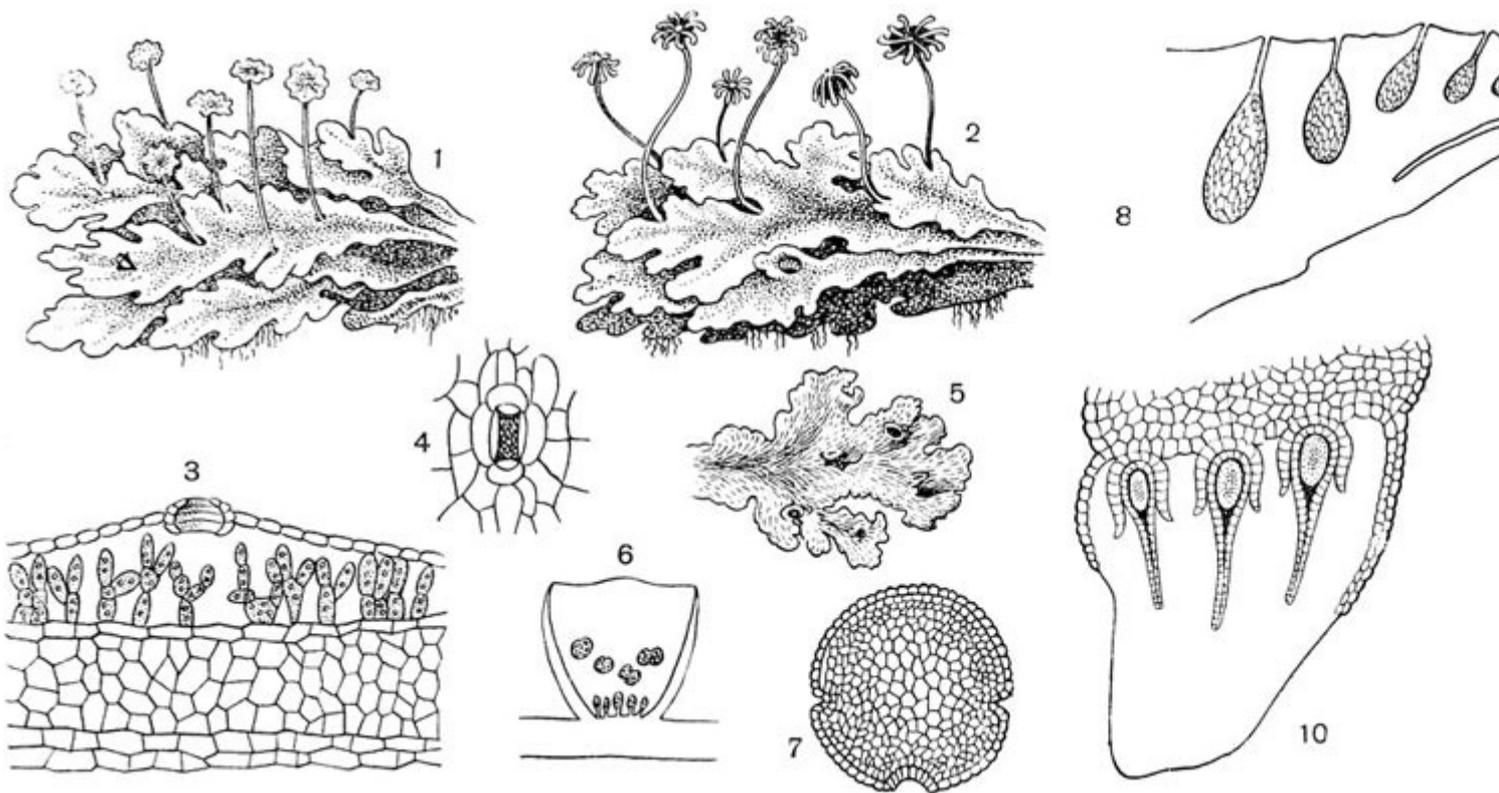


Рис. 50. Маршанция (*Marchantia polymorpha*): 1 - слоевище с антерициальными подставками; 2 - слоевище с архегониальными подставками; 3 - анатомическое строение слоевища; верхний эпидермис с устьищем, ассимиляционная камера с ассимиляторами, проводящая ткань, нижний эпидермис; 4 - устьище (вид сверху); 5 - слоевище с выводковыми корзиночками; 6 - разрез корзиночки с выводковыми почками; 7 - выводковая почка; 8 - мужская подставка в разрезе; видны антерициальные полости с антеридиями; 9 - антеридий; 10 - группа архегониев; 11 - архегоний; в его брюшке яйцеклетка; 12 - спорогон, ножка, коробочка и остатки шейки архегония; 13 - споры и элатера

Внешнее и внутреннее строение маршанции изучается лучше на живом материале. Зимой можно содержать маршанцию в лаборатории.

Слоевище, срезанное вместе с тонким слоем почвы, помещают в плоские стеклянные чашки на слой влажного песка и, накрыв стеклом, ставят в тепличку, так как при недостаточном или одностороннем освещении растение сильно вытягивается, теряя таким образом свою характерную форму.

**Внешнее строение** (рис. 50, 1, 2). Маршанция представляет собой стелющуюся, дихотомически ветвящуюся пластинку. На верхней поверхности ее видна несколько углубленная также дихотомически ветвящаяся жилка. На верхушке слоевища в небольшой выемке находится точка роста, за счет деятельности ее клеток происходит нарастание слоевища по обе стороны от выемки. В результате возникают новые ветви. Старые части слоевища постепенно отмирают, становясь бурыми. Когда отмирание доходит до места ветвления, каждая ветвь продолжает расти дальше как самостоятельная особь. Так, в самой примитивной форме происходит вегетативное размножение маршанции.

Рассматривая верхнюю поверхность слоевища в лупу, отметим мелкий сетчатый рисунок, состоящий из сравнительно светлых линий, разграничивающих всю поверхность слоевища на мелкие, слегка выпуклые ромбические или пяти-, шестиугольные участки. В центре каждого участка выделяется блестящее пятно с точкой в центре. Пятна - это устьица, а темные точки в них - устьичные отверстия. Перевернув затем слоевище нижней стороной к окуляру, увидим отходящие от выпуклой жилки многочисленные ризоиды: бесцветные - молодые, буроватые - более старые. Кроме того, мы обнаружим язычковые ризоиды, стелющиеся по нижней поверхности слоевища от середины к краям и к верхушке. Это трубки с открытыми концами и складчатыми утолщениями на внутренней поверхности оболочки. Как капилляры они передают воду к тканям слоевища. Те и другие ризоиды располагаются пучками, которые действуют подобно фитилю, поднимая воду не только внутри ризоидов, но и между ними.

На нижней поверхности слоевища находятся также бесцветные или фиолетовые многочисленные мелкие листовидные выросты, называемые амфигастриями. Функция и морфологическая природа их остается еще не вполне выясненной. Некоторые считают амфигастрии редуцированными листьями, а слоевище печеночника - вторичным видоизменением листостебельного побега.

**Внутреннее строение.** Сделаем тонкие срезы слоевища маршанции и, изготовив из них микроскопический препарат, рассмотрим его. При малом увеличении видно, что верхняя часть среза зеленая, нижняя же, более мощная, почти бесцветная. От нижнего эпидермиса отходят пучки ризоидов. Бесцветная ткань состоит из крупных клеток, не имеющих признаков специализации/ однако она является проводящей, служа посредником между ризоидами и зеленой ассимиляционной тканью. В то же время в этой ткани откладывается запасный крахмал, что легко обнаружить, обработав препарат иодом. В отдельных клетках находятся крупные темные включения, называемые "масляными телами".

Верхняя зеленая часть среза состоит из одного ряда широких, но невысоких воздушных камер, внутри которых выделяются ярко-зеленые клетки-ассимиляторы, расположенные вертикальными рядами. Рассмотрим более подробно воздушную камеру при большом увеличении.

Верхнюю ее стенку составляет эпидермис слоевища; короткие боковые стенки, отделяющие полость одной камеры от соседей, состоят из одной или двух (реже трех) угловатых клеток; дно камеры выстлано одним слоем клеток, отделяющих полость камеры от лежащей ниже ее крупноклеточной проводящей ткани. Клетки всех стенок камеры, в том числе и эпидермиса, содержат мало хлорофилловых зерен. Клетки же ассимиляторов густо набиты ими. Ряды ассимиляторных клеток начинаются со дна камеры и почти достигают эпидермальной стенки; некоторые ряды дают ответвления в виде боковых клеток. Все клетки ассимиляторов круглые или овальные, слабо связанные друг с другом. При таком соединении почти вся оболочка клеток остается свободной для газообмена. Полость камеры сообщается с воздушной средой через незакрывающееся устьичное отверстие камеры. Таким образом, каждой ромбовидной фигурке на верхней стороне слоевища соответствует воздушная камера с устьицем в центре.

Отыщем в препарате такое место, где разрез прошел через устьичное отверстие. На поперечном разрезе слоевища устьице видно в продольном разрезе, совпадающем с направлением усть-ичного канала. При большом увеличении видно, что устьице состоит

из четырех, реже пяти ярусов клеток, образующих вогнутую стенку устьичного канала, похожего на бочонок.

Чтобы получить более полное представление о строении устьица, рассмотрим его в плане.

Для этого длинное лентовидное слоевище маршанции обертывают вокруг указательного пальца левой руки, придерживая концы слоевища большим и средним пальцами. Затем осторожным движением бритвы срезают тонкий лоскуток эпидермиса, из которого и готовят препарат в капле воды. По тонким краям среза хорошо видны устьица с поверхности. Каждый ярус устьица представляет собой кольцо из четырех соединенных концами изогнутых клеток (рис. 50, 4).

На каждой клетке нижнего кольца имеется по одной выпуклости, вдающейся в устьичный канал; эти выпуклости препятствуют выходу через устьица капельножидкой воды. Замыкающих клеток, регулирующих транспирацию в зависимости от внешних условий, печеночники не имеют.

На примере маршанции мы познакомились с редким среди высших растений типом строения, в котором по внешним и внутренним признакам различают две стороны: верхнюю, или "спинную", и нижнюю, или "брюшную". Этот тип строения называется двусторонним (билатеральным), или спинно-брюшным (дорзо-вентральным) в отличие от радиального типа, свойственного листостебельным растениям.

Познакомимся с размножением маршанции, образующей выводковые почки (вегетативное размножение) и одноклеточные споры, возникающие в спорогонах. Развитию спорогонов непременно предшествует процесс полового воспроизведения.

**Вегетативное размножение.** У маршанции имеются специальные органы вегетативного размножения, называемые выводковыми корзиночками. Они развиваются на верхней стороне слоевища и действительно имеют вид крохотных корзиночек или чашечек с зубчатым краем (рис. 50, 5, 6, 7).

Рассматривая в лупу выводковую корзиночку, обратим внимание на ее форму и на находящиеся в ней выводковые почки, вырастающие из эпидермальных клеток дна корзиночки в виде зеленых лепешечек, видимых даже невооруженным глазом. Затем извлечем препаратной иглой из корзиночки несколько выводковых почек, чтобы рассмотреть их в микроскоп. Каждая выводковая почка имеет на противоположных концах по одной глубокой выемке, где сосредоточены мелкие клетки точки роста. При прорастании выводковая почка может дать начало двум слоевищам, растущим в двух направлениях. На одной из половинок почки на одинаковом расстоянии от выемок можно заметить след прикрепления ее к клетке-ножке, соединяющей растущую почку с тканями материнского слоевища.

Чтобы рассмотреть выводковые почки на разных стадиях их образования внутри корзиночки, связь их с материнским слоевищем, а также тонкие парафизы между растущими почками, сделаем продольный срез через корзиночку и, изготовив препарат, рассмотрим его при малом увеличении.

Клеточная ткань выводковых почек еще мало дифференцирована. Кроме образовательной ткани в двух точках роста, в однообразной хлорофиллоносной паренхиме можно заметить несколько бесцветных клеток, из которых вырастают первые ризоиды.

Силой падающих дождевых капель крупные почки отрываются от соединительных клеток и разносятся потоками воды. Таким образом на свободных участках почвы развиваются заросли маршанции в виде плотного ковра.

Полезно на живом материале проследить развитие слоевищ из выводковой почки, появление ризоидов, возникновение анатомической дифференцировки в тканях слоевища и т. п. Чтобы иметь такой материал, надо заблаговременно сделать посеы выводковых почек во влажной камере на чистом песке. Лучше сделать два-три посева в разные сроки, чтобы иметь к занятиям разновозрастный материал.

**Половой процесс.** Маршанция - растение двудомное. Это обнаруживается тогда, когда на слоевищах появляются особые подставки, на которых находятся женские и мужские органы (рис. 50, 1,2).

Подставки закладываются с ранней весны; к концу весны на них развиваются антеридии и архегонии; в начале лета происходит оплодотворение, затем мужские подставки начинают отмирать, а женские сохраняются, так как на них происходит развитие спорогона, которое заканчивается образованием спор и их рассеиванием в конце лета и осенью. В эти фенологические фазы последовательно производят заготовку учебного материала.

Вполне развитая антеридиальная подставка на мужском растении маршанции имеет вид маленького гриба, состоящего из ножки и дисковидной шляпки с городчатым краем и слегка вдавленной поверхностью. Зрелые шляпки зеленые, с фиолетовым оттенком: сравнительно рано (после выхода сперматозоидов) эти шляпки становятся буроватыми, что указывает на начало их отмирания.

Архегониальная подставка имеет короткую ножку, на которой сидит зеленая головка в виде звездочки со свисающими вниз лучами. Затем в течение лета лучи увеличиваются и выпрямляются, как спицы раскрытого зонтика; позже, к концу лета, лучи загибаются вверх, что вызывается развитием под звездочкой, между бахромчатыми обертками, довольно крупных желтых спорогонов. Одновременно ножка женской подставки значительно удлиняется, вынося спорогоны в положение, благоприятное для рассеивания спор ветром.

Приступим теперь к микроскопическому изучению мужских и женских органов маршанции. Отделим от ножки диск мужской подставки и рассмотрим в лупу ее слегка вогнутую верхнюю поверхность. Она покрыта многочисленными мелкими бугорками, на верхушках которых можно заметить по одному маленькому, как точка, отверстию. Зажмем затем диск плашмя в сердцевину бузины и сделаем с него ряд вертикальных срезов. Отобрав наиболее удачные срезы, изготовим препарат, который рассмотрим при малом увеличении. На срезах сразу же бросаются в глаза расположенные в ряд темные овальные тела - антеридии, почти заполняющие полости такой же формы. Размеры этих полостей и находящихся в них антеридиев уменьшаются от средней части среза к краю, где находятся менее зрелые антеридии. Каждая полость, суживаясь в горлышко с фиолетовыми стенками, имеет выход на поверхность диска.

Следует отыскать в препарате такой участок, где разрез прошел вдоль всего выходного канала.

Рассмотрим строение антеридия при большом увеличении (рис. 50, 8, 9). Антеридий сидит на короткой ножке, стенка его состоит из одного слоя сравнительно крупных клеток.

Все внутреннее пространство антеридия заполнено однородной спермагенной тканью, состоящей из очень мелких материнских клеток сперматозоидов. Клетки ее кубической формы плотно прилегают друг к другу, образуя правильные продольные и поперечные ряды.

В созревшем антеридии спермагенные клетки разбухают и разъединяются. Если в это время поверхность диска смочить водой, которая проникает через каналы в антеридиальные полости, то спермагенные клетки всплывают на поверхность диска. Здесь их оболочки окончательно расплываются и из каждой клетки выходят два двужгутиковых сперматозоида.

В природе капли дождя, падающие на диск, разбрызгиваются, увлекая сперматозоиды. Брызги попадают на женские подставки и разносят сперматозоиды.

Перейдем теперь к изучению строения архегониев. Для этого возьмем молодую подставку с лучами, еще прижатые к короткой ножке (рис. 50, 10). Чтобы извлечь архегонии, у головки обрезают до половины все лучи, затем кладут ее на стекло вверх ножкой и, придерживая одной иглой, другой иглой выделяют (выскабливают) с промежутков между основаниями лучей группы архегониев вместе с покрывальцами и готовят препарат. При малом увеличении среди обрывков покрывальца и прочих тканей можно найти целые архегонии, которые нетрудно узнать по их колбообразной форме.

Рассмотрим архегоний при большом увеличении (рис. 50, 11); отыщем расширенную, почти круглую часть, называемую брюшком, и вытянутую, цилиндрическую шейку. Основанием брюшка архегоний прикреплен к подставке; шейка свешивается вниз. Стенка брюшка и шейки состоит из одного слоя одинаковых клеток, сходных с клетками стенки антеридия. Почти вся полость брюшка занята одной крупной клеткой с хорошо видимым ядром. Это и есть яйцеклетка. Канал шейки у не вполне зрелого архегония заполнен четырьмя-пятью вытянутыми канальцевыми клетками; одна из них, ближайшая к яйцеклетке и более крупная, называется брюшной канальцевой клеткой. У созревшего архегония все канальцевые клетки превращаются в слизь, которая, набухая, оказывает давление на концевые клетки шейки и раздвигает их, образуя устье с каплей слизи на нем.

На живом материале в летнее время можно сделать следующее наблюдение. Если ввести в препарат, в котором находятся зрелые архегонии, каплю мутной жидкости, взятой с поверхности мужской подставки, то можно видеть, как сперматозоиды устремляются к шейкам архегониев.

Яйцеклетка, оплодотворенная сперматозоидом, дает зиготу - начальную фазу спорофита.

Расположение архегониев на подставке можно видеть на вертикальном разрезе звездчатой головки; следует обратить внимание, что архегонии в одном ряду неодинаковой зрелости.

Рассмотренное нами растение маршанции с выводковыми почками, с половыми органами, образующими яйцеклетки и сперматозоиды, - все это в целом составляет гаметофит, или половое поколение; развитие гаметофита завершается актом оплодотворения. Зиготой начинается развитие бесполого поколения - спорофита, называемого у мохообразных спорогоном, производящим споры.

Путем повторных делений из зиготы вначале образуется многоклеточное тело, заключенное в разрастающемся брюшке архегония. Вскоре в нем намечаются первые признаки расчленения на шарообразную часть, остающуюся внутри брюшка, и короткую ножку под ней, внедряющуюся в ткань подставки. Для образовавшегося зачатка спорогона брюшко архегония служит защитным покровом. Вскоре стенка брюшка, под давлением растущего спорогона, отрывается от своего основания и остается в дальнейшем на верхушке его в роли так называемого колпачка. В дальнейшем на молодом спорогоне возникает новый защитный покров, вырастающий из ткани в основании архегония.

Для изучения спорогона возьмем женские подставки позднего сбора, когда лучи их головок уже завернулись кверху. Группы желтых коробочек на нижней стороне звездочки хорошо видны невооруженным глазом. Выделив иглами несколько спорогонов с их ножками, рассмотрим их в лупу.

Зрелый спорогон состоит из шарообразной или яйцевидной коробочки и короткой ножки (рис. 50, 12). Основание ножки, плотно прилегающее к тканям женской подставки, является присоском или гаусторием. Внутри коробочки спорогона в клетках материнской ткани происходит редукционное деление; в результате образуются одноклеточные гаплоидные споры, их следует считать начальной фазой нового гаметофита. У созревших спорогонов коробочки раскрываются на верхушке зубцами, освобождая массу спор.

Рассматривая споры при большом увеличении, отметим округлые очертания их; в протопласте видны капельки жира; экзина толстая, наружная поверхность ее волнистая.

Кроме спор, в поле зрения попадает немало особых, очень длинных клеток с острыми концами и спиральными утолщениями на оболочке, называемых пружинками, или элатерами (рис. 50, 13). Элатеры отличаются повышенной гигроскопичностью, скручиваясь или раскручиваясь при изменении влажности. Так элатеры своими движениями способствуют разрыхлению и выпадению спор.

Попадая во влажную почву, спора прорастает: экзина набухающей споры разрывается, а тонкая интина вытягивается в короткую нить. Вскоре в этой нити появляется перегородка, отчленяющая онцевую клетку, в которой появляются хлоропласты. Эта зеленая клетка, делясь дальше, дает небольшой проросток, разрастающийся путем деления клеток в пластинку - зачаток молодого слоевища. Так из споры - начальной фазы гаметофита - вырастает новое слоевище с женскими или мужскими подставками.

Мы закончили знакомство с жизненным циклом печеночника маршанции. Две фазы этого цикла - гаметофит и спорофит, резко различные по размерам, строению и функциям,

играют, однако, в жизненном цикле печеночника одинаково важную и равнозначную роль: гаметофит неизбежно производит спорофит, как спорофит производит неизбежно гаметофит. Только путем вегетативного размножения, например, из выводковых почек возникает сызнова одноименная фаза.

### **Порядок Антоцеротовые - Anthocerothales**

**Антоцерос** (*Anthoceros*) - типичный представитель порядка антоцеротовых. Антоцерос точечный (*Anthoceros punctatus*) встречается на глинистой почве, близ дорог, в канавах, на пашне. Растение это обитает обычно во множестве экземпляров, что объясняется способностью его к вегетативному размножению.

Слоевище антоцероса ярко-зеленое, мелкое (0,3 - 3 см в диаметре). Очертания его округлые, край надрезанно-лопастной. На нижней поверхности слоевища находятся ризоиды (рис. 51, 1).

Рассмотрим поперечный срез слоевища при малом, а затем при большом увеличении микроскопа. Отметим анатомические особенности: клетки слоевища все одинаковые, даже эпидермис не выражен; ассимиляционный аппарат нехарактерный для высших растений - в каждой клетке находится один крупный хроматофор - с пиреноидом в центре его; таллом состоит из 6 - 10 рядов клеток, к периферии он делается тоньше, а края однослойны; в слоевище-имеются полости, в которых иногда можно обнаружить цепочки сине-зеленой водоросли ностока. Следовательно, слоевище антоцероса (рис. 51, 2) значительно примитивнее слоевища маршанции.

Органы размножения антоцероса нелегко обнаружить, так как.. они полностью погружены в ткань слоевища.

Выводковые почки следует искать в клетках, содержимое которых в результате многократных делений образовало несколько мелких выводковых почек. Выводковые почки выходят на поверхность через отверстие в оболочке клетки, возникающее в результате ослизнения.

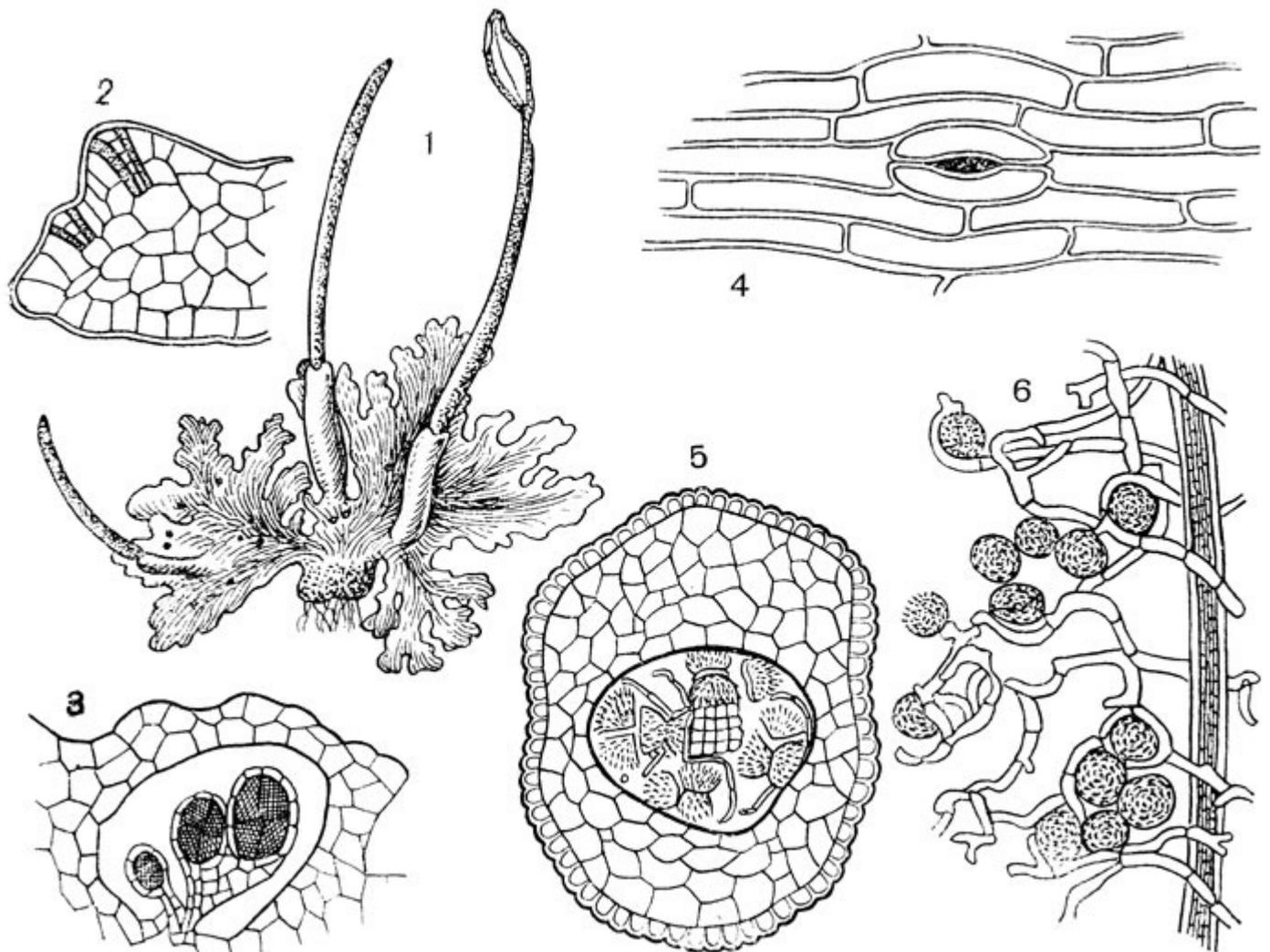


Рис. 51. Антоцерос точечный (*Anthoceros punctatus*): 1 - внешний вид растения; 2 - разрез слоевища, заключающий два архегония; 3 - разрез слоевища с антеридиальной полостью и тремя антеридиями; 4 - устьице в эпидермисе спорогона; 5 - поперечный разрез спорогона; 6 - часть колонки, споры и элатеры

Антеридии и архегонии, как и выводковые почки, погружены в ткань слоевища. Антоцерос - однодомное растение. Антеридии следует отыскивать на поперечных срезах в особых полостях, где их может быть один или несколько (рис. 51, 3). Строение антеридия довольно типично - однослойная стенка, ножка, спермагенная ткань. По созревании антеридиев крыша антеридиальной полости вскрывается, ослизняется стенка антеридия, и сперматозоиды при наличии капельножидкой воды попадают на архегонии.

Строение архегония, формирующегося в слоевище, в сравнении с архегонием маршанции значительно проще. Стенка брюшка его не развита, яйцеклетка окружена вегетативными клетками слоевища, и только клетки шейки отличаются своими малыми размерами и густым плазменным содержимым. Имеются брюшная и несколько шейковых канальцевых клеток (рис. 51, 2). При созревании архегония межклетное вещество между клетками, лежащими над его шейкой, ослизняется, одновременно ослизняются канальцевые клетки, и оплодотворение делается возможным.

В результате слияния гамет возникает зигота. Делясь, она образует гаусторию спорогона с меристематической тканью на вершине. За счет деятельности этой ткани в дальнейшем развивается спорогон - тонкое, цилиндрическое, прямое или изогнутое тельце, достигающее 2 - 3 см высоты (рис. 51, 1). Несмотря на малые размеры, спорогон

отличается по сравнению с гаметофитом более высокой -анатомической дифференцировкой. С поверхности он покрыт эпидермисом с устьицами, замыкающие клетки которых способны к движению (рис. 51,4).

Рассматривая продольный или поперечный разрез спорогона, отметим особенности его строения: под эпидермисом лежат в несколько слоев клетки стенки спорогона, содержащие по два хроматофора, в центре находится колонка, между колонкой и стенкой - археспорий или уже дифференцированные желто-зеленые споры; здесь же находятся элатеры. Вскрывается спорогон сверху вниз двумя продольными створками (рис. 51, 1, 5, б). Спорогон способен к фотосинтезу. Интересно, что у некоторых видов антоцероса спорофит, прорастая сквозь слоевище, переходит к самостоятельному питанию из почвы.

## **Класс Мхи - Musci**

По целому ряду признаков, в особенности по различному строению листьев, в классе мхов различают следующие порядки: Сфагновые, или Торфяные, мхи (Sphagnales) - с особыми водоносными клетками в листьях; Зеленые, или Настоящие, мхи (Bryales) - без водоносных клеток в листьях.

### **Порядок Сфагновые, или Торфяные, Мхи - Sphagnales**

Этот порядок состоит из одного семейства Sphagnaceae с единственным родом Sphagnum, охватывающим свыше 300 видов, из-них во флоре Советского Союза насчитывается более 40 видов. Сфагнум относится к числу характерных ландшафтных растений. Он образует обширные массивы на торфяных болотах и зарастающих озерах. Менее значительные, но сплошные, как ковер, дерновинки сфагнума встречаются нередко по пониженным местам и мочажинам в сырых лесах и на низинных лугах. Сфагновые мхи - основные торфообразователи.

**Сфагнум (Sphagnum).** Содержать живой сфагнум в лаборатории в течение зимы для занятий и наблюдений нетрудно. Дерновины сфагнума помещают в банки с дождевой водой или с водой: из тех мест, где они были взяты. Количество воды в банках соотносуют с естественными условиями обитания каждого вида.

Сфагнум относится к числу кальцефобных (избегающих кальция) растений. Чтобы проследить его отношение к кальцию, ставят небольшую дерновинку сфагнума в жесткую воду или в воду со взвесью мела в ней и наблюдают за состоянием растений.

Обладая огромной влагоемкостью, сфагнум удерживает атмосферные осадки и этим ускоряет начавшийся с его появлением процесс заболачивания лесов и лугов.

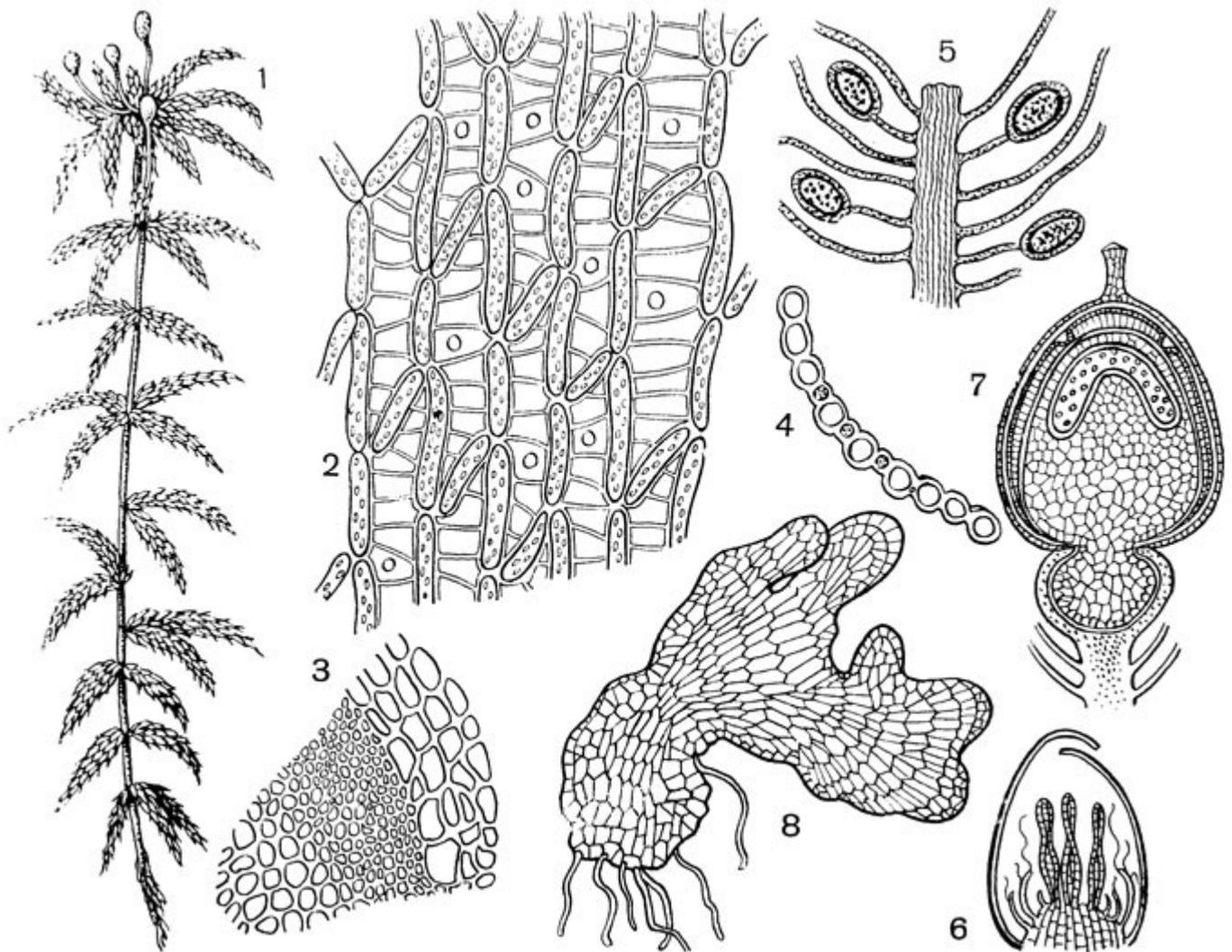


Рис. 52. Сфагнум (*Sphagnum*): 1 - внешний вид; 2 - строение листа; в ячейках сети из хлорофиллоносных клеток находятся водоносные клетки с порами и утолщениями на оболочке; 3 - часть поперечного разреза стебля; 4 - поперечный разрез листа; хлорофиллоносные клетки чередуются с водоносными; 5 - побег с антеридиями; 6 - верхушка побега с архегониями; 7 - продольный разрез спорогона; видны ножка, колонка, спорангий, крышечка; на верхушке остатки архегония; 8 - протонема

Влагоемкость сфагнума можно пронаблюдать в следующем небольшом опыте. Воздушно сухие растения сфагнума ставят в низкий сосуд с водой так, чтобы верхушки растений возвышались над сосудом. Вода поднимается вверх по растениям и отягощенные головки их свешиваются, а вода начинает стекать каплями с повисшей верхушки.

**Внешнее строение** (рис. 52). Выделим осторожно из дерновины одно растение сфагнума и рассмотрим его, пользуясь лупой. Стебель сфагнума ветвистый, слабый. Главный стебель и, в особенности, боковые и верхушечные ветви густо покрыты очень мелкими листьями. Боковые ветви нередко сидят пучками; часть ветвей оттопырены в разные стороны, другие свешиваются вдоль стебля, прилипая к нему. Особенно густо сидят короткие ветви верхушки, образуя головку, которая у многих видов сфагнума отличается окраской: желтой, бурой, коричневой или красной (рис. 52, 1). На всем протяжении стебля совершенно отсутствуют ризоиды, для сфагнума, при его водном образе жизни, и не нужные.

Сфагновые мхи стоят в болотной воде вертикально и неопределенно долго нарастают своими верхушечными почками. Нижние, старые части мха постепенно отмирают и

буреют, При этом некоторые боковые ветви, отделившись в связи с отмиранием стебля, продолжают расти дальше как самостоятельные особи. Такова вегетативное размножение сфагнома.

**Внутреннее строение листьев** (рис. 52). Для сфагнома характерно разное строение стеблевых и веточных листьев. Отделив боковую ветвь сфагнома, соскоблیم с нее препаровальной иглой листья и, изготовив препарат, рассмотрим их при малом, а затем при большом увеличении микроскопа.

Веточные листья сфагнома округло-треугольной формы, остроконечные, прикрепляются к стеблю широким основанием. Они однослойны, не имеют жилок и отличаются от листьев всех других растений изящным равномерно-сетчатым строением. Связную сеть листа составляют длинные, узкие, слегка изогнутые хлорофилло-носные клетки; между ними помещается по одной значительна более крупной, мертвой, бесцветной водоносной клетке, с кольчатыми утолщениями и порами на поверхности. Листья разных видов" сфагнома различаются деталями строения водоносных и хлорофил-лоносных клеток (рис. 52, 2). Таким образом, в структуре листа сфагнома совмещаются две ткани из чередующихся ассимиляционных и водоносных клеток (рис. 52, 4).

**Размножение** (рис. 52). Листостебельное растение сфагнома является обоеполым гаметофитом. Органы размножения образуются близ вершины, на ветвях головки. Антеридиальные веточки отличаются от вегетативных нередко цветом, а также большей толщиной и более плотным расположением листочков, в пазухах которых на длинных ножках сидят овальные антеридии. Укороченные, похожие на почки, архегониальные веточки найти труднее. На самой верхушке их, под прикрытием нежных кроющих листьев, сидят группами архегонии (рис. 52, 5, 6).

Шарообразные спорогоны созревают в середине лета. Зрелый, темно-коричневый спорогон открывается опадающей крышечкой, граница которой обозначена в виде кольцевого желобка.

Приготовим срез, проходящий через коробочку и через ее короткую толстую ножку, вдающуюся в вырост веточки. Этот вырост называют ложной ножкой. Значительную часть полости коробочки занимает крупноклетный бугорок, называемый колонкой. На ней сидит' куполообразный спорангий (рис. 52, 7). Споры сфагнома крупные,, округло-тетраэдрические, покрытые толстой желтой экзозой.

Из спор сфагнома вырастают предростки в виде зеленых лопастных пластинок с ризоидами. Из почек, появляющихся на предростке, вырастают новые растения сфагнома. Таким образом, предросток является начальной фазой гаметофита (рис. 52, 8).

## **Порядок Зеленые, или Настоящие, мхи - Bryales**

Этот порядок занимает в типе мохообразных центральное положение. По некоторым структурным признакам, например по анатомическому строению стебля, зеленые мхи стоят ближе к сосудистым растениям, чем другие мохообразные.

От порядка сфагновых зеленые мхи отличаются отсутствием водоносных клеток в листьях и на поверхности стебля, наличием многоклеточных ризоидов и более сложным строением спорогона, коробочка которого сидит обычно на длинной ножке.

По условиям местообитаний и по образу жизни мхи порядка Bryales более разнородны, чем сфагновые мхи. Зеленые мхи широко распространены в лесах, в особенности хвойных, в тундре, в горах, на лугах и в степи; некоторые виды обитают в проточной воде рек и ручьев, а также на камнях, стволах деревьев и т. п. С таким широким экологическим диапазоном зеленых мхов связано и их морфологическое разнообразие: порядок Bryales охватывает 620 родов с общим числом видов до 13 000.

**Кукушкин лен** (*Polytrichum commune*) -самый крупный из зеленых мхов; он широко распространен в сыроватых лесах и на болотах, где обитает рядом со сфагнумом, занимая относительно высокие участки микрорельефа. Почти чистые заросли кукушкина льна образуют в лесах высокие, пышные темно-зеленые подушки.

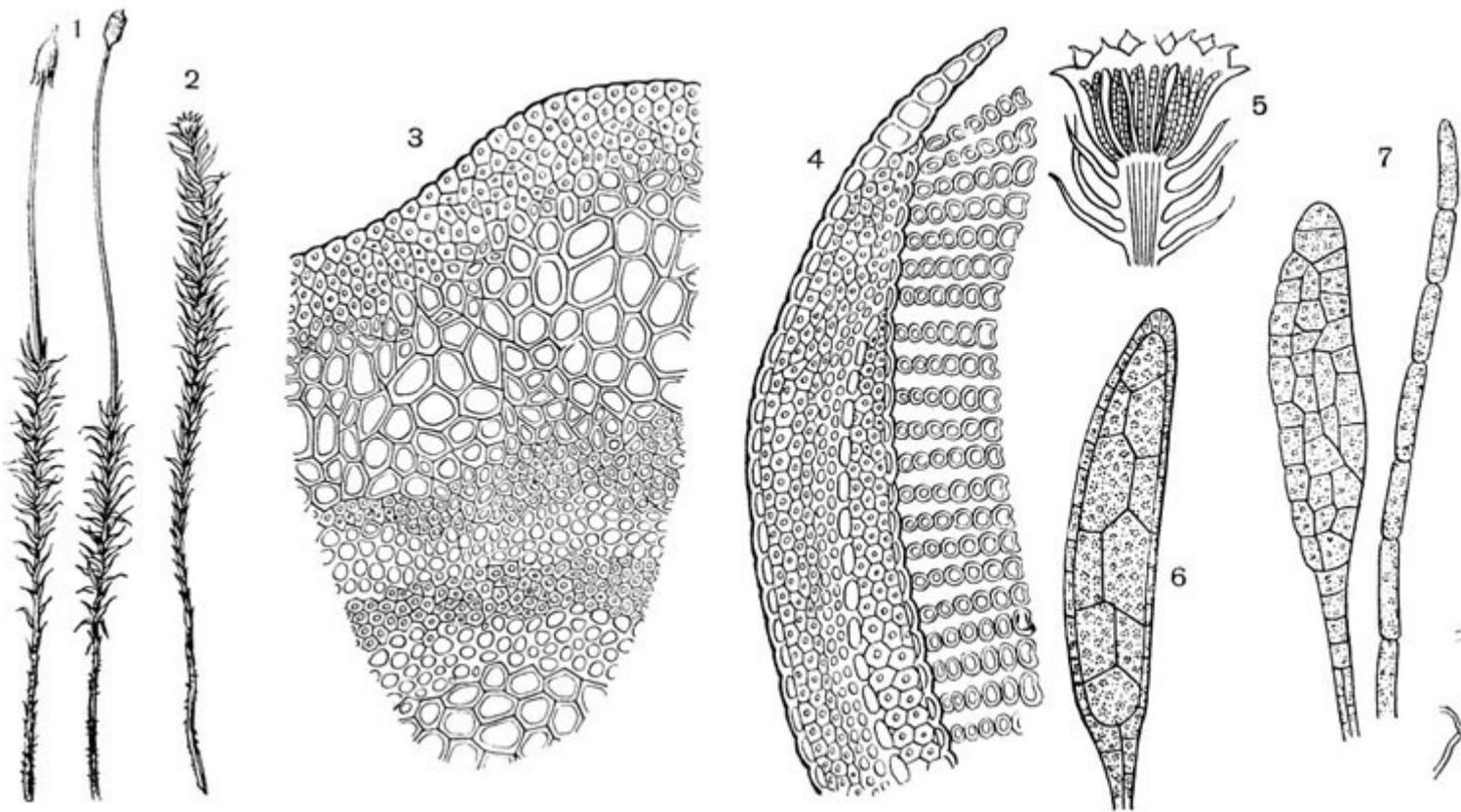


Рис. 53. Кукушкин лен (*Polytrichum commune*): 1 - женское растение со спорогоном; 2 - мужское растение с розеткой на верхушке; 3 - поперечный разрез стебля; в центре рисунка - листовая след; 4 - поперечный разрез листа; справа видны ассимиляторы; 5 - верхушка мужского растения с антеридиями; 6 - антеридий: ножка, стенка, спермагенная ткань; 7 - парафизы; 8 - верхушка женского растения с архегониями; 9 - архегоний: брюшко; с яйцеклеткой, шейка с канальцевыми клетками; 10 - протонема с почками

Строение вегетативных органов кукушкина льна лучше изучать на живых растениях, которые содержат в лаборатории в сходных условиях с описанными для содержания сфагнума (стр. 119). Можно использовать для занятий и сухой кукушкин лен, размоченный в горячей воде перед занятиями.

Верхушки мужских и женских растений, содержащие органы полового размножения, заготавливают весной и хранят в спирте. Спорогоны с колпачками собирают позже - в конце весны или начале лета, хранят также в разбавленном спирте. Развитие спорогона кукушкина льна, начинаясь во второй половине лета - осенью, прерывается зимой и заканчивается только в начале лета следующего года.

**Внешнее строение** (рис. 53, 1, 2). Длинные, прямые и довольно крепкие стебли кукушкина льна густо покрыты сравнительно длинными, жестковатыми листьями. Более старые листья становятся бурыми и, отмирая, отваливаются. На подземной безлистной части стебля, называемой часто "корневищем", находятся ризоиды, образующие слегка скрученные пучки.

В отличие от одноклеточных ризоидов печеночников ризоиды зеленых мхов представляют однорядные, многоклеточные, тонкие, бесцветные нити.

Рассмотрим в лупу листостебельное растение. Отделим иглами от стебля несколько листьев, состоящих из линейной остроконечной пластинки с острыми шипиками по краям и широкого пленчатого влагалища, почти обхватывающего стебель. Листья располагаются тесной спиралью, влагалища их находят одно на другое так, что стебель покрывается ими со всех сторон, как футляром.

**Внутреннее строение листа** (рис. 53, 3). Стебель с прижатыми к нему листьями зажимают в сердцевину бузины и делают серию срезов. Изготовив препарат, изучают его при малом и большом увеличении микроскопа.

Анатомическое строение листовой пластинки кукушкина льна своеобразно. На нижней поверхности листа находится эпидермис; на краях лист тонкий и однослойный, а в толстой многослойной середине его находится проводящий пучок (53, 4). Ассимиляционная ткань лежит открыто на верхней поверхности листа. В поперечном срезе она представляется ярко-зелеными вертикально стоящими колонками, каждая из которых состоит из одного ряда хлорофил-носных клеток. Эти колонки выносятся на одинаковую высоту и делают весь срез похожим на гребенку. Легко представить, что на листе кукушкина льна находятся продольные и довольно высокие пластинки-ассимиляторы. Между тесно стоящими пластинками хорошо удерживается вода, всасываемая зелеными клетками. В сухую погоду края листа, завертываясь кверху, смыкаются над ассимиляционными пластинками, защищая их от высыхания.

**Размножение.** Половое воспроизведение, размножение и весь цикл развития зеленых мхов совершаются по общему плану развития мохообразных. Поэтому ограничимся лишь изучением некоторых особенностей строения антеридиев и архегониев, их размещением на растениях, а также строением спорогона.

Побеги с антеридиями отличаются по розетковидным верхушкам. Листочки розетки окрашены в красновато-желтый цвет, они более широкие и короткие в сравнении со стеблевыми листьями. В центре розетки, на верхушке стебля, между парафизами сидят антеридии на толстых многоклеточных ножках (рис. 53, 5).

При сборе материала в мае - начале июня зрелость антеридиев устанавливается таким образом. Если слегка сдавить пальцами розетку, то из нее выступает капля мутно-белой жидкости, состоящей из ослизневшихся материнских клеток сперматозоидов; если сжать

розетку сильнее, то выдавливаются белые продолговатые тельца: это и есть антеридии. Из заспиртованных розеток антеридии также легко выделяются. Крупные антеридии имеют вытянутую и слегка изогнутую форму, они заполнены густым содержимым. Кроме антеридиев, в препарате обычны довольно разнообразные, прозрачные парафизы. Надавив осторожно иглой на покровное стекло, добиваемся выхода из верхушек антеридиев массы спермагенных клеток. При этом обнаруживается, что стенка антеридия состоит из одного слоя прозенхимных клеток. В естественных условиях клетки на верхушке зрелого антеридия разъединяются и материнские клетки сперматозоидов выходят наружу (рис. 53, 6, 7).

Мужские растения, после опадения антеридиев, продолжают рост, оставляя на стебле листочки розетки. По числу розеток можно определить, сколько лет данный побег производил антеридии.

Найти и рассмотреть архегонии кукушкина льна несколько труднее, так как верхушки женских побегов, где находятся архегонии, ничем не отличаются от вегетативных побегов. Чтобы выделить группу архегониев, надо сначала осторожно раздвинуть и удалить листья, окружающие их. Архегонии на одной верхушке находятся в разных стадиях развития; зрелые - отличаются от архегониев маршанции более длинной шейкой и большим количеством канальцевых клеток, а также массивной ножкой (рис. 53, 8, 9).

В природе перемещение сперматозоидов с мужских растений на женские происходит при тех же обстоятельствах, как у маршанции (стр. 115). Половой процесс у кукушкина льна доступен для наблюдения. Методика работы описана на стр. 115.

Зрелый спорогон кукушкина льна состоит из коробочки, прикрытой волокнистым колпачком, и длинной ножки, основание которой, глубоко внедряясь в верхушку женского растения, является гаусторией (рис. 54). Коробочка спорогона состоит из урны и крышечки с заостренной верхушкой.

Первое время после оплодотворения брюшко архегония и развивающийся спорогон растут равномерно; затем, вследствие ускорения роста спорогона, стенка брюшка разрывается. Верхняя часть брюшка с остатками шейки архегония выносятся вверх растущим спорогоном и остается в виде защитного колпачка на его коробочке и в конце концов сдувается ветром. Нижняя часть брюшка продолжает расти вместе с верхушкой стебля, образуя длинное влагалище, плотно прилегающее к гаустории спорогона. Позже, когда спорогон после выпадения спор начинает увядать, его ножка свободно вынимается из влагалища, при этом поверхность гаустория оказывается не поврежденной - не оторванной, а гладкой (смотреть в лупу).

Вначале спорогон лишен хлорофилла и развивается полностью за счет гаметофита; затем ножка и коробочка становятся ярко-зелеными, спорогон в какой-то мере переходит к самостоятельной ассимиляции; в эпидермисе спорогона появляются настоящие устьица с замыкающими клетками; наконец, в период созревания спорогон теряет зеленую окраску: коробочка становится желтой, а ножка темно-красной.

Для изучения строения коробочки надо приготовить два среза, продольный и поперечный. Сопоставляя их, устанавливаем, что стенка коробочки многослойная и что внутри нее проходит вертикальная колонка, являющаяся продолжением ножки

спорогона; верхняя расширенная часть колонки образует тонкую пленочку, называемую эпифрагмой, закрывающую вход в устье коробочки.

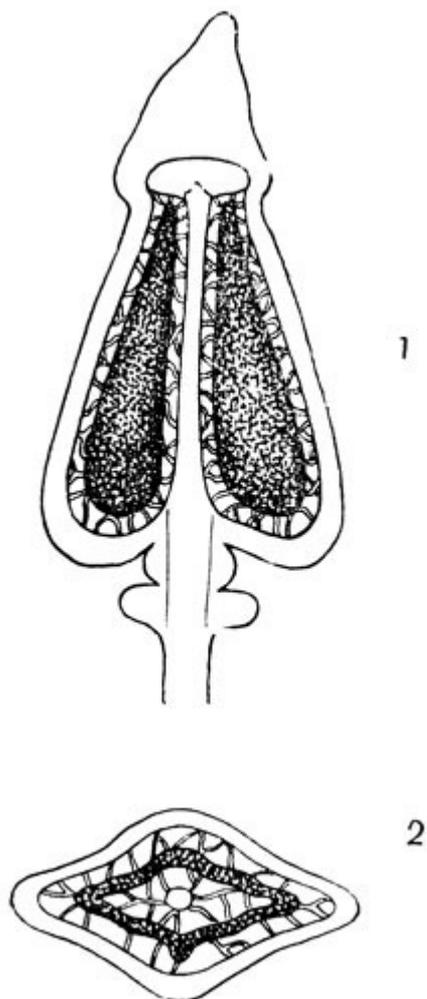


Рис. 54. Коробочка кукушкина льна в прѣдольном и поперечном разрезах. В центре разреза - колонка, вокруг - спорангий, в спорангии масса спор

В полости между колонкой и стенкой коробочки помещается спорангий, имеющий форму кольцеобразного складчатого мешка, подвешенного тонкими зелеными нитями к стенке коробочки и к колонке. Спорангий наполнен массой мелких зеленых спор.

Снимем с коробочки ее остроконечную крышечку. Срежем затем бритвой тонкий кольцевой край коробочки вместе с эпифрагмой и рассмотрим его в лупу (лучше 20X). По краю устья коробочки находится ряд мелких зубцов с закругленными краями, называемый перистомом (околоустьем). Зубцы перистома очень чувствительны к изменению влажности воздуха. В сырую погоду они прижаты к краю эпифрагмы, препятствуя выпадению спор; в сухую погоду, быстро подсыхая, отгибаются, открывая выход для спор. Коробочка, сидящая на длинной и гибкой ножке, раскачивается от ветра, и споры при этом постепенно вытряхиваются из нее. Таким образом, гигроскопичность перистома обеспечивает выпадение спор только в сухую погоду. Мелкие легкие споры подхватываются течениями воздуха и таким образом рассеиваются.

Еще лучше развит перистом на коробочке **фунарии влагомерной** (*Funaria hygrometrica*), встречающейся обычно на лесных пожарищах.

На сырой почве споры прорастают в проросток (протонему). В лаборатории производят посев спор мха на влажный песок и содержат под стеклом в прохладном месте (до +15° С) и не на прямом свете.

Микроскопически проростки зеленых мхов очень похожи на нитчатые зеленые водоросли, отличаясь косыми перегородками между клетками. Некоторые ветви протонемы, лишенные хлорофилла, выполняют роль ризоидов. На проростке возникают почки, из которых вырастают взрослые растения.

Сделаем некоторые выводы и обобщения. У всех мохообразных гаметофит связан с водной средой обитания; важнейший процесс, совершающийся на гаметофите, - оплодотворение требует наличия воды как среды для передвижения сперматозоидов. Спорогон, т. е. их спорофит, наоборот, приспособлен к жизни в воздушной среде; споры, образующиеся в спорогоне, распространяются токами воздуха наилучшим образом в сухую погоду.

Рассмотренные формы мохообразных иллюстрируют различную степень усложнения их строения: от простого слоевища печеночников до листостебельного строения у сфагновых и зеленых мхов. Ход эволюции мохообразных не выяснен окончательно. Некоторые считают своеобразную организацию сфагновых мхов вторичным приспособлением их к специфической экологии торфяных болот. По воззрениям некоторых авторов, слоевище печеночников является видоизменением листостебельного побега. По этим взглядам, эволюция мохообразных представляется в такой последовательности: от класса листостебельных мхов к классу печеночников, а в пределах первых - от порядка зеленых мхов к порядку сфагновых.

## **Тип Папоротникообразные - Pteridophyta**

Тип папоротникообразных объединяет все остальные высшие споровые растения. Общая черта развития этих растений заключается в том, что оба их поколения - гаметофит и спорофит - живут как самостоятельные и совершенно обособленные друг от друга организмы. Спорофиты папоротникообразных - плаунов, хвощей и папоротников - решительно преобладают по размерам и сложности строения над их гаметофитами, называемыми заростками.

Из типа папоротникообразных рассмотрим три класса: Папоротниковые - Filicinae; Клинолистовидные - Sphenopsida; Плауновидные - Lycopsidea.

### **Класс Папоротниковидные - Filicinae**

Из этого класса мы рассмотрим представителей трех порядков: Настоящие папоротники (Filicales); Сальвиниевые (Salviniales), Ужовниковые (Ophioglossales).

## Порядок настоящие Папоротники - Filicales

Для ознакомления с внешним строением настоящих папоротников желательно иметь следующих представителей порядка Filicales:

А. Целые гербарные экземпляры.

**1. Мужской папоротник, или щитовник мужской (*Dryopteris filix mas*),** один из самых распространенных папоротников тенистых смешанных и широколиственных лесов на влажных и питательных почвах.

**2. Орляк (*Pteridium aquilinum*)** столь же обычного типа папоротник на песчаных почвах в сосновых лесах и открытых возвышенных местах.

**3. Страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris*)** часто встречается по сырым кустарникам и ольшаникам, большей частью около воды и в тенистых сырых оврагам. Страусник нередко разводится как изящное декоративное растение в тенистых парках.

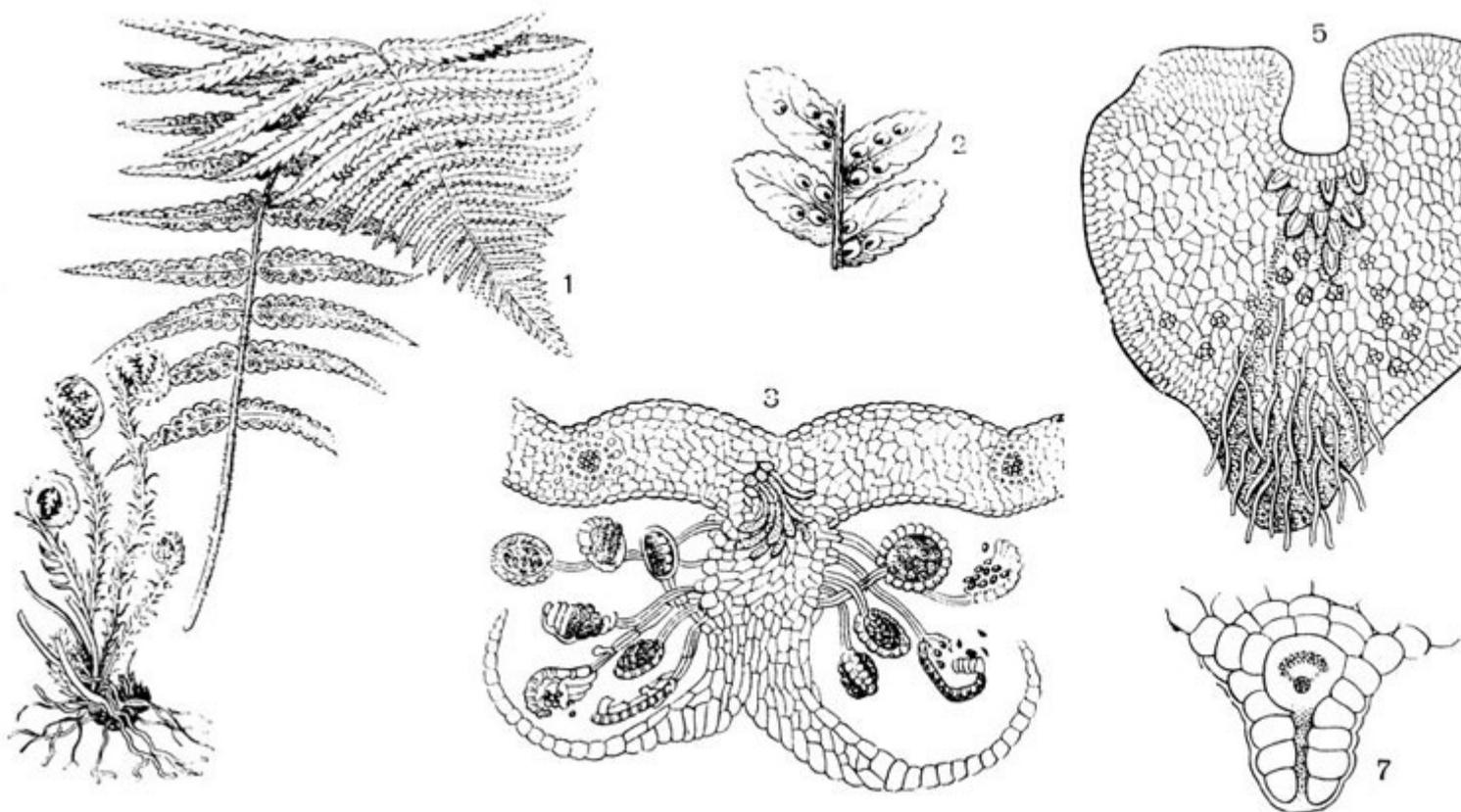


Рис. 55. Щитовник мужской (*Dryopteris filix mas*): 1 - растение с зачаточными и развитыми листьями; 2 - дольки листа с сорусами; 3 - разрез листа с сорусом: плацента, покрывальце и спорангии; 4 - спорангий с кольцом; 5 - заросток; группа архегониев близ выемки, антеридии между ризоидами; 6 - антеридии в момент выхода сперматозоидов; 7 - архегоний с яйцеклеткой; 8 - молодой спорофит, еще не порвавший связи с гаметофитом

Б. Живые папоротники с зимующими листьями.

- 1. Многоножка, или сладкий папоротник** (*Polypodium vulgare*), с простыми перистораздельными листьями.
- 2. Станожник** (*Scolopendrium officinarum*) с простыми цельно-крайними листьями.
- 3. Венерин волос** (*Adiantum capillus veneris*) с тонкими черными стеблями и широкими клиновидными дольками листа.
- 4. Живородящий папоротник** (*Asplenium viviparum*) - комнатный папоротник, с придаточными почками на главных жилках, перистосложных листьев. Родина - острова Индийского океана.

**Строение вегетативных органов.** Папоротники - многолетние растения с подземным стеблем - корневищем. У щитовника и страусника корневище короткое, толстое, с пучком крупных зеленых листьев на верхушке, ниже которых корневище сплошь покрыто остатками черешков листьев прошлых лет. У орляка корневище длинное, черное, ветвистое, свободное от старых черешков; вершина каждой ветви корневища развивает по одному листу. От корневищ папоротников вниз отходят многочисленные тонкие черные корни. Корень - орган высших растений, с которым мы в нашем систематическом обзоре типов растений встречаемся впервые. Корни и ризоиды - аналогичные органы, так как функции их одинаковы: укрепление растений в почве и поглощение из нее воды с минеральными веществами. Корень - орган спорофита, а ризоиды свойственны гаметофиту, следовательно, корни и ризоиды него-мологичны.

Названные папоротники (объекты Данного занятия) иллюстрируют разнообразие листьев папоротниковидных по форме и размерам. Лист страусника иногда достигает длины 1 м и больше а листья тропических древовидных папоротников - много больше. Типичными для папоротников являются крупные, сложноперистые листья, как у щитовника, орляка и т. п. Лишь у немногих папоротников листья мелкие или простые и цельнокрайние, как у **станожника** (*Scolopendrium officinarum*).

Растут листья папоротника медленно и своеобразно. В этом можно убедиться, если рассмотреть развитие листьев на одном экземпляре щитовника (рис. 55, 1). Закладываются, листья на самой верхушке стебля-корневища, вокруг его точки роста. В течение первого лета они остаются зачаточными, малозаметными. Во второе лето молодые листья имеют форму спиралей, густо покрытых коричневатыми чешуйками. Группу таких улиткообразных листовых зачатков можно всегда найти внутри пучка вполне развитых листьев щитовника. Весной третьего года зачаточные листья быстро развертываются, освобождаются от чешуек и к началу лета достигают полного развития. Осенью листья отмирают и опадают, оставляя на корневище основания своих черешков.

Для изучения особенностей роста и развития папоротников можно использовать комнатные виды, например, живородящий папоротник. Периодические наблюдения над живыми папоротниками убеждают в том, что листья их (вайи), в отличие от листьев всех прочих растений, растут не основанием, а верхушкой, подобно стеблю. Вследствие длительного ("неограниченного") верхушечного роста вайи достигают крупных размеров, чем папоротники, резко отличаются от других папоротникообразных - хвощей и плаунов. Отмеченные особенности листьев папоротников, а также многие другие признаки, рассматриваемые в теоретическом курсе (например, дихотомическое жилкование, расположение сорусов и т. п.) указывают на то, что они иного происхождения, чем листья

плаунов и хвощей, возникшие первоначально как выросты на поверхности осевых органов; листья же папоротников образовались путем уплощения и срастания осевого органа и его ветвей, т. е. их кладодификации. Вместе с тем изменилось и внутреннее строение - оно стало дорзивентральным.

**Размножение.** Из многочисленных форм вегетативного размножения папоротников остановимся лишь на одном, самом доступном для наблюдения в лаборатории. На листьях **живородящего папоротника** (*Asplenium viviparum*) всегда можно видеть прорастание особых придаточных почек на главных жилках листа. Из этих почек развиваются крохотные папоротники с зелеными листьями. Эти молодые папоротники отделяются от жилки и, упав на влажную землю, образуют корни и вырастают во взрослые растения.

Многим нашим лесным папоротникам свойственно вегетативное размножение при помощи корневищ. Примером может служить **орляк** (*Pteridium aquilinum*), длинные ветвистые корневища которого могут распадаться, образуя несколько самостоятельных растений\*.

\* (Иногда орляк, размножаясь корневищем, внедряется в посевы культурных растений, например на чайных плантациях Закавказья. Он является трудноиско-ренимым сорняком.)

**Размножение спорами.** Кучки спорангиев, или сорусы, различной формы возникают на нижней поверхности листьев. У многих папоротников сорусы прикрыты тонким, бесцветным покрывальцем или индузием. Вернемся еще раз к листьям имеющихся у нас папоротников и рассмотрим форму и расположение сорусов, обратим внимание на наличие или отсутствие покрывальца, на форму его. Эти мелкие признаки имеют большое диагностическое значение при определении видов папоротников. У щитовника сорусы круглые, расположены рядами по обеим сторонам средней жилки долек листа; каждый сорус прикрыт покрывальцем сердцевидной формы. У орляка сорус в виде непрерывной каймы тянется по самому краю листовых долей, под прикрытием завернутого вниз бесцветного края листовой пластинки. Сорусы стоножника в виде крупных полос лежат вдоль боковых жилок листа. Листья этих папоротников выполняют две функции: фотосинтез и спороношение. У страусника эти функции распределены между разными листьями. Зеленые ассимилирующие листья, развивающиеся с вены, не несут сорусов; летом внутри воронковидного пучка этих листьев появляются особые спороносные листья меньшего размера, с сильно редуцированной и свернутой пластинкой, в зрелом состоянии совершенно лишены зеленой окраски; вся нижняя сторона их сплошь покрыта спорангиями. Такие специальные спороносящие листья называют спорофиллами.

Познакомимся далее со строением типичного соруса на примере **щитовника мужского** (*Dryopteris filix mas*). Рассмотрим небольшую дольку заспиртованного листа при 20X увеличении лупы. Отметим почковидной формы сорусы, сидящие на разветвлениях жилок; отогнув покрывальце иглой, увидим кучку спорангиев (рис. 55, 2).

Для знакомства со внутренним строением соруса, сделаем поперечный срез листа и, приготовив временный препарат, рассмотрим его при малом, а затем при большом увеличении микроскопа. В центре соруса находится массивный вырост листа - плацента, которая, расширяясь, переходит в тонкий зонтиковидный индузий, слегка вдавленный в середине; под прикрытием его находится группа спорангиев, прикрепленных к плаценте

посредством длинных ножек. Если разрез прошел через середину плаценты, то можно видеть проводящий пучок в продольном разрезе, идущий из листа в покрывальце (рис. 55, 3).

Рассмотрим чечевицеобразный спорангий, состоящий из крупных тонкостенных клеток; только по ребру его проходит так называемое кольцо, состоящее из клеток иного рода. Кольцо начинается от ножки и, огибая спорангий, заканчивается на середине противоположной стороны (рис. 55, 4). Нетрудно заметить, что оболочки клеток кольца имеют неодинаковую окраску и толщину. Толстая коричневая оболочка каждой клетки, прилегающая к оболочкам соседних клеток, имеет U-образную форму; остальная, поверхностная часть оболочки клеток кольца тонкая, легко пропускающая воду, окрашенная в желтый цвет. Можно представить себе, как при падении тургора в клетках кольца тонкие стенки клеток будут вдавливаться. Вследствие этого одновременного вдавливания наружных стенок, верхняя сторона кольца будет резко сокращаться. Чтобы уяснить роль кольца, отсосем полоской фильтровальной бумаги часть воды из препарата и заменим ее каплей спирта. Спирт оттянет из клеток кольца воду, вследствие чего кольцо резко выпрямится или даже изогнется в обратную сторону, разорвав оболочку спорангия в тонком участке. В природе это происходит вследствие высыхания спорангия и кольца в связи с их созреванием. Силой выпрямляющегося кольца стенка спорангия в тонком участке наконец разрывается, и созревшие споры с силой выбрасываются и рассеиваются ветром. Этому способствует сухая погода. Таким образом, в строении кольца нельзя не видеть приспособления к раскрытию спорангия и распространению спор при наступлении благоприятных для этого условий.

Споры в спорангиях папоротника (как и у всех других растений) образуются из материнских клеток путем редукционного деления. Следовательно, спора является первой клеткой нового гаметофита. Из прорастающей споры развивается чрезвычайно маленькое (сравнительно с размерами папоротника), эфемерное, самостоятельно вегетирующее растение, называемое заростком. Вскоре на заростке появляются органы полового воспроизведения - архегонии и антеридии, из чего явствует, что заросток - гаметофит. После оплодотворения из яйцеклетки, находящейся в брюшке архегония, развивается зародыш, состоящий из зачаточных органов нового папоротника: стебля, корня и листа, а также подвеска, соединяющего зародыш с тканями заростка.

Споры папоротников, как дикорастущих, так и комнатных, долго сохраняют жизнеспособность. Это дает возможность хранить листья со спорами и время от времени делать посеvy спор на влажный песок, чтобы иметь живой материал для изучения этапов онтогенеза папоротника от прорастания спор до появления зародыша. Созревшие споры легко стряхиваются с листа папоротника. Хранят их в пробирках с ватными пробками. Посевы делают в чашках Коха или в поддонниках под стеклом. Культура заростков не выдерживает очень яркого света.

Спора папоротника, прорастая, дает в начале короткую, из трех-четырёх клеток, зеленую нить, соответствующую проростку мха. Одна из первых клеток отчленяет бесцветную клетку, растущую вниз; это первый ризоид. Концевая зеленая клетка нити, продолжая делиться в продольном и косом направлениях, дает небольшую пластинку, на верхушке которой появляется выемка - точка роста; она состоит из группы мелких постоянно делящихся клеток, за счет которых и вырастает заросток.

Развитый заросток представляет небольшую, до 1 см в диаметре, зеленую сердцевидную пластинку (рис. 55, 5). Края ее однослойные; средняя часть начиная от выемки более толстая, многослойная. Вся ткань заростка почти однородная, паренхиматическая. В клетках много хлоропластов. В природе заросток растет горизонтально. В культуре при густом посеве и очень слабом свете верхушки заростков приподнимаются. От нижней, обращенной к земле стороны заростка на некотором расстоянии от выемки отходят многочисленные ризоиды, снабжающие заросток минеральным питанием и водой.

Архегонии и антеридии возникают также на нижней стороне заростка; архегонии находятся около выемки, антеридии - между ризоидами. Количество тех и других небольшое. Архегония имеет короткую, слегка согнутую и выступающую над поверхностью заростка шейку; брюшко архегония с яйцеклеткой погружено в ткань заростка (защищенное положение). Канальцевые клетки, превращаясь в слизь, оказывают давление на шейку, концевые клетки которой раздвигаются, открывая для сперматозоидов доступ к яйцеклетке. Слизь, выступающая из шейки, содержит яблочную кислоту, привлекающую сперматозоидов. Антеридий построен весьма просто. Под его оболочкой, состоящей из немногих клеток, находятся материнские клетки сперматозоидов (рис. 55, 6, 7).

Общий вид заростка можно рассмотреть в лупу. Клеточное строение заростка, ризоиды, размещение архегониев и антеридиев можно видеть при малом увеличении в сильном проходящем свете. Для более детального изучения архегония и яйцеклетки следует приготовить препарат продольного (от выемки к ризоидам) среза заростка.

При большом увеличении удастся видеть выход из антеридиев спиральных многожгутиковых сперматозоидов. В момент выхода они окружены слизью и как бы выталкиваются пассивно из антеридия. Затем, освободившись от слизи, они обнаруживают большую подвижность. Если смыть сперматозоиды со зрелого заростка в каплю воды и затем ввести в нее конец капиллярной трубки с 0,1%-ным раствором яблочнокислого натра, то можно видеть, как сперматозоиды устремляются к концу капилляра.

В естественных условиях для передвижения сперматозоидов от антеридиев к архегониям необходима вода, которая всегда может быть под заростками после дождя или росы.

Из зиготы развивается зародыш - зачаток нового спорофита, получающего свое первичное питание от материнского гаметофита - зеленого заростка (рис. 55, 8). С того момента, когда начнут функционировать вегетативные органы молодого спорофита, начинается отмирание заростка.

Молодой спорофит папоротника укореняется в том месте, где находился заросток и происходило оплодотворение. Следовательно, условие, при котором только и может происходить оплодотворение, - наличие воды - привязывает папоротники преимущественно к влажным или тенистым и сыроватым местообитаниям.

**Сальвиния плавающая** (*Salvinia natans*). Представителем порядка сальвиниевых во флоре Советского Союза является сальвиния плавающая, довольно обычная в тихих водах заводей и стариц южных рек. В учебном отношении этот своеобразный водяной папоротник представляет интерес, с одной стороны, как растение, хорошо приспособленное к водному образу жизни, и, с другой стороны, как представитель разноспоровых папоротников.

Для изучения приспособительных особенностей необходимо иметь сальвинию в живом состоянии. Это вполне осуществимо, так как сальвиния (однолетнее растение) довольно долго сохраняется в аквариуме, Спороношение сальвинии можно изучать и на консервированном материале. В природе споры развиваются в августе- сентябре.

**Внешнее строение.** От горизонтального стебля сальвинии отходят парами яйцевидные листья на коротких черешках. Листья лежат на поверхности воды. Пользуясь лупой, увидим, что стебель и нижняя сторона листьев покрыты бурыми волосками; верхняя сторона листьев сплошь покрыта довольно высокими сосочками, между которыми удерживается воздух, когда листья покрываются водой, например при волнении. Воздух между сосочками придает листьям под водой серебристый цвет. Сальвиния, погруженная в воду в любом положении, немедленно всплывает и принимает на поверхности воды естественное положение. Кроме того, она имеет многочисленные корневидные образования, свешивающиеся от стебля вниз. Подобно стеблю, они покрыты волосками и отходят пучками от тех же узлов, где прикреплены черешки плавающих листьев. Исследованием развития сальвинии, и в частности этих корневидных образований, установлено, что это не пучок корней, а один сильно видоизмененный лист, разделенный на узкие нитевидные доли. Таким образом, сальвиния несет в каждом узле не два, а три листа: два одинаковых, зеленых, плавающих, и один погруженный в воду и разделенный на доли, аналогичные корням. Настоящих корней сальвиния не развивает (рис. 56, 1, 2).

**Размножение.** Шарообразные сорусы сальвинии размером с небольшую горошину сидят группами у оснований погруженных листьев (рис. 56, 1,8).

Для изучения строения сорусов надо сделать продольные (вдоль ножки соруса) разрезы через несколько сорусов и сравнить полученные срезы. Замкнутые оболочки сорусов, соответствующие покрывалам - индузиям, у всех сорусов одинаковые, двойные, с воздушной полостью между стенками. Ножка вдаётся внутрь соруса и играет в нем роль плаценты; на ней сидят спорангии. Сравнивая внутреннее строение сорусов, нетрудно заметить в них разницу: в одних сорусах спорангии мелкие, многочисленные, на тонких ножках; в них содержатся мелкие споры, называемые микроспорами, в числе 64. Эти спорангии называются микроспорангиями.

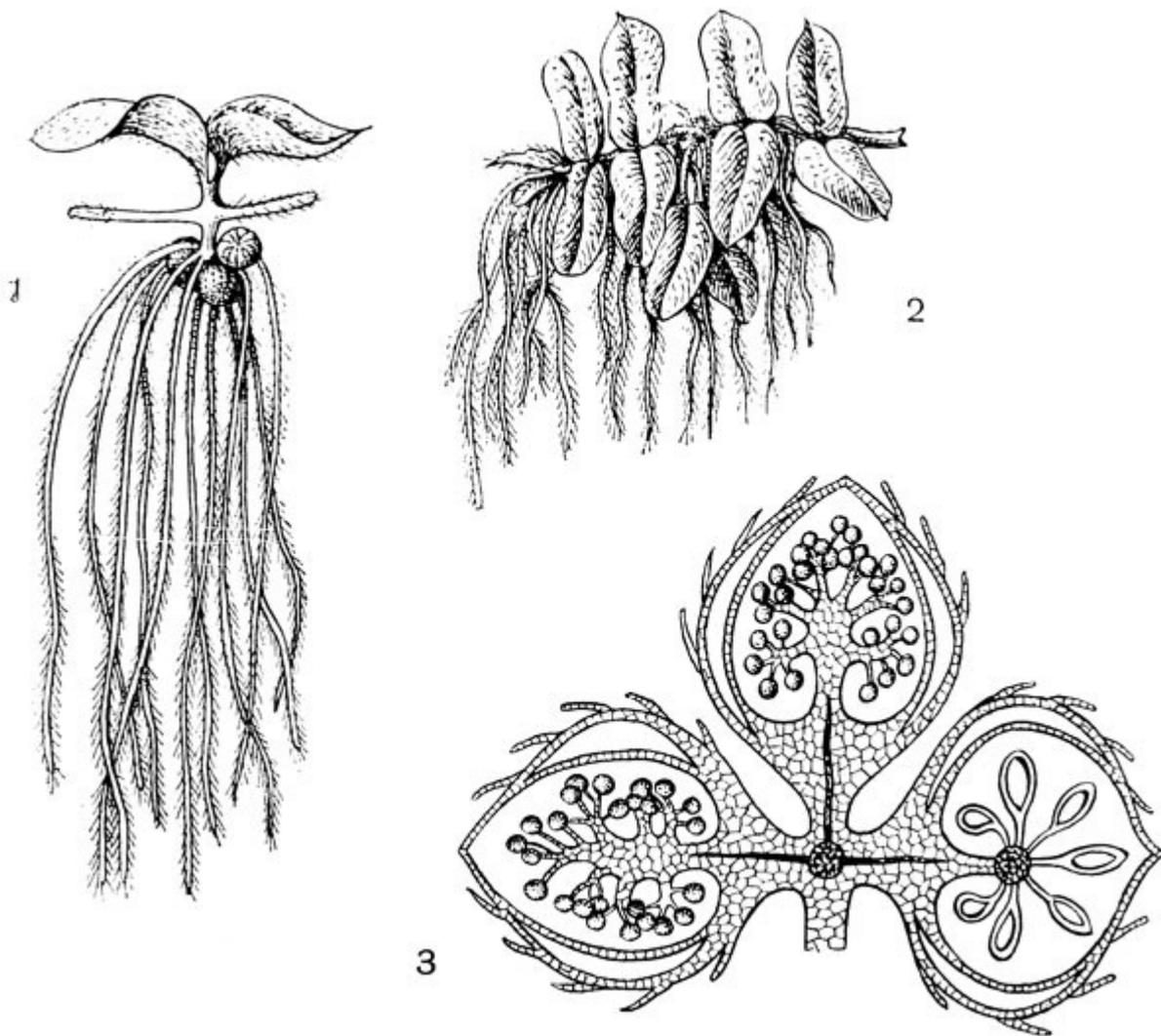


Рис. 56. Сальвиния плавающая (*Salvinia natans*): 1 - плавающие и погруженный листья мутовки; 2 - общий вид растения; 3 - разрез сорусов с мегаспорангиями и микроспорангиями

Другие сорусы содержат более крупные спорангии - мегаспорангии - в меньшем числе, на более массивных ножках. Внутри мегаспорангия сидит одна крупная мегаспора, содержащая, кроме протоплазмы и ядра, запасные питательные вещества - белки и крахмал.

Осенью зрелые сорусы с микро- и мегаспорангиями отрываются и погружаются на дно, где и зимуют. К весне все спорангии освобождаются из сорусов и всплывают на поверхность воды.

Исследованиями русских ученых В. И. Беляева (1890) и В. М. Арнольди (1910) установлено, что из микроспор сальвинии развиваются чрезвычайно примитивные заростки с двумя анте-ридиями, а из мегаспор - зеленые заростки с архегониями, причем архегониальные заростки не выходят вполне из оболочек мегаспор. Первые заростки называются мужскими (мужской гаметофит), вторые - женскими (женский гаметофит).

После оплодотворения из зиготы развивается зародыш сальвинии, который первое время - до развития вегетативных органов спорофита - питается за счет зеленого (ассимилирующего) женского заростка.

Следовательно, сальвиния является представителем разноспоровых папоротников; микро- и мегаспоры развиваются на нем однодомно, заростки же раздельнополы.

Переход от равноспоровости (изоспории) к разноспоровости (гетероспории) - прогрессивный шаг в приспособительной эволюции высших растений, подобный переходу от изогамии к гетерогамии в развитии полового процесса низших растений.

Зимой сальвиния замирает; споры ее собирают и высевают весной на поддонники, наполненные песком, над которым стоит вода не выше 2 - 3 мм. Поддонники накрывают стеклом и ставят на подоконник. Как только покажутся молодые растеньица, их переносят в аквариум. Некоторые авторы утверждают, что сальвиния может пережить зиму в аквариуме в условиях хорошего света и редко сменяемой воды. При смене воды сифоном следует осторожно отсасывать ее нижние слои, чтобы не отсосать споры. Часть надводных листьев зимой погибает, растение мельчает, но быстро поправляется опять весной.

### **Порядок Ужовниковые - Ophioglossales**

Порядок Ужовниковые представляет наиболее примитивную группу папоротниковых. Одним из признаков несовершенства организации ужовниковых считается многослойность стенок спорангия.



Рис. 57. Ужовниковые (Ophioglossales): 1 - гроздовник ключ-трава (*Botrychium lunaria*); 2 - ужовник обыкновенный (*Ophioglossum vulgatum*)

К ужовниковым относятся несколько видов небольших многолетних травянистых папоротников, имеющих скрытые в земле, короткие, почти вертикально стоящие корневища с простыми (неветвистыми) корнями и единственным, выходящим из верхушки корневища листом. Лист ужовниковых всегда разделен на две части - спороносную и вегетативную, сидящие на общем черешке (рис. 57).

У **ужовника обыкновенного** (*Ophioglossum vulgatum*) вегетативная часть листа простая, цельнокрайняя, ланцетовидная, немного мясистая; спороносная часть более длинная, несет на колосовидной верхушке группу спорангиев, сидящих в два ряда (рис. 57, 1).

**Представители рода Гроздовник** (*Botrychium*) имеют перисто-раздельные (например, у ключ-травы - *B. lunaria*, рис. 57, 2) или дважды, трижды рассеченные бесплодные части листа и также разветвленную верхушку спороносной части листа (*B. matricariae*).

Сделаем срез лишь через спороносящую часть листа и через спорангии, чтобы рассмотреть строение стенки спорангия и споры. Разрез делается в сердцевине бузины через два рядом сидящих спорангия.

В стенке спорангия различаем ряд сравнительно крупных толстостенных клеток поверхностного слоя, над которым лежат более плоские клетки с тонкими оболочками.

Споры во всех спорангиях одинаковые (изоспория), округло-тетраэдрической формы. Споры уховниковых созревают обычно в июле.

Установлено, что из спор вырастают небольшие (в несколько миллиметров длиной) клубневидные сапрофитные заростки с антеридиями и архегониями (однодомно). Заростки многолетние, содержат в своих клетках гифы микоризного гриба.

Уховниковые встречаются у нас сравнительно редко, по сыроватым лугам и лесным полянам в средней полосе и на Кавказе. Не выделяясь среди прочих луговых трав ни размерами, ни формой, уховниковые часто оказываются незамеченными.

## **Класс Клинолистовидные - Sphenopsida**

### **Порядок Хвощовые - Equisetales**

Хвощи отличаются от других папоротникообразных членистым строением, полым стеблем и мутовчатым расположением ветвей и мелких листьев. К порядку хвощовых относится только одно семейство Equisetaceae, представленное немногим более 20 видов травянистых растений, из которых на территории Советского Союза произрастает 13 видов, разнохарактерных по своим местообитаниям.

**Хвощ полевой** (*Equisetum arvense*) встречается обычно по паровым полям, залежам, часто в посевах.

**Внешнее строение.** Полевой хвощ (рис. 58) - многолетнее растение с членистым ветвистым корневищем, глубоко сидящим в почве\*. На корневище имеются клубни, достигающие величины лесного ореха; возникают они как укороченные боковые побеги и служат для отложения накапливаемых за лето питательных веществ, главным образом крахмала. От узлов корневища отходят пучки тонких черных корней.

\* (Корневища полевого хвоща располагаются в почве обычно на глубине 30 - 50 см; иногда подземные побеги хвоща, размещаясь в почве ярусами, достигают глубины 1 м и больше. Поэтому и борьба с ним, как с полевым сорняком, довольно затруднительна. )

Наземные побеги, восходящие от корневища полевого хвоща, двоякие: одни зеленые, вегетирующие, мутовчаторазветвленные (так как они появляются в конце весны и к осени отмирают, то их называют летними побегами), другие побеги, называемые весенними, розовато-бурые, спороносящие, появляются рано весной и вскоре, после выпадения созревших спор, увядают (рис. 58, 1, 2).

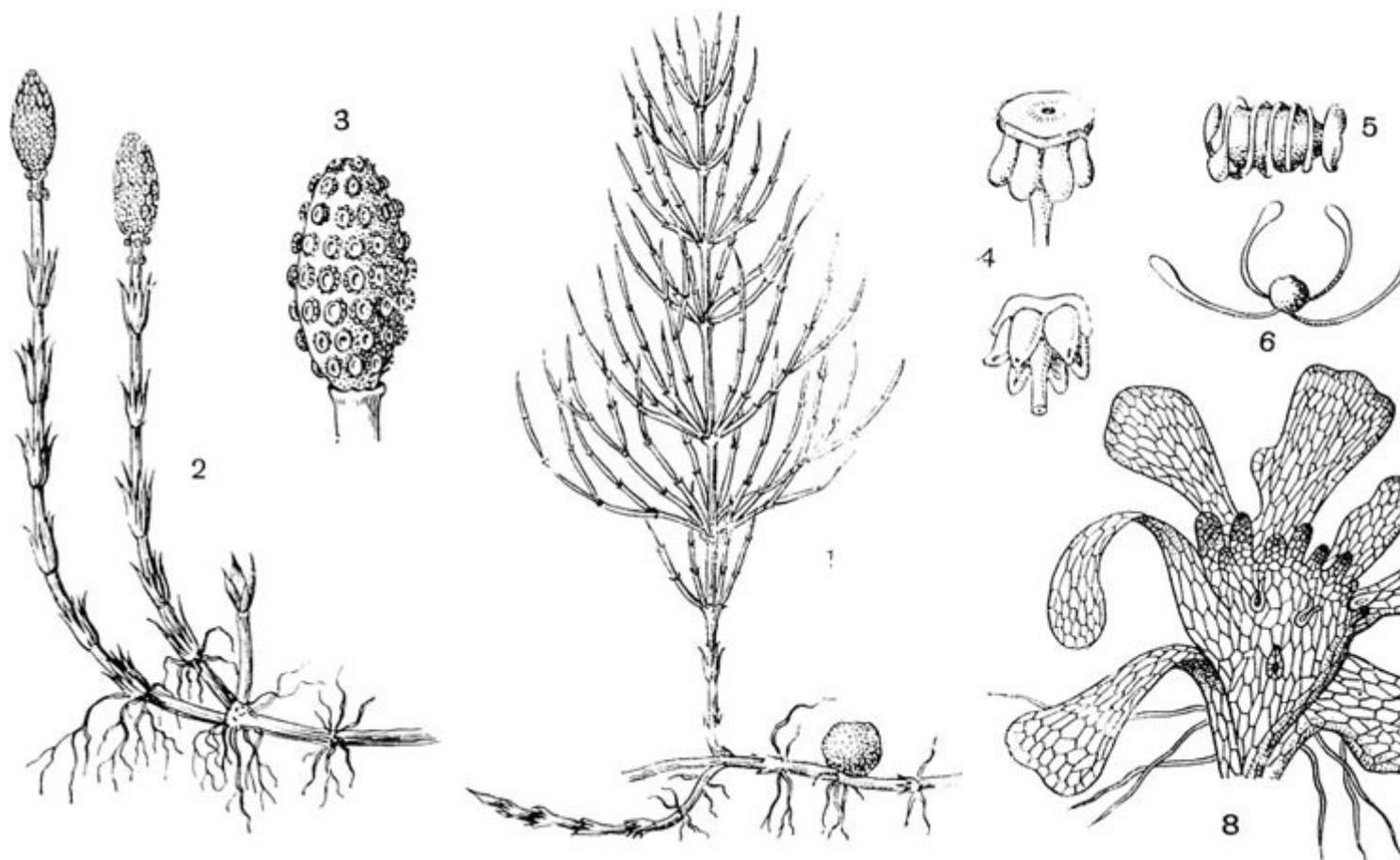


Рис. 58. Хвощ полевой (*Equisetum arvense*): 1 - корневище с клубеньком и летним побегом; 2 - корневище со спороносными побегами; 3 - колосок со спорофиллами; 4 - спорофиллы, состоящие из ножки и щитка со спорангиями; 5 - сухая спора с элатерами; 6 - она же во влажном состоянии; 7 - прорастание спор; 8 - женский заросток с архегониями; 9 - мужской заросток в момент выхода сперматозоидов из антеридиев

Рассмотрим сначала строение зеленого и ветвистого летнего побега. Отделим от главного стебля один его членик, состоящий из длинного междоузлия и узла. Членик отрывается легче всего над самым узлом, где находится неокрепшая ткань зоны роста междоузлия. На нижнем конце членика открывается крупная полость междоузлия, отгороженная на другом конце сплошной перегородкой узла от соседнего междоузлия.

От узла вверх направлена мутовка мелких острых листьев, сросшихся основаниями в трубку, которая наподобие острозубчатого воротничка охватывает нижнюю (растущую) часть междоузлия.

Листья хвоща почти не содержат хлорофилла и поэтому не зеленые. Функцию ассимиляции выполняют зеленый стебель и многочисленные зеленые боковые ветки, сидящие мутовками. Ветки закладываются в пазухах листьев и, развиваясь, прорывают трубку воротничка. Рассмотрим в лупу боковую ветку хвоща и сравним ее с главным стеблем; мы увидим, что строение их одинаковое, членистое. В лупу хорошо видно, что поверхность междоузлий продольнобороздчатая. Число бороздок, чередующихся с параллельными ребрышками, равно числу листьев, т. е. зубцов воротничка. Проследим направление ребрышек при переходе с одного междоузлия к другому и убедимся, что ребрышки на одном междоузлии продолжают в бороздки на другом, и наоборот. Так же попеременно расположены листья на двух смежных члениках.

**Размножение.** Подобно другим корневищным растениям, полевой хвощ размножается вегетативно, развивая подземные побеги. Кроме того, в поле при механической обработке почвы (пахоте и бороньбе) подземные побеги хвоща разрываются на части, которые продолжают развиваться как отдельные растения, усиливая засоренность поля. Размножение посредством спор связано с появлением весенних побегов, таких же членистых, как летние побеги, но не зеленых, не ветвящихся, несущих на верхушках спороносные колоски.

Розово-бурый весенний побег дифференцируется на две части - колосок и его подставку.

Рассмотрим теперь мутовки сросшихся листьев, лишенных хлорофилла и образующих воротнички у оснований междоузлий (зон роста). На подставках воротнички вздутые и более крупные, чем на летних побегах. Зимой, когда почка находится в почве, эти воротнички налегают последовательно друг на друга, подобно почечным чешуям, и образуют таким образом защитный покров зачаточного побега с колоском.

Рассмотрим колосок в лупу. Поверхность его образована правильными шестигранными щитками, расположенными горизонтальными мутовками, так же попеременно, как листочки на стебле (рис. 58, 3). Извлечем пинцетом из колоска один щиток вместе с ножкой, соединяющей щиток со стержнем. Вокруг ножки по краю щитка свисают мешковидные спорангии, раскрывающиеся щелью на внутренней, обращенной к ножке, стороне (рис. 58, 4). Следовательно, щиток с ножкой - спорофилл хвоща. Поперечный разрез колоска дополнит представление о его строении.

Если разложить на бумаге только что собранные в поле колоски и оставить их в таком положении на несколько часов, то бумага покроется спорами, образующими рыхлые, хлопьевидные серо-зеленые скопления. Разглядывая сухие споры в микроскоп, увидим, что, кроме обычных двух оболочек, они имеют еще третью (наружную) оболочку, которая при полном созревании разрывается по спирали на две ленты, с несколько расширенными концами. Эти ленты - элатеры, крестообразно прикрепленные к экзине в одной точке. Элатеры хвоща в сухом состоянии оттопырены во все стороны (рис. 58, 5), а при увеличении влажности скручиваются вокруг спор (рис. 58, 6); меняющаяся влажность приводит споры в движение. У хвоща элатеры не только разрыхляют массу спор и этим способствуют их рассеиванию, но и обеспечивают распространение их целыми группами, а не поодиночке, как у маршанции. Приспособительное значение такого расселения спор хвоща станет понятным, когда мы познакомимся с заростками хвоща.

Заростки полевого хвоща легко вырастить в лаборатории на любом субстрате, но только надо иметь в виду, что споры хвоща полевого очень быстро теряют способность к прорастанию, поэтому посев их приходится производить сразу же после сбора колосков, в конце апреля - начале мая. Продолжительность развития заростков до полного созревания половых органов - 1 - 1,5 месяца.

Споры высевают в чашку Коха, стряхивая их с колоска на ровную, увлажненную поверхность торфяной земли или песка, покрывают стеклом и ставят на свет. Через несколько дней начинается позеленение поверхности субстрата. Периодически следует брать пробы и рассматривать их в микроскоп, чтобы проследить полностью весь процесс образования заростков до возникновения на них органов размножения и выхода сперматозоидов (рис. 58, 7, 8, 9).

Заростки хвоща зеленые, питаются автотрофно. Они состоят из паренхимных клеток и имеют форму различных лопастных пластинок, преимущественно раздельнополых. Женские заростки отличаются большими размерами и более глубоко рассечены. Архегонии развиваются в выемках между лопастями, брюшко их погружено в ткань заростка. Антеридии целиком погружены в ткань вершин лопастей.

При густом посеве получаются преимущественно мужские заростки. Редко возникают обоеполые заростки. Причины формирования различных заростков не ясны и требуют дальнейших исследований.

При большом увеличении можно видеть, как из антеридиев выходят спермагенные клетки и как затем из них освобождаются спиральные, со многими жгутиками, очень подвижные сперматозоиды.

Оплодотворение у этих раздельнополых организмов обеспечивается тем, что споры, цепляясь элатерами, распространяются группами.

После выхода сперматозоидов мужские заростки вскоре отмирают; женские же, продолжая ассимилировать, питают зародыш до тех пор, пока не начнут функционировать его собственные вегетативные органы. Постепенно из зародыша образуется летний побег.

Большинство видов хвоща не имеет особых весенних побегов; колоски их образуются на верхушках зеленых вегетирующих побегов.

## **Класс Плауновидные - Lycopsidea**

Плауновидные отличаются от других папоротникообразных отчетливо дихотомическим ветвлением и спиральным расположением мелких, иногда чешуевидных листьев. Познакомимся с порядками: Плауновые (Lycopodiales); Селагинелловые (Selaginellales).

### **Порядок Плауновые - Lycopodiales**

Плауновые встречаются в сыроватых и тенистых хвойных и смешанных лесах; некоторые виды, например **плаун сплюснутый** (*Lycopodium complanatum*), обитают в сухих сосновых борах.

**Внешнее строение.** Наиболее распространенным и вполне типичным представителем плауновых является **плаун булавовидный** (*Lycopodium clavatum*), длинные ползучие побеги которого стелются в моховом и травяном покрове лесов (рис. 59, 1).

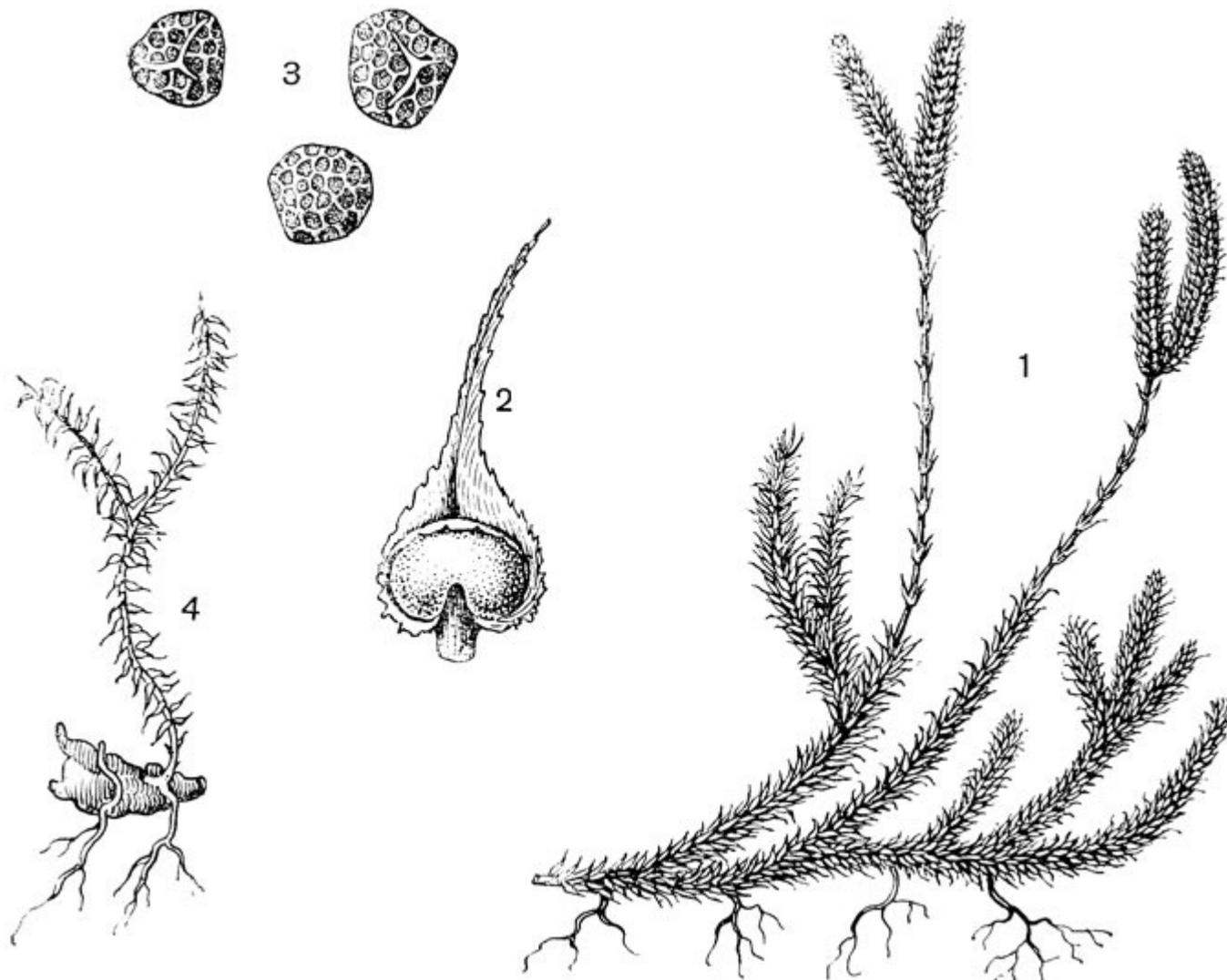


Рис. 59. Плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*): 1 - общий вид растения с колосками; 2 - спорофилл со спорангием; 3 - споры с сетчатым утолщением на экзине; 4 - заросток с молодым побегом плауна

Возьмем отрезок густо покрытого листьями побега плауна, предварительно размоченного в горячей воде. Отгибая на нем препаровальной иглой листочки, убеждаемся в том, что они расположены на стебле тесной спиралью. Затем отделим от стебля несколько листьев, чтобы рассмотреть их в лупу. Листья плауна булавовидного сидячие, узкие, мелкозубчатые, с шиловидной верхушкой; вдоль листа проходит средняя жилка. От стебля вниз отходят редко расставленные, тонкие, но прочные корни, ветвящиеся, подобно стеблю, дихотомически.

**Размножение.** От стелющихся побегов плауна булавовидного отходят короткие боковые, в свою очередь ветвящиеся побеги, переходящие в удлиненные вертикальные подставки со спороносными колосками на верхушках. Подставка в отличие от побега, продолжением которого она является, сильно вытянута, о чем говорят редко расставленные на ней листья. Конец подставки обычно раздваивается на две ветви - ножки колосков; нередко одна из ножек, а иногда и обе еще раз раздваиваются, тогда на одной подставке сидят три-четыре колоска. Высокая упругая подставка с группой массивных колосков, выступающих из мохового покрова леса, служит булавовидным метательным аппаратом плауна. При раскачивании от ветра или прикосновения животных колоски освобождаются от массы пылеватых спор, высыпавшихся из раскрытых спорангиев и рассеиваемых токами воздуха. Самый же колосок представляет

собой в отличие от подставки сильно укороченную верхушку побега, видоизмененную в связи с функцией спороношения. Спорофиллы, сидящие на стержне колоска и плотно налегающие друг на друга в спиральном расположении, сохраняют листовую форму, отличаясь от стеблевых листьев несколько боль-

шей шириной и шиловидно вытянутой верхушкой (рис. 59, 2). Они рано утрачивают хлорофилл, становясь в зрелом колоске желты-и. Для изучения спорангиев и спор нужен дополнительный материал - зрелые колоски во влажном состоянии (заспиртованные момент сбора, чтобы споры не высыпались). Выделим препаровальной иглой из колоска несколько спороциллов, чтобы рассмотреть их в лупу (20X) и затем в микроскоп при малом увеличении. На верхней (внутренней) стороне каждого спорофилла поперек его широкой пластинки сидит один почковидный спорангий на короткой ножке, вскрывающийся продольной щелью. У плауна булавовидного все споры одинаковы. Зрелые споры сохраняют приобретенную при тетраэдрическом делении форму невысокой трехгранной пирамиды со сферическим основанием (рис. 59, 3).

Если спора обращена к наблюдателю вершиной пирамиды, то можно видеть при большом увеличении бороздки, расходящиеся из одной точки - вершины. Чтобы отчетливо видеть такой трехлучевой рисунок на спорах, надо действовать микрометрическим винтом. Кроме того, можно видеть на гранях споры сетчатый рисунок - это утолщения на экзине. Под экзиной находится тонкая оболочка споровой клетки - интина.

В клетке споры, кроме протоплазмы и ядра, имеются пластиды и капельки масла (до 50%); поэтому споры плауна легко воспламеняются и дают вспышку, в чем можно убедиться, если подбросить щепотку спора над пламенем горящей спички\*.

*\* (Поэтому споры плауна находят применение при изготовлении фейерверка. В медицине они используются в качестве детской присыпки и для хранения (обсыпки) пилюль. )*

Из спор плаунов вырастают бесцветные обоеполюе заростки, развитие которых происходит в почве и только при наличии микоризного грибка. Продолжительность жизни заростков плаунов - 12 - 15 лет и более. После оплодотворения развивается зародыш, при дальнейшем развитии преобразующийся в молодое растение (рис. 59, 4).

### **Порядок Селагинелловые - Selaginellales**

Познакомимся с большим родом Селагинелла (Selaginella), который охватывает около 700 видов, распространенных преимущественно в тропических странах. В нашей флоре известно несколько видов селагинеллы, имеющих сравнительно небольшой ареал. В оранжереях для создания газонов культивируют ряд тропических видов, некоторые из них можно выращивать в комнатных тепличках, что дает возможность иметь на учебных занятиях живой материал.

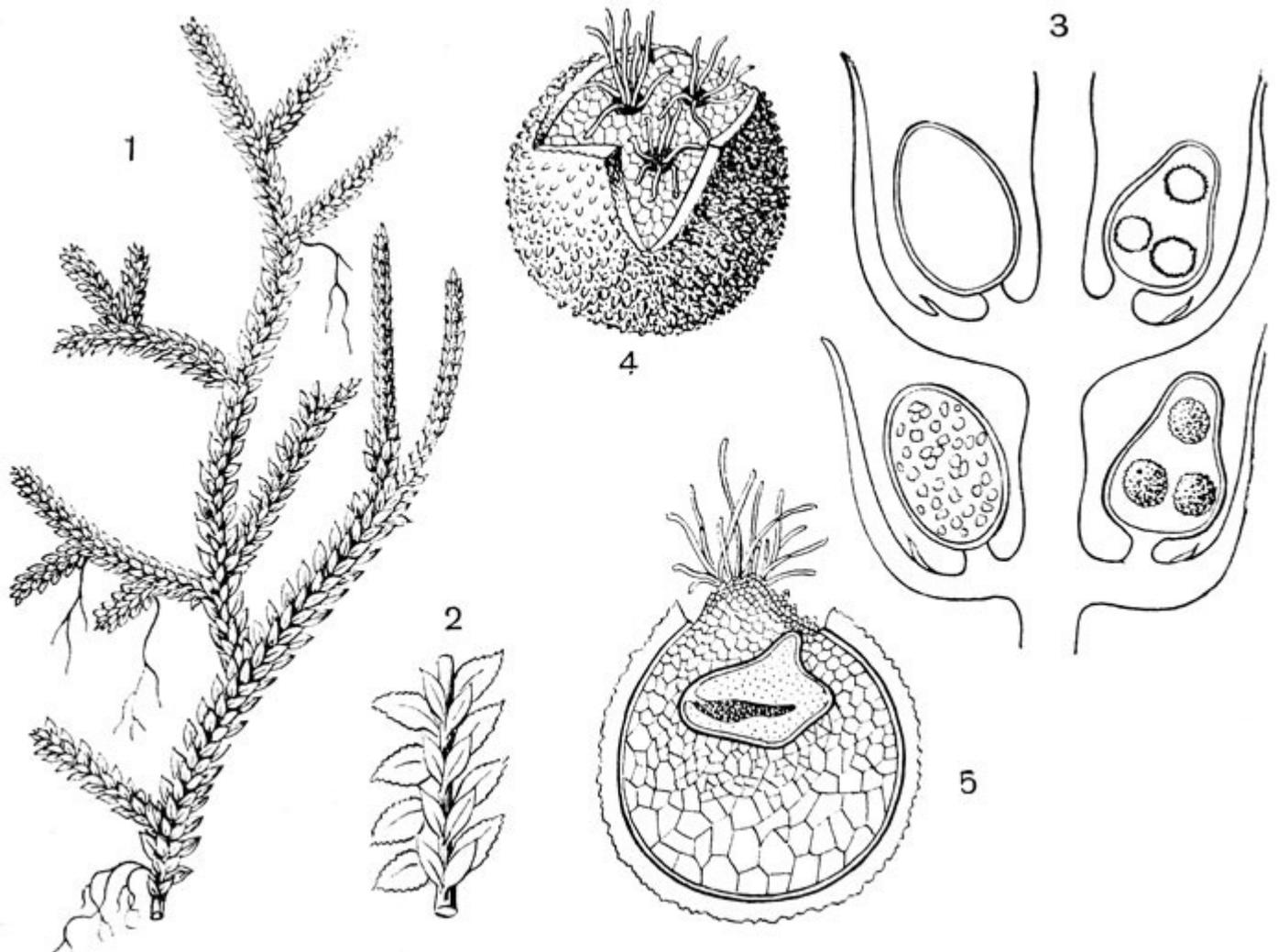


Рис. 60. Селагинелла (*Selaginella*): 1 - общий вид растения с колосками; 2 - формы листьев и расположение их; 3 - продольный разрез колоска с мегаспорангиями и микроспорангиями; 4 - женский заросток, окруженный оболочкой мегаспоры; 5 - продольный разрез заростка с зародышем спорофита

**Внешнее строение.** Виды селагинеллы большей частью нежные травянистые растения со стелющимися или слабо восходящими побегами, покрытыми мелкими зелеными листочками. У нашего северного вида селагинеллы плауновидной (*Selaginella selaginoides*) все листья одинаковые, спирально расположенные; у большинства же оранжерейных видов листья разные, расположенные в четыре ряда: два ряда сравнительно крупных боковых листьев и два ряда чередующихся, более мелких листьев на верхней (спинной) стороне побега (рис. 60, 1, 2). Ветвление более или менее явно дихотомическое, причем ветви нередко располагаются в одной плоскости. У основания листовых пластинок всех видов селагинелл имеется крохотная пленчатая чешуйка, называемая язычком, функция которой не выяснена. У многих видов корни отходят не непосредственно от стебля, а от особых стеблевидных, но безлистных, свешивающихся вниз выростов, называемых корненосцами (ризофорами).

**Размножение.** Спороносные колоски селагинеллы сидят на концах вегетативных побегов без подставок. У *Selaginella selaginoides* колоски одиночные, овально-цилиндрические, со спирально расположенными спорофиллами; у большинства оранжерейных видов колоски многочисленны, призматические (четырёхгранные), с накрест сидящими супротивными спорофиллами.

В колосках всех видов селлагинеллы на одинаковых спорофиллах находятся разные спорангии: в верхней части колоска развиваются большей частью красноватые микроспорангии, в нижней асти - преимущественно бледно-желтые мегаспорангии, содер-ащие только четыре (иногда и меньше) мегаспоры, возникшие з одной материнской клетки (тетрада) (рис. 60, 3). Выделив из колоска микро- и мегаспорангии, вскроем их. Наблюдая микроспоры при большом увеличении, мы находим в них большое сходство со спорами равноспорового плауна (размер, форма, рисунок оболочки и пр.).

Затем рассмотрим в лупу мегаспорангий. Крупные выпуклости на его поверхности говорят о том, что споры в нем огромные, в чем мы убеждаемся, когда вскроем мегаспорангий и извлечем тетраду спор. В поле зрения микроскопа эти споры можно рассматривать лишь в отраженном свете. Сравнивая размеры микро- и мегаспор в одном поле зрения, найдем, что поперечник мегаспор в 15 - 20 раз больше поперечника микроспор.

Споры, выпавшие из спорангиев на влажную почву, прорастают; из микроспор формируются микроскопические мужские заростки, состоящие из примитивного антеридия и единственной вегетативной клетки, оболочка которой слегка выпячивается, подобно ризоиду. Развитие женского заростка протекает вначале внутри оболочки мегаспоры, которая позднее разрывается трехлучевой трещиной, при этом обнаруживается мелкоклеточная ткань женского заростка. На обнаженной части заростка появляются вскоре пучки ризоидов и несколько архегониев, погруженных в . ткань заростка (рис. 60, 4, 5). Иногда мегаспора начинает развиваться в женский заросток, находясь еще в мегаспорангии, и лишь позднее падает на почву. Оплодотворение возможно при наличии хотя бы капли воды, в которой одновременно окажутся и мужские и женские заростки.

Из зиготы развивается зародыш. Одна из крупных клеток у основания зародыша вытягивается в длину, продвигаясь в глубь заростка; эта клетка называется подвеском, черпающим питательные вещества, в начале развития зародыша, который, озеленяясь, переходит к самостоятельному питанию.

Закончив на этом изучение строения и циклов развития высших оспоровых растений, сделаем некоторые обобщения и выводы. Мы видели, что гаметофит всегда возникает из споры. Основная функция гаметофита - половое воспроизведение - осуществляется непременно в водной среде. Таков отпечаток, сохранившийся у гаметофита высших споровых от их далеких предков - водорослей - обитателей водной среды. Спорофит же всегда возникает заново только в результате полового процесса. Поэтому его способность изменять свою организацию соответственно условиям обитания значительно большая, чем у гаметофита, развивающегося из споры. Однако мохообразные и папоротникообразные не в одинаковой степени реализуют приспособительную способность своих спорофитов в воздушно-наземных условиях существования. Спорофит первых (спорогон), физиологически зависимый от гаметофита в течение всего периода своего существования, использует эту способность лишь в рамках присущей ему репродуктивной функции, в) органах образования и распространения спор. У спорофита же папоротникообразных, рано, на первых порах жизни, освобождающегося от такой зависимости и ведущего далее совершенно самостоятельный образ жизни, приспособительные способности выражаются значительно шире, в развитии не только репродуктивных, но и сложных вегетативных органов - корня, стебля и листа со

свойственной им внутренней структурой. Благодаря этой организации папоротникообразные и сыграли видную роль в эволюции растительного мира. Тем не менее неразрывная генетическая взаимообусловленность спорофита, приспособленного к воздушно-наземным условиям, и гаметофита, тесно связанного с водной средой, привязывает папоротникообразные, подобно мохообразным, к избыточно влажным и тенистым местообитаниям. Экологическая обусловленность гаметофита препятствовала гигантским папоротникообразным завоевать сушу в период их расцвета на Земле. Только путем постепенного освобождения процесса полового воспроизведения от необходимости водной среды в момент оплодотворения высшие растения приобрели возможность расширить пределы распространения на более засушливые области Земли. Это достижение связано с появлением на Земле семенных растений, к изучению которых мы и переходим.

## **Тип Голосеменные - Gymnospermae**

Семенные растения (Spermatophyta) в отличие от рассмотренных нами споровых размножаются семенами. Семена развиваются из особых образований, называемых семяпочками'. Изучение цикла развития этих растений показывает, однако, что процесс спорогенеза имеется и у них. Оказалось, что они производят микроспоры и мегаспоры (макроспоры), т. е. являются разноспоровыми растениями, подобными знакомым уже нам папоротникообразным. Однако споры здесь не выполняют функцию размножения. Они производят только мужские и женские гаметофиты (заростки), редуцированные еще больше, чем у разноспоровых папоротникообразных, и никогда не покидающие оболочек микро- и мегаспор, а женский гаметофит всегда защищен еще и оболочкой мегаспорангия. Семяпочка и представляет собой несколько видоизмененный мегаспорангий.

Семенные растения делятся на два типа:

Голосеменные - Gymnospermae (имеющие незащищенные семена); покрытосеменные - Angiospermae (растение с плодами, в которых развиваются семена).

Палеоботанические данные свидетельствуют о том, что голосеменные появились на Земле раньше покрытосеменных. Поэтому мы начнем практическое изучение семенных растений с типа голосеменных, составляющих по современным представлениям три класса: саговниковые, шишконосные и хвойниковые. Саговники в Советском Союзе в естественных условиях не произрастают, хвойниковые распространены лишь в южных районах (юго-восток Европейской части, Средняя Азия). Широко распространены у нас только хвойные, которыми мы и воспользуемся для практического изучения голосеменных.

### **Класс Шишконосные - Coniferopsida**

## Порядок Хвойные, или Шишконосные - Coniferales

Все хвойные нашей страны, кроме лиственницы, являются вечнозелеными древесными и кустарниковыми растениями с игловидными или чешуевидными листьями. Анатомическое строение хвойных изучается в курсе общей ботаники.

Для распознавания хвойных пород обычно пользуются отличительными признаками побегов и зрелых шишек.

Для занятия по ознакомлению с морфологией побегов заготавливаются свежие ветки хвойных пород (см. ниже). Недостающие породы желательно представить гербарными экземплярами.

1. Из набора хвойных прежде всего отделим растения, ветки которых сплошь покрыты мелкими, прижатыми к стеблю чешуевидными листьями, расположенными перекрестнопарно и черепитчато налегающими друг на друга. Это ветви **кипариса** (*Cupressus*) (рис. 61, 6, 7). Такой же вид имеют и побеги туи (*Thuja*), легко отличимой от кипариса формой и строением шишек (рис. 61, 3, 4, 5).
2. В наборе остались ветки с игловидными листьями (хвоей). Найдите среди них породу, иглы на ветвях которой располагаются мутовками по три; это **можжевельник обыкновенный** (*Juniperus communis*). Он также относится к семейству кипарисовых (рис. 61, 1, 2). Следует отметить, что у всех членов этого семейства молодые растения - сеянцы и порослевые побеги всегда несут на себе игловидные листья. Можжевельник обыкновенный и еще некоторые виды сохраняют их на всю жизнь, между тем как у других можжевельников на ветвях взрослых растений появляются только чешуевидные листья, как и у видов туи и кипариса.
3. Рассмотрим внимательно расположение хвои на оставшихся образцах и разделим их на две группы: группа **а** - растения с листьями, сидящими поодиночке непосредственно на удлинённых побегах (укороченных побегов нет); группа **б** - растения, листья которых располагаются по два или по пяти на очень укороченных боковых побегах, очередно располагающихся на безлистном побеге, удлинённом (среди них окажутся и оголенные ветви с толстыми укороченными побегами).
4. В первой группе (а) отделим ветки с остроконечными (колючими) четырехгранными (на разрезе ромбическими) листьями; это ель (*Picea*).

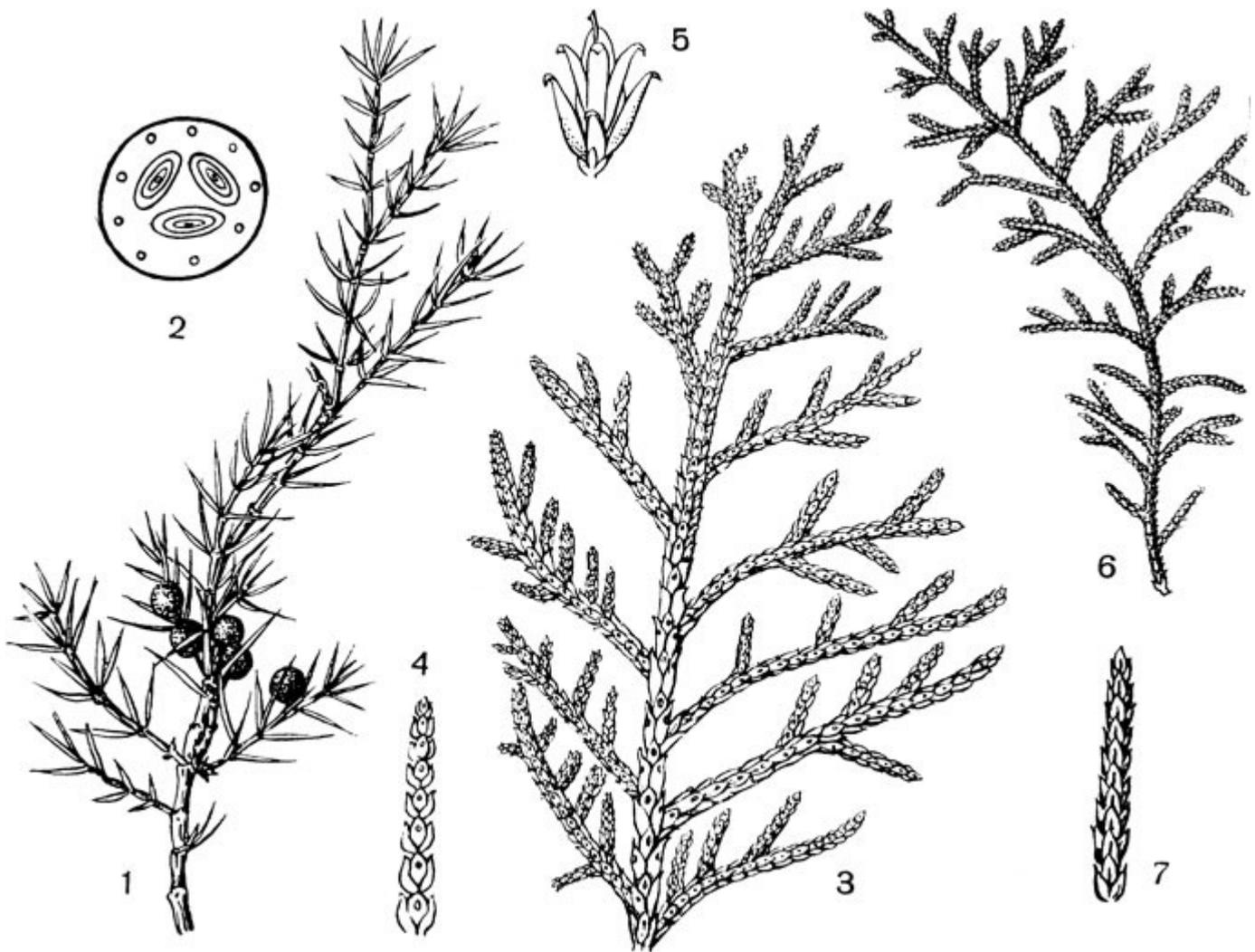


Рис. 61. Семейство Кипарисовые (Cupressaceae). Можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*): 1 - ветвь с ягодавидными шишками; 2 - шишка в поперечном разрезе (видны три семени, лежащие в сочной мякоти). Туя (*Thuja occidentalis*): 3 - веточка; 4 - она же увеличенная; 5 - шишка. Кипарис (*Cupressus*): 6 - веточка; 7 - она же увеличенная

5. На других ветках с таким же расположением хвои листья тупые (неколочие), плоские; на нижней поверхности этих листьев хорошо выделяются две беловатые продольные полосы, где расположены устьица; это **пихта** (*Abies*).

6. Во второй группе веток (**б**), листья на которых сидят группами, отделим ветки с двумя листьями на каждом укороченном побеге; это **сосна обыкновенная** (*Pinus sylvestris*) (рис. 62, 1). Такие же ветки имеет **сосна крымская** (*Pinus pallasiana*), отличающаяся от сосны обыкновенной более крупными шишками и другими признаками.

7. Затем отделим ветки, которые имеют в пучке по пять более длинных и тонких листьев, это **сосна сибирская** \* (*Pinus sibirica*) с крепкими, несвисающими шишками и крупными бескрылыми семенами. По пяти игл в пучке имеет также культивируемая у нас **сосна Веймутова** (*Pinus strobus*) со свисающими рыхлыми шишками и мелкими крылатыми семенами (рис. 63, 2, 3).

\* (За сосной сибирской упрочилось обиходное, но неправильное с точки зрения систематики название "кедр". Настоящий кедр (*Cedrus*) в Советском Союзе в диком состоянии не произрастает, но как декоративное дерево натурализовался на Южном побережье Крыма и на Черноморском побережье Кавказа.)

8. Наконец, у нас остались отмеченные ранее оголенные побеги. Они принадлежат **лиственнице** (*Larix*), которая на зиму сбрасывает свою хвою. Ее мягкие игольчатые листья располагаются пучками на этих толстых укороченных побегах.

После тщательного изучения побегов хвойных пород составим дихотомическую таблицу, или ключ, для определения родов и некоторых видов, с которыми мы работали. Ключ записывается в рабочую тетрадь.

### Размножение хвойных

Хвойные - разноспоровые растения. Микроспорофиллы собраны в отдельные мужские колоски, макроспорофиллы - в женские колоски. Почти все хвойные, за исключением можжевельника, однодомные растения\*.

*\* (В учебной литературе разные авторы по-разному называют собрания спорофиллов хвойных: колосками, шишками, шишечками, цветками и т. п. Для большей определенности в терминологии мы называем здесь собрания микро- и макроспорофиллов колосками (соответственно мужскими и женскими); в понятие "шишка" вкладывается содержание, соответствующее обиходному употреблению" этого слова, т. е. шишка плодущая, с семенами зрелыми или созревающими. Понятие "цветок" к голосеменным вовсе не применимо (см. далее общую характеристику покрытосеменных, или цветковых, растений). )*

Основным объектом изучения изберем сосну, как породу, вполне типичную для класса хвойных и в то же время широко распространенную и поэтому наиболее доступную для практического изучения.

Рассмотрим трехлетнюю плодущую ветку **сосны обыкновенной** (*Pinus sylvestris*), загербаризированную в конце мая или в начале июня; на такой плодущей ветке найдем (рис. 62) следующее:

- 1) Группу многочисленных мужских колосков, тесно сидящих, по спирали на коротких боковых побегах у основания молодых-длинных весенних побегов; колосконосный побег несет на конце крупную почку.
- 2) Темно-красные женские колоски, сидящие по одному или по два (реже по три) на верхушках молодых побегов.
- 3) Ниже, у основания тех же весенних побегов, или, вернее, на верхушках побегов предыдущего года, находим разросшиеся и смещенные в сторону зеленые женские колоски второго года развития, превращающиеся в шишки.
- 4) Еще ниже, на более старых (двухлетних) участках ветки, сидят крупные, вполне созревшие шишки сосны, состоящие из сильно разросшихся и одревесневших бурых чешуй, в сухом состоянии отогнутых друг от друга.

Мужские колоски развиваются на сосне в гораздо большем количестве, чем женские. В начале лета, выполнив свою функцию опыления, мужские колоски опадают; короткие боковые побеги, на которых они сидели, продолжают свой рост верхушечной почкой и превращаются таким образом в обычный побег с хвоей.

Женские колоски, наоборот, не опадают, а продолжают развиваться после опыления в течение двух лет, превращаясь в плодущие шишки.

Для изучения колосков должен быть заготовлен и законсервирован в спирте отдельно следующий материал: группы мужских колосков (сложные колоски), женские колоски первого года развития, женские колоски второго года развития, т. е. молодые зеленые шишки.

В первую очередь рассмотрим строение мужского колоска. Для этого извлечем при помощи пинцета из сложного колоска отдельный мужской колосок, чтобы рассмотреть его в лупу. Он представляет собой короткий стержень, на котором тесной спиралью сидят микроспорофиллы (рис. 62, 2, 3). Отпрепарируем несколько микроспорофиллов и рассмотрим их при более сильном (20X) увеличении. Они имеют вид плоских листочков со слегка загнутым вверх широким наружным краем. На нижней стороне каждого микроспорофилла увидим два крупных выпуклых мешка, лежащих продольно, это микроспорангии. Вскроем иглой микроспорангий: под его оболочкой обнаруживается желтая масса микроспор, точнее говоря, пыльцевых зерен, развившихся из микроспор. Дело в том, что в одноклеточных микроспорах, которые образуются здесь по общему правилу спорогенеза тетрадами, во время пребывания их в микроспорангиях происходит несколько делений, соответствующих процессу образования мужского заростка. После первого деления ядра микроспоры возникают две проталлиальные клетки - остаток ткани мужского заростка. Они, однако, быстро разрушаются. Затем ядро делится снова, образуя антеридиальную клетку и клетку будущей пыльцевой трубки. В таком двухклеточном состоянии пыльцевые зерна переносятся на семяпочки (см. ниже).

По морфологической терминологии, выработанной вначале для цветковых растений и распространенной позже на хвойные растения, микроспорофиллы хвойных называют тычинками, а микроспорангии - пыльниками.

Более отчетливую картину строения пыльцевого зерна дает пыльца позднего сбора, т. е. собранная в конце периода опыления. Пыльца хорошо сохраняется в бумажных пакетиках в сухом виде. Препарат пыльцы изучается при сильном увеличении микроскопа. Собственно пыльцевое зерно, заключенное в интину, имеет овальную форму; на концах его наружная оболочка выпячивается в виде двух пузырей, несколько сдвинутых в одну сторону. Эти воздушные полости увеличивают объем пыльцевого зерна, не влияя на его массу; от этого пыльца становится более легкой, что важно при рассеивании ее ветром.

Надо очень внимательно всматриваться в те пыльцевые зерна, которые в поле зрения "лежат на боку", т. е. в положении, изображенном на рис. 62, 8. Чтобы внутреннее строение пыльцы было видно более отчетливо, рекомендуется ввести в препарат немного какой-то краски, например эозина. Надо постараться увидеть чрезвычайно тонкую, чуть заметно вогнутую перегородку, отделяющую большую клетку пыльцевого зерна с круглым ядром от маленькой сплюснутой клетки, находящейся на выпуклой стороне пыльцевого зерна и слегка вдавленной в большую клетку. Последняя, занимающая почти

всю полость пыльцевого зерна, называется вегетативной или трубкообразующей клеткой. Маленькая линзообразная клетка называется антеридиальной, так как именно она дает в дальнейшем мужские оплодотворяющие клетки - спермин. Это все, что осталось у хвойных от мужского гаметофита - заростка.

Женский колосок сосны первого года развития состоит из довольно толстых чешуи, имеющих на конце по острому выросту (рис. 62, 4, 6). Эти семенные чешуи располагаются спиралью на стержне колоска. На самых молодых женских колосках сосны под каждой семенной чешуей выступает тонкий край кроющей: чешуи.

Из колоска второго года развития извлечем иглой одну семенную чешую и рассмотрим ее в лупу. На верхней стороне чешуи у ее основания увидим два белых выпуклых тела - семяпочки. Наружный конец семяпочки имеет два небольших выроста, между которыми находится пыльцевход - отверстие, ведущее внутрь семяпочки.

Внутреннее строение женского колоска изучается на продольном срезе колоска второго года развития. Удачным следует считать срез цельный, тонкий, в котором отчетливо должны быть видны разрезы семяпочек у основания семенных чешуи. Размеры, среза позволяют рассмотреть его в 20X лупу (рис. 62, 5).

В препарате увидим толстый конический стержень колоска в разрезе, семенные чешуи клиновидной формы с овальными семяпочками у основания. На тонких участках среза можно видеть, что семяпочка состоит из покрова, называемого интегументом, под которым находится овальное тело - нуцеллус. Часто при приготовлении среза нуцеллус вырывается бритвой из семяпочки, тогда-под интегументом виден крупный просвет.

Внутреннее строение семяпочки изучается на специальных, особенно тщательно изготовленных срезах семяпочки второго года развития. Срез должен быть не только очень тонким, но и строго ориентирован по оси семяпочки и пыльцевхода. Приготовление такого среза требует большого навыка и затраты времени, поэтому трудно выполнимо в ходе учебной работы. Строение семяпочки изучается на готовых препаратах, изготовленных или ручным способом (бритвой, в достаточно опытных руках), или при помощи микротомы.

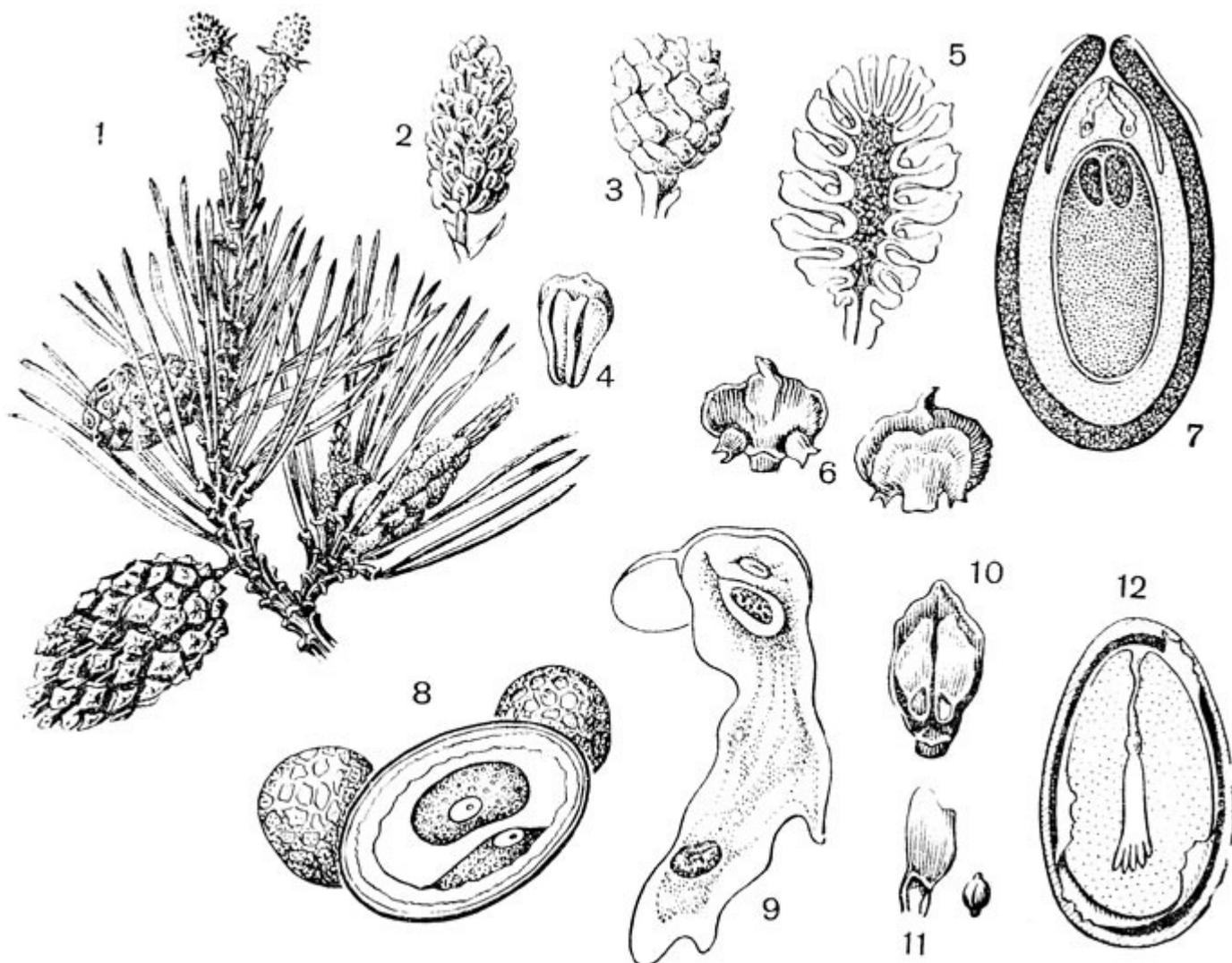


Рис. 62. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*): 1 - ветка с укороченными листоносными побегами; справа - группа мужских колосков, на вершине побега - два женских колоска, ниже слева - развивающаяся женская шишка прошлого года, еще ниже - зрелая шишка; 2 - мужской колосок; 3 - женский колосок; 4 - микроспорофилл с двумя микроспорангиями; 5 - женский колосок в продольном разрезе; 6 - семенная чешуя с внутренней и наружной стороны; 7 - продольный разрез семяпочки; видны интегумент с микропиле, нуцеллус, женский заросток с двумя архегониями; 8 - пыльца с крупной вегетативной и маленькой антеридиальной клетками; 9 - пыльца, проросшая в пыльцевую трубку; 10 - семенная чешуя с двумя крылатыми семенами; 11 - семя с крылаткой; 12 - разрез семени; видны семенная чешуя, остатки нуцеллуса, первичный эндосперм, зародыш на подвеске

Для изучения строения женских колосков и семяпочек хвойных, можно с таким же успехом использовать молодые шишки ели (*Picea*), развивающиеся в отличие от сосны в один год. Материал для этого заготавливается вскоре после опыления ели (в июне).

Женские колоски (шишки) расположены в кроне сосны и ели несколько различно. У сосны они сидят обычно на окончаниях боковых ветвей, поэтому нетрудно собрать их с растений, у которых невысокая крона; у ели же шишки находятся главным образом на верхушке растения, что делает заготовку материала у ели более затруднительной, чем у сосны.

Продольный разрез семяпочки сосны изображен на рис. 62, 7. Снаружи семяпочка одета интегументом, через верхушку которого проходит пыльцевход. К интегументу с

внутренней стороны прилегает ткань нуцеллуса, верхняя массивная часть которого отделена от покрова семяпочки, а нижняя с ним срастается.

Первоначально в ткани нуцеллуса выделяется одна материнская клетка, которая, делаясь дважды (первое деление редукционное), дает тетраду, одна из клеток тетрады (обычно нижняя), разрастаясь, превращается в единственную макроспору или мегаспору; остальные три клетки не развиваются. Из мегаспоры путем свободного образования формируется многоклеточная ткань женского заростка - гаметофита (на рисунке развитый гаметофит изображен в виде овального тела, занимающего полость нуцеллуса). В заростке имеются два архегония, резко выделяющиеся своими очень крупными яйцеклетками (в верхней части заростка, против пыльцевхода). Интегумент, облегающий макроспорангии, рассматривается как образование, возникшее у голосеменных в качестве защитного покрова макроспорангия.

Процесс оплодотворения у хвойных совершается следующим образом. Пыльцевое зерно, вовлеченное высыхающей слизью (выделением из пыльцевхода) внутрь семяпочки, попадает на верхушку нуцеллуса. Здесь начинается его прорастание. Вегетативная<sup>^</sup> клетка при этом разрывает экзину и вытягивается в пыльцевую\* трубку, которая, медленно продвигаясь по ткани нуцеллуса, достигает архегония. В продолжение роста пыльцевой трубки антеридиальная клетка делится, образуя спермагенную клетку и клетку-ножку антеридия (рис. 62, 9). Спермагенная клетка, делаясь, образует два спермия, которые опускаются в пыльцевую трубку. Конец трубки, достигая архегония, разрывается, спермий проникает в него и оплодотворяет яйцеклетку.

Из оплодотворенной яйцеклетки хвойных сразу же начинает развиваться зародыш. Параллельно с ростом зародыша разрастается и обогащается питательными веществами ткань женского заростка, которая таким образом берет на себя функцию эндосперма. Зародыш, окруженный эндоспермом и связанный с ним посредством подвеска, достигает определенной стадии развития и-переходит в состояние "покоя" (относительного). Вся же семяпочка в целом, разрастаясь, превращается в семя.

### Строение семени хвойных

У подавляющего большинства хвойных семена образуются в шишках. У **тиса** (*Taxus baccata*) семена сидят на побеге поодиночке.

У некоторых представителей семейства сосновых, например, у сибирской "кедровой" сосны, **итальянской сосны** (*Pinus pinea*) и других семена крупные бескрылые, распространяемые различными животными (зоохория), например птицами (сойками, кедровками), белками и др.

Рассмотрим крылатые семена наиболее распространенных хвойных пород: **сосны обыкновенной** (*Pinus sylvestris*) (рис. 62, 10, 11), **ели обыкновенной** (*Picea abies*) и **лиственницы сибирской** (*Larix sibirica*).

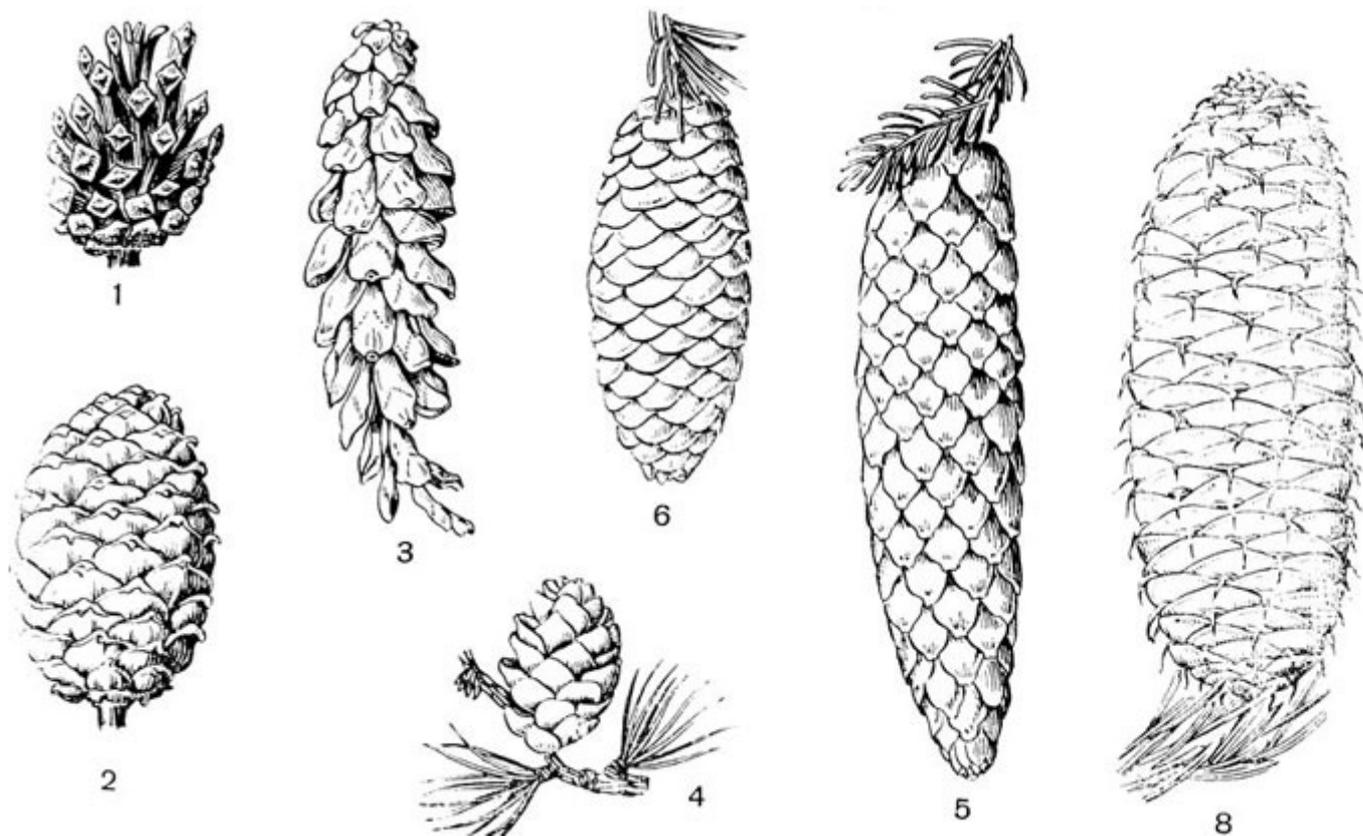


Рис. 63. Шишки хвойных: 1 - сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*); 2 - сосна сибирская, или кедровая (*P. sibirica*); 3 - сосна Веймутова (*P. strobus*); 4 - лиственница сибирская (*Larix sibirica*); 5 - ель обыкновенная (*Picea abies*); 6 - ель сибирская (*P. obovata*); 7 - пихта сибирская (*Abies sibirica*); 8 - пихта кавказская (*A. nordmanniana*); 9 - кипарис вечнозеленый (*Cupressus sempervirens*); 10 - туя западная (*Thuja occidentalis*); 11 и 12 - можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*)

Удалим у части семян крылышки и, смешав обескрыленные семена с крылатыми (той же породы), подбросим их. Внимательно следя за скоростью падения тех и других, убедимся, что семена с крылышками падают медленнее, чем обескрыленные.

Пленчатые крылышки семян хвойных образуются не из интегумента, а из поверхностной ткани семенной чешуи. Контур будущего крылышка очерчен уже на чешуе молодой шишки. При созревании семени крылышко отделяется от чешуи.

Для изучения внутреннего строения семени хвойных очень удобны крупные семена **сосны сибирской** (*Pinus sibirica*), лишенные крылышек и неправильно называемые в обиходе кедровыми орешками.

Расколом скальпелем твердую оболочку ("скорлупу") семени, представляющую собой сильно разросшийся и одревесневший покров семяпочки - интегумент. Под оболочкой семени находим тонкую, сухую коричневую пленку; это растянутая и высохшая ткань нуцеллуса. Сняв эту пленку, обнаружим под ней белый эндосперм (женский гаметофит), состоящий из ткани, богатой питательными веществами: крахмалом, белком и в особенности маслом.

Надрежем осторожно эндосперм продольно, не доводя скальпель до середины, чтобы не повредить находящийся в эндосперме зародыш. Затем, раздвинув половинки эндосперма,

извлечем иглой зародыш и рассмотрим его в лупу. Зародыш, являющийся молодым спорофитом, состоит из стебля-подсемядольного колена, увенчанного на одном конце (противоположном пыльцевходу) розеткой зачаточных листьев-семядолей (рис. 62, 12). В центре, между семядолями находится конус роста стебля. На противоположном конце зародыша находится зачаточный корешок. Этот конец еще связан посредством подвеска с тканью эндосперма, из которого в зародыш поступают питательные вещества. Последние используются зародышем в его дальнейшем развитии после периода покоя, т. е. при прорастании. По мере формирования корешка подвесок съезживается и отмирает.

Раздавим тупым концом карандаша на белой бумаге кусочек эндосперма. На бумаге появится жирное пятно. В семенах сибирской сосны содержится до 50% масла ("кедровое масло"), имеющего пищевое и техническое значение. Крахмал и белок можно обнаружить на срезах эндосперма иодным реактивом, от которого крахмал синее, а белок приобретает золотисто-желтую окраску.

Итак, семя - образование чрезвычайно сложное. Оно состоит из элементов старого спорофита (интегумент и нуцеллус), всего женского гаметофита (эндосперм) и зародыша - молодого спорофита. Сравнивая семя со спорой, нетрудно представить себе то огромное преимущество, которое обрели в ходе эволюции растительного мира голосеменные, размножающиеся не одноклеточными спорами, как их предшественники - древние папоротникообразные, а развитым и покоящимся зародышем, обеспеченным первичным питанием и хорошо защищенным мощным покровом семени.

### **Определение хвойных по шишкам**

Заключительное занятие по хвойным посвятим изучению их шишек. Рассмотрим имеющуюся коллекцию зрелых шишек и определим принадлежность их к видам хвойных древесных и кустарниковых растений, пользуясь рисунками шишек (рис. 63) и описанием их признаков на стр. 154 - 155.

Если имеется достаточно большой набор зрелых шишек хвойных (дикорастущих и декоративных), то полезно использовать его для упражнения в составлении определительного ключа по тому же методу, каким мы пользовались при определении видов хвойных по веткам.

Если имеется возможность получить из питомника всходы сосны, то следует воспользоваться этим для ознакомления со всходами на практических занятиях (зимой - на гербарном материале, во время полевой практики - на живом). На всходах сосны появляются вначале от четырех до десяти длинных семядольных листьев, затем в течение одного-двух лет на побеге развиваются одиночные листья. После этого на удлиненных побегах появляются только чешуевидные листья, а зеленая хвоя - на укороченных "побегах".

## Тип Покрытосеменные, или Цветковые, растения - *Angiospermae, Anthophyta*

Покрытосеменные - последний тип высших растений, появившийся во второй половине мезозоя и быстро занявший в растительном покрове Земли господствующее положение.

В настоящем практическом курсе систематики растений нам предстоит познакомиться с основными систематическими группами покрытосеменных: классами, порядками, семействами, родами и видами.

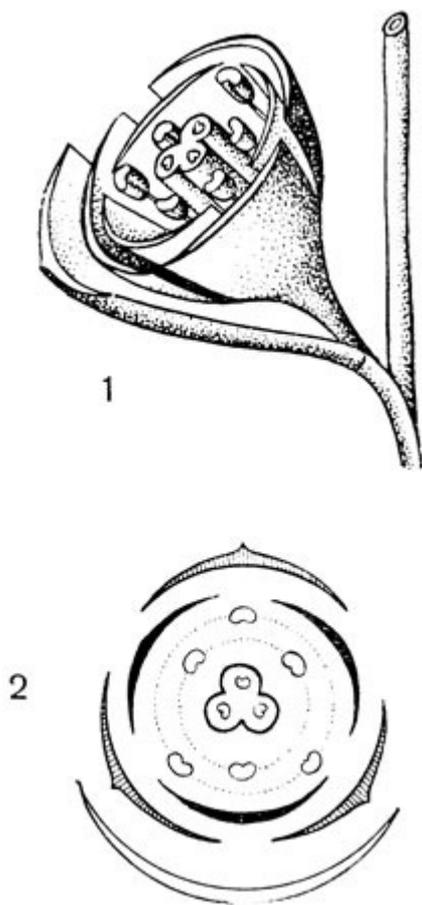


Рис. 64. Схема построения диаграммы цветка: 1 - цветок в разрезе; 2 - диаграмма цветка

Цветок развивается из почки, как укороченный, глубоко видоизмененный побег, несущий репродуктивную функцию.

Типичный цветок состоит из четырех основных частей: гинецея, андроцея, околоцветника и цветоложа.

Гинецей состоит из макроспорофиллов или плодолистиков, образующих пестики; если каждый пестик образован одним плодолистиком, то гинецей называют апокарпным, если пестик состоит из нескольких, в той или иной степени сросшихся плодолистиков, то его называют синкарпным; он может быть много-гнездным или одногнездным. Пестик - наиболее сложная часть цветка - состоит, в свою очередь, из трех (иногда только из двух) частей: рыльца, столбика (иногда неразвитого) и завязи. Рыльце удерживает попавшую на него пыльцу и стимулирует ее прорастание в пыльцевую трубку. Столбик выставляет рыльце в положение, благоприятное для опыления. Завязь - замкнутоеместилище семечек, заключающих в себе женский гаметофит. Из завязи после оплодотворения

образуется плод. Семяпочки при этом превращаются в семена, которые таким образом оказываются заключенными в плоде.

Андроцей представляет собой совокупность микроспорофиллов, называемых также тычинками; микроспорофиллы снабжены микроспорангиями (пыльниками), в которых образуются тетрады микроспор, которые развивают очень редуцированный мужской заросток, т. е. пыльцевые зерна. Последние, попав на рыльце пестика, дают пыльцевые трубки.

Околоцветник, как известно, может быть простым или двойным, состоящим в последнем случае из чашечки и венчика.

Форма цветоложа также отражает степень совершенства цветка. Выпуклое, а иногда и сильно вытянутое цветоложе, а также спиральное расположение на нем элементов цветка и неопределенное число их - характеризуют цветки примитивной организации; наоборот, плоское или даже вогнутое цветоложе, строго определенное и небольшое число элементов цветка, круговое расположение их указывают на сравнительно высокую организацию цветка. Существенное значение имеет и положение завязи по отношению к цветоложу. Завязь, свободно сидящая на верхушке выпуклого цветоложа, называется верхней. Завязь, сидящая на дне чашевидно вогнутого цветоложа и не сросшаяся с ним своими стенками, называется средней или полунижней. Если же завязь вполне погружена в цветоложе и стенки ее срослись с цветоложем и с основанием околоцветника (чашечки и венчика), то завязь называют нижней, а плоды, образующиеся из нижней завязи, принято называть ложными.

Цветки с нижней завязью, дающей ложные плоды, свойственны высшим группам цветковых растений.

Подобно тому как разнообразие строения цветков связано с приспособлениями к различным условиям опыления, так разнообразие плодов и семян обусловлено приспособлениями к их распространению в различных условиях среды. Смотря по тому, какой фактор внешней среды является основным распространителем плодов или семян, различают группы растений: анемохоры, расселяющиеся при помощи ветра - плоды и семена с летучками или с крылышками (одуванчик, ива, береза и др.)" гидрохоры, распространяющиеся при помощи воды (некоторые осоки, некоторые вероники и др.)" зоохоры, разносимые животными и человеком (лопух, череда и т. п.).

Среди зоохоров в свою очередь различают: орнитохоры, распространяемые птицами (все ягодные, многие костянковые, рябина и т. п.), мирмекохоры, растаскиваемые муравьями (семена с особыми придатками, как у чистотела, медуницы, ожики волосистой и др.), антропохоры, распространяемые человеком в процессе труда (культурные растения, многие сорняки и др.).

Автохорами называют растения, семена которых разбрасываются самостоятельно, при внезапном раскрытии созревших плодов, т. е. без непосредственного участия агентов внешней среды (желтая акация, недотрога и др.).

## Классификация покрытосеменных, или цветковых, растений

Тип покрытосеменных растений объединяет два класса: Двудольные (Dicotyledoneae) и Однодольные (Monocotyledoneae), различаемые по совокупности признаков, приведенных в таблице:

Двудольные	Однодольные
Главный корень развит, стержневой Проводящие пучки на срезе стебля расположены кольцом Проводящие пучки открытые (с камбием), развиты вторичные ткани Листья простые и сложные, различной формы	Главный корень не развивается, корни мочковатые Проводящие пучки рассеяны по всему срезу Проводящие пучки закрытые (без камбия), ткани только первичные Листья простые, цельнокрайние
Двудольные	Однодольные
Жилкование листа сетчатое Цветок пятерного, реже четверного типа Зародыш с двумя семядолями Растения древесные, кустарниковые и травянистые	Жилкование листа параллельное или дуговидное Цветок почти всегда тройного типа Зародыш с одной семядолей Главным образом травянистые растения

### Класс Двудольные - Dicotyledoneae

Класс Двудольные многими систематиками для удобства классификации подразделяется на два подкласса:

Первичнопокровные (Archichlamydeae) с выделением в нем групп: а) свободнолепестных (Dialypetales) и б) однопокровных (Monochlamydeae).

Вторичнопокровные (Metachlamydeae) с выделением в нем групп: а) пятикруговых (Pentacyclae) и б) четырехкруговых (Tetracyclae). Эта схема и принята при обзоре типа цветковых растений.

Свободнолепестные

Порядок Многоплодниковые - Polycarpicae

Семейство Магнолиевые - Magnoliaceae

К семейству относятся древесные или кустарниковые растения, обитающие в тропических и субтропических странах. У нас магнолиевые культивируются в Крыму и на Кавказе. Наиболее известны роды: Магнолия и Тюльпанное дерево.

**Магнолия** (*Magnolia*) - древний род, имеющий разорванный ареал. Виды магнолии обитают в юго-восточной части Северной Америки и в Юго-Восточной Азии. Современные виды преимущественно листопадные растения, но имеются и вечнозеленые.

Палеоботанические данные свидетельствуют о том, что магнолия в третичное время была распространена значительно шире - от Гренландии до Австралии.

Большинство видов магнолии имеет крупные, красивые и ароматные цветки и крупные, простые, как бы лакированные листья. Магнолия является прекрасным декоративным растением.

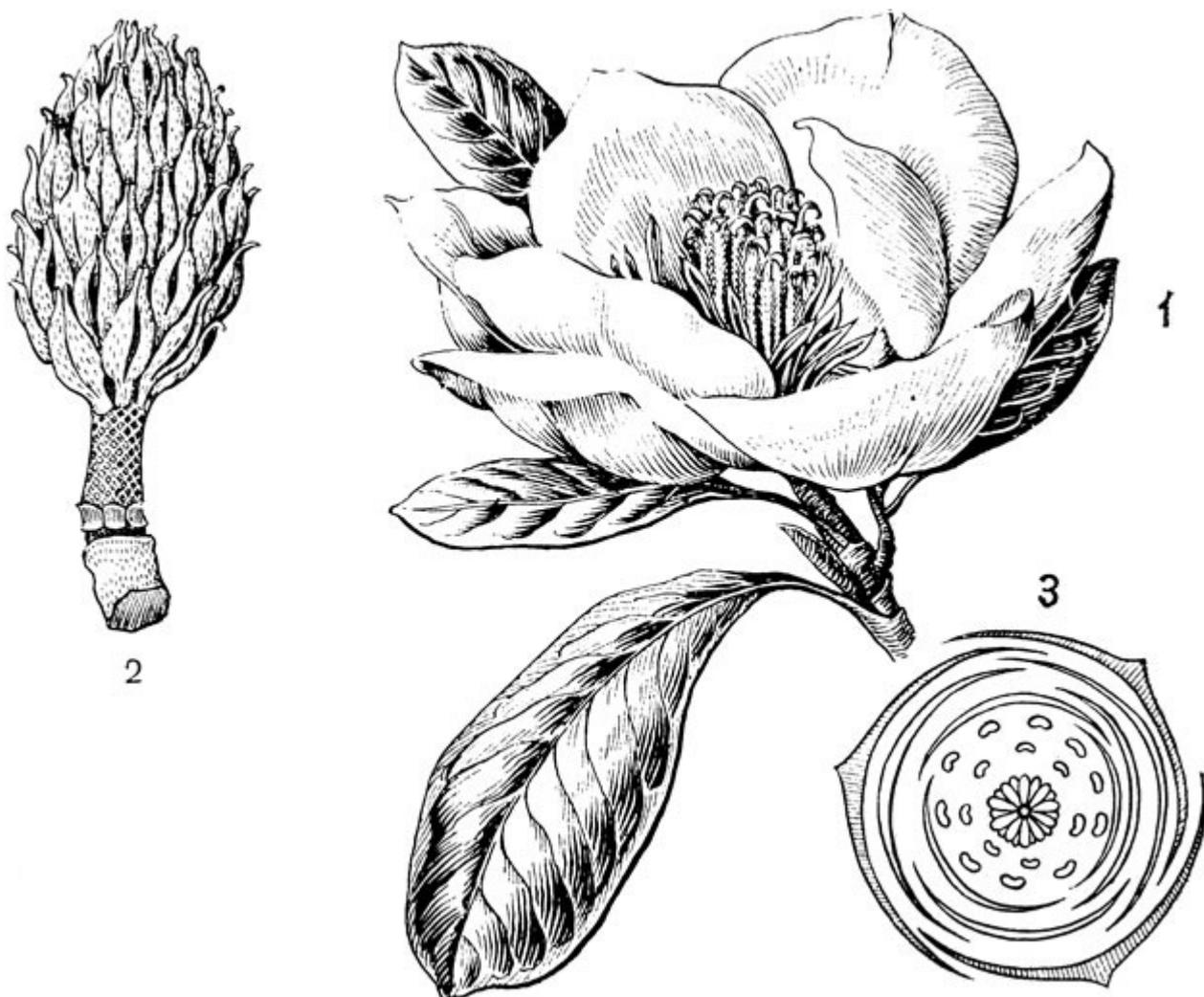


Рис. 65. Семейство Магнолиевые. Магнолия крупноцветная (*Magnolia grandiflora*): 1 - ветка с цветком; 2 - сборная многолисточка: на оси цветка видны следы тычинок и ниже - следы листочков околоцветника; 3 - диаграмма цветка

У **магнолии крупноцветной** (*Magnolia grandiflora*) (рис. 65) околоцветник состоит из девяти крупных белых или розоватых листочков, расположенных в три круга. Тычинки и пестики в большом, неопределенном числе сидят на коническом цветоложе. Цветки магнолии, широко открытые, доступные посещению различных насекомых, опыляются главным образом жуками.

Цветки магнолии в большинстве лабораторий в количествах, достаточных для практических занятий, иметь трудно, поэтому ограничимся знакомством с плодами магнолии, которые можно получать из южных субтропических садов и парков нашей страны. Для занятий можно из года в год сохранять в лаборатории сухие плоды, которые следует собирать и зрелыми и незрелыми.

Сборный плод магнолии крупноцветной общим обликом не сколько напоминает шишку голосеменного растения. Он состоит из большого числа отдельных плодиков, находящихся на длинном коническом цветоложе. Плодики сероопушенные, на вершине их видны остатки рыльца. Плод магнолии вскрывается по брюшному шву - месту срастания краев плодолистика. В завязи закладывается много семяпочек, но в плоде развивается одно-два семени, прикрепляющиеся по краю брюшного шва.

Семена магнолии крупноцветной уплощенные, круглые, свежие - ярко-красные, позднее несколько буреющие. Покров семени сочный. Из вскрывшегося зрелого плода семена повисают пах довольно длинных нитях, возникающих из семяножки и семенного шва. Семена распространяются птицами. Рассмотрим расположение отдельных плодиков на цветоложе и мысленно проведем спиральные линии, по которым располагаются листовки.

Теперь рассмотрим участок длиной 1 - 2 см, находящийся ниже-плодиков. Здесь видны следы прикрепления многочисленных тычинок в виде большого количества точечных углублений, расположенных, как и пестики, по спирали (рис. 65). Еще ниже на плодоножке находим три круга рубцов - следы прикрепления листочков околоцветника. Формула цветка:

$$*P_{3+3+3}A_{\infty}G_{\infty}.$$

Следовательно, цветок магнолии гемициклический, с круговым расположением околоцветника и спиральным - андроцея и гинецея.

**Семейство Лютиковые - Ranunculaceae**

**Калужница болотная** (*Caltha palustris*) широко распространена по всему СССР, встречаясь по местам с избыточным увлажнением: на низинных болотах, переувлажненных лугах, по берегам рек и ручьев.

Рассмотрим гербарный экземпляр и отметим особенности растения. Корневая система состоит из большого количества придаточных шнуровидных корней; главный корень не развит. Стебель калужницы сочный, простой или ветвистый; он может быть

прямостоячим, восходящим или приподнимающимся. Листья калужницы мясистые, прикорневые и нижние стеблевые черешковые, верхние - сидячие. Листовая пластинка сердцевидно-почковидная или сердцевидно-округлая, гладкая блестящая. Край ее городчатый или городчато-зубчатый, реже - цельный.

Цветки калужницы одиночные, верхушечные. Околоцветник - простой, состоит из пяти золотисто-желтых, широкояйцевидных листочков, расположенных в два круга. Тычинки многочисленные, расположенные по спирали, нити их длинные, в верхней части уплощенные, пыльники короткие.

Отодвинув тычинки, рассмотрим гинецей. Он состоит из нескольких пестиков (от 2 до 12), каждый из которых образован одним плодолистиком. Вскроем по брюшному шву пестик, или развивающийся плод. В развернутом виде он похож на сердцевидно-заостренный лист. По средней линии его проходит жилка, боковые ветви которой питают, сидящие по брюшному шву, семязачки. Плод калужницы болотной - многолистовка. Зрелые семена - черные, блестящие, рассеиваются постепенно из вскрывшихся листовок.

Таким образом, как и у магнолии, цветок калужницы гемициклический, с простым околоцветником, никаких приспособлений к опылению определенными насекомыми не имеет. Формула цветка:

$$*P_{3+2}A_{\infty}G_{\infty}.$$

Зеленые части растения ядовиты. Калужница болотная, как и многие другие лютиковые, цветет весной, в апреле - мае; в это время следует собирать материал для занятий: гербарий, цветки и, позже, плоды.



Рис. 66. Семейство Лютиковые. Ветреница дубравная (*Anemone nemorosa*): 1 - внешний вид; 2 - разрез цветка; видно коническое цветоложе с расположенными на нем частями цветка; 3 - разрез семянки; 4 - диаграмма цветка. Печеночница обыкновенная (*Hepatica nobilis*): 5 - внешний вид; 6 - разрез цветка; видно, что прицветники приближены к цветку, напоминая чашелистики; 7 - плодик прострела раскрытого (*Pulsatilla patens*); перистый хохолок его образован разросшимся столбиком

**Ветреница дубравная** (*Anemone nemorosa*, рис. 66, 1) - растение раннецветущее, обитающее в сыроватых лесах. На практических занятиях желательно иметь живой материал.

Рассмотрим растение. У ветреницы горизонтально распростертое корневище, на вершине его видна почка возобновления следующего года. Близ вершины отходит вертикальный не ветвящийся надземный побег, заканчивающийся одиночным цветком. В средней части стебля находится мутовка из трех тройчатых листьев, сидящих на коротких черешках. Эти листья в почкосложении образуют защитное покрывало цветка. Изредка при основании стебля находится один прикорневой лист, зачастую тронутый морозом.

Цветоносные надземные побеги полностью формируются осенью предыдущего года. В то время, развертывая почку возобновления, можно видеть вполне сформировавшийся миниатюрный цветок с белым околоцветником. Ранней весной происходит лишь разрастание, вытягивание и выход на дневную поверхность.

При рассматривании цветка с нижней поверхности совершенно отчетливо видно, что листочки околоцветника расположены в два круга. Отделим один листочек. Он вытянуто-яйцевидной: формы, с заостренной вершиной, на поверхности его нет нектарника.

Рассмотрим внутренние части цветка. Тычинок много, они, как и в цветке калужницы, прикреплены по спирали (рис. 66, 2). В начале развития цветка тычинки располагаются куполом, позднее разворачиваются. Пыльники тычинок короткие, пыльца сухая (возможны случаи опыления ветром). Цветки посещаются различными насекомыми - специализации опыления нет.

Отодвигая тычинки, находим в центре цветка большое количество пестиков. Выделим препаровальной иглой один из них и вскроем; в пестике заключена одна семяпочка; плодик, развивающийся из пестика, - семянка, а сборный плод - сборная многосемянка. Малое число семяпочек в пестике - признак более совершенного строения.

Таким образом, цветок ветреницы дубравной имеет формулу:

$$* P_{2+3} A \infty G_{\underline{\quad}} \text{ или } * P_{3+3} A \infty G_{\underline{\quad}}.$$

Род **Лютик** (*Ranunculus*), по которому названо и все семейство лютиковых (*Ranunculaceae*), насчитывает на территории СССР до 160 видов, обитающих от тундры до пустынь и альпийских высот. Однако большинство видов лютика является мезофильными-растениями, развивающимися в местах обитания с достаточным и постоянным увлажнением.

**Лютик едкий** (*Ranunculus acris*) имеет очень короткое корневище, покрытое мочкой многочисленных корней. Стебель прямостоячий, ветвистый. Прикорневые и нижние листья на черешках, верхние - сидячие. Пластинка листа глубоко надрезана на линейные или линейно-ланцетные доли.

Золотисто-желтые цветки сидят на бороздчатых цветоножках. Чашечка состоит из пяти яйцевидных чашелистиков, покрытых волосками. Чашелистики не отогнуты к цветоножке (у некоторых; видов этого рода чашелистики отогнуты). Лепестки широкояйцевидные, их пять. Выделим один лепесток и рассмотрим его с верхней поверхности. В основании лепестка находится небольшой нектарник - ямка, прикрытая чешуйкой.

У некоторых видов лютика, например **лютика ядовитого** (*R. sceleratus*), нектарная ямка не прикрыта чешуйкой.

Тычинки в большом, неопределенном числе. Пестики содержат по одной семяпочке. Количество пестиков в неопределенном числе. Плодики односемянные, сухие, орешкообразные, собранные в плотную головку.

Запишем формулу цветка и зарисуем его диаграмму.

Лютик едкий растет на лугах; цветет с мая все лето.



Рис. 67. Семейство Лютиковые. Адонис весенний (*Adonis vernalis*): 1 - внешний вид; 2 - спирально расположенный апокарпный гинецей; 3 - диаграмма цветка

**Адонис весенний, стародубка, черногорка** (*Adonis vernalis*) (рис. 67, 1), имеет одиночные крупные цветки с двойным околоцветником и коническим цветоложем. Тычинки и пестики многочисленны. Удалив околоцветник и тычинки, по следам их на цветоложе заметим, что все они располагаются по отрезкам спирали. Так же расположены и многочисленные пестики, занимающие верхнюю часть цветоложа (рис. 67, 2).

Спиральное расположение всех элементов цветка свидетельствует о том, что адонис более примитивен в сравнении с рассмотренными ранее лютиковыми (рис. 67, 3). Адонис весенний широко распространен в степной и лесостепной зонах, встречаясь по сухим открытым склонам, опушкам, кустарникам.

У **купальницы европейской** (*Trollius europaeus*) отметим особенности строения подземных органов, стеблей, листьев. Цветки купальницы одиночные, крупные с лепестковидными чашелистиками. Чашелистики (их 10 - 20) сводообразные, желтые, довольно плотные, черепитчато налегающие друг на друга. Раздвинув их, отыщем лепестки-нектарники, напоминающие тычинки и поэтому не сразу заметные. Лепесток-нектарник, подобно тычинке, сидит на узкой ножке и выше несколько расширен. В основании расширенной части находится кармашковидный нектарник.

Цветки купальницы опыляются различными мелкими насекомыми, но более открытые цветки посещаются пчелами.

Нектарники **купальницы азиатской** (*T. asiaticus*), называемой также "огоньками" и распространенной в Сибири, лепестковидно расширены кверху, и мы его можем назвать также лепестком-нектарником.

Таким образом, процесс образования внутреннего круга околоцветника у разных видов находится на разных ступенях развития. Встречаются купальницы по лесам, лугам. Их выращивают с декоративными целями.

В семействе лютиковых имеется ряд родов, цветки которых еще более приспособлены к опылению определенными насекомыми: нектарники глубоко внутри цветка, и нектар доступен только длиннохоботковым насекомым. Рассмотрим некоторые из них.

**Водосбор обыкновенный**, или **голубки** (*Aquilegia vulgaris*), - крупное растение с коротким корневищем и многочисленными корнями. Стебель прямостоячий, вверху ветвистый.

Листья у водосбора длинночерешковые, листовые пластинки дважды-тройчатые, округло-клиновидные, лопастные с городчатым краем. Листья опушены, верхняя поверхность их более темная, нижняя - светлее, часто сизоватая.

Возьмем отдельный цветок и рассмотрим его строение. Околоцветник двойной, венчиковидно окрашенный, большей частью в синий, лиловый, реже красный, розовый или белый цвет.

Листочков венчиковидно окрашенной чашечки пять, яйцевид-нозаостренной или овально-яйцевидной формы. Лепестки-нектарники косоверонковидные, оттянутые в шпорцы, которые проходят между листочками чашечки. Шпорцы на верхушке клиновидно-заостренные, часто изогнуты к цветоножке, в них накапливается нектар.

Удалим околоцветник, а за ним и тычинки. Тычинки подсчитаем - число их обычно кратно пяти. Внутренние тычинки превращены в стаминодии.

В центре цветка находится пять пестиков; верхушки их вытянуты в длинный прямой столбик с небольшим рыльцем на конце.

Обнажив цветоложе, рассмотрим его при 20X увеличении. Убедимся, что все части цветка расположены по кругам - цветок водосбора циклический.

Виды водосбора распространены в Европейской и Азиатской частях СССР. Водосбор обычно культивируют в садах и парках, иногда он дичает.

**Борец высокий** (*Aconitum excelsum*) (рис. 68) - многолетнее травянистое растение высотой в 35 - 100 см. Подземные органы аконита - клубни, имеющие корневое происхождение. Стебель у аконита ребристый, опушенный. Листья очередные, лапчато-трех - (девяти) отдельные, в общем очертании сердцевидно-округлые.

Грязно-лиловые цветки собраны в конечную негустую кисть, при основании ветвящуюся. На цветоножках находятся два шиловидных прицветника.

Возьмем на столик лупы два-три размоченных цветка и познакомимся с их строением.

Околоцветник резко зигоморфный. Он состоит из пяти неравных листочков; верхний из них - куполообразный - называется шлемом; два боковых и два нижних листочка попарно симметричны.

Затем, придерживая одной иглой цветок, второй вынем из шлема два нектарника, имеющие весьма своеобразную форму. Разложим один нектарник на столике лупы и различим в нем более или менее нитевидную часть, называемую ноготком; среднюю часть, кольцеобразно завитую, называемую шпорцем, и лепестковидно окрашенную и расширенную часть, называемую губой. На живом цветке нетрудно заметить, что нектар сосредоточен в шпорце.

Познакомившись со строением нектарника, обратимся к внутренним частям цветка. Внимательно препарируя, мы отыщем вокруг тычинок мелкие, редуцированные листочки. Эти листочки и нектарники являются внутренним кругом околоцветника - венчиком, чашечка же у аконита лепестковидная.

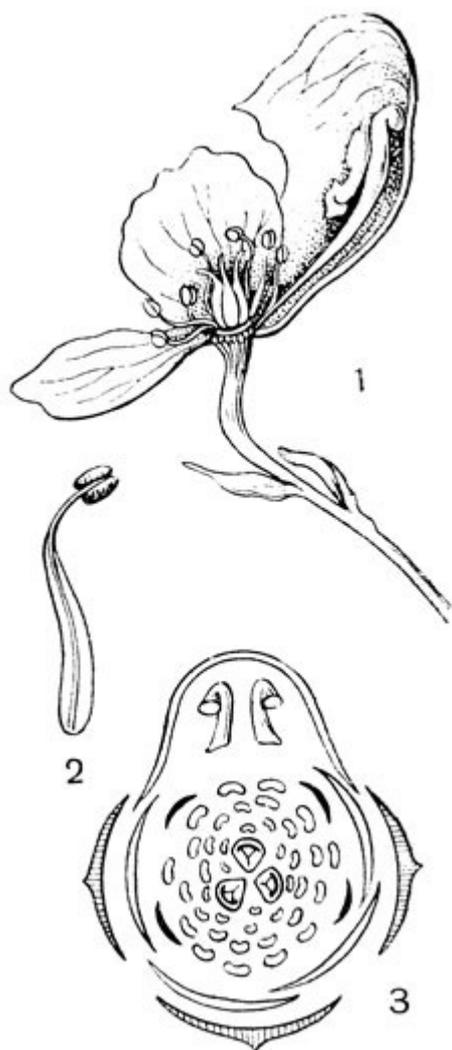


Рис. 68. Семейство Лютиковые. Борец (*Aconitum excelsum*): 1 - разрез цветка; 2 - тычинка; 3 - диаграмма цветка

Тычинок в цветке много. В центре цветка три пестика - это гинецей аконита. Плод аконита - трехлистовка.

Строение зигоморфного цветка аконита высоко специализировано к опылению тяжелыми длиннохоботковыми насекомыми. Основным опылителем аконита является шмель. Взаимная связанность аконита и шмеля иллюстрируется почти полностью совпадающими их ареалами.

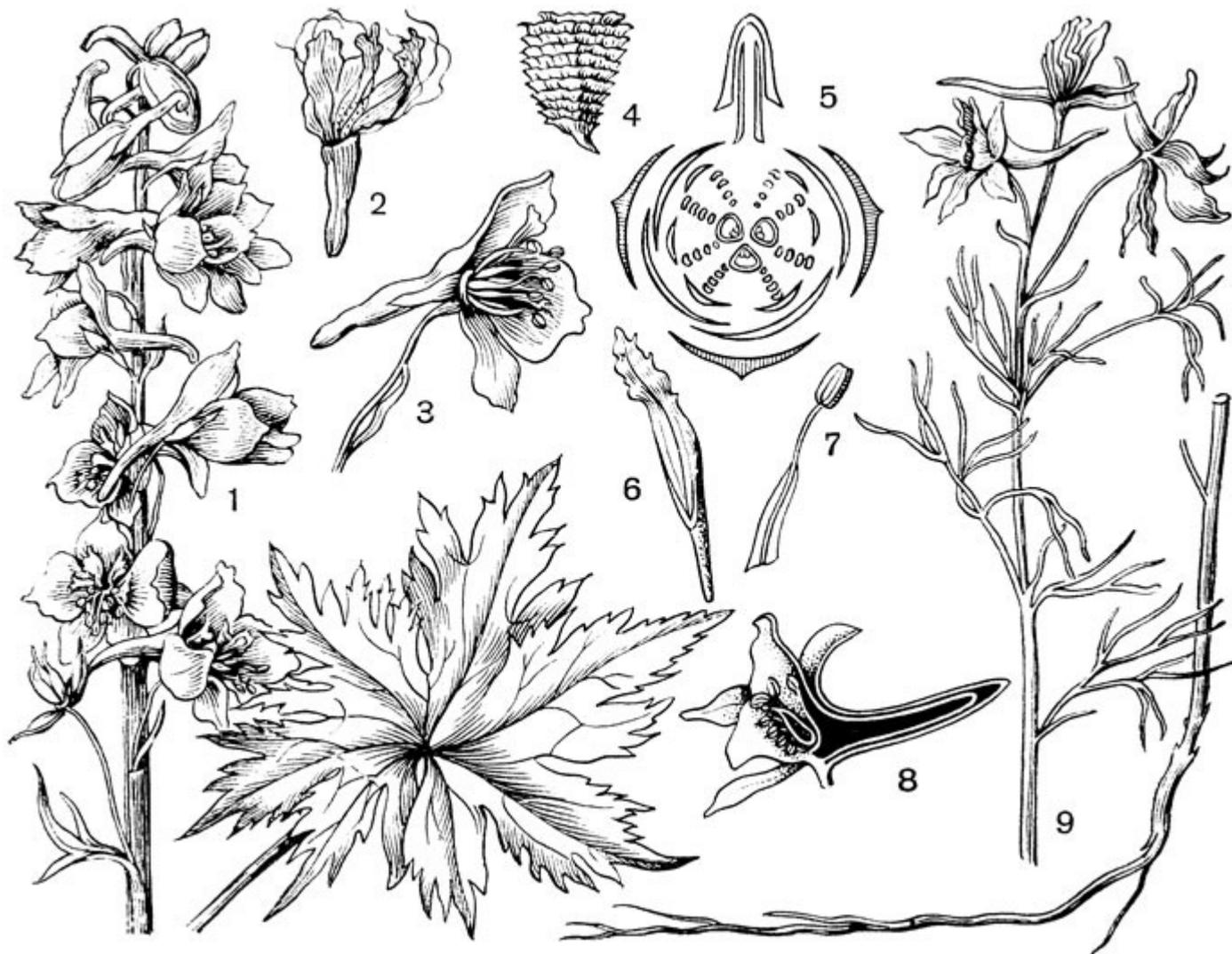
Аконит - очень ядовитое растение, так как содержит яд аконитин, употребляемый как лекарственное средство.

Обитает в лесах, на заливных лугах, по берегам рек. Имеет большой ареал в Европейской и Азиатской частях Советского Союза.

Борец широко распространен как декоративное растение.

**Живокость посевная - сокирки полевые, комаровы носики, рогатые васильки** (*Delphinium consolida*) (рис. 69, 4, 8, 9) - однолетнее растение, о чем свидетельствует слаборазвитая корневая система. Стебель опушенный, растопыренно-ветвистый; листья очередные, многократно рассеченные на узколинейные доли.

Цветки живокости расположены в пазухах маленьких шиловидных прицветников и собраны раскидистыми кистями. Окраска их фиолетово-синяя. Цветок ясно зигоморфный, что хорошо видно и на гербарных экземплярах. Верхний листочек околоцветника имеет длинный шпорец. Два боковых и два нижних листочка попарно равны и имеют продолговато-обратнояйцевидную форму. Снаружи они покрыты редкими прижатыми волосками.



Рис, 69. Семейство Лютиковые. Живокость высокая (*Delphinium elatum*): 1 - внешний вид; 2 - редуцированный лепесток; 3 - цветок, удалена часть околоцветника, виден один нектарник, тычинки и пестик; 5 - диаграмма цветка; 6 - лепесток-нектарник; 7 - тычинка. Живокость посевная (*Delphinium consolida*): 8 - разрез цветка; 9 - внешний вид; 4 - семя

Удалим листочки наружного круга околоцветника. Внутренний круг его представлен нектарником, скрытым в шпорце и повторяющим его форму: часть, выдающаяся из шпорца, лепестковидная. Выделим нектарник и, вскрыв его в продольном направлении, расправим лепестковидный отгиб, состоящий из трех неглубоких лопастей.

У живокости, так же как у аконита и водосбора, чашечка лепестковидная.

Тычинок, как у всех лютиковых, много; удалив их, находим в центре цветка один пестик, дающий в дальнейшем плод листовку.

Цветет живокость посевная в июне - августе. Она засоряет преимущественно яровые посевы, встречается также в лесных полосах, особенно близ опушек их, а также близ дорог.

В дополнение можно взять **живокость высокую** (*Delphinium elatum*), широко распространенную в декоративном садоводстве (рис. 69, 1, 2, 3, 5, 6, 7).

**Василистник водосборолистный** (*Thalictrum aquilegifolium*) (рис. 70, 1) - травянистое растение высотой до 1 м, вследствие этого на гербарный лист большей частью помещают

не целое растение, а части его: подземные органы, прикорневой лист и соцветие с верхними листьями.

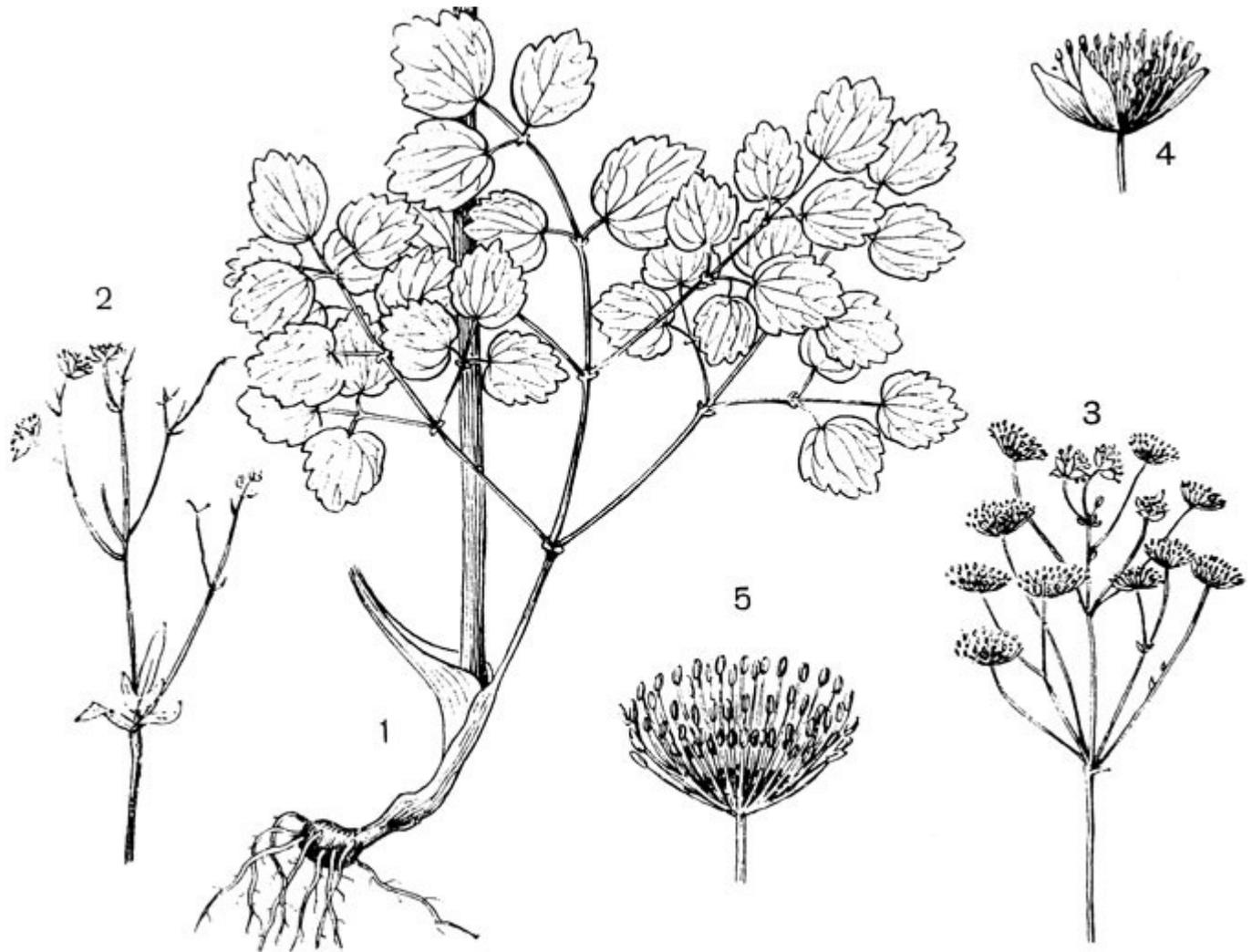


Рис. 70. Семейство Лютиковые. Василистник водосборолистный (*Thalictrum aquilegifolium*): 1 - прикорневая часть; 2 - часть соцветия; 3 - то же несколько увеличено; 4 - цветок с околоцветником; 5 - цветок в более поздней стадии, потерявший околоцветник

Василистник водосборолистный - многолетнее растение с прямостоячим стеблем, очередными листьями. Листья в очертании треугольные, дважды-, триждыперистые. Пластинки их расположены горизонтально и имеют обратнойцевидную форму, к основанию закруглены, на вершине трехлопастные, по краю городчато-зубчатые, сверху зеленые, снизу с сизоватым налетом.

Цветки собраны в щитковидную метелку, бледно-лиловые, реже белые. Околоцветник состоит из четырех, реже пяти овальных листочков, рано опадающих. Тычинок много, нити их окрашенные, плоские (рис. 70, 2, 3, 4); при цветении тычиночные нити повисают. Пестиков в цветке от пяти до двадцати, они расположены на длинной ножке, рыльце сидячее.

Мы познакомились с некоторыми представителями семейства лютиковых. Подводя итог, можно сказать, что эволюция цветка в этом семействе шла различными путями и в нескольких направлениях, но все эти пути приводят к специализации опыления.

Простейшие представители лютиковых имеют простой околоцветник, состоящий из неопределенного количества лепестковидных листочков. Так, *Anemone* имеют неустойчивое количество листочков околоцветника. У *Ranunculus* околоцветник двойной, актиноморфный, состоящий из чашечки и венчика. Количество листочков околоцветника изменяется от большого и неопределенного числа к небольшому, определенному. У высших представителей семейства в связи со специализацией опыления околоцветник становится резко зигоморфным (*Aconitum*, *Delphinium*).

У простейших представителей семейства (например, у *Anemone*) нектарников нет. Насекомые, посещающие такие цветки, питаются пыльной, производимой в больших количествах. *Trollius europaeus* имеет неопределенное число лепестковидных листочков чашечки, несущих функцию привлечения насекомых. Венчик образован лепестками-нектарниками, находящимися в цветке в большом и неопределенном количестве. Они незначительны по размерам и вследствие этого не могут привлекать насекомых. У *T. asiaticus* лепестки-нектарники имеют лепестковидную форму, тогда как у купальницы "европейской" они узколинейные и сужены к основанию от медовой ямки. Медовая ямка у представителей рода открытая. Дальнейшее усложнение в строении нектарников находим у *Ranunculus*. Нектарник у них имеет форму ямки, лежащей в основании хорошо развитого лепестка. У одних представителей рода *Ranunculus* нектарная ямка еще не прикрыта чешуйкой, у других имеется небольшая чешуйка, прикрывающая нектарник. У аквилегии лепестки имеют косоворонковидную форму и постепенно сужены в шпорец-нектарник, проходящий между листочками чашечки. Лепестки выполняют здесь две функции: привлечение насекомых и нектаропродуцирующую. У высших представителей семейства нектарники погружены глубоко во внутренний круг околоцветника (например, дельфиниум, аконит).

Лишь у немногих лютиковых, например у адониса, все элементы цветка расположены по спирали. Для большинства растений семейства характерны гемициклические цветки - околоцветник расположен по кругам, а тычинки и пестики - по спирали; примером могут служить ветреница, печеночница, мышехвостник, лютик.

В простейших случаях плод лютиковых - сборная листовка, состоящая из большого и неопределенного числа листовок (например, калужница); у других лютиковых количество листовок в цветке делается небольшим и часто определенным (например, водосбор, аконит). У многих лютиковых в плодиках сборного плода образуется одно семя (лютик, ветреница). В таких плодах иногда можно отыскать, кроме одного хорошо развитого семени, одну или несколько недоразвитых семяпочек. Следовательно, можно считать, что односеменные плодики - орешки - произошли из листовок. Иногда плод лютиковых - ягода, например воронец.

#### Семейство Кувшинковые - Nymphaeaceae

К семейству кувшинковых относятся водные растения с простыми цельными и цельнокрайными листьями, плавающими по поверхности воды.

**Кувшинка чисто-белая** (*Nymphaea Candida*) встречается зарослями в озерах или заводях рек с небыстрым течением воды, на глубоких местах.

Цветок кувшинки чисто-белой, достигающий 6 - 11 см в диаметре, имеет двойной околоцветник; чашечка его, четырехугольная в основании, состоит из четырех чашелистиков, зеленых снаружи, внутри же белых. Лепестки многочисленные, белые, крупные, расположенные по спирали, постепенно уменьшающиеся к центру цветка несущие на верхушке недоразвитые пыльники. В одном цветке можно отыскать целую гамму переходов от типичной тычинки к лепесткам. Отметим, однако, что даже тычинки внутреннего круга имеют уплощенные тычиночные нити, что является примитивным признаком. Рыльце пестика звездчатое, количество лучей его показывает число плодолистиков, сросшихся вместе. Сделав подсчет в нескольких цветках, убеждаемся, что число плодолистиков в цветке неопределенное. Теперь разрежем цветок поперек на расстоянии около 0,5 см от основания чашечки; полученный срез рассмотрим, пользуясь лупой. Мы видим, что завязь, лежащая в центре цветка, имеет много гнезд, число которых отвечает числу рылец, а следовательно, и числу плодолистиков, сросшихся вместе. В каждом гнезде находятся многочисленные семяпочки, лежащие на довольно длинных семяножках.

Теперь рассмотрим срез цветоножки; в нем находятся четыре крупные воздухоносные полости и много более мелких. Таким образом, в цветоножке находится мощная аэренхима, через которую осуществляется газообмен. Цветоножка лишена механической ткани, в воде она держится вертикально, а в воздушной среде (значительно менее плотной) не способна оставаться в вертикальном положении, вследствие этого изгибается.

Цветок доступен широкому кругу насекомых. На ночь цветки закрываются и погружаются в воду. После опыления цветки также погружаются в воду, где происходит развитие плодов. Семена имеют наполненные воздухом покрывала, поэтому они плавают по поверхности воды и разносятся ее течениями.

Белая кувшинка является сплавинообразователем при зарастании водоема.

**Кубышка желтая** (*Nuphar luteum*) распространена также в местах с медленным течением воды и на значительной глубине.

Цветки кубышки до 6,5 см в диаметре. Чашечка состоит из пяти-шести желтых сводообразных чашелистиков. Лепестки многочисленные, значительно короче чашелистиков; находим их, отогнув чашелистики. Тычинок в цветке много; хорошо видно, что они расположены в нескольких плотных кругах. Плодолистиков также много, они срастаются в сложную завязь; рыльце многолучевое, число лучей его соответствует числу плодолистиков. На поверхности рыльца хорошо видна бархатистая, воспринимающая пыльцу часть его. Удаляя тычинки, отметим, что тычиночные нити изгибаются, плотно облекая пестик. Последний имеет форму кубышки.

Разрезав завязь, мы находим много гнезд ее с лежащими в них семяпочками.

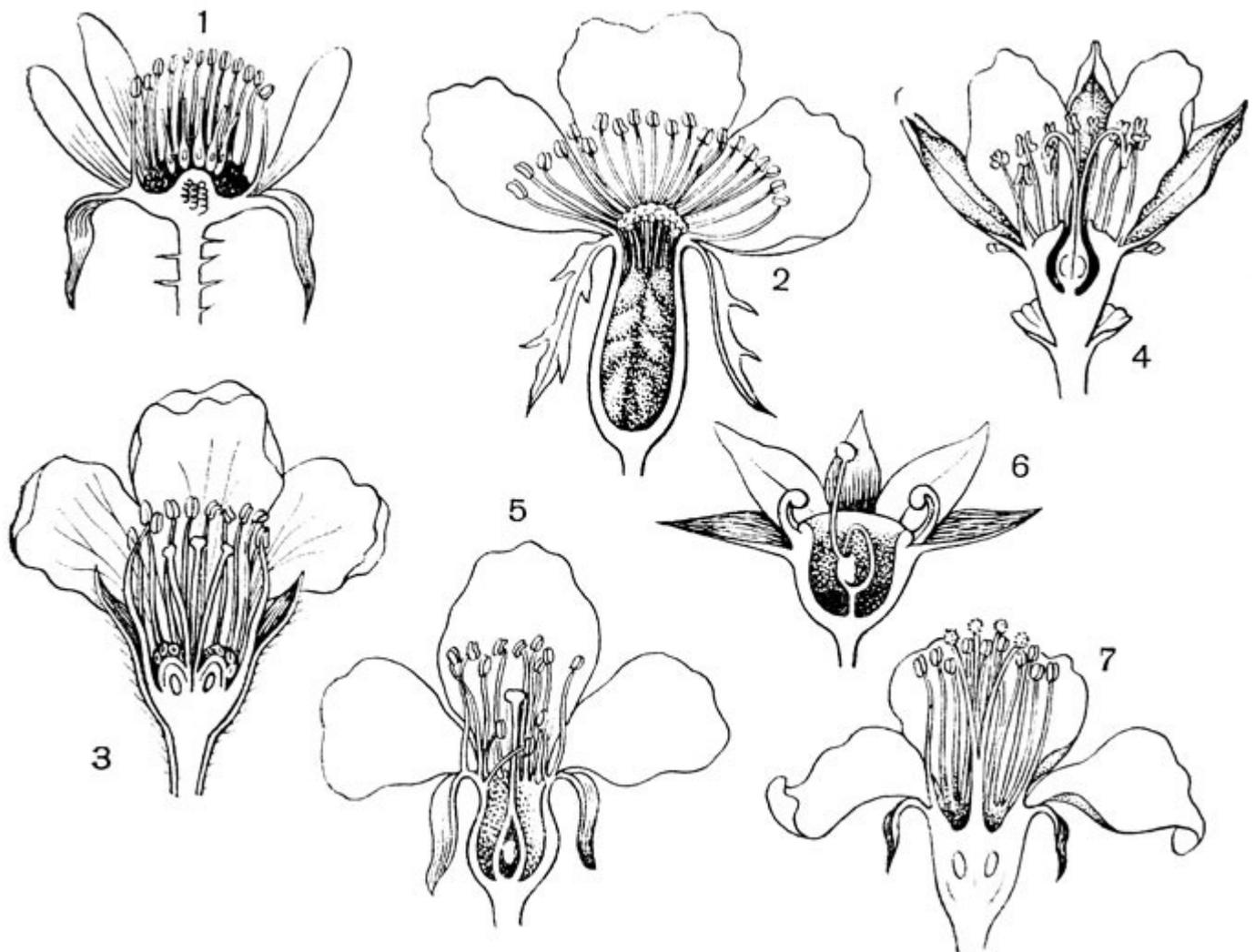


Рис. 71. Семейство Розоцветные. Типы цветоложа: 1 - малина (*Rubus idaeus*); 2 - роза (*Rosa*); 3 - рябина (*Sorbus*); 4 - репешок (*Agrimonia*); 5 - вишня (*Cerasus*); 6 - манжетка (*Alchimilla*); 7 - яблоня (*Malus*)

В заключение следует заметить, что синкарпия у кувшинковых выражена в различной степени. Так, у лотоса плодолистики апокарпные, погруженные в коническое цветоложе.

### Порядок Розоцветные - *Rosales*

Относящиеся к этому порядку растения служат ярким примером эволюции цветка от типа примитивного, близкого к многоплодниковым, к типам более совершенным, для которых характерно постоянное число членов цветка, малое число плодолистиков и семян в них. У высших представителей порядка появляются цветки надпестичные - с нижней завязью. В биологическом отношении развитие растений, относящихся к этому порядку, характеризуется все большим приспособлением цветков к определенным группам насекомых-опылителей, а также большим разнообразием плодов в связи со способами их распространения (рис. 71).

## Семейство Розоцветные - Rosaceae

Представители этого большого семейства - деревья, кустарники и травы - распространены во всех широтах Земли. Особенно велика их роль в растительном покрове умеренных стран. Розоцветные здесь приобрели очень большое значение как полезные растения, и в плодово-ягодном хозяйстве всех частей северного полушария их представители господствуют. В пределах нашей страны обитает больше 700 дикорастущих видов розоцветных (не считая тысячи сортов культурных плодово-ягодных). Они населяют равнинные и горные леса, участвуют в сложении луговых и степных сообществ, обитают в альпийских поясах гор и на лужайках в тундре.

Розоцветные делятся на четыре подсемейства: Спирейные (Spiraeoideae), Розовые (Rosoideae), Сливовые (Prunoideae) и Яблоневые (Pomoideae).

Наше знакомство с различными типами строения розоцветных мы начнем со спирейных.

### Подсемейство Спирейные - Spiraeoideae

**Спирея иволистная** (*Spiraea salicifolia*) (рис. 72, 1). Этот кустарник (родом из Восточной Азии) обычен в парках и садах Европейской части нашей страны, где он культивируется в качестве декоративного растения. Цветет спирея с мая и до конца лета. Материал для работы лучше собирать в июле, так как в это время в каждом соцветии будут и цветки и плоды. Материал засушивается на гербарных листах обычного размера, а цветки, кроме того, сушатся и заготавливаются еще особо для анализа. Цветки спиреи нет необходимости хранить в спирте, их лучше содержать в сухом виде.

Перед работой (за 20 - 30 минут) необходимое количество цветков опускается в горячую воду, и пока производится анализ гербарного материала, цветки достаточно размокнут.

При изучении спиреи (можно взять любой вид ее) следует обратить внимание на такие ее особенности, как расположение листьев и их форму, характер краев листовой пластинки, присутствие или отсутствие прилистников и тип соцветия.

У спиреи листья простые, очередные, без прилистников. Для нашего вида характерна продолговатоланцетная форма их и почти от основания остропильчатые края.

Соцветие у спиреи иволистной метельчатое, густое, с массой розовых цветков.

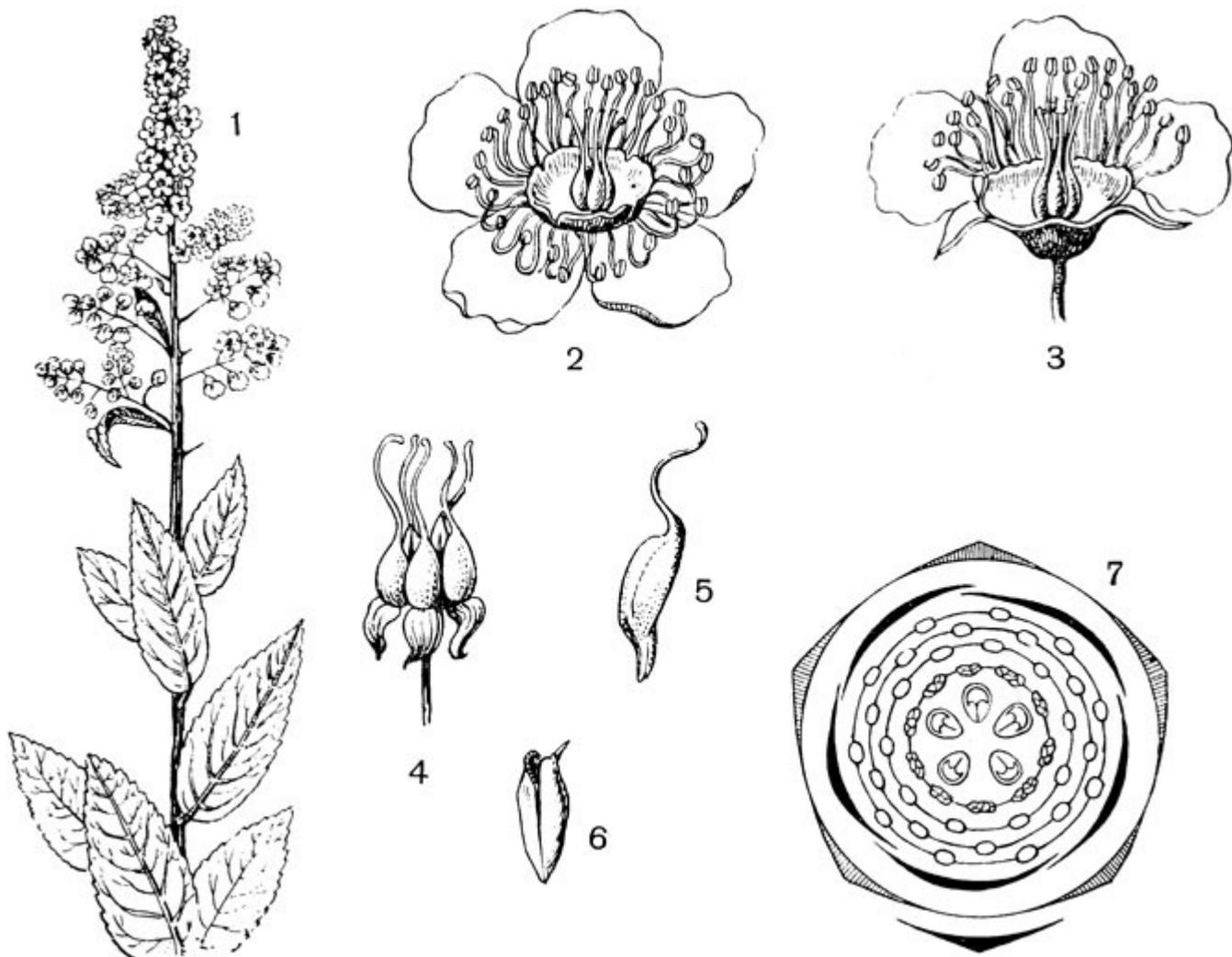


Рис. 72. Семейство Розоцветные. Спирея иволистная (*Spiraea salicifolia*): 1 - внешний вид; 2 - цветок; 3 - цветок в разрезе; 4 - гинецей; 5 - один из пестиков; 6 - плодик; 7 - диаграмма цветка

Обратимся теперь к цветкам и плодам. Положив несколько цветков на столик лупы, рассмотрим их при 10 X увеличении. Прежде всего хорошо видны длинные, пучками торчащие из цветков тычинки с розовыми пыльниками. Поворачивая иглами один из цветков, увидим его чашечку, состоящую из пяти листочков. Листочки чашечки отогнуты вниз и прижаты к наружной части цветоложа.

При взгляде на цветок сбоку видно, что цветоложе у спиреи несколько вогнутое, как бы неглубокобокаловидное.

Теперь следует очень коротко отрезать цветоножку, так чтобы цветок мог стоять вертикально на столике лупы. В таком положении мы увидим пять свободных розоватых лепестков, прикрепленных к краю цветоложа, за ними многочисленные тычинки, а по внутреннему краю цветоложа располагается в виде оторочки массивное тупозубчатое кольцо красного цвета (рис. 72, 2, 3). Это кольцо по своему происхождению является результатом срастания стаминодиев, т. е. остатков внутреннего круга тычинок. Ярко окрашенные стаминодии делают цветок более заметным для насекомых-опылителей.

Для дальнейшего анализа необходимо иглой вскрыть цветоложе вдоль и развернуть цветок. В центре цветка мы увидим круг из пяти свободных пестиков, которые короткими ножками прикрепляются к цветоложу и свободно окружены его стенками.

Столбики у своего основания резко изогнуты и отклонены наружу, это один из видовых признаков нашей спиреи (рис. 72, 4, 5).

Расправив цветок, мы увидим, что лепестки и тычинки, прикрепляясь к верхнему краю гипантия, располагаются не под пестиками, где им полагается быть, как наружным частям цветка, а находятся сбоку, как бы около пестиков. Такой цветок называется околопестичным. Однако завязь здесь еще верхняя.

Вопрос о том, каким образом возникает околопестичность и каково происхождение вогнутого "цветоложа" - гипантия, обсуждается в ботанической литературе давно. Многочисленные (главным образом анатомические) исследования показали, что стенки бокаловидных образований околопестичных (а во многих случаях и надпестичных) цветков не есть результат углубления цветоложа. Своим происхождением они обязаны прирастанию к трубке чашечки оснований лепестков и тычиночных нитей, в результате чего образуется так называемая цветочная трубка. Эта цветочная трубка нижней своей частью срастается с широким плоским или более или менее вогнутым цветоложем. В конце концов, оказывается, что дно такого плоского или бокаловидного образования - гипантия представляет собой цветоложе, а стенки его - результат срастания чашелистиков, лепестков и тычинок.

Однако мы, зная, что гипантий у растений далеко не всегда по своему происхождению является разросшимся цветоложем, все же будем называть его так, ибо морфологически он является цветоложем, так как по своему краю несет лепестки и тычинки, кроме того, практически это название удобно.

Теперь следует отделить пестики от цветоложа и затем вскрыть завязь одного из них. Внутри завязи мы увидим несколько семязпочек. На освободившемся от пестиков цветоложе следует также рассмотреть расположение тычинок. Для этого нужно воспользоваться 20X лупой, развернуть получше цветоложе, и, иглой отгибая тычинки у основания нитей, проследить за их чередованием. Расположение их кажется сложным, но в общем они образуют три круга (рис. 72, 7), а четвертый, как мы видели, превращен в стаминодии. В заключение возьмем еще один цветок, разрежем его вдоль так, чтобы все пять пестиков оказались в одной из половинок, и рассмотрим его в продольном разрезе. Отыскав затем в гербарном материале зрелые плоды, обратим прежде всего внимание на положение чашечки. Оказывается, при плодах ее листочки все загибаются вверх и складываются над плодами, закрывая их. Плодики у спиреи - листовки (рис. 72, 6) открываются по брюшному шву, а все вместе образуют сборную листовку. Формула цветка спиреи:  $K_{(5)}C_5A \sim G_5$ . Сравните ее с формулой цветков пиона и лютика. Сделайте выводы о сходстве их и различии.

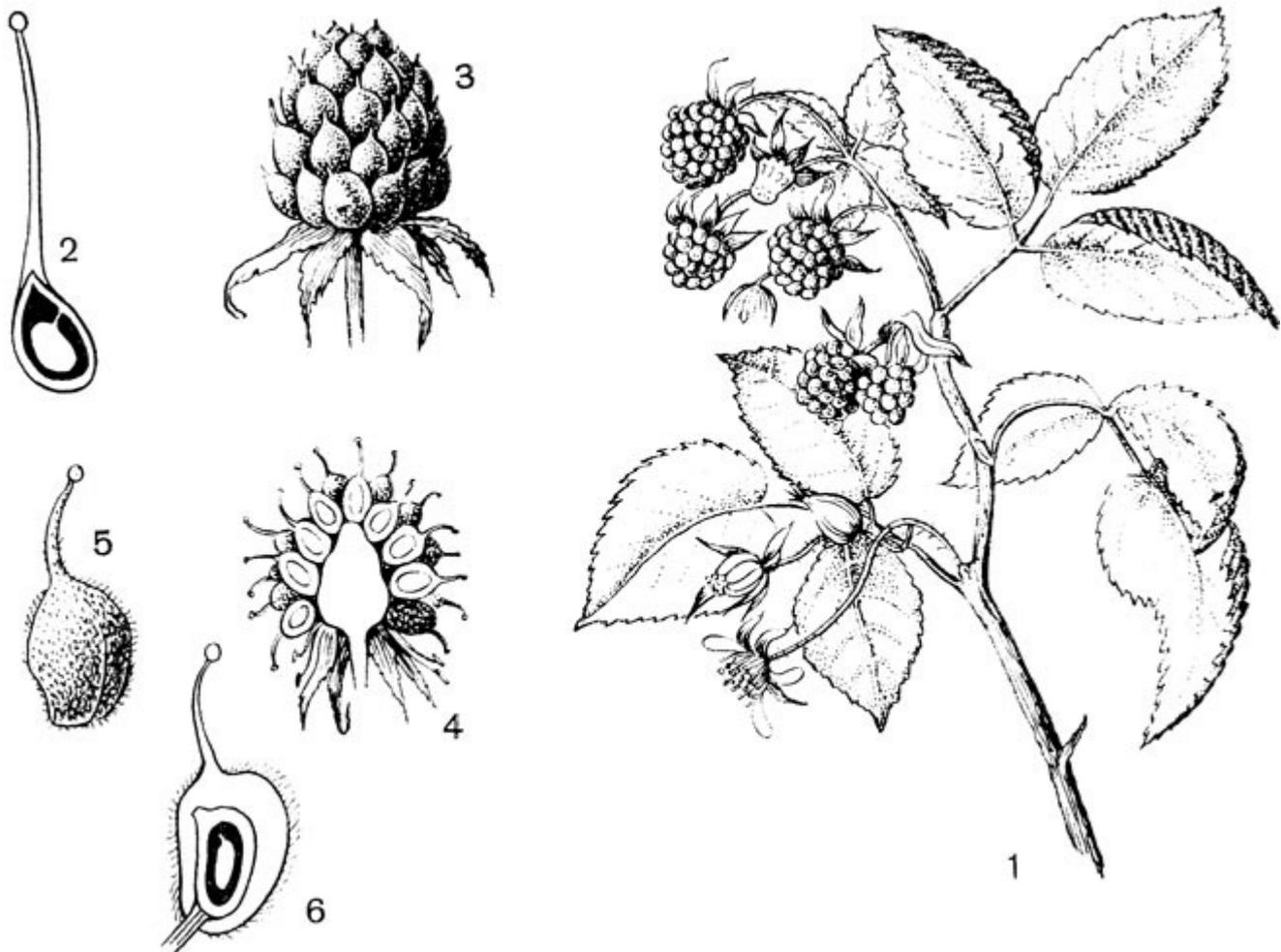


Рис. 73. Семейство Розоцветные. Малина обыкновенная (*Rubus idaeus*): 1 - цветущая ветвь; 2 - один из пестиков в разрезе; 3 - сборная многокостянка; 4 - она же в разрезе; 5 - плодик; 6 - плодик в разрезе

К подсемейству спирейных в нашей флоре относится несколько родов. Своими простыми листьями спирея хорошо отличается от ближайших к ней родов - Рябинолистника (*Sorbaria sorbifolia*) и Волжанки (*Aruncus*), у которых листья перистые.

Спирея - типичный представитель подсемейства, члены которого характеризуются апокарпным гинецеем и плодиками-листочками, как у лютиковых. Отличием от этих последних служит вогнутое цветоложе и положение лепестков и тычинок на нем.

#### Подсемейство Розовые - *Rosoideae*

**Малина обыкновенная** (*Rubus idaeus*) (рис. 73, 1). Растение широко известно благодаря своим плодам. Малина в диком виде обитает в пределах лесной зоны и является излюбленным растением в культуре. Цветет она с мая и по июнь включительно. Материал для работы надо собирать во время цветения. Цветки для анализа хранятся также в сухом виде. При гербаризации необходимо, кроме цветущих веточек, на каждый лист брать и один бесплодный побег нынешнего года (так называемый турион). Дело в том, что у малины на этих бесплодных побегах листья обычно пяти-, семиперисто-сложные, а на плодущих - тройчатые. При отсутствии плодов и годовалых побегов

можно, следовательно, впасть в ошибку при определении видов рода *Rubus*. Плоды малины (как и всякие вообще мясистые или сочные плоды) хранить лучше всего в крепком растворе соли, в тщательно закрытых банках.

Малина - кустарник, и нижние части ее ветвей деревенеют. Взяв ручную лупу, осмотрим поверхность ее стеблей. Стебли усажены шипиками и благодаря этому оказываются почти колючими. Присутствие шипиков на стеблях является одним из признаков рода *Rubus*. У малины побеги в верхней части покрыты сизым налетом, и, как указано уже, листья на годовалых побегах непарно-перистосложные, причем верхний их листочек на черешке, а остальные - сидячие; листья цветущих побегов тройчатые. Следует обратить внимание на то, что у малины листья сверху зеленые, снизу же бело-войлочные, а листочки их по краю неравномер-нопильчатые. С помощью 10X лупы у основания листьев увидим прилистники, которые нижней частью приросли к черешку, и свободными являются только их узколанцетные кончики.

Соцветие у малины конечное щитковидное или состоит из мал цветковых пазушных кистей. Цветоножки, как и стебли, усажены шипиками.

Положим один из цветков малины на столик лупы, коротко обрезав его цветоножку. Рассмотрим сначала наружную сторону цветка. В таком положении видна чашечка; она состоит из пяти сросшихся листочков, зубцы которых отогнуты книзу. Повернем цветок верхней стороной к окуляру и увидим большое количество тычинок и пять белых лепестков. При этом заметим, что у малины лепестки короче чашелистиков. Для дальнейшего анализа необходимо разрезать цветок вдоль. В этом положении мы увидим, что середина цветоложа выпуклая и на нем сидят в большом числе свободные пестики. Завязь покрыта волосками. Вскрытие иглами завязи покажет нам, что в ней всего одна семечка. Наконец, на столик лупы положим плоды малины и разрежем их вдоль. На срезе мы увидим уже знакомые нам очертания выпуклого цветоложа, пестики на котором, однако, значительно изменились после оплодотворения. Они превратились в плодики-костянки с сочным душистым мезокарпом и все вместе образовали сборную многокостянку.

**Лапчатка прямая, калган** (*Potentilla erecta*) (рис. 74, 1), познакомит нас с группой видов подсемейства розовых, у которых на более или менее выпуклом, как у малины, цветоложе помещается также большое количество свободных пестиков, превращающихся в сухие плодики - орешки. Род *Potentilla* очень большой, он насчитывает в пределах нашей страны около 150 видов. Это однолетние или (чаще) многолетние травянистые (за редким исключением) растения с тройчатыми, пальчатораздельными или (реже) перистыми листьями. Они обитают во всех растительных зонах и во всех поясах гор нашей страны.

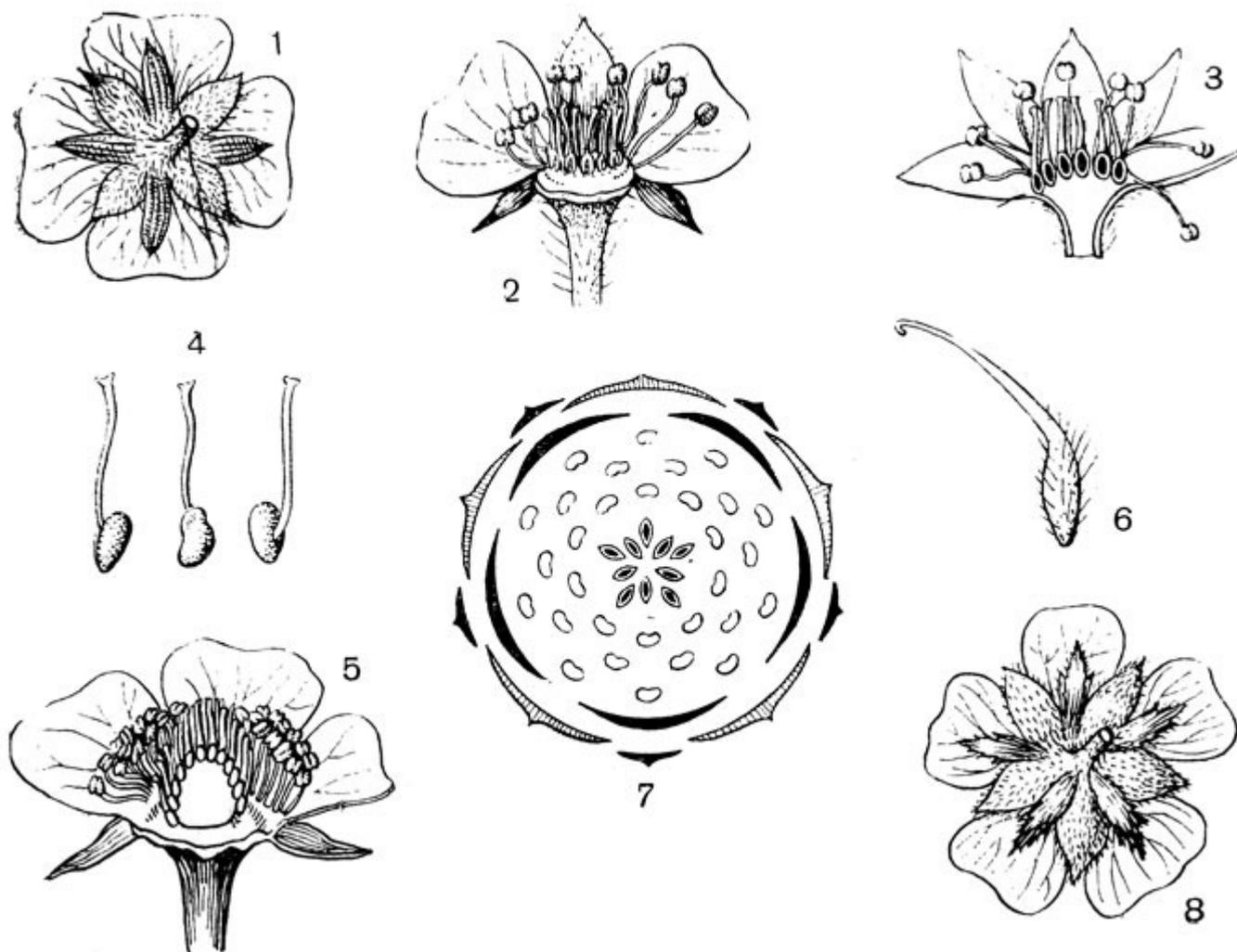


Рис. 74. Семейство Розоцветные. Лапчатка прямая (*Potentilla erecta*): 1 - вид цветка снаружи; 2 - цветок (удалена часть лепестков и чашелистиков); 3 - цветок в разрезе (лепестки удалены); 4 - пестики слева направо: лапчатки прямой, лапчатки стелющейся (*P. supina*), лапчатки гусиной (*P. anserina*). Гравилат городской (*Geum urbanum*): 5 - цветок в разрезе; 6 - один из плодиков; 7 - диаграмма цветка гравилата; 8 - цветок лапчатки гусиной (*Potentilla anserina*) снаружи

Рассматриваемая нами лапчатка калган распространена очень широко и в учебной практике удобна, так как цветет с мая и до глубокой осени (октябрь). Калган известен как полезное растение: из корневища его извлекаются дубильные вещества и красная краска, а в народной медицине он славится как лекарственное растение. Материал для занятий хранится в сухом виде\*.

\* (Для сравнения необходимо иметь цветки и других видов лапчатки, например *P. anserina*, *P. argentea*, *P. supina* с обычным для рода пятичленным околоцветником.)

Народное название растения "узик" оправдывается всем обликом растения. Стебель тонкий, а все его вильчатые боковые ветви подняты кверху. Корневище у калгана толстое, деревянистое, богатое крахмалом. Листья тройчатые, а у основания их располагаются прилистники, большие и листовидные. Последнее обстоятельство часто бывает причиной ошибок при определении лапчаток, когда такие прилистники принимают за нижние доли листа.

Возьмем один из цветков, положим его на столик лупы и повернем прежде всего нижней стороной к окуляру. Мы увидим чашечку. Она у лапчатки выглядит несколько необычно: с ее нормальными зубцами чередуются зубчики меньшего размера. Такая чашечка называется двойной, а ее дополнительные зубцы вместе образуют подчашие (рис. 74, 1). С подчашием мы встретимся и дальше, в других семействах, причем всегда оказывается, что подчашие встречается только у тех растений, листья которых имеют прилистники. Подчашие поэтому и рассматривается как образование, возникшее из попарно сросшихся прилистников.

Нарисуем цветок лапчатки в таком перевернутом виде, чтобы хорошо были видны листочки чашечки и подчашия. При этом мы обнаружим, что и чашечка и подчашие имеют по четыре зубца. Лепестков у калгана четыре, и они чередуются с листочками чашечки. Роду Лапчатка свойствен вообще пятичленный околоцветник (рис. 74, 8), и у калгана бывают цветки, у которых чашелистиков и лепестков по пяти. За лепестками располагаются в большом количестве тычинки, а в центре цветка виден пучок столбиков. Для дальнейшего анализа разрежем цветок вдоль и положим срезанной стороной к окуляру (рис. 74, 4). Тычинки (в числе около 30) расположены в трех кругах по краю цветоложа, а у основания их образовался кольцевой нектароносный валик. Центральную часть цветка занимает разросшееся коническое цветоложе, и на нем располагаются пестики. Удалим иглой несколько пестиков, и увидим, что цветоложе покрыто волосками - это один из родовых признаков лапчатки (рис. 74, 3). По одному этому признаку легко отличить цветок земляники от цветков лапчатки, так как у первой цветоложе голое. Возьмем один из оторванных от цветоложа пестиков и, поставив 20X окуляр, рассмотрим его. При этом особое внимание следует обратить на форму столбика и на места его прикрепления к завязи. У калгана столбик прикреплен почти к верхушке завязи и имеет гвоздевидную форму, т. е., постепенно расширяясь кверху, он под рыльцем булавовидно утолщен.

Форма столбиков у лапчатки и место прикрепления их к завязи являются довольно важными систематическими признаками. Вместе с некоторыми другими признаками они лежат в основе деления большого рода Лапчатка на подроды. Поэтому нам следует познакомиться с формами столбиков и способами их прикрепления к завязи у других широко распространенных видов лапчатки. Для этого посмотрим еще пестики лапчатки гусиной (*Potentilla ariserind*), лапчатки серебристой (*P. argentea*) и лапчатки стелющейся (*P. supina*). Отпрепарировав пестики и уложив их рядом на столике лупы, рассмотрим у лапчатки гусиной нитевидный столбик, прикрепленный к боковой поверхности завязи, а у лапчатки серебристой и у лапчатки стелющейся столбики конические (т. е. расширенные у основания и суженные кверху), прикрепленные, как у калгана, почти к верхушке завязи (рис. 74, 4). Формула цветка лапчатки:

Начинающие часто (особенно в полевой обстановке) путают виды лапчатки (а иногда и гравилата) с лютиками. Чтобы уяснить особенности морфологического строения органов лютика и лапчатки, предлагаем заполнить следующую таблицу:

Морфологические особенности строения органов	Лютик (сем. <i>Ranunculaceae</i> )	Лапчатка (сем. <i>Rosaceae</i> )
<p>Листья с прилистниками или без них</p> <p>Характер околоцветника: простой, двойной, сростный, раздельный, с подчашием или нет</p> <p>Характер прикрепления частей околоцветника</p> <p>Число тычинок и их расположение</p> <p>Цветок подпестичный, околопестичный или надпестичный</p> <p>Число пестиков и их расположение на цветоложе</p> <p>Тип плода</p>		

В полевых условиях наиболее удобным признаком различия является наличие или отсутствие прилистников и подчашия.

**Лабазник шестилепестный, таволга** (*Filipendula hexapetala*), очень широко распространен в кустарниковых зарослях, по холмам, лугам, степям в средней и южной частях СССР. Цветет в мае - августе. У лабазника шестилепестного (в отличие от других видов этого рода) есть корневые клубни, которые обязательно должны быть представлены в гербарных образцах.

Рассмотрим внешний вид таволги. Листья ее перистые и состоят из многочисленных (следует сосчитать число пар), в свою очередь, перистонадрезанных продолговатых листочков. Этим она отличается прежде всего от остальных видов рода *Filipendula*, у которых боковых листочков от одной до пяти пар или их нет совсем.

Цветки лабазника мелкие, белые (или бледно-розовые), душистые; они собраны в большие ветвистые метелки, напоминающие соцветия уже известной нам спиреи.

Исследуем цветок. Чашечка состоит из шести-восьми листочков, подчашия здесь нет. Цветоложе, как у спиреи, немного вогнутое. Лепестков также шесть (реже восемь) и большое число тычинок, нити которых не превышают лепестков. Вскроем иглой цветок и развернем его. В центре увидим группу тесно сидящих волосатых пестиков с короткими столбиками и большими рыльцами. Удаляя пестики иглой друг за другом, сосчитаем их и убедимся при этом, что они совершенно свободные, а к цветоложу прикрепляются каждый небольшой ножкой. Теперь нам удобно рассмотреть внутреннюю поверхность цветоложа (гипантия) и исследовать расположение лепестков и тычинок на нем. Тычинки и лепестки своими основаниями приросли к цветоложу. Отделив один из лепестков, мы увидим, что он имеет очень узкий ноготок, большая часть которого плотно приросла к цветоложу. Тычинки располагаются группами по три-четыре против лепестков и против чашелистиков, причем хорошо видно, что нити их также приросли друг за другом к цветоложу, спускаясь от основания лепестков или листочков чашечки в полость его. Кажется, что тычинки располагаются как бы пучками. В самом же деле тычинки у лабазника, как и у спиреи, сидят в трех тесных кругах, но, прирастая к вогнутому

цветоложу, они сдвинулись, и правильность их первоначального расположения нарушилась. Сосчитав тычинки, мы убедимся, что их около тридцати.

В заключение отыщем плоды лабазника на гербарном экземпляре и, положив их на столик лупы, рассмотрим. Плоды односемянные, и буроватое плоское семя видно сквозь их оболочку. После удаления плодиков мы увидим, что центральная часть цветоложа немного головчато-выпуклая, с редкими волосками на поверхности и лишь в слабой степени напоминает конусовидное цветоложе, например, малины или лапчатки. Цветок лабазника больше походит на цветок спиреи, но нераскрывающиеся односемянные плодики и хорошо развитые прилистники заставляют относить его к подсемейству *Rosoideae*. Здесь лабазник начинает собой группу родов, цветоложе которых становится все более и более вогнутым. Формула цветка лабазника:

Для исследования можно взять и второй очень распространенный вид лабазника - **лабазник вязолистный** (*Filipendula ulmaria*), который содержит дубильные вещества и может быть использован для промышленности.

**Роза коричная** (*Rosa cinnamomea*) познакомит нас с такими представителями подсемейства *Rosoideae*, у которых цветоложе глубоко вогнутое, вследствие чего лепестки и тычинки располагаются уже значительно выше места прикрепления пестиков.

Все представители большого рода розы - кустарники, большей частью снабженные шипами и обладающие красивыми душистыми цветами (рис. 75). В пределах нашей страны растет 65 видов этого рода. Роза коричная широко распространена в лесной и лесостепной зонах Европейской части нашей страны. Излюбленными местами ее обитания являются лесные опушки, заросли кустарников и особенно поросшие кустарниками пойменные луга.

Для работы необходимо заготавливать:

- а) гербарные образцы растения в цветах, веточки с незрелыми плодами и годовалые побеги;
- б) цветки для анализа (лучше не совсем распустившиеся), хранящиеся в спирте;
- в) зрелые плоды (в сухом виде).

Особенности строения всех названных частей розы имеют большое значение при определении их видов, поэтому нужно собирать гербарный материал полный.

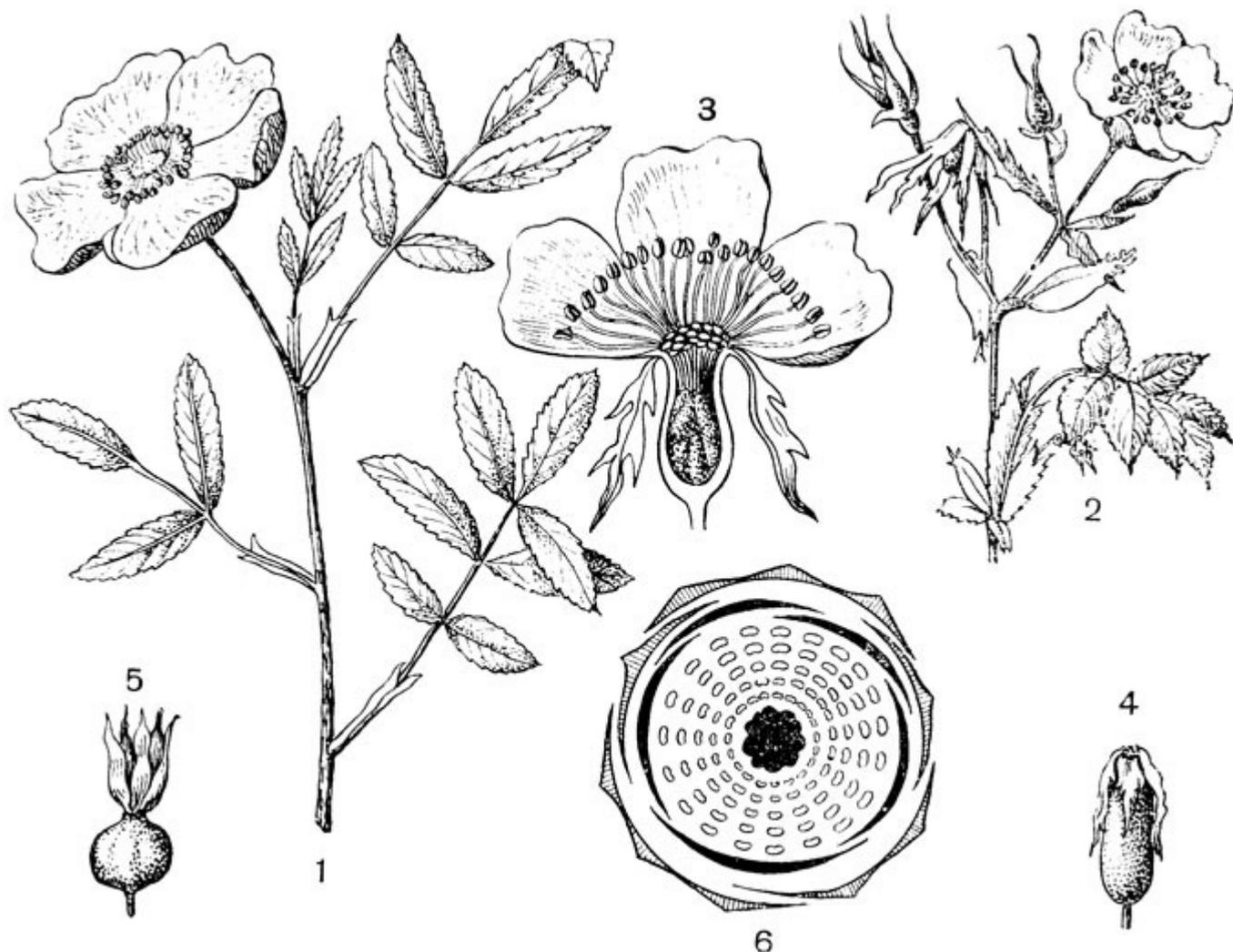


Рис. 75. Семейство Розоцветные: 1 - цветущая ветвь розы коричной (*Rosa cinnamomea*); 2 - цветущая ветвь розы собачьей (*Rosa canina*); 3 - разрез цветка ее же; 4 - плод ее же; 5 - плод розы самаркандской (*Rosa maracandica*); 6 - диаграмма цветка розы

Рассмотрим прежде всего ветки розы. Кора на ее побегах коричнево-красная. Шипы на годовалых побегах двоякие: небольшие крепкие и более тонкие-шипики и щетинки. Листья перистые, с пятью - семью листочками и с прилистниками у основания главного черешка. Здесь интересно сравнить прилистники цветоносных и годовалых побегов. Они разные: на цветоносных побегах широкие, плоские, с растопыренными ушками, а на бесплодных - узкие, прижатые к ветви и ее охватывающие. Цветки одиночные (иногда по два-три), лепестки розовые, в числе пяти.

Возьмем цветок розы и рассмотрим его. Он так велик, что нам не нужно будет прибегать к помощи лупы. Положим цветок на столик и, отогнув лепестки кверху, рассмотрим цветоложе и чашелистики. Цветоложе у нашего вида бочкообразное, округлое. Чашелистиков пять, с листочками обычно цельными (редко по краям их бывают единичные зубчики). При анализе цветков роз необходимо всегда отмечать поведение чашечки после отцветания. Мы увидим, что при плодах чашелистики поднимаются, конусовидно складываются своими верхушками и остаются даже после их созревания.

Такое положение чашечки у роз является важным видовым признаком, и, в частности, этим наша коричная роза хорошо отличается от другого также широко распространенного вида - **шиповника собачьего**, или **розы собачьей** (*Rosa canina*). У

розы этого вида чашелистики после цветения отгибаются назад и отваливаются задолго до созревания плодов (рис. 75, 2, 4).

Теперь разрежем цветок вдоль и, уложив половинки его срезанной стороной кверху, рассмотрим расположение на цветоложе всех его частей. Цветоложе у розы имеет форму глубокого бокала. Чашелистики и лепестки прикрепляются к его верхнему краю, а довольно многочисленные тычинки (у некоторых видов розы их бывает до 100) прикрепляются не только к краю цветоложа, но и опускаются глубже по его внутренним стенкам. Ниже тычинок к стенкам цветоложа и ко дну его прикрепляются густо опушенные многочисленные пестики, столбики которых тем длиннее, чем глубже расположен пестик.

Все столбики достигают отверстия бокаловидного цветоложа и здесь образуют плотную шерстистую головку, состоящую из их рылец. Если мы иглами отогнем пестики в разных местах цветоложа, то убедимся, что они не только между собой свободны, но и к цветоложу прикреплены лишь своим основанием. В заключение возьмем зрелый плод розы и также разрежем его вдоль. Мы увидим, что пестики его превратились в сухие односемянные плодники- орешки, а бокаловидное цветоложе стало мясистым и образовало ложный плод. Завязь у розы является собственно верхней, так как пестики не срастаются со стенками цветоложа, а сидят свободно на его дне. Иногда завязь розы называют средней.

Для работы можно взять другой вид розы, например розу собачью (*Rosa canina*). Этот вид, помимо указанных уже особенностей строения цветка, характеризуется очень большими широкими у основания и серповидно изогнутыми шипами, по которым его годовалые побеги легко отличить среди побегов других видов нашей области.

У роз распространено образование махровых форм, причем дополнительные лепестки их образуются за счет тычинок. В связи с этим можно ввести дополнительный объект - цветок какой-нибудь махровой формы розы - и показать серию переходных от тычинок к лепесткам образований. Для северных районов наиболее доступной является **роза морщинистая** (*R. rugosa*), широко распространенная в культуре вследствие своей большой морозостойкости.

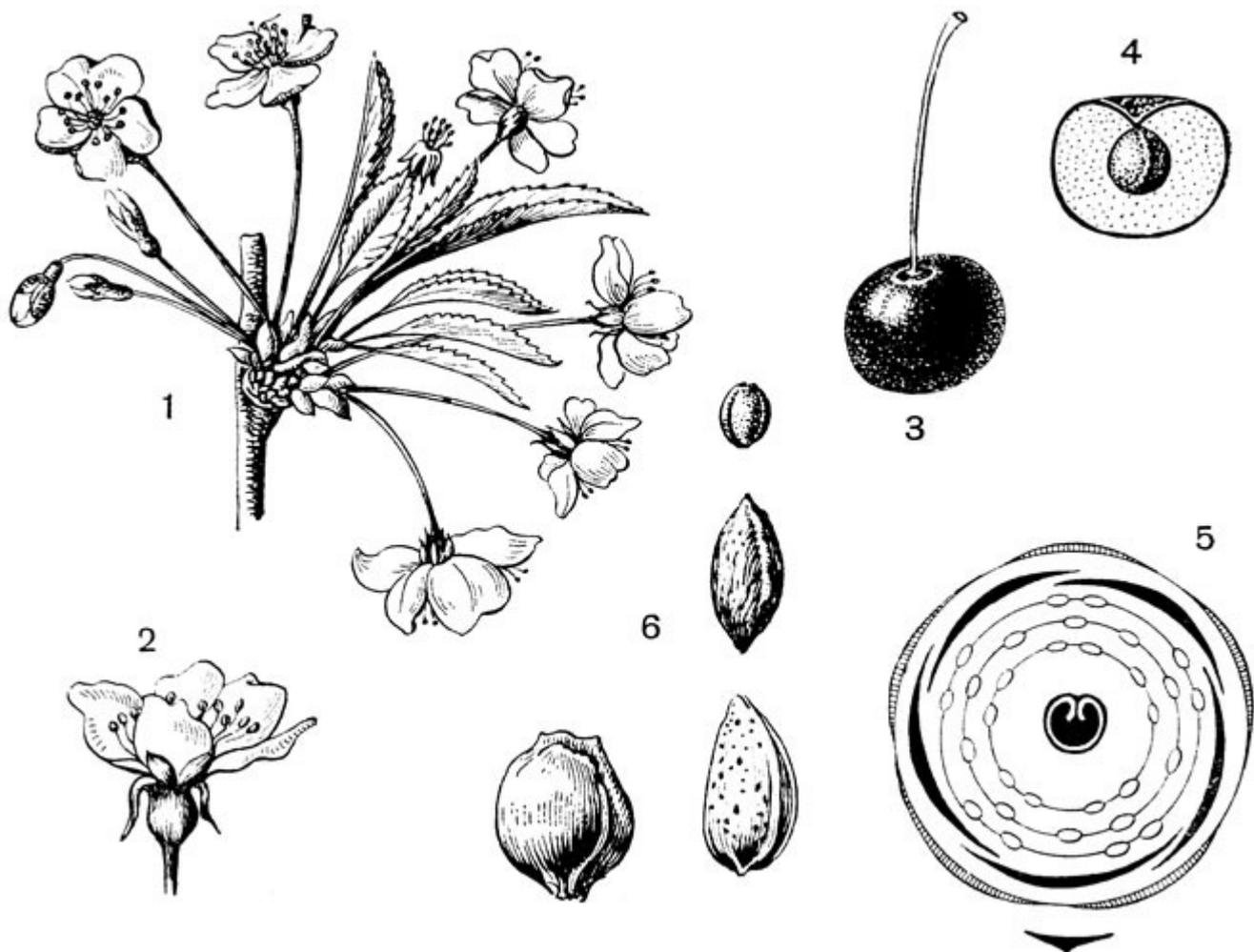


Рис. 76. Семейство Розоцветные. Вишня кислая (*Cerasus austera*): 1 - цветущая веточка; 2 - цветок; 3 - плод; 4 - плод в разрезе; 5 - диаграмма цветка; 6 - косточки (сверху вниз) вишни, сливы, миндаля бухарского, слева от нее - сливы культурной

Мы рассмотрели несколько представителей подсемейства *Rosoideae*. Наиболее интересной особенностью их является строение цветоложа. В процессе наших работ мы видели, что здесь встречаются два типа строения цветка. Один (наиболее примитивный тип) характеризуется цветками с выпуклым, как у лютиковых, цветоложем и большим числом свободных пестиков на нем (*Rubus*, *Potentilla*). Второй тип как бы продолжает собой ряд спирейных. Он, начиная с лабазника, характеризуется все большим и большим углублением цветоложа, конечным результатом чего является кувшиновидный гипантий розы. Кроме того, одновременно с углублением цветоложа идет и другой процесс - уменьшение числа пестиков в цветке. Здесь можно видеть целый редуционный ряд от репешка (*Aggrimonia*) до манжетки (*Alchimilla*), у которой на дне бокаловидного цветоложа помещается уже всего один пестик.

Заключительным этапом развития цветков этой последней группы являются однопестичные цветки, свойственные представителям подсемейства сливовых (*Prunoideae*).

Общими признаками подсемейства *Rosoideae* являются постоянное присутствие прилистников и нераскрывающиеся односеменные плодики. Этим розовые хорошо отличаются от спирейных.

## Подсемейство Сливовые - Prunoideae

**Вишня кислая** (*Cerasus austera*) (рис. 76, 1)-одна из вишен, встречающихся в пределах Европейской части СССР. Вместо нее можно взять и другой также обычный у нас вид - **вишню обыкновенную** (*Cerasus vulgaris*), которая встречается до широты городов Вологды и Перми.

Вследствие того что цветки вишни распускаются раньше листьев, сборы для гербария производятся в два приема, и на гербарных листах должны быть представлены как цветущие безлистные веточки, так и веточки с листьями и развивающимися плодами. При сборе этих последних необходимо позаботиться о том, чтобы хотя бы на некоторых из них еще сохранилось цветоложе. В растворе соли сохраняются зрелые плоды вишни.

Исследуемый нами вид вишни - дерево с раскидистой кроной. Кроме семян, вишня способна размножаться вегетативно с помощью обильной корневой поросли, а в садовой практике ее размножают еще и прививкой.

Рассматривая имеющиеся у нас ветки вишни, отметим, что побеги у нее двоякие: длинные (ростовые) и укороченные, сидящие на этих длинных. Цветки обычно располагаются на укороченных, так называемых букетных веточках. Кора на ветвях характерного для большей части вишен красно-бурого цвета. Листья у вишни широкоэллиптические, на вершине заостренные, плотные, блестящие, характерного темно-зеленого цвета, по краю городчато-зубчатые. На стебле листья располагаются очередно, у основания имеют буроватые узкие прилистники, которые, однако, скоро опадают. Чтобы обнаружить их, посмотрим молодые листья в верхней части побега. Теперь перейдем к изучению соцветия. Здесь нам необходимо обратить внимание на:

- а) характер соцветия и число цветков в нем,
- б) размеры цветоножки,
- в) присутствие или отсутствие у основания соцветия почечных чешуек и маленьких зеленых листочков.

Соцветия у вишни - двух-, четырехцветковые зонтики. У изучаемого вида у основания цветоножек имеются буроватые почечные чешуйки и маленькие зеленые верхушечные листочки. Таких листочков нет у **черешни** (*Cerasus avium*), и это является одним из внешних отличительных ее признаков. Цветоножки у кислой вишни длинные, чем она хорошо отличается от вишни обыкновенной, у которой цветоножки короткие.

Возьмем один из размоченных или хранившихся в спирте цветков вишни и положим на столик лупы. Отгибая иглами чашелистики, которые во время цветения отклоняются книзу, мы увидим вогнутое колокольчатой формы цветоложе - гипантий. По верхнему его краю и располагаются пять чашелистиков. Коротко обрезав цветоножку, повернем цветок верхней стороной к окуляру. В таком положении мы увидим пять белоснежных лепестков, большое число тычинок, а в центре глубокое отверстие, ведущее внутрь гипантия, в котором виден столбик с головчатым рыльцем.

Для того чтобы лучше рассмотреть расположение частей цветка, разрежем его вдоль. При этом срез должен пройти не посередине цветка, а немного сбоку, так чтобы на большей его половине пестик остался целиком и только стенка его завязи была бы срезана. Эту половинку цветка и рассмотрим с помощью лупы. К краю цветоложа, внутрь от чашелистиков, прикреплены лепестки, имеющие очень короткие ноготки, а затем располагаются тычинки в трех кругах (рис. 76, 5). Чаще всего в каждом круге по десять тычинок, причем тычинки наружного (первого) и самого внутреннего (третьего) кругов по две чередуются с лепестками, а тычинки среднего (второго) круга располагаются по одной против лепестков и чашелистиков. В цветке вишни тычинок обычно около тридцати, но бывает до сорока и пятидесяти.

В центре цветоложа свободно, не срастаясь со стенками его, находится пестик, имеющий характерную форму бутылочки. Срезанная стенка завязи позволяет видеть находящуюся в ней семяпочку. Следует взять еще один цветок и, выделив пестик, разрезать его завязь поперек. Мы увидим, что она одногнездная и семяпочек в ней закладывается две. Одна из них затем отстает в развитии и, наконец, замирает. После оплодотворения развивается плод, известная нам костянка. У вишни формула цветка такая:  $K_{(5)}C_5 A \sim G_1$ .

Возьмем зрелый плод вишни и сделаем продольный его разрез (рис. 76, 4). Плод следует резать на чистом стекле, под которое положить лист белой бумаги, чтобы видеть цвет вытекающего сока. У вишни кислой плоды темно-красные и сок так же окрашен, как и плоды. У вишни же обыкновенной плоды светло-красные, а сок не окрашен совсем.

Отделив косточку от мякоти плода, рассмотрим ее отдельно. Косточка шаровидная, выпуклая, и это является родовым признаком вишни. У рода **Слива** (*Prunus*) косточка яйцевидная (и даже продолговатая) и сплюснутая с боков (рис. 76, 6).

И вишня кислая и вишня обыкновенная встречаются в огромном количестве культурных сортов. Все сорта вишни делятся на две группы: а) вишни с соком, окрашенным, как у вишни кислой, и б) вишни с соком, неокрашенным, как у вишни обыкновенной. Среди культурных вишен имеются сорта, выведенные И. В. Мичуриным, например Краса Севера, Плодовая Мичурина, Полёвка и др. Эти вишни обладают не только крупными вкусными плодами и большой морозостойкостью, но и расширяют пределы морфологического разнообразия рода вишни. Так, в результате селекционных работ Мичурина появились вишни с яйцевидными и даже продолговато-яйцевидными косточками и с отсутствующими, как у черешни, листочками у основания цветоножек.

К подсемейству сливовых принадлежит большое количество ценнейших плодовых растений, широко распространенных в садах нашей страны. Это роды: **Слива** (*Prunus*), куда относятся собственно сливы, терн, алыча и др., род **Абрикос** (*Armeniaca*), род **Персик** (*Persica*), род **Миндаль** (*Amygdalus*), род **Черемуха** (*Padus*).

#### Подсемейство Яблоневоы - *Rosnoideae*

"Если мы представим себе, что цветоложе шиповника срастается с его пестиками, которые сами срастаются между собою, то получим цветок яблока или груши", - пишет

проф. А. Бекетов в учебнике ботаники. Срастание пестиков между собой и с бокаловидным цветоложем - характерная черта представителей яблоневых в отличие от розовых. Однако цветок их является лишь естественным результатом дальнейшего развития цветка с вогнутым цветоложем. Число плодолистиков у яблоневых уменьшилось до пяти или даже до двух, и, срастаясь между собой и со стенками цветоложа, они образовали нижнюю завязь. Но степень срастания их не у всех яблоневых одинакова. У одних срастание гинецея полное, в то время как у других плодолистики и со стенками завязи и между собой срослись не вполне.

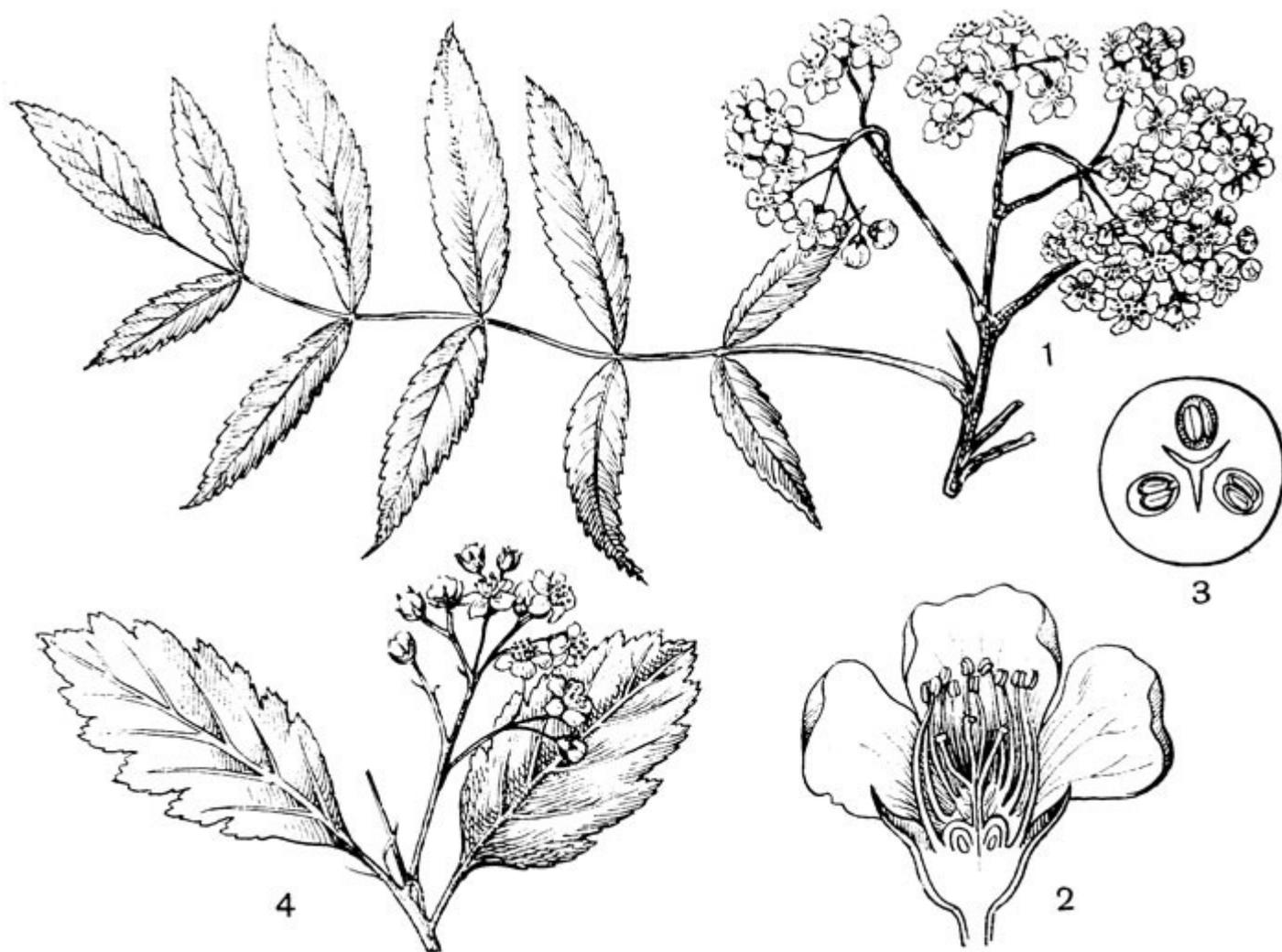


Рис. 77. Семейство Розоцветные. Рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*): 1 - цветущая ветвь; 2 - цветок в разрезе; 3 - поперечный разрез плода. Рябина персидская (*Sorbus persica*): 4 - цветущая ветвь

**Рябина обыкновенная** (*Sorbus aucuparia*) (рис. 77, 1). Этот пример познакомит нас с такими видами яблоневых, у которых срастание плодолистиков со стенками завязи неполное.

Для занятий нужно иметь гербарные образцы с цветками и плодами, цветки для анализа и плоды.

Наша рябина относится к той сравнительно небольшой группе рябин (13 из 34 видов, обитающих в нашей стране), представители которой характеризуются непарноперистыми

листьями. Большая же часть видов рябины имеет простые листья. Такие с простыми листьями формы растут главным образом на Кавказе и в Малой

Азии. Цветы рябины собраны в щитковидные соцветия, характерные для всех видов рода.

Рассматривая цветок на столике лупы, мы прежде всего увидим его бокаловидно вогнутое цветоложе. К наружному краю цветоложа прикрепляются пять треугольных листочков чашечки, затем пять лепестков. Лепестки белые, округлые, сверху шерстистые, с резко выдающейся сеткой жилок, ноготки очень короткие. К внутренней части края цветоложа прикрепляются тычинки, чаще всего в числе двадцати (до двадцати пяти). Нити тычинок крепкие, пыльники округлые, с короткими широкими мешками. Для дальнейшего анализа, как обычно, разрежем цветок вдоль (рис. 77, 2). В центре цветка видны плодолистики. Здесь особого нашего внимания заслуживает вопрос о степени срастания плодолистиков друг с другом и со стенками цветоложа. Иглой отгибая плодолистики, мы легко заметим, что друг с другом они срослись лишь у самого основания, а к стенкам цветоложа приросли тоже не полностью, а лишь до  $1/2$  или  $2/3$  своей высоты. Таким образом, в верхней части все плодолистики свободные и каждый несет на вершине столбик. Плодолистиков и столбиков чаще всего три (но может быть от двух до пяти), столбики также свободные, в нижней части опушенные, с плоскими рыльцами.

Теперь возьмем плод рябины. Плоды почти круглые и ярко-красные или немного оранжевые. Разрезав плод поперек, увидим, что в каждом плодолистике по одному трехгранному семени. Вообще, семяпочек бывает две, но одна из них рано замирает (рис. 77, 3).

Следует сделать еще одно наблюдение над цветками рябины.. Выберем в соцветии едва начавшие распускаться цветки и посмотрим состояние тычинок и рылец в них. Мы обнаружим, что пестика созревают раньше и при распускании цветка рыльца их липки и уже готовы принимать пыльцу, тычинки же еще короткие и пыльники закрыты. Взяв более старые цветки, мы обнаружим отношения обратные - рыльца завядают, а пыльники только открылись и высыпают пыльцу. В первое время по распускании цветков рябины находится как бы в женском состоянии и опыляется только чужой пыльцой, а затем переходит в мужское состояние и опыляет другие цветки рябины. Более раннее созревание пестиков в цветках носит название протерогинии и является одним из средств, препятствующих самоопылению.

Вместо рябины можно подвергнуть анализу цветки и плоды **айвы** (*Cydonia oblonga*). У нее в завязи и даже в плодах хороша видны свободные пространства между стенками цветоложа и плодолистиками, как и между самими плодолистиками.

**Яблоня домашняя** (*Malus domestica*) (рис. 78, 1) - очень распространенное плодое растение. Она представляет собой дерево, иногда довольно мощное, с раскидистой кроной. Характерной биологической особенностью ее является большая зимостойкость, вследствие чего различные сорта ее идут далеко на север.

Для работы необходимо иметь гербарные образцы ветвей в цветах, цветки в сухом виде или в спирте и плоды.

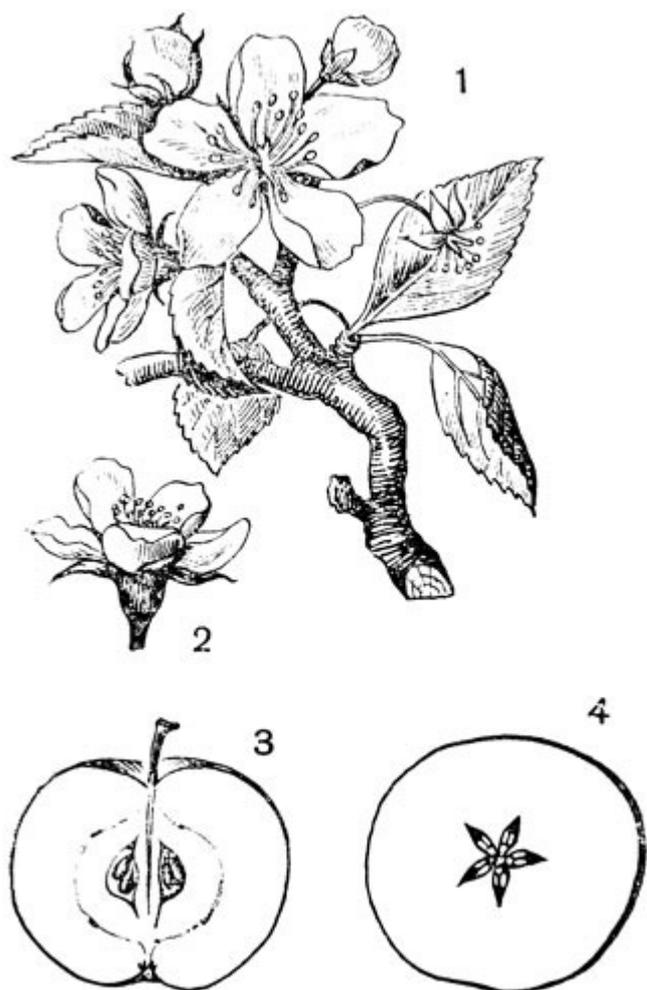


Рис. 78 Семейство Розоцветные. Яблоня домашняя (*Malus domestica*): 1 - цветущая ветвь; 2 - цветок; 3 - продольный врез плода; 4 - поперечный разрез плода

Ветви яблони раскидистые, плодущие веточки укороченные, с тесно сближенными узлами (они пловодами называются "кольчатками"). Листья с прилистниками, опадающими рано, яйцевидные с городчато-пильчатыми краями, короткочерешковые и с обеих сторон бархатисто-опушенные. Цветки в простых зонтиках, крупные.

Положим цветок яблони на столик лупы и рассмотрим его сбоку. Цветоложе бокаловидное, и на вершине его располагаются пять зубцов чашечки. Эти зубцы, а также цветоложе и цветоножка волосистые (иногда даже густовойлочные). Отогнув чашечку, увидим, что здесь же прикрепляются пять больших бело-розовых лепестков с очень короткими ноготками. Для дальнейшего анализа сделаем продольный разрез цветка так, чтобы линия среза прошла немного сбоку от центральной его оси и в одной половинке остались бы нетронутыми столбики пестиков. Теперь хорошо видно, что тычинки расположены по краю цветоложа и кольцом окружают столбики (рис. 78, 2).

У яблони цветки также протерогиничны. Протерогинию у яблонь еще в 1778 г. обнаружил русский агроном А. Т. Болотов и определил ее как причину, обуславливающую перекрестное опыление у них.

У изучаемого вида яблони число тычинок колеблется между 20- 25 (а вообще у яблони и груши их бывает от 20 до 50). Располагаются они также в трех кругах. Первый круг всегда состоит из десяти тычинок, по две чередующихся с лепестками, а затем, если тычинок 20, второй круг состоит из пяти супротивных лепесткам, а третий круг - из пяти,

чередующихся с ними. Если тычинок 25- 30, тогда второй или все три круга содержат по десять тычинок, располагающихся в таком же порядке. В центре цветка видны длинные (длиннее тычинок) столбики. Вооружившись иглами, тщательно исследуем их, чтобы ответить на следующие вопросы:

а) сколько столбиков в цветке яблони?

б) свободны они или срослись? (В последнем случае надо указать высоту срастания.

в) голые они или опушенные?

Столбиков у яблони пять, сросшихся почти до половины своей высоты, у основания они слегка опушенные или голые. Степень срастания столбиков - один из важнейших родовых признаков яблони, которым она отличается от груши и рябины, имеющих столбики, от основания своего свободные. Завязь полностью срослась со стенками цветоложа, и мы больше не видим внутренней его полости, как это было у розы и отчасти у рябины. Завязь у яблони состоит из пяти сросшихся между собой плодолистиков, образовавших пять гнезд. Чтобы рассмотреть это, сделаем еще поперечный срез через плод яблони (рис. 78, 4). На этом последнем мы увидим и гнезда завязи, в каждом из которых по несколько (от четырех до шести) семязпочек. Число семязпочек в гнездах завязи также родовой признак яблони, которым она отличается от груши, имеющей всего по две семязпочки в гнезде.

После оплодотворения цветоложе превращается в сочный, мясистый плод - яблоко,- по происхождению своему относящийся к категории так называемых ложных плодов. Однако в его образовании принимает участие не только цветоложе, но и стенки завязи, значительно разрастающиеся. На поперечном разрезе яблока граница между этими двумя частями плода видна обычно хорошо. Внутренняя часть мякоти, образованная стенками завязи, иногда называется сердечком (рис. 78, 3).

Формула цветка яблоневого:  $K_{(5)}C_5A \sim G_{(2-5)}$ .

Теперь мы можем сделать выводы об особенностях морфологической организации растений семейства розоцветных. У них очередные листья с прилистниками (иногда прилистники рано опадают), правильные цветки с двойным (кроме манжетки) пятичленным (иногда четырехчленным) околоцветником. Тычинок большое число (до 50), а число плодолистиков колеблется от многих до одного. В случае большого числа плодолистиков они бывают между собой свободные (гинецей апокарпный) или сросшиеся (гинецей синкарпный). Наиболее интересной особенностью семейства является строение гинецея и цветоложа. Здесь можно наблюдать все переходы от выпуклого (как у лютиковых) цветоложа с многочисленным апокарпным гинецеем на нем, через формы с цветоложем более или менее вогнутым, к формам с глубоко вогнутым цветоложем, которое срастается с гинецеем, в свою очередь уже синкарпным. Вогнутое цветоложе, по краю которого располагаются члены цветка, получило название гипантия<sup>\*</sup>. Следовательно, в семействе розоцветных имеются цветки подпестичные, околопестичные и надпестичные. Столь же разнообразны и плоды: сухие, сочные, одно-, многосеменные, сборные, настоящие и ложные.

<sup>\*</sup> (Гипантий значит подцветник (греч. *hypo-* под, книзу и *anthos* - цветок). )

### Семейство Толстянковые - Crassulaceae

Семейство толстянковых очень близко к семейству лютиковых. Для того чтобы убедиться в этом, возьмем гербарные образцы видов рода **Молодило** (например, *Sempervivum ruthenicum* или *S. soboliferum*) и очиток (*Sedum acre*, *S. purpureum*, *S. telephium*). Как обычно, исследуем все части растений и, сделав краткое морфологическое описание, определим их с помощью определителя. Результаты исследования сформулируем в виде ответов на следующие вопросы:

- 1) Каковы черты сходства и различия в строении цветков представителей толстянковых и лютиковых?
- 2) Чем же по существу толстянковые отличаются от той группы лютиковых, у которых цветки правильные и циклические?

Здесь особенно интересно отметить, что, кроме существования уже кратных отношений между членами цветка у толстянковых и началом процесса срастания чашелистиков и лепестков (виды рода *Echeveria*), все отличия в сущности проявляются только в органах вегетативных. Толстянковые - суккуленты.

### Семейство Камнеломковые - Saxifragaceae

Типы строения цветка камнеломковых так же разнообразны, как и у розоцветных. Можно рассмотреть представителей родов: **Камнеломка** (*Saxifraga*), **Крыжовник** (*Grossularia*) или какой-нибудь вид из рода **Смородина** (*Ribes*), **Гортензию садовую** (*Hydrangea opuloides*).

Избранные нами роды удобнее исследовать в таком порядке: Камнеломка, Крыжовник, Садовая гортензия. Главное внимание следует сосредоточить на следующих особенностях строения цветков: число частей чашечки и венчика и степень их срастания, число тычинок, форма цветоложа, расположение чашелистиков, лепестков и тычинок по отношению к пестику, число столбиков и степень их срастания, завязь (верхняя, нижняя), число плодолистиков, расположение семян, тип плода.

В результате мы можем сделать выводы о строении цветков камнеломковых и о направлении их эволюции.

В биологическом отношении очень интересна гортензия. У дикорастущих видов краевые цветки в ее щитковидном соцветии становятся стерильными и служат для привлечения насекомых к остальным более мелким цветкам соцветия. Другими словами, краевые цветки в таком соцветии выполняют ту же роль, что и яркие лепестки в простом цветке. Такие организованные по типу простого цветка соцветия называются антодиями.

## Порядок Бобовые - Leguminosae



Рис. 79. Порядок Бобовые. Эспарцет колючий (*Onobrychis echidna*) - часть подушки

В составе этого порядка насчитывается свыше 12 000 видов, из которых 1700 видов живут в пределах нашей страны. Представители бобовых играют большую роль в растительном покрове на всех широтах Земли и при самых разнообразных условиях обитания. Приспособляемость их к любым типам климата и почвы изумительна. Одни живут (в виде лиан, кустарников и деревьев) во влажных тропических лесах; другие - на равнинах и в высокогорных пустынях (Памир), где многие из них приобретают форму подушек (рис. 79); третьи, в виде трав, обитают в лесах умеренных стран, образуют сообщества на лугах и в степях (виды клевера, люцерны, горошка, чины и др.); четвертые, обычные жители саванн, - виды рода **Акация** (*Acacia*). В зависимости от условий обитания они могут то развивать большие перистые листья, то терять листочки их, а черешки превращать в филлодии или в колючки (верблюжья колючка), то, наконец, терять листья совсем, а функции их переносить на зеленые прутьевидные стебли (метельник прутьевидный - *Spartium junceum* npr.). Разнообразно и строение их цветков и плодов (рис. 80).

Порядок делится на три семейства: Мимозовые, Цезальпиниевые и Мотыльковые (Бобовые).

Семейство Мимозовые - *Mimosaceae*

Мимозовые - деревья, кустарники, реже травы теплых стран.

**Акация серебристая** (*Acacia dealbata*) - это то самое растение, которое в феврале - марте продается под названием "мимоза". Привозят его с Черноморского побережья Кавказа. Родина этой акации - Восточная Австралия, но она уже давно находится в культуре во многих местах Европы и Азии и у нас на Черноморском побережье прижилась вполне. Для занятий нужно иметь тернарные образцы акации в цветах и по возможности в плодах.

Акация серебристая - высокое дерево с раскидистыми ветвями. Листья дважды-перистосложные с большим числом (15 - 20 пар) листочков, которые складываются на ночь. Листья, черешки и стебли покрыты серовато-зелеными короткими волосками.

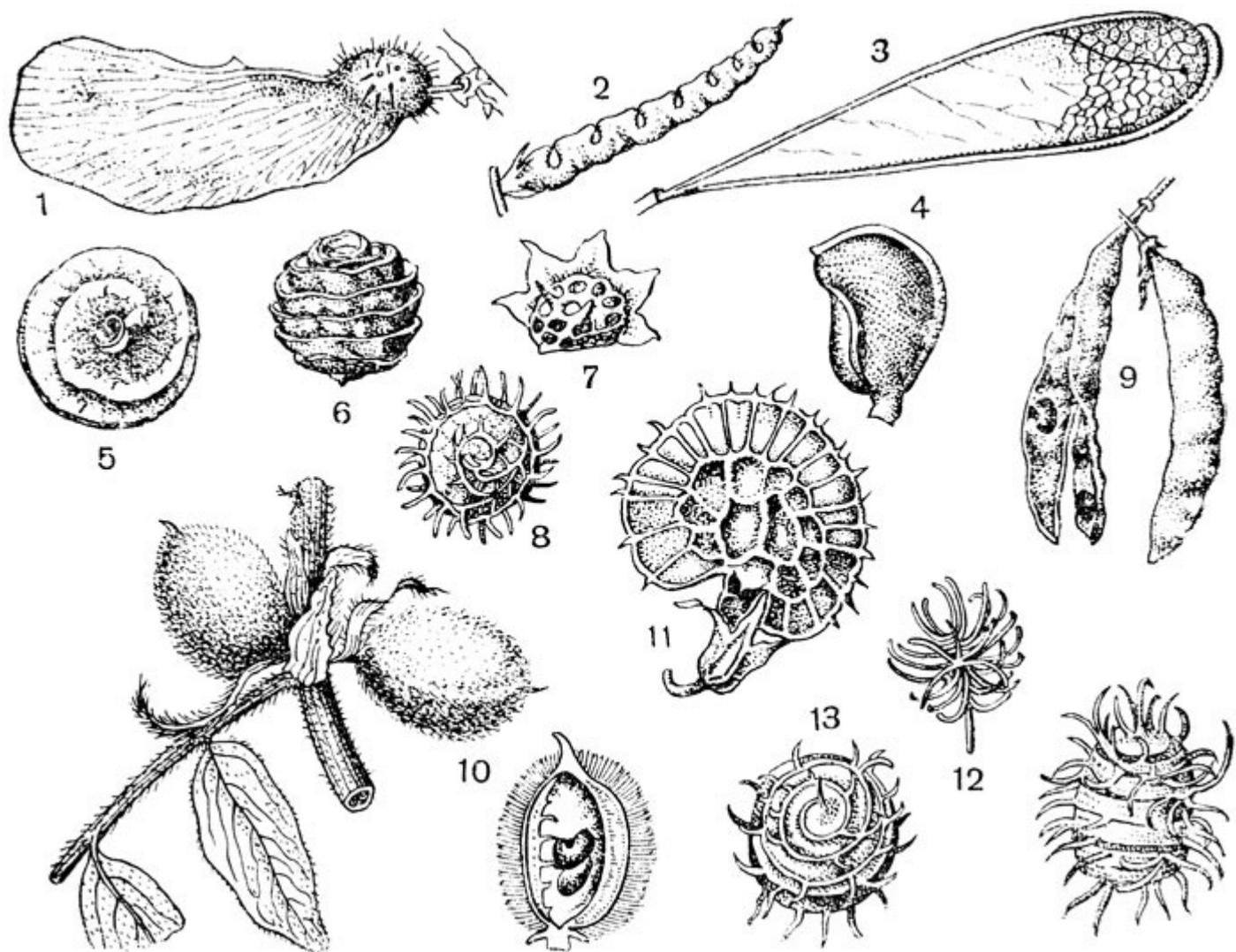


Рис. 80. Порядок Бобовые. Плоды: 1 - центролобиум (*Centrolobium robustum*); 2 -

гиппокрепис (*Hyppocrepis*); 3 - схнзоблиум (*Schizolobium excelsum*); 4 - пельтогине (*Peltogyne paniculata*); 5 - люцерна округлая (*Medicago orbicularis*); 6 - то же сбоку; 7 - эспарцет (*Onobrychis aequidentata*); 8 - люцерна (*Medicago granatensis*); 9 - золотой дождь (*Laburnum anagyroides*); 10 - астрагал Сиверса (*Astragalus siversianus*) - ветка с плодами и плод в разрезе; 11 - эспарцет бальджуанский (*Onobrychis baldshuanica*); 12 - люцерна малая (*Medicago minima*); 13 - люцерна полевая (*Medicago agrestis*); 14 - люцерна шаровидная (*Medicago globosa*)

Цветки собраны в желтые головчатые душистые соцветия. От головки отделим один-два цветка и рассмотрим их. Цветки маленькие, а тычинки, многочисленные и длинные, превышают околоцветник. Чашелистиков обычно пять и пять лепестков. Эти последние свободны, но срastaются с тычинками, нити которых иногда спаяны у основания. Нектарные железки находятся у основания тычинок.

Встречаются цветки, у которых чашелистиков и лепестков по четыре. В центре цветка находится удлинненный пестик, который следует выделить, развернув цветок. Ярко-желтые тычинки и аромат цветков акации привлекают насекомых для опыления.

Проделанная нами работа дает возможность сделать вывод, что у акации цветки правильные, чаще с пятерным околоцветником и большим числом тычинок (рис. 81, 4, 6). Эти черты строения сближают бобовые с розоцветными. Формула цветка акации:  $K_{(5-4)}C_5-4A \sim G_1$ .

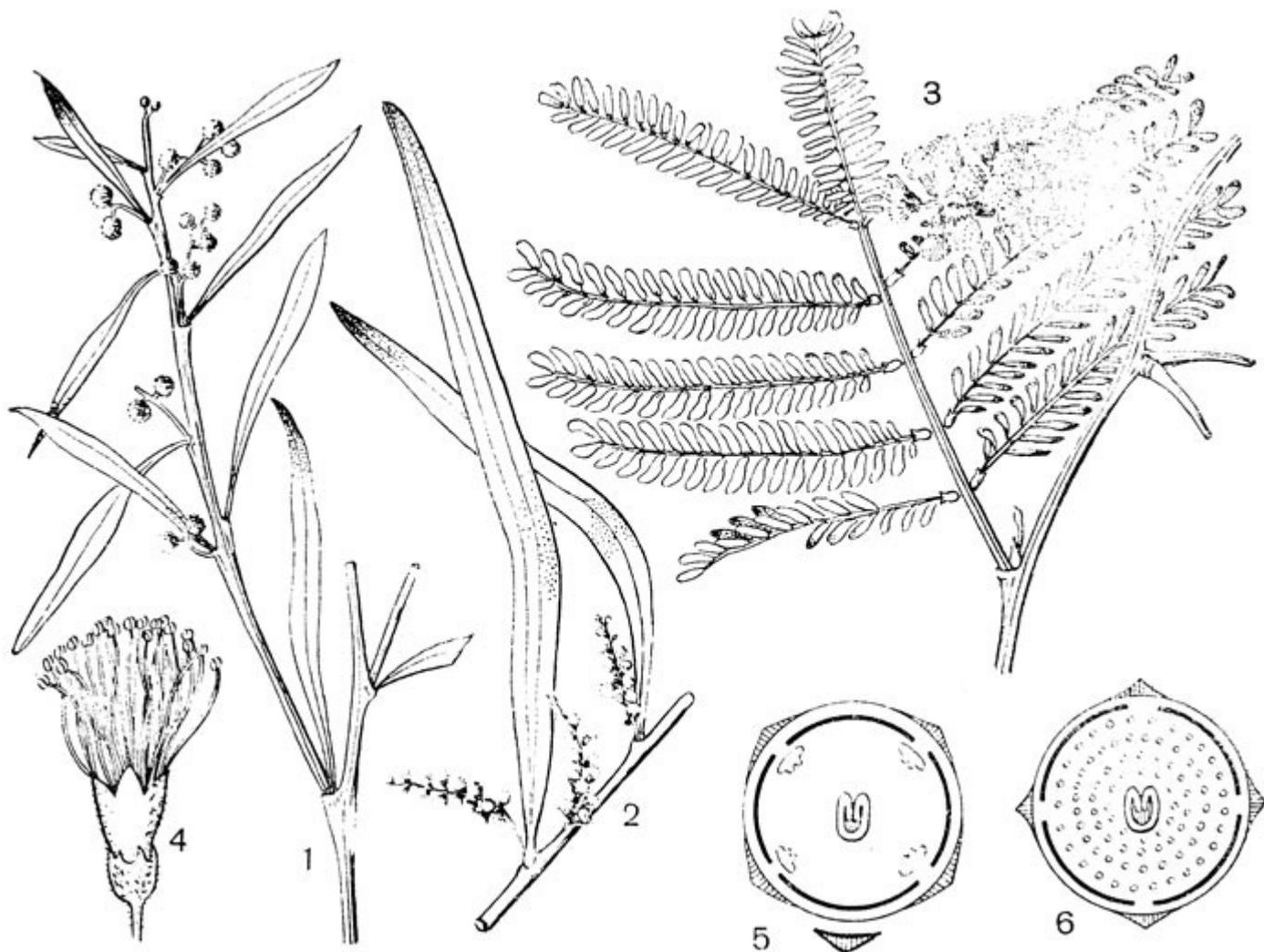


Рис. 81. Цветущие ветви акаций: 1, 2 - *Acacia melanoxylon*, *Acacia retinoides* (у обоих

растений вместо листьев филлодии); 3 - альбиция (*Albizzia lophantha*); 4 - ее цветок; 5, 6 - диаграммы цветков мимозы и акации

Бобы акации серебристой продолговатые, створки их против каждого семени вздуваются, и плоды кажутся четковидными. Вместо акации серебристой можно рассмотреть цветки так называемой **шелковой акации** (*Albizzia julibrissin*) или какого-нибудь другого вида (рис. 81, 3). В диком состоянии она растет в Талыше, в лесах на высоте до 150 м над уровнем моря. Культивируется в Крыму, на Кавказе и в южных районах Средней Азии. Цветки ее также лучше хранить в сухом виде. У шелковой акации цветки правильные, но чашелистики и лепестки срослись; трубка венчика в два раза длиннее чашечки. Самой интересной особенностью ее цветков являются длинные многочисленные тычинки с розовыми нитями. Они висят в виде пучков, резко оттеняясь желтыми лепестками.

### Семейство Мотыльковые - Papilionaceae

Большая часть признаков порядка бобовых относится, собственно, к семейству мотыльковых. От мимозовых они отличаются неправильными цветками, имеющими обычно 10 свободных или сросшихся тычинок, а также единождыперистыми листьями. Среди мотыльковых преобладают травы и кустарники.

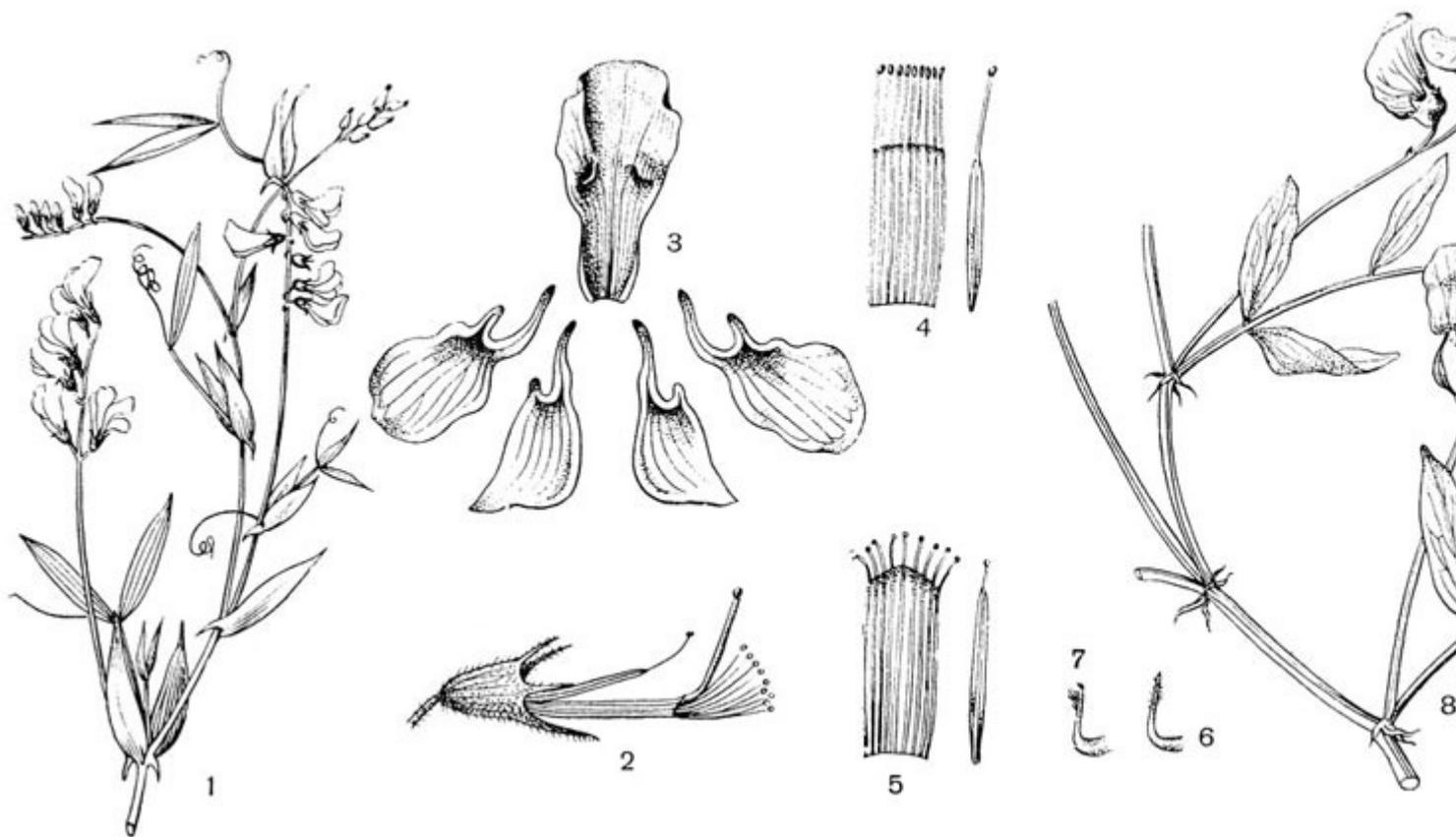


Рис. 82. Семейство Мотыльковые. Чина луговая (*Lathyrus pratensis*): 1 - цветущая ветвь; 2 - цветок после удаления венчика; 3 - венчик в разобранном виде; 4 - тычинки в развернутом виде. Мышиный горошек (*Vicia cracca*): 5 - развернутые тычинки; 6 - верхушка столбика чины; 7 - то же мышиного горошка. Чина мультяк (*Lathyrus pratensis*): 8 -

цветущая ветвь; 9 - ее бобы; 10 - диаграмма цветка бобовых, Золотой дождь. *virgum anagyroides*): 11 - диаграмма цветка

**Чина луговая** (*Lathyrus pratensis*) (рис. 82, 1) - типично мотыльковое растение и чрезвычайно широко распространено на опушках лесов, на лугах, в прибрежных зарослях кустарников.

Для занятий легко собрать цветы и плоды чины, так как она и цветет и плодоносит одновременно в течение всего периода вегетации. Для анализа цветки лучше хранить в сухом виде.

Чина - многолетнее растение, и под землей у нее длинное корневище, с помощью которого она размножается\*. Съеденная скотом, она легко возобновляется, что повышает ее ценность как пастбищного растения.

\* (*Корневище чины надо представить на гербарных листах так, чтобы на боковых корешках были и клубеньки.* )

Стебли у нее слабые, лазающие. Листья парноперистые. На главной оси листа у чины луговой всего одна пара листочков, а вершина превращается в простой или маловетвистый усик. У основания листа располагаются похожие на листья прилистники. Простой усик и большие прилистники - важные родовые признаки чины. С помощью усиков стебель чины цепляется за другие растения. Цветки чины, луговой собраны в кисти по два - десять на каждой. Лепестки ярко-желтые.

Исследование цветка начнем с чашечки. Положив цветок на столик лупы, мы увидим, что чашечка сростнолистная, на вершине ее трубки находятся пять нитевидных зубцов (рис. 82, 2). Легко заметить, что зубцы неравные и трубка чашечки по краю несколько косая. Изучая венчик, увидим, что он также неправильный и верхний его лепесток значительно больше других. Для дальнейшего анализа цветка следует иглами вскрыть чашечку вдоль, развернуть ее и отодвинуть в сторону. Верхний большой лепесток носит название паруса или флага. Чтобы рассмотреть взаимное расположение лепестков, необходимо разобрать венчик на части, начиная с паруса. Для этого, придерживая нижнюю часть цветка одной иглой, другой будем оттягивать парус назад. Скоро мы почувствуем, что парус как-то соединен с боковыми лепестками. Продолжая осторожно оттягивать парус, мы освободим его, наконец, и при этом нам откроется весь механизм его связи с боковыми лепестками. В нижней части отгиба паруса выступают небольшие выросты (ушки), которые входят в соответствующие им ямки, имеющиеся на боковых лепестках. Обхватывая боковые лепестки, парус прикрепляется к ним. Боковые лепестки цветка мотыльковых носят название крыльев или весел. Эти лепестки также необходимо отделить. Прodelывая это, мы увидим, что и они по такому же принципу соединены с нижней частью венчика, так называемой лодочкой. Положив лодочку набок, мы увидим ее киль. Он представляет собой шов на месте срастания двух лепестков, образовавших лодочку (вот почему лодочка прикрепляется к цветоложу двумя свободными ноготками). Форма лодочки сбоку и форма ее кончика, который называется клювиком, имеют большое систематическое значение. Теперь иглами раздвинем края лодочки. На дне ее увидим тычинки и пестик, которые следует извлечь. Отделив лодочку у основания, развернем ее совсем, положим по обе стороны от нее весла, а сверху парус. В результате перед нами окажется венчик чины в разобранном виде (рис. 82, 3).

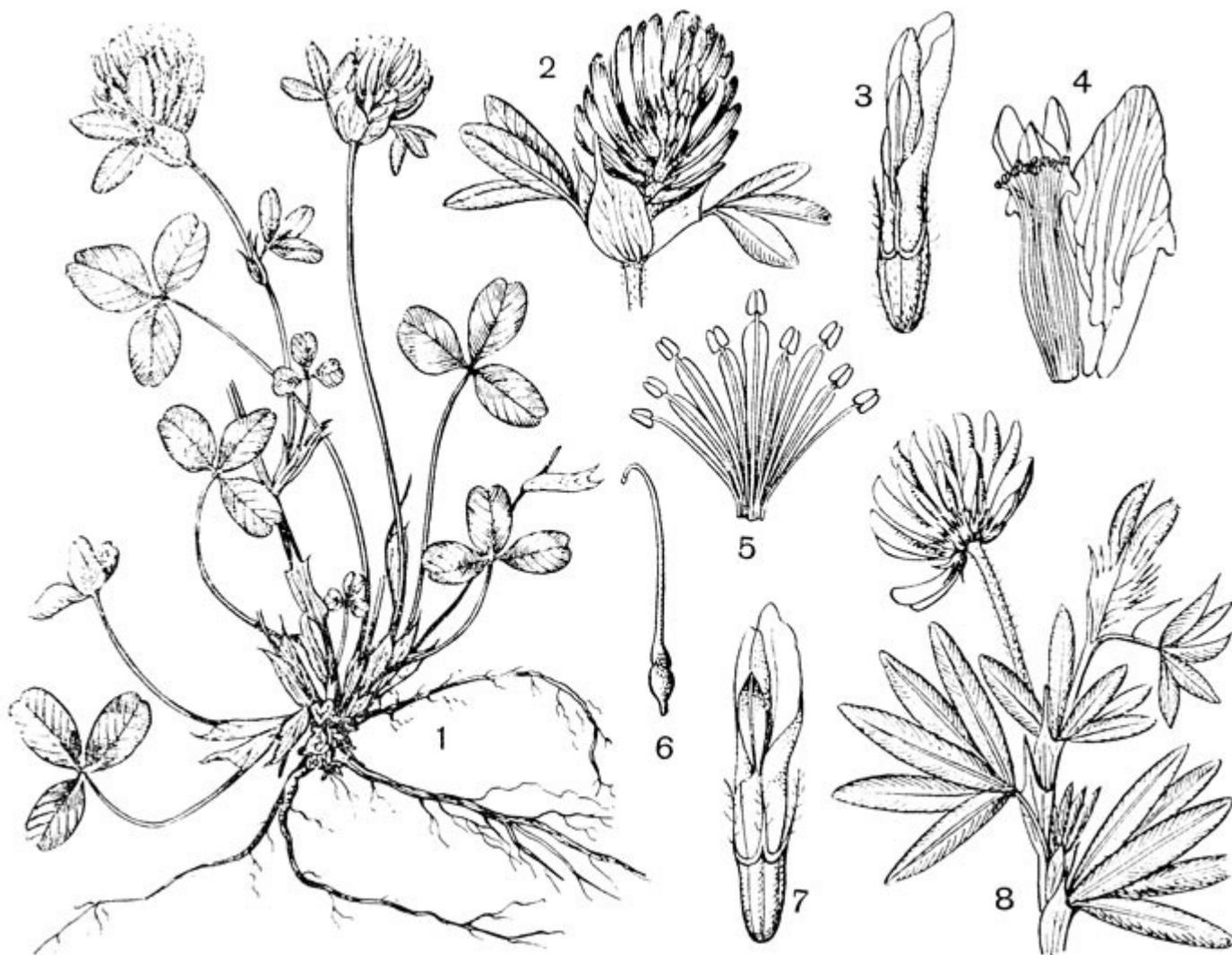


Рис. 83. Семейство Мотыльковые. Клевер луговой (*Trifolium pratense*): 1 - внешний вид растения; 2 - соцветие увеличенное; 3 - цветок; 4 - он же в развернутом виде; 5 - тычинки без одной свободной; 6 - пестик. Клевер средний (*T. medium*): 7 - цветок. Клевер лупиновидный (*T. lupinaster*): 8 - цветущая ветвь

Итак, околоцветник у чины двойной, пятичленный, чашечка сростнолистная, венчик раздельнолепестный, кроме двух лепестков, образующих лодочку (у некоторых мотыльковых и они бывают раздельными). Цветок неправильный, так называемый зигоморфный. Теперь подвинем в поле зрения лупы тычинки и пестик. Мы увидим, что тычинки срослись нитями и окружили своей трубкой пестик, причем одна наружная (направленная в сторону паруса тычинка) осталась свободной. Отогнем иглами эту тычинку и развернем тычиночную трубку, отодвинув пестик пока в сторону. Нити тычинок наверху оказываются свободными, их легко сосчитать. В цветке чины десять тычинок, из них девять срослись, а одна свободная. Очень большое систематическое значение имеет форма края тычиночной трубки. Если нити тычинок срослись все на одной высоте, то край трубки будет прямым, если некоторые нити как бы отстали, то край ее будет косым (рис. 82, 4, 5). У чины трубка имеет прямой край. Этим признаком отличаются близкие друг к другу роды мотыльковых - чина и горох - от чечевицы и горошка, у которых край тычиночной трубки косой. Теперь займемся пестиком. Завязь его длинная, столбик плоский, изогнутый (так как он вложен был в углубление лодочки). Важным здесь является строение верхушки столбика (под рыльцем). Положив пестик под 20 X лупу, рассмотрим столбик внимательно. Столбик под рыльцем сплюснутый и на одной стороне покрыт сплошным рядом волосков. Своим столбиком чина хорошо

отличается от рода Горошек (*Vicia*), у видов которого столбик наверху нитевидный и равномерно кругом пушистый или с бородкой из волосков (рис. 82, 6, 7). У своего основания пестик чины окружен нектароносным валиком. Если мы иглами вскроем завязь по вогнутому (брюшному) шву, то убедимся в том, что она одногнездная, семяпочек в ней много и они двумя рядами располагаются вдоль этого шва. При созревании боб открывается двумя створками сверху вниз (по шву и по жилке). Формула цветка чины:  $K_{(5)}C_{1+2+2}A_{(9)+1}G_1$ .

Чина опыляется пчелами и шмелями. Щеточка волосков на столбике - явление приспособительное. Пыльца из пыльников высыпается и задерживается этими волосками, а при посещении насекомого его телом снимается со щеточки и уносится на другие цветки.

**Клевер луговой** (*Trifolium pratense*) (рис. 83, 1, 2) служит нам примером таких видов мотыльковых, у которых происходит срастание лепестков друг с другом и с тычиночной трубкой.

Клевер - повсеместно распространенное растение, относящееся к травам, ценнейшим по своим кормовым достоинствам.

Соцветие у клевера - головка (рис. 83, 2). При ее описании отметим форму, присутствие или отсутствие обертки из верхушечных листьев. Головка продолговатоовальная, у ее основания имеется обертка из несколько измененных верхушечных листьев.

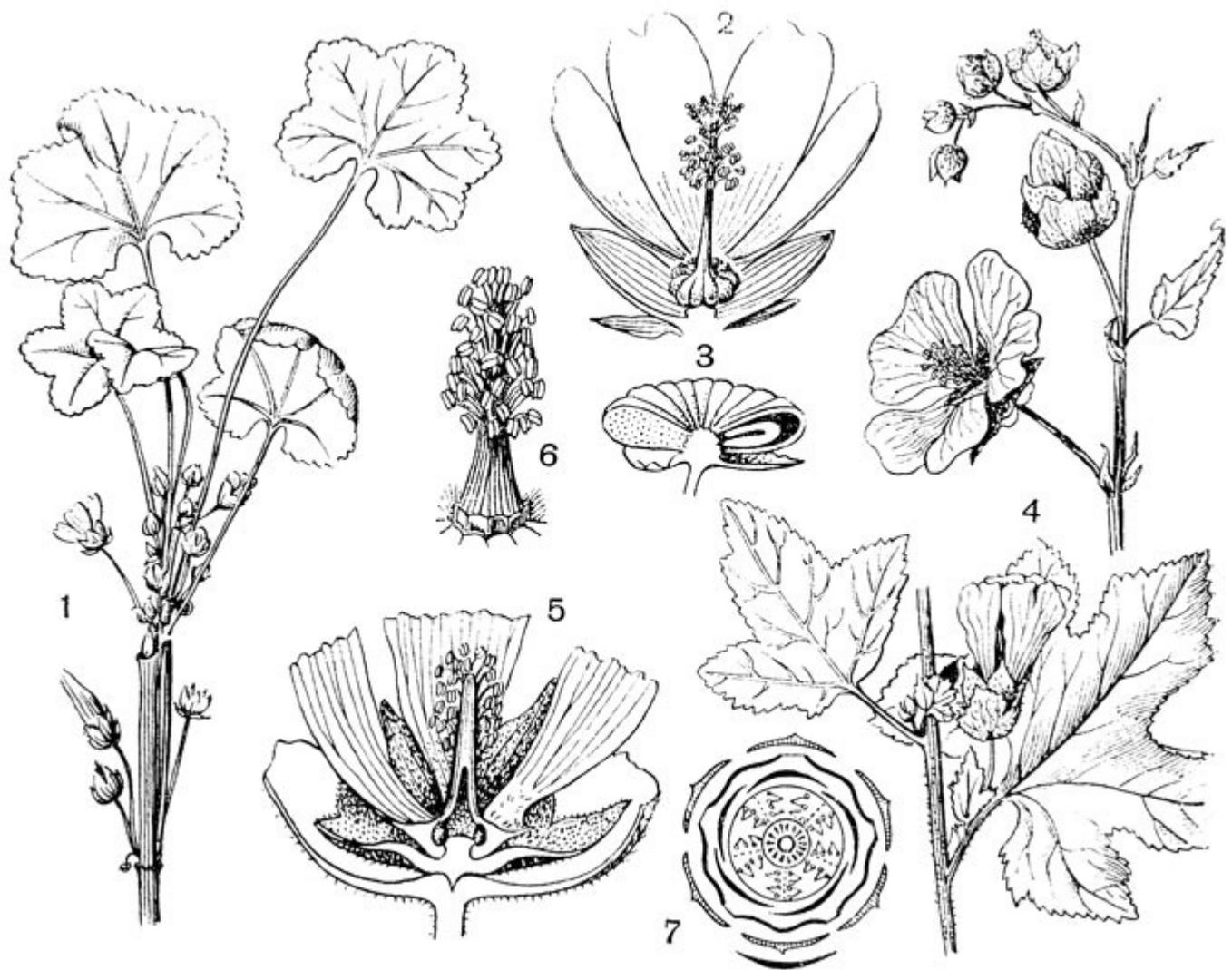


Рис. 84. Семейство Мальвовые. Просвирник обыкновенный (*Malva neglecta*): 1 - цветущий побег; 2 - цветок в разрезе; 3 - часть дробного плода; на разрезе одного из плодиков виден зародыш. Алтей лекарственный (*Althaea officinalis*): 4 - цветущая ветвь; 5 - цветок в разрезе; 6 - андроцей; 7 - диаграмма цветка

Возьмем предварительно распаренную в горячей воде головку клевера лугового и отделим от нее несколько цветков для анализа. При выполнении этой работы нужно обратить внимание на размеры цветоножек отдельных цветков, так как этим признаком отличаются друг от друга некоторые виды клевера. У клевера лугового цветки в головке сидячие. В цветке рассмотрим чашечку, волосистую, с длинными шиловидными и также волосистыми зубцами, из которых нижний значительно длиннее остальных. Волосистость чашечки - хороший (для определения в полевой обстановке) отличительный признак лугового клевера от очень сходного с ним клевера среднего (*Trifolium medium*), у которого чашечка совсем голая или лишь чуть-чуть опушенная (рис. 83, 3, 7). У различных видов клевера различным оказывается также число жилок на трубке чашечки. Число жилок чашечки у клевера лугового равно десяти. Вскрыв иглами чашечку и развернув ее, отметим, что в верхней части ее трубки с внутренней стороны между зубцами имеются пучки волосков, образующие вместе внутреннее волосистое кольцо. Удалив чашечку, мы увидим, что лепестки полностью срослись друг с другом и свободны только их отгибы (рис. 83, 4). Таким образом, и среди мотыльковых имеет место срастание венчика.

Затем следует рассмотреть остальные части цветка. В заключение найдем зрелые плоды клевера и рассмотрим их. Они односе-менные и по существу относятся к категории орешкообразных плодов.

Что же объединяет эти разнообразные растения в порядке бобовых? Общие черты у них следующие:

- 1) верхняя одногнездная завязь, превращающаяся в плод - боб;
- 2) сложные листья с прилистниками;
- 3) присутствие на корнях клубеньковых азотфиксирующих бактерий.

Плоды бобовых морфологически очень разнообразны (см. рис. 80), что вызвано в значительной степени способами распространения (ветер, животные).

С порядком розоцветных морфологически связано еще несколько больших порядков цветковых растений.

### **Порядок Мальвоцветные - Malvales**

Порядок также характеризуется еще не установившимся числом частей цветка, причем непостоянством отличаются и околоцветник, и андроцей, и гинецей. Пестиков обычно много, и они бывают как свободными, так и сросшимися друг с другом. Представители порядка характеризуются значительным развитием лубяных волокон в стебле и листьях клеток, содержащих слизь, и многоклеточных ветвистых волосков, главным образом на оболочках семян. Распространены преимущественно в тропических областях.

### **Семейство Мальвовые - Malvaceae**

Деревья, кустарники, а у нас обычно травы, имеющие очередные цельные или лопастные листья с прилистниками.

**Просвирник обыкновенный** (*Malva neglecta*) (рис. 84, 1), или мальва обыкновенная, распространен широко и известен как растение сорное. Цветет он с июня до глубокой осени. Гербарные образцы должны быть заложены тщательно, особенно листья, так как контур листа и характер края пластинки имеют большое значение при определении видов просвирника. Цветки мальвы надо хранить в спирте (их тонкие лепестки в воде расплзаются ослизнясь), а плоды (для анализа) - в сухом виде.

При изучении гербарного образца мы должны обратить внимание на следующие особенности растения:

- 1) форму пластинки листа и ее основания,
- 2) характер края листовой пластинки,
- 3) длину черешка,
- 4) характер опушения растения,
- 5) расположение цветков и длину их цветоножек.

Листья у мальвы очередные, длинночерешковые, с прилистниками, в очертании округлые, слабопяти (семи) лопастные, у основания сердцевидные, по краю тупозубчатые. Положим на столик лупы листовую черешок и, рассмотрев его, отметим, что он опушен волосками троякого типа: простыми, двухконечными и пучковато ветвящимися. Пластинка же звездчато-опушенная.

Цветки пазушные, на длинных цветоножках (это один из видовых признаков мальвы обыкновенной).

Перейдем к рассмотрению цветка. Здесь важным является: строение чашечки, окраска лепестков и их форма, размеры лепестков по отношению к чашелистикам.

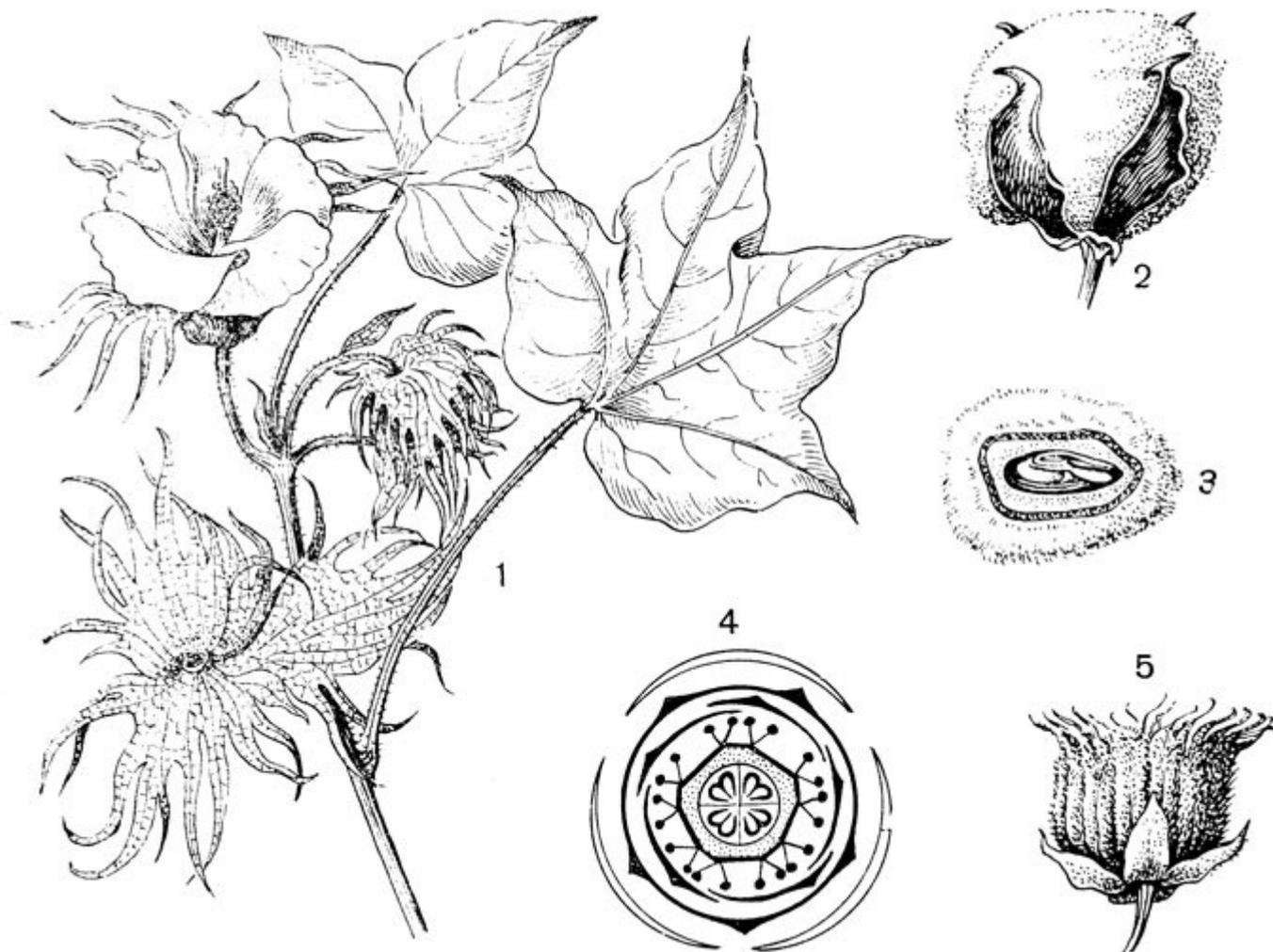


Рис. 85. Семейство Мальвовые. Хлопчатник шершавый (*Gossypium hirsutum*): 1 - часть цветущей ветви; 2 - зрелая коробочка; 3 - семя в разрезе, густо покрытое с поверхности волосками; 4 - диаграмма цветка. Канатник (*Abutilon*): 5 - плод

У мальвы чашечка двойная, т. е. с подчашием. Листочков подчашия три, они свободные, ланцетнолинейные и реснитчатые по краю. Число этих листочков и отсутствие срастания между ними являются важным родовым признаком мальвы. Чашелистиков пять, сросшихся, с широкими треугольными, резко заостренными на верхушке зубцами. Лепестков также пять, в живом состоянии розовых, в два-три раза превышающих чашелистики; глубокая выемка на их вершине является важным признаком мальвы обыкновенной. У нашей мальвы, как и вообще у этого рода, цветки мелкие, тогда как у хлопчатника, хатьмы, алтея они достигают 5- 10 см в поперечнике. Продолжать анализ цветка удобнее на его продольном срезе (рис. 84, 2). Мы увидим, что лепестки срослись у основания между собой и приросли к тычиночной трубке. Тычинок здесь много; срастаясь, они окружили собой гинецей, и только верхушки столбиков выходят из тычиночной трубки. Теперь обрежем основание тычиночной трубки и развернем ее. Мы увидим, что трубка тычинок (приблизительно около середины своей) делится на пять частей (как бы лопастей), каждая из них, в свою очередь, несколько выше середины делится уже на отдельные нити, несущие на своей верхушке пыльники. В отличие от обычных пыльников у мальвы они двугнездные. Возникновение их есть результат расщепления верхушки каждой тычинки вдоль на две, иными словами, каждая тычинка мальвы есть по существу полутычинка. Подобное состояние тычинок на диаграмме изображается так, как показано на рис. 84, 4. Удалив тычиночную трубку, мы освободим гинецей. Он состоит из большого числа плоских плодолистиков, которые несколько рыхловато спаяны между собой. Все они располагаются вокруг колонки, которая вырастает из центральной части цветоложа, и к ней прикреплены своими внутренними поверхностями. Каждый плодолистик имеет свой столбик, столбики у основания также срастаются в трубку, а на верхушке свободны. Рыльца длинные, с блестящими сосочками по всей поверхности. Теперь рассмотрим зрелый плод. Мы увидим, что чашечка при плодах остается. Каждый плодолистик превратился в односеменной плодик, все они легко отстают друг от друга и при созревании рассыпаются (дробный плод). Из плодика иглами легко выделить семя, имеющее большой зародыш, семядоли которого сложены складками. Плодики опушенные. Выполненная нами работа позволяет сделать вывод, что срастание плодолистиков у мальвы еще довольно слабое. Однако общее развитие цветков идет по пути все большего срастания между собой всех их членов. Это можно видеть у хлопчатника.

**Хлопчатник шершавый** (*Gossypium hirsutum*) (рис. 85) - древесное растение или кустарник, но в культуре он используется как травянистое. Виды этого рода в диком состоянии растут в тропических областях, культурные же формы уже далеко продвинулись на север, в умеренные страны. У нас в СССР культивируется шесть видов хлопчатника с большим количеством сортов, созданных нашими селекционерами.

Побеги хлопчатника также покрыты разветвленными или звездчатыми волосками. Листья его, как и у просвирника, пальчатолопастные, причем на цветущих побегах они менее надрезаны, чем на побегах вегетативных. Чашечка также с подчашием, и цветок построен по такому же типу, как цветок просвирника. Только пестик состоит из трех - пяти (у разных видов) вполне сросшихся плодолистиков, дающих после созревания плод - трех-, пяти гнездную коробочку. Разрезав пестик поперек, увидим, что в гнездах завязи его содержится много семечек, прикрепленных к центральному семяносу. Вынем из коробочки семена хлопчатника и рассмотрим их. Оболочка семени дает выросты - волоски, которые часто бывают двойные: более короткие, образующие так называемый мошок, и длинные - хлопок.

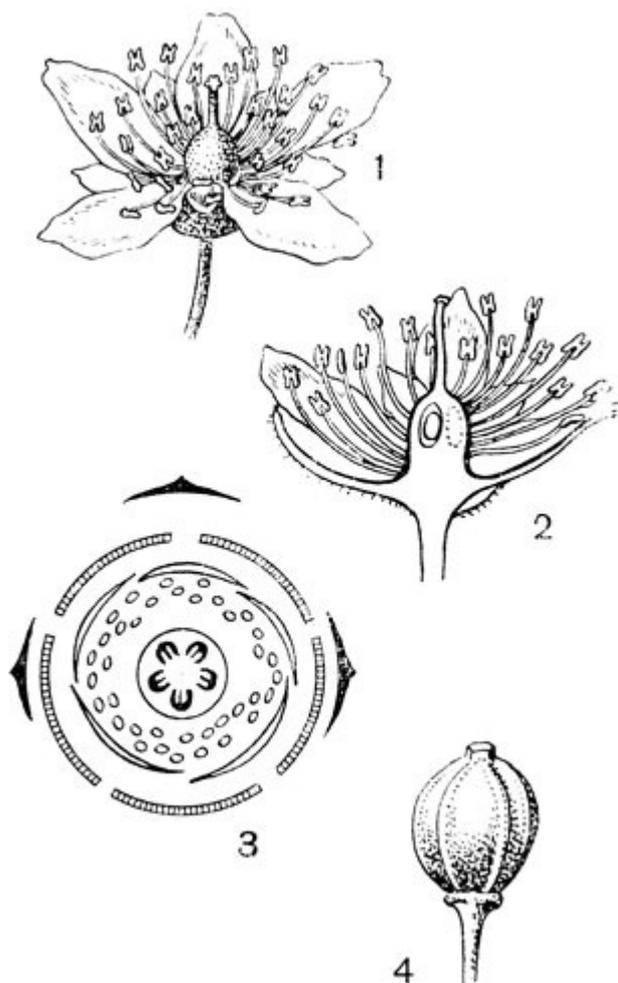


Рис. 86. Семейство Липовые. Липа сердцелистная (*Tilia cordata*): 1 - цветок; 2 - цветок в разрезе; 3 - диаграмма цветка; 4 - плод

В семени хлопчатника содержится масло, которое употребляется в пищу. Формула цветка мальвовых:  $K_{(5)}C_5A_{(10)}G \sim$  или  $(3-5)$ .

Итак, выяснилось, что у мальвовых цветки правильные, пятикруговые, чашечка часто с подчашием, тычинки срослись между собой и с лепестками у их основания, нити их ветвятся, образуя много пыльников. Гинецей может иметь много слабо соединенных плодолистиков и распадаться на многочисленные плодики-орешки или плод - трех-, пятигнездную коробочку. Завязь верхняя.

#### Семейство Липовые - *Tiliaceae*

Липовые могут служить примером таких членов порядка мальвоцветных, у которых гинецей претерпел еще большую, чем у хлопчатника, редукцию. Воспользуемся для работы каким-нибудь из видов рода Липа (*Tilia*) (рис. 86). Соцветие - дихазий, к общему цветоносу которого наполовину прирос прицветный лист в виде крыла. Присутствие этого крыла - важная особенность липы. При плодах крыло играет роль летательного аппарата. Характерной особенностью цветка являются тычинки, сросшиеся в пять пучков. Чашечка и венчик пятичленные, бледно-желтые. У основания чашелистики лодочкообразные; здесь выделяется нектар. Не менее интересен и гинецей липы.

Разрежем пестик цветка липы поперек. Мы увидим пятигнездную завязь с двумя семечками в каждом гнезде. Пестик липы - результат срастания пяти плодолистиков. Теперь вскроем плод липы - орешек. Он оказывается одногнездным и обычно односеменным. Это явление - результат редукции гинеция при созревании плода.

## **Порядок Гераниецветные - Geraniales**

Этот порядок близок к мальвовым, и многие его представители также богаты лубяными волокнами и слизевыми клетками. В результате процессов срастания уменьшается число плодолистиков и тычинок и числовые отношения частей цветка становятся определенными.

### **Семейство Ленные - Linaceae**

**Лен посевной, долгунец** (*Linum usitatissimum*) (рис. 87), - важнейшее волокнистое однолетнее растение, издавна введенное в культуру. Среди видов рода *Linum* много и дикорастущих; в пределах нашей страны, например, их известно свыше 40.

Для занятий надо иметь гербарные образцы в цветах и плодах, цветки для анализа, полурезные коробочки и зрелые семена. При заготовке материала нужно иметь в виду, что лепестки льна, открывшиеся утром, после полудня опадают. Поэтому сборы следует производить утром. Цветки можно сушить, бутоны и незрелые коробочки хранить в спирте. Семена перед занятиями намочить. Изучая растение, следует отметить тесное расположение листьев на стебле, вследствие чего во многих местах они оказываются супротивными. Листья ланцетные, сидячие, сизые. Соцветие у льна - извилина. Цветки большие, голубые.

Главное внимание сосредоточим на следующих особенностях строения цветка:

- 1) числовых отношениях частей,
- 2) характере чашечки и форме чашелистиков,
- 3) лепестках и отношении их длины к чашелистикам,
- 4) тычинках, форме нитей, степени срастания,
- 5) нектарниках,
- 6) строении гинецея,
- 7) плодах и семенах (тип плода, число семян, их форма и другие особенности).

Чашелистики и лепестки в числе пяти; лепестки свободные, с широким отгибом и короткими ноготками, с желтыми ресничками по краям.

Особого внимания заслуживают чашелистики, так как различные черты их строения имеют большое значение для распознавания как диких, так и культурных видов льна. Отделим один из чашелистиков и рассмотрим его при 20X увеличении лупы. Поверхность его голая, а края короткореснитчатые. Тычинок пять, и, раздвигая их нити у основания, мы убедимся, что они здесь немного срослись между собой. Основание их разрослось и приняло форму кольцевого валика. Этот валик нектароносный. Интересно, что на этом валике, чередуясь с нитями тычинок, располагаются зубчики - рудименты внутреннего круга тычинок (рис. 87, 2).

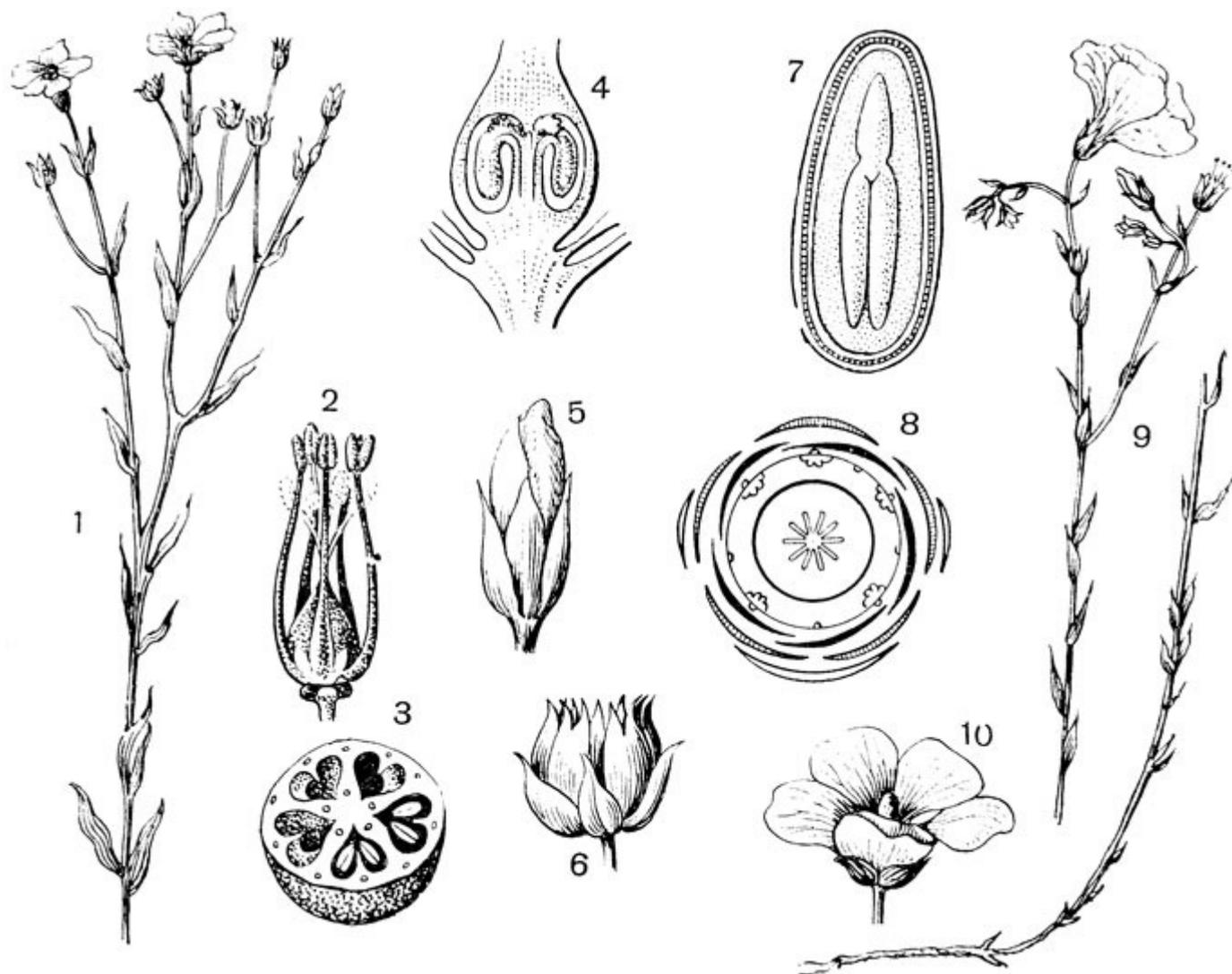


Рис. 87. Семейство Леновые. Лен посевной (*Linum usitatissimum*): 1 - ветвь с цветками; 2 - андроцей и гинецей; 3 - поперечный разрез завязи; 4 - продольный разрез завязи; 5 - коробочка закрытая; 6 - коробочка раскрывшаяся; 7 - разрез семени; 8 - диаграмма цветка. Лен Ольги (*L. Olgaе*): 9 - цветущая ветвь; 10 - цветок

Обратимся к пестику. Прежде всего нам бросится в глаза пять его столбиков с большими удлиненными рыльцами. Удалив тычинки, рассмотрим завязь льна. Она гладкая и имеет несколько бочонкообразную форму. Разрежем ее поперек и нижнюю половинку поставим в поле зрения 20 X лупы. Пять перегородок делят завязь на такое же число совершенно замкнутых гнезд-камер, в то время как другие пять перегородок, врастая от наружных стенок завязи внутрь, делят каждое из этих гнезд на два неполных гнезда. В каждом

гнезде по две семяпочки. Таким образом, в завязи льна пять перегородок настоящих, а пять ложных (рис. 87, 3). Вскрыв коробочку, рассмотрим семена льна. Они широкоэллиптические, плоские, с блестящей наружной оболочкой. В оболочке содержатся легко ослизняющиеся вещества. Помешивая стеклянной палочкой намоченные семена, мы увидим на них большое количество слизи.

У льна-долгунца коробочка сама не открывается, а у другой формы - культурного льна-прыгунца коробочка при созревании лопается на пять створок.

Суммируя все сведения о цветке льна, полученные во время его анализа, мы приходим к выводу, что перед нами был один из типичнейших цветков двудольных растений - цветков во всех частях своих пятерного типа с формулой:  $K_5C_5A_{5+0}G_{(5)}$ .

Лен - самый большой род семейства и наиболее типичный его представитель. Среди видов его, кроме однолетних и многолетних форм, есть и полукустарники. Большое число видов обитает в горах Крыма, Кавказа, Средней Азии, Сибири. Особенно красивы альпийские виды льна, у которых цветки достигают 2 - 3 см в диаметре (рис. 87, 9, 10).

#### Семейство Гераниевые - Geraniaceae

Семейство это характеризуется таким же, как и леновые, пятерным типом цветка. Наиболее интересной особенностью гераниевых является строение гинецея и способ разбрасывания плодов. Гинецей гераниевых сближает членов этого порядка с мальвовыми.

У нас в диком виде обитают два рода: Герань (*Geranium*) и Аистник (*Erodium*).

**Аистник цикутный, грабельки** (*Erodium cicutarium*) (рис. 88). Цветок аистника также пятичленный, но немного зигоморфный. Особенностью его андроеца является присутствие, кроме пяти тычинок, еще и пяти стаминодиев на месте тычинок внутреннего круга. Нектарники располагаются у основания тычинок.

Наиболее интересную часть цветка представляет пестик. Он ребристый, с толстым, также ребристым столбиком и пятью пурпуровыми рыльцами на вершине. Разрезав завязь поперек (ближе к основанию ее), мы увидим, что она пятигнездная с семяпочкой в каждом гнезде. Если мы возьмем теперь зрелый плодик, то увидим, что столбик аистника не простой, а состоит из пяти столбиков, приросших к колонке, поднявшейся в центре цветоложа. При созревании все пять столбиков отскакивают от колонки и увлекают за собой плодики. Следовательно, у аистника гинецей состоит из пяти плодолистиков, расположенных вокруг центральной колонки, как у мальвовых, и приросших к ней. Различие по существу связано только с тем, что столбики здесь приспособлены к разбрасыванию плодов. У аистника столбики обладают очень чувствительной к смене влажности тканью, благодаря чему они спирально закручиваются и ввинчивают плодик в почву.

Аистник распространен повсеместно и является сорняком яровых полей.

Возьмем какой-нибудь из распространенных у нас видов герани (рис. 88) и сравним его с аистником. Результат выразим в ответах на следующие вопросы.

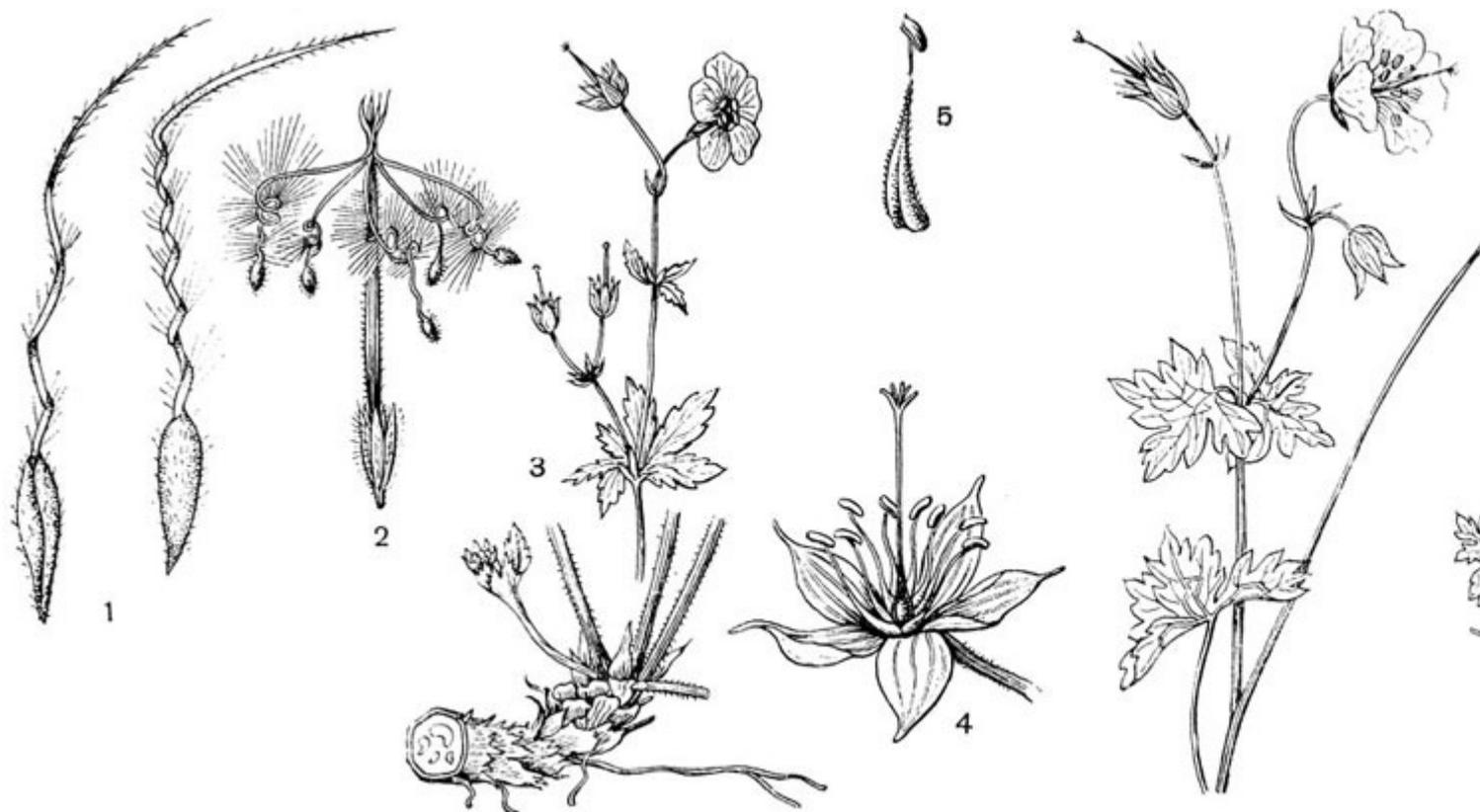


Рис. 88. Семейство Гераниевые. Аистник цикутный (*Erodium cicutarium*): 1 - плодики. Комнатная 'герань' (*Pelargonium*) 2 - плод. Герань луговая (*Geranium pratense*): 3 - часть цветущего растения; 4 - цветок; 5 - тычинка. Герань холмовая (*Geranium collinum*): 6 - цветущее растение; 7 - диаграмма цветка герани и комнатной 'герани'

Как по одному только цветку отличить представителей рода Герань и рода Аистник?

Какой из этих родов ушел дальше по пути редукции числа частей цветка?

### Порядок Зонтикоцветные - Umbelliflorae

По строению завязи этот порядок наиболее высокоорганизован в группе раздельнолепестных растений. У всех представителей его вполне нижняя завязь, без всяких исключений и переходов. Однако венчик - раздельнолепестный, цветки правильные и с открытым нектаром.

### Семейство Зонтичные - Umbelliferae

Известно свыше 3500 видов. Это одно из самых естественных семейств. Вследствие близости родов его друг к другу морфологические различия между ними довольно слабы. Это вызывает большие трудности при определении многих представителей семейства.

**Морковь дикая** (*Daucus carota*) (рис. 89) встречается во всех районах нашей страны. Цветет морковь с мая и до сентября, и в течение этого периода легко найти ее цветки и плоды. Обитает морковь обычно на залежах, межах полей, на склонах холмов, на полях как сорное растение. Очень близка к дикой **морковь посевная** (*Daucus sativus*). Родиной ее является Средиземноморская область. Полагают, что культурная морковь гибридного происхождения и одним из родителей ее является названная выше дикая морковь, с которой она морфологически очень сходна. В пищу корень моркови употреблялся еще за 200 лет до нашей эры. Культивируется в очень большом количестве сортов. В корнях содержится каротин (провитамин А).

Вследствие трудности определения зонтичных нужно собирать для работы все части растения. Для наших занятий надо иметь: а) гербарные образцы в цветках, плодах, с корнями и листьями, тщательно расправленными; б) цветки для анализа (в соцветиях), причем их можно держать в сухом виде; в) плоды, которые можно хранить в смеси спирта, воды и глицерина или в сухом виде перед занятием, размягчив их в горячей воде); г) для сравнения еще плоды фенхеля, или борщевика.

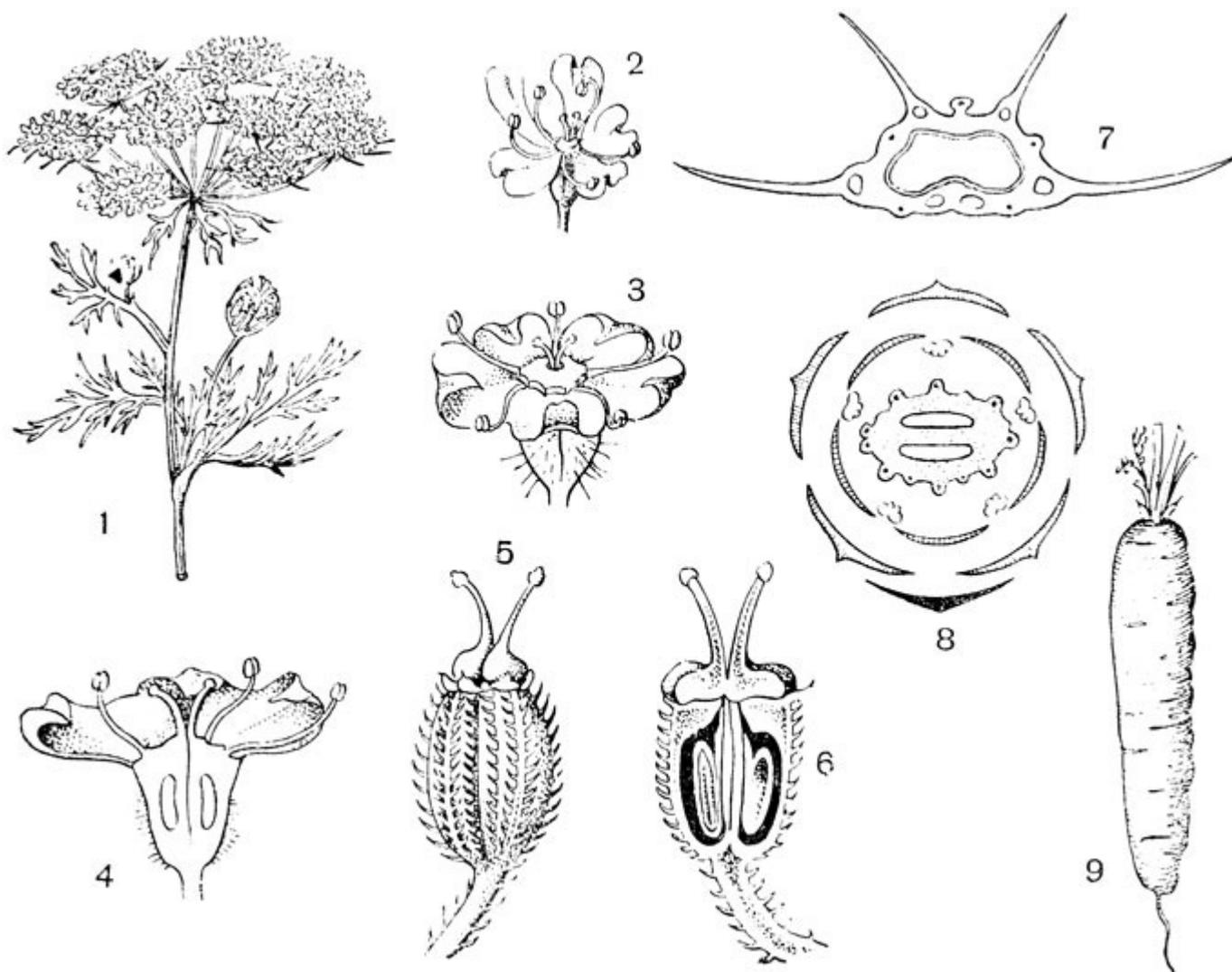


Рис. 89. Семейство Зонтичные. Морковь дикая (*Daucus carota*): 1 - верхушка цветущего побега; 2 - один из краевых цветков зонтика; 3 - один из срединных цветков его же; 4 -

цветок в разрезе; 5 - плод; 5 - плод в продольном разрезе (на рисунке эндосперм окрашен в темный цвет); 7 - поперечный разрез плодика; 8 - диаграмма цветка; 9 - корнеплод моркови посевной

Дикая морковь, как и культурная, - растение двулетнее. В течение первого года развиваются только корень с запасами питательных веществ и листья, а на второй год появляется стебель с цветками. Стебли полые, немного ребристые. При дальнейшем анализе нужно иметь в виду, что важными являются следующие морфологические особенности растения:

- 1) расположение листьев и прилистники;
- 2) форма листьев, степень рассечения, форма основания черешка;
- 3) соцветие: простое, сложное, общая и частные обертки, число и форма листочков их;
- 4) цветки: одинаковые или диморфные, зубцы чашечки, цвет и форма лепестков, тычинки, пестик, столбики, рыльца, нектарники;
- 5) плоды: форма плодиков, поверхность, внутреннее строение.

Листовая пластинка в очертании почти треугольная, трижды-перисторассеченная (а у листьев верхних - дваждыперистая).

Черешок у основания расширяется и образует так называемое влагалище, охватывающее стебель. Присутствие влагалищ довольно характерно для зонтичных, а форма и размеры их помогают при определении. Прилистников нет.

Соцветие у моркови - сложный зонтик. У его основания имеется обертка из рассеченных зеленых листочков. Такие же листочки, но поменьше, имеются и у основания зонтичков, где они образуют оберточку.

Следует обратить внимание на то, что в центре соцветия дикой моркови почти всегда есть цветок, окрашенный в темно-красный цвет. Цветок этот бесплодный, и, выделяясь на фоне белого соцветия, он, по-видимому, привлекает насекомых.

Просматривая цветки зонтичка, убедимся, что они разные. У краевых цветков наружные лепестки значительно крупнее лепестков внутренних, т. е. цветки эти зигоморфные. Серединные же цветки зонтичка правильные (рис. 89, 2, 3). Если мы обратимся к гербарному образцу, то увидим, что краевые цветки с длинными наружными лепестками делают соцветие моркови более заметным издали. Они, следовательно, играют роль как бы общего для всего соцветия венчика и служат для привлечения насекомых к нему. Такой диморфизм цветков свойствен многим родам зонтичных и в биологическом отношении приближает их соцветия к соцветиям типа сложноцветных. Такие соцветия, как известно, называются антодиями. Вследствие диморфизма цветков нам от зонтичка придется отделить для анализа два цветка: один краевой и один внутренний.

Анализ начнем с цветка внутреннего, типичного. Повернем его наружной стороной к 20 X окуляру и поищем чашечку. На верхушке цветка под лепестками мы увидим пять мелких зубчиков, расположенных по краю цветоложа и чередующихся с лепестками. Эти

зубчики принимаются за чашечку, которая у зонтичных пяти-членная\*. Однако у большинства видов зонтичных нашей флоры она недоразвивается и даже зубцы ее становятся незаметными. Степень развития зубцов чашечки является важным признаком при определении зонтичных. Удобнее всего искать зубцы чашечки на цветках зонтика, опрокинутого верхней стороной книзу. В этом случае на фоне лепестков будет хорошо заметно, имеются ли зубцы чашечки или же их нет. Повернув цветок верхней стороной к окуляру, рассмотрим остальные его части. По внутреннему краю цветоложа располагаются пять белоснежных лепестков. Кончики их загнуты внутрь цветка. Чередуясь с лепестками, располагаются пять тычинок, нити которых длиннее лепестков и отклонены наружу. В середине цветка видны два столбика, а под ними подушковидное двураздельное вздутие (на вершине плодолистиков), так называемое подстолбие или надпестичный диск. Подстолбие это играет роль нектарника, а его присутствие есть важный признак семейства зонтичных. Столбики совершенно независимы друг от друга и прикрепляются к завязи по внутреннему краю щели на вершине ее. Разрежем наш цветок вдоль так, чтобы оба столбика остались на одной из половинок его. Мы увидим, что завязь у моркови нижняя (так как расположена под всеми остальными частями цветка), двугнездная и в каждом из ее гнезд имеется по одной семязпочке. Посредине завязи от ее основания до самой вершины проходит широкая полоска ткани, разделяющая обе ее половинки. Это брюшной шов сильно редуцированных плодолистиков, и он носит название плодоносца (также карпофора или столбочка). Формула цветка зонтичных:  $K_{5-0}C_5A_5G_2$ .

\* (Хорошо видны зубчики чашечки у видов горчичника, борщевика, дягиля, цикуты, с которыми мы познакомимся на летней полевой практике. )

Положив на столик лупы зрелый плодик моркови, рассмотрим его. Он округлый, немного сжатый с боков (рис. 89, 5, 6). Плодик имеет продольные ребрышки, из которых десять более мелких, усаженных щетинками, и восемь ребер высоких, с длинными игловидными щетинками на вершине. Наждем иглой плодоносец зрелого плодика и обнаружим, что плодик дробный, состоит из двух половинок, которые при созревании отрываются от плодоносца. Распространяются плоды моркови животными. Поверхности, которыми плодики соединяются друг с другом, вместе прирастая к пло-доносцу, называются поверхностями спайки, комиссуральными или внутренними поверхностями. Внутреннее строение плодиков зонтичных очень своеобразно, и морфологические его особенности служат часто единственной основой для разграничения близких между собой родов. Поэтому нам необходимо познакомиться с внутренним строением плодиков и изучить некоторые важнейшие их части (рис. 90).

Возьмем зонтичек с полузрелыми плодиками моркови, содержащийся в спирте, зажмем его весь между полосками бузины и сделаем несколько поперечных срезов. Срезы разложим в капельке воды на предметном стекле и, не покрывая его, оценим нашу работу, пользуясь малым увеличением микроскопа. Отберем наиболее удачные из наших срезов и закроем их покровным стеклом. Под стеклом у нас должен быть хотя бы один срез, на котором обе половинки плода были бы соединены вместе. Рассмотрим наш препарат. Полуплодики овальные, большие, и малые их ребрышки чередуются друг с другом (рис. 89, 7). Под малыми ребрышками в околоплоднике находятся сосудисто-волокнистые пучки. Ребрышки эти представляют собой несколько выпуклые, разросшиеся пучки и называются ребрышками первичными. В ткани внутренней поверхности имеется еще один пучок, следовательно, их всего шесть.

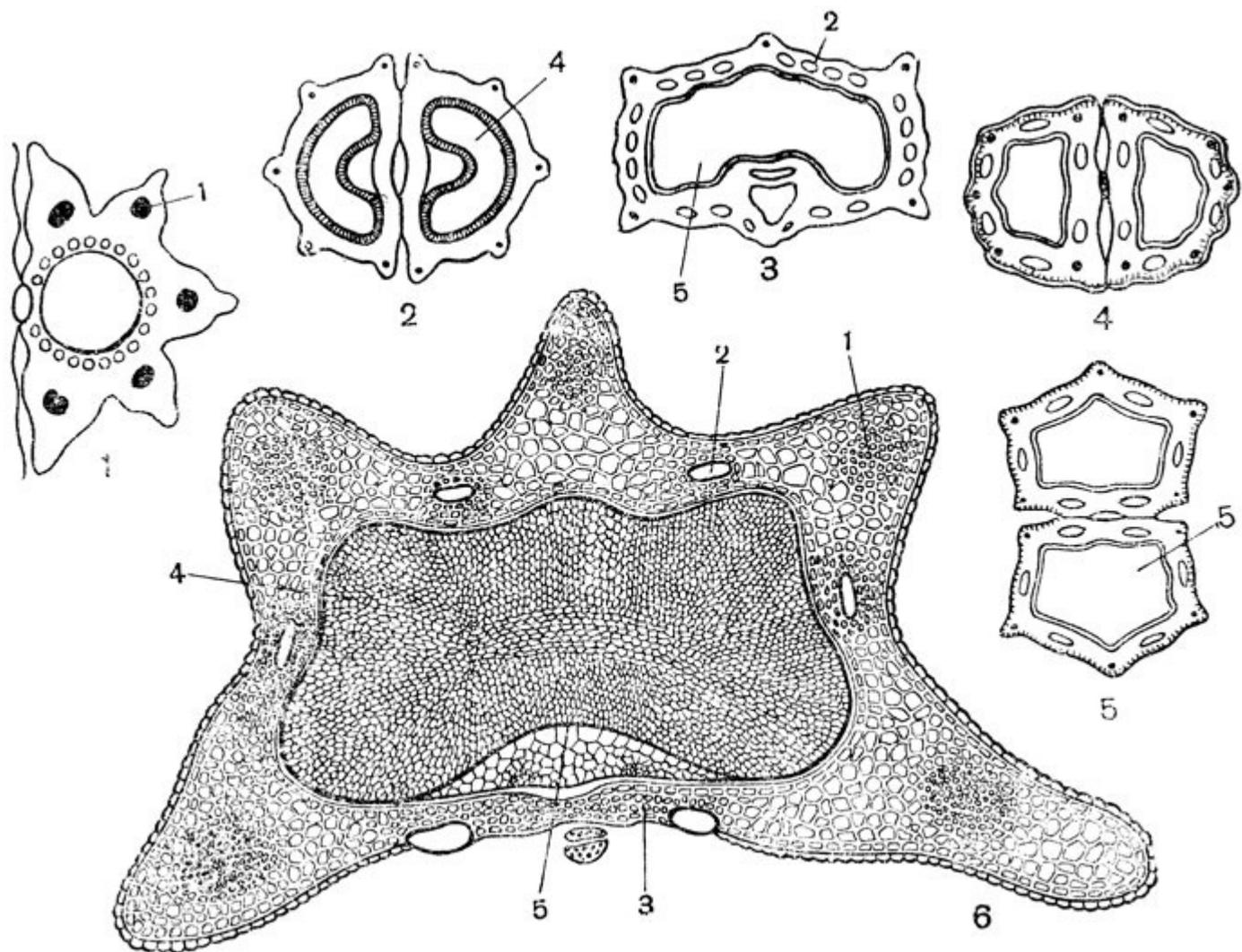


Рис. 90. Внутреннее строение плодов зонтичных: 1 - дягиль (*Angelica*); 2 - болиголов (*Gonium maculatum*); 3 - лигустикум (*Ligusticum*); 4 - омежник (*Oenanthe aquatica*); 5 - тмин (*Carum carvi*); 6 - фенхель (*Foeniculum*). Для всех рисунков цифры со стрелками: 1 - сосудистые пучки; 2 - масляные каналцы; 3 - поверхность спайки; 4 - эндосперм; 5 - внутренняя поверхность эндосперма

Между ребрышками, естественно, должны быть ложбинки-бороздки, и в ложбинках проводящих пучков нет. У моркови из ткани ложбинок образовались вторичные очень большие ребра с длинными щетинками на вершине, и под ними нет сосудистых пучков, Так как на каждом полуплодике моркови первичных ребрышек пять, а ложбинок между ними четыре, то и длинных вторичных ребрышек по четыре. Вместо сосудистых пучков в ложбинках плодов у зонтичных обычно имеются каналцы (ходы), содержащие эфирное масло и называемые масляными каналцами. Такие каналцы есть и у моркови, но так как у нее в ложбинках выросли вторичные длинные ребрышки, то каналцы и находятся у их основания. Они есть и на внутренней поверхности. Канальцы у моркови располагаются по одному\* под каждым вторичным ребрышком, они овальные или немного треугольной формы. Центральную часть каждого полуплодика (в его верхней части) занимает семя. У зонтичных зародыш мал, а главную часть семени составляет запасный белок (эндосперм), окружающий зародыш. Его мы и видим на нашем срезе в центре семянки. Оказывается, форма внутреннего края белка, примыкающего к поверхности спайки каждого полуплодика, довольно постоянна у разных родов зонтичных. Поэтому она имеет также большое значение при их разграничении. У моркови форма этого края белка почти прямая, плоская. Краевой цветок сходен во всех частях с срединным, кроме

увеличенного наружного двухлопастного лепестка. В результате анализа цветков и плодов моркови мы следующим образом можем характеризовать семейство зонтичных. Цветки обоеполые, четырехкруговые, правильные (краевые часто зигоморфные), чашечка, венчик и тычинки пятичленные, пестик состоит из двух плодолистиков, непрочно спаянных между собой, завязь нижняя. Каждый плодолистик превращается в плодик; вместе они образуют двусемянку весьма разнообразной формы.

\* (Вообще же у других зонтичных их бывает по несколько, а у болиголова (*Conium maculatum*) в зрелых плодах канальцев нет совсем. )

В составе семейства есть одно-, дву-, многолетние травы и кустарники с листьями, рассеченными или сложными, имеющими влагалища, реже - листья простые. Семейство широко распространено в умеренных странах обоих полушарий, а также в тропических странах. В пределах нашей страны зонтичные распространены в лесной полосе, в степях, но особенно разнообразны они в пустынях и альпийских поясах гор.

Познакомимся еще с внутренним строением плодиков фенхеля, или борщевика (рис. 90, б). Плодики можно хранить в сухом виде и перед занятиями подержать в горячей воде или держать их в смеси воды, спирта и глицерина (в равных количествах). Чтобы плоды не заплесневели, надо прибавить несколько капель карболовой кислоты. Сделав поперечные срезы, рассмотрим их в микроскоп и отметим форму плодиков, число ребрышек и ложбинок, сосудистые пучки, масляные канальцы, белок семени и форму внутренней поверхности его, зародыш семени, карпофор. У фенхеля плод в поперечнике почти округлый, поверхности спайки полуплодиков широкие, главные ребра туповатые, краевые - большие, вторичные не развиты. Канальцы овальные, в числе четырех в ложбинках каждого полуплодика и по два на поверхности спайки. Край белка у поверхности спайки немного вогнут. У борщевика плод сильно сплюснут со спинки, и поэтому его плодики плоские. Ребра маленькие, нитевидные и только краевые (у поверхности спайки), крылатые.. Масляные канальцы лежат под эпидермисом и хорошо видны даже на сухом плодике, так как просвечивают сквозь его стенку (рис. 92, 12). Поперечный срез должен пройти через расширенную часть масляных канальцев. Изучение объекта будем производить при малом увеличении микроскопа. На срезе хорошо видны оболочка плода, сосудистые пучки в ребрышках, а в ложбинках большие масляные канальцы, также в числе шести, у внутреннего края эндосперма хорошо виден поперек разрезанный карпофор.

**Бедронец-камнеломка** (*Pimpinella saxifraga*) (рис. 91) служит нам примером форм, соцветия которых не имеют ни общих, ни частных оберток, а цветки не имеют даже намека на чашечку, так как зубцы совершенно незаметны.

При анализе гербарного образца следует обратить внимание на разнолистность растения: нижние листья перистые с яйцевидными сидячими листочками, а верхние с небольшим числом линейных листочков и развитыми влагалищами. Затем определим тип соцветия, посмотрим, все ли цветки правильные, все ли они обоеполые.

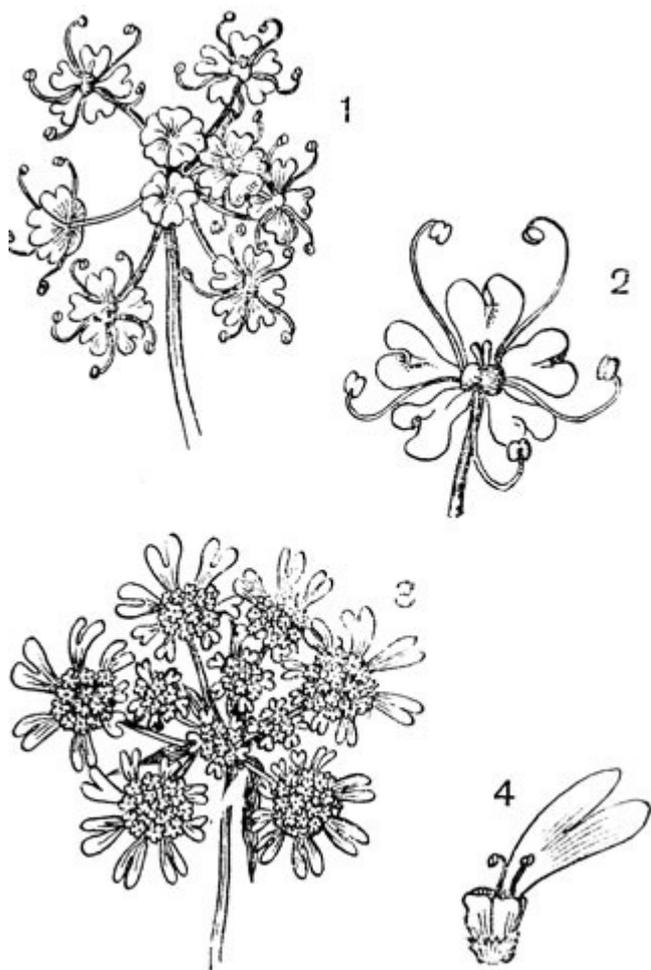


Рис. 91. Семейство Зонтичные. Бедренец камнеломка (*Pimpinella saxifraga*) 1 - зонтичек; 2 - цветок. Орляя крупноцветная (*Orlaya grandiflora*): 3 - соцветие; 4 - один из краевых цветков

Краевые цветки в зонтичках увеличены, а наружная сторона лепестков их покрыта волосками. Если мы возьмем для анализа по одному цветку из разных участков зонтичка, то, наверное, встретим, кроме обоеполюх цветков, еще и только тычиночные или только пестичные. В обоеполюх цветках подстолбие сильно вздуто, столбики длинные. Зрелые плодики овальные, плодоносец на вершине двураздельный, и полуплодики висят на его ветвях. Сделаем серию срезов (поперечных) через плодики и рассмотрим их. При этом отметим, что главные ребрышки очень мелкие, а вторичных нет совсем. Плодики сжаты с боков, и поэтому спинная поверхность каждого выпуклая. В ложбинках по два-три масляных канала. Эндосперм на поверхности спайки почти плоский. Бедренец относится к числу эфирноносных растений.

**Синеголовник плоский** (*Eryngium planum*) знакомит нас с особым соцветием зонтичных, которое на первый взгляд резко отличается от обычного.

Рассматривая гербарный образец, отметим, что у синеголовника: 1) жесткие колючие листья, из них прикорневые - цельные;

2) верхняя часть растения окрашена в интенсивно голубой цвет;

3) соцветия - головки с большой голубой и колючей оберткой. Соцветие синеголовника возникло из зонтиковидного в результате укорочения его лучей.

Отделив несколько цветков, рассмотрим их по следующему плану:

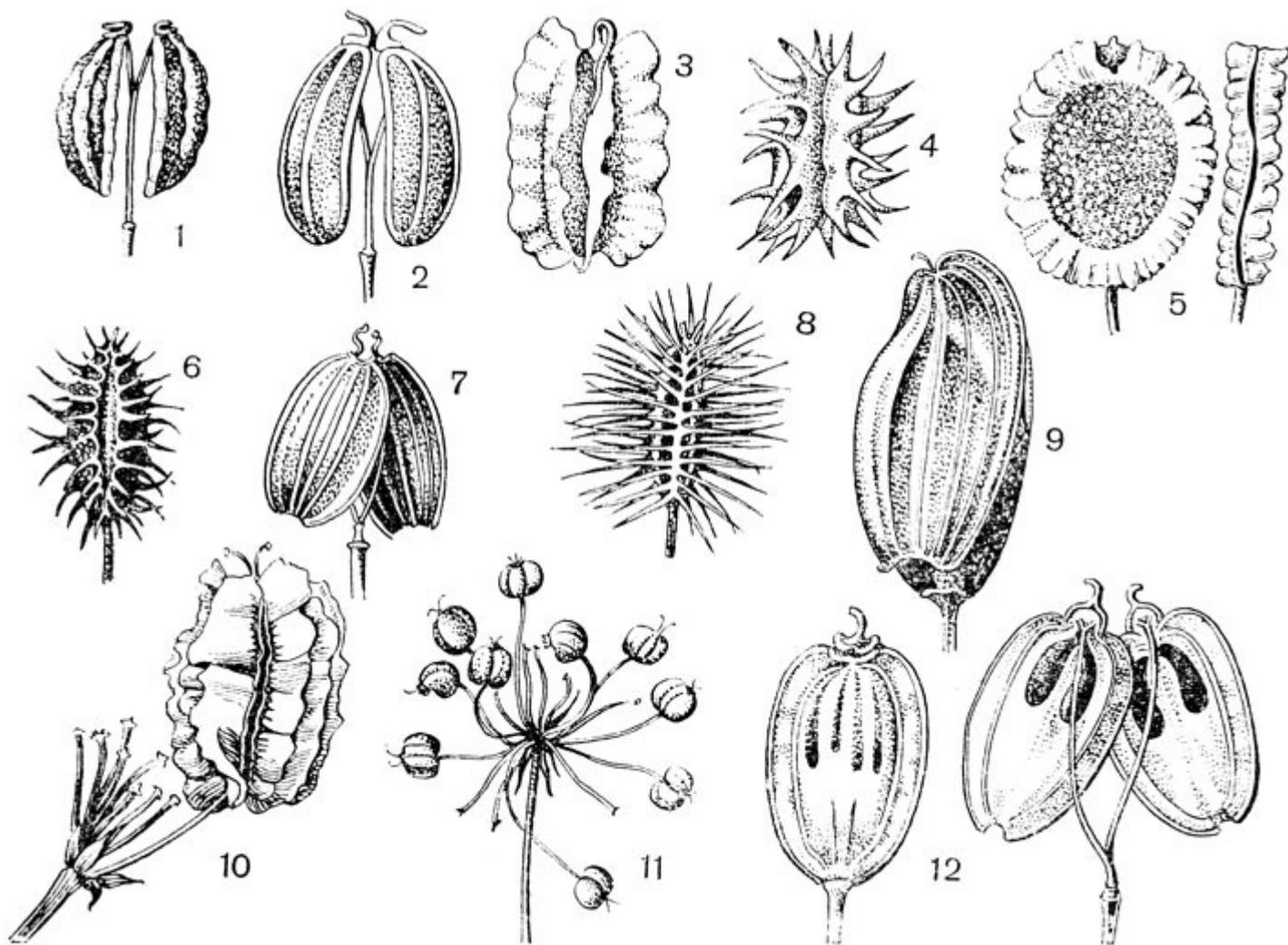


Рис. 92. Плоды Гзэнтичных: 1 - болиголов (*Conium maculatum*); 2 - тмин (*Carum carvi*); 3 - гладыш (*Laserpitium*); 4 - орляя крупноцветная (*Orlaya grandiflora*); 5 - тордилиум (*Tordylium*); вид со спинки и сбоку; 6 - тургеня плосколистная (*Turgenia latifolia*); 7 - ферула овечья (*Ferula ovina*); 8 - прицепщик (*Psammogeton setifolium*); 9 - ферула Яшке (*Ferula jaeschkeana*); 10 - прангос (*Prangos patularia*); 11 - цикута (*Cicuta virosa*); 12 - борщевик Лемана (*Heracleum lehmannianum*)

1) чашечка (число зубцов, размеры их, форма, окраска, расположение по отношению к лепесткам); 2) венчик (число лепестков, их окраска, размеры, форма, взаимное расположение); 3) тычинки (число, длина нитей); 4) столбики; 5) характер нектарников и их расположение; 6) биологическая оценка цветка: нектар открыт, полускрыт (т. е. доступен ли для любого насекомого, как у предыдущих родов); 7) плодики (размеры, характер наружной оболочки).

Тщательно выполненная работа даст интересный результат, главной частью которого является следующее,

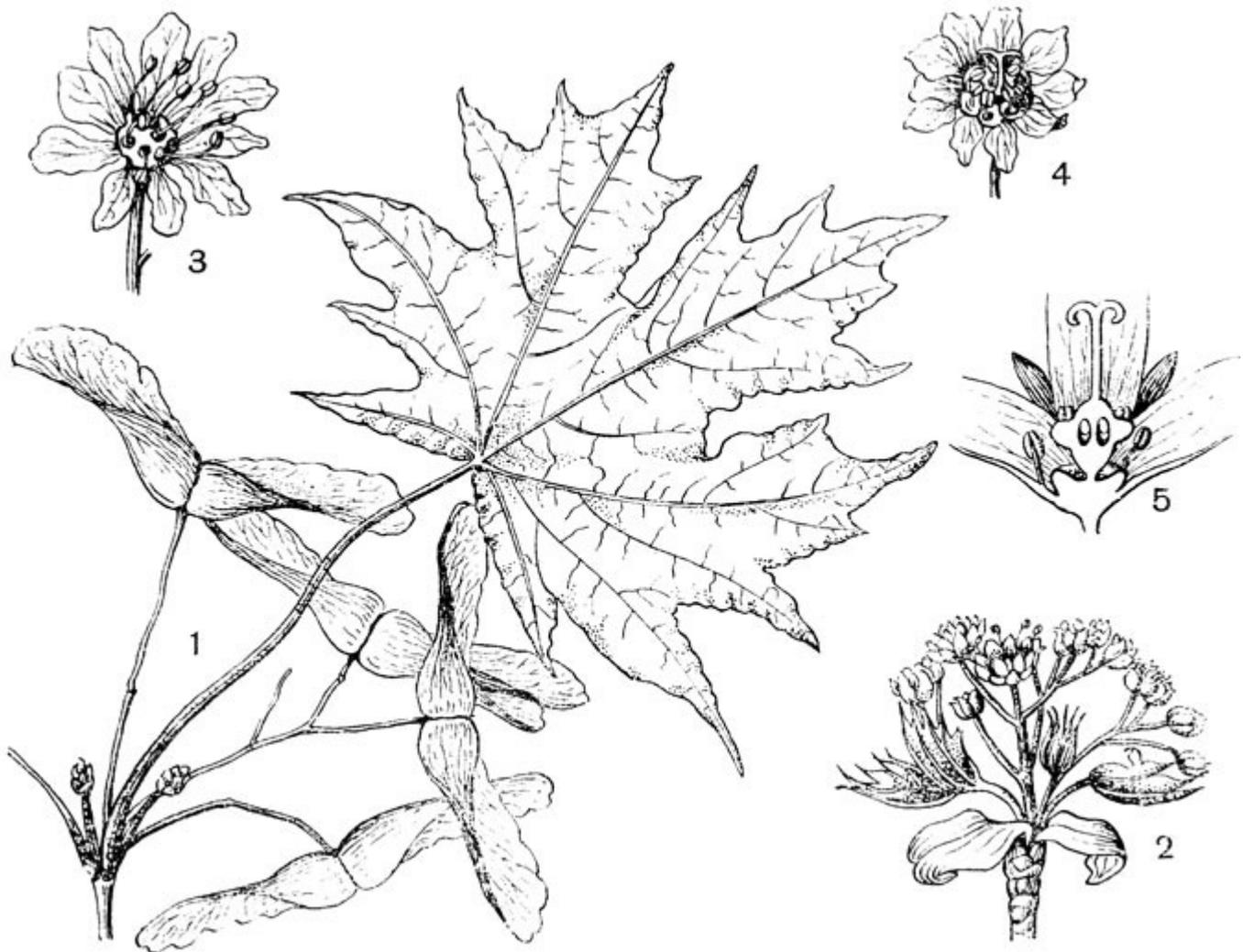


Рис. 93. Семейство Кленовые. Клен остролистный (*Acer platanoides*): 1 - ветвь с плодами; 2 - соцветие; 3 - тычиночный цветок; 4 - пестичный цветок; 5 - он же в разрезе

Цветки имеют пятилистную чашечку, листочки которой располагаются, чередуясь с лепестками. Лепестки длинные; соприкасаясь друг с другом краями, они образуют как бы трубку. Кончик каждого лепестка, как вообще у зонтичных, загнут внутрь, тычинки длинные, а нити их тесно прижаты друг к другу и кажутся сросшимися в трубку. В цветках синеголовника нет вздувшегося подстолбия с бороздкой посередине, как это мы видели у остальных зонтичных. Вместо него здесь, чередуясь с тычинками, располагаются у основания столбика пять лопастей, образующих нектарник в виде кольцевой оторочки. Цветок синеголовника имеет вид трубчатого, и нектар у него полускрыт. Достать в таком цветке нектар может насекомое, обладающее хоботком достаточной длины. Следовательно, цветок синеголовника - пример более специализированного цветка среди зонтичных. Соцветие же его, окруженное яркой оберткой, также является примером антодия.

На рис. 92 представлено разнообразие плодов зонтичных.

## Порядок Сапindoцветные - Sapindales

### Семейство Кленовые - Aceraceae

Главнейший род этого семейства - Клен (*Acer*). Цветки у кленовых правильные, четырех-, пятичленные, тычинок чаще всего восемь (иногда 4 - 10), завязь двугнездная, плоды - двукрылатки. У кленовых также имеется в цветке нектароносный диск, как и у зонтичных.

**Клен остролистный** (*Acer platanoides*) (рис. 93). Необходимо иметь в виду, что клен остролистный цветет до распускания листьев, поэтому материал надо заготавливать в два приема: в цветку, затем в плодах и листьях. Цветки для анализа можно хранить как в сухом виде, так и в спирте. При заготовке цветков полезно иметь в виду, что у клена они раздельнополые, поэтому надо собирать и с длинными тычинками - мужские соцветия - и с тычинками короткими, недоразвитыми - женские.

В мужском цветке обычно пять листочков чашечки, сросшихся между собой, пять свободных лепестков желтовато-зеленого цвета. Тычинок же чаще всего восемь, они как бы прорастают через довольно мощный нектарный диск, который образуется на верхушке цветоложа. Вообще же тычинок десять, и это число часто сохраняется в верхних цветках мужской кисти, а иногда тычинок пять. В мужских цветках столбики малоразвитые. Цветки женские построены так же, но тычинки в них обычно недоразвиваются (пыльники пустые), а в центре цветка в окружении нектарного диска сидит двугнездная завязь с двураздельным столбиком на вершине (рис. 93, 4, 5). При созревании, как это видно на гербарном образце, развивается дробный, как у зонтичных, плод, называемый двукрылаткой и распадающийся на два орешка. Каждый орешек с помощью своего крыла переносится ветром. Разнообразие крылаток велико, и они, как и листья, служат для распознавания видов клена. Опыляется клен насекомыми.

## **Порядок Макоцветные - Rhoeadales**

Представители макоцветных в своем происхождении также связаны с порядком многоплодниковых. Их цветки показывают лишь дальнейшее усовершенствование строения: уменьшение числа членов, возникновение кругового их расположения и строгого чередования друг с другом. Особенную близость к многоплодниковым проявляет семейство маковых.

## **Семейство Маковые - Papaveraceae**

Среди маковых преобладают одно- и многолетние травы (реже встречаются кустарники и даже деревья).

Характерной особенностью семейства является присутствие в тканях стеблей и листьев млечных сосудов, в которых содержится сок белого или оранжевого цвета. Листья у маковых обычно очередные (редко супротивные), прилистников нет, поверхность листовых пластинок и черешков сизоватая. Цветки иногда очень большие, одиночные (у мака) или собраны в кистевидные соцветия, правильные или у многих представителей

зигоморфные. Строение цветков удобнее изучать на специальных примерах, к которым мы и перейдем.

**Мак самосейка** (*Papaver rhoeas*) (рис. 94) - это однолетнее растение, широко распространенное в посевах, на залежах, у дорог в степных районах и общеизвестное благодаря крупным и ярким цветкам. В областях более северных (лесная зона) он часто разводится, как и мак снотворный (*P. somniferum*).

Для работы необходимо заготовить гербарные образцы мака, зрелые коробочки и цветки для анализа. Цветки собирают в бутонах перед их открыванием, чтобы иметь и чашелистики, ибо они отваливаются в момент раскрытия венчика. Материал хранить в спирте.

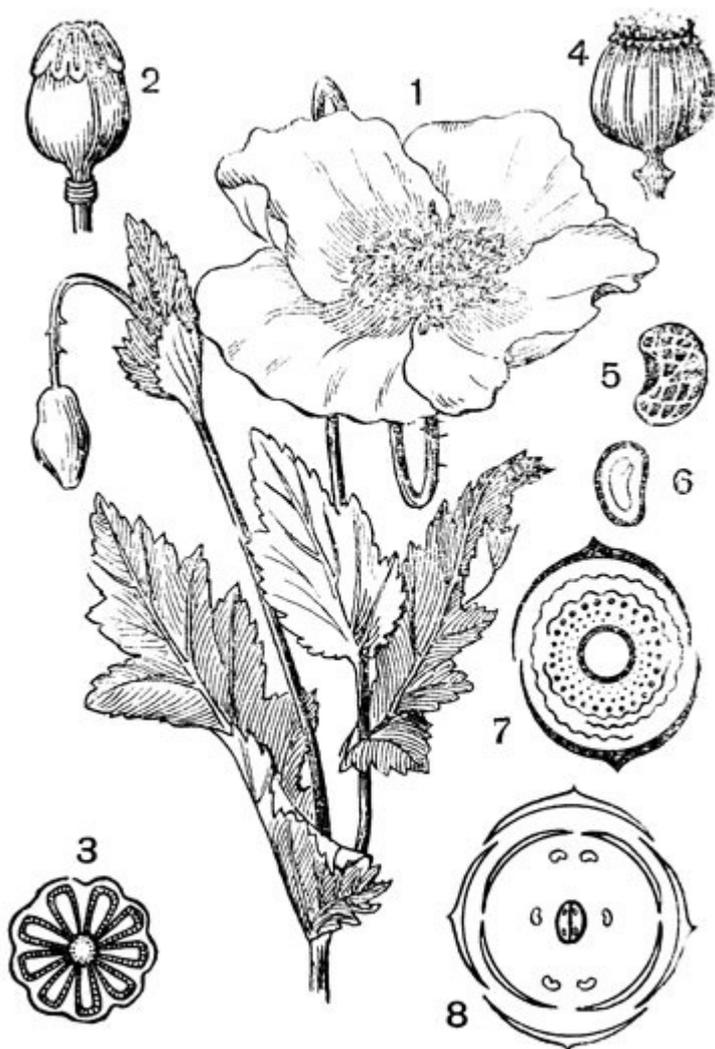


Рис. 94. Семейство Маковые. Мак самосейка (*Papaver rhoeas*): 1 - верхушка-цветущего побега; 2 - пестик; 3 - поперечный разрез завязи; 4 - коробочка; 5 - семя; 6 - семя в разрезе; 7 - диаграмма цветка мака; 8 - диаграмма цветка крестоцветного

Рассматривая гербарный образец мака, отметим, что растение покрыто горизонтально оттопыренными, жестковатыми волосками, что листья у него очередные, рассеченные, а стройный стебель на вершине кончается цветком, обычно красным, реже розовым или белым.

Затем возьмем бутон мака и приступим к его анализу. Цветок имеет два чашелистика, которые в бутоне плотно налегают друг на друга краями и вместе образуют род колпачка.

Чашелистики отделяются снизу и постепенно отваливаются по мере разворачивания лепестков. В этом мы можем убедиться, если будем иглами нажимать на верхушку бутона, слегка оттягивая чашелистики. Они оторвутся, и нам следует удалить их.

Осторожно развернем лепестки. Они смяты в бутоне, и такое почкосложение называют неправильноскладчатым. Разворачивая венчик, мы отметим, что лепестки расположены в двух кругах по два лепестка в каждом (2 + 2). У основания своего лепестки обычно имеют темные (иногда почти черные) пятна. Затем нам бросится в глаза огромное число тычинок в цветке. Этот признак сближает маковые с многоплодниковыми. Нити тычинок тонки, красноватого цвета, а на их верхушке располагаются темно-серые пыльники. Центральную часть цветка занимает бочонкообразный пестик. На верхушке его помещается звездчатое рыльце. В бутоне, как мы видим, лопасти рыльца еще прижаты к завязи и краями налегают друг на друга. Рыльце можно снять целиком, как щиток что нам и следует сделать, только осторожно, чтобы не смять при этом завязь. Повернув рыльце к себе внутренней стороной, мы увидим, что оно есть результат срастания отдельных лопастей, о чем свидетельствуют швы - рубцы, сходящиеся на верхушке его.

Рассматривая рыльце с верхней стороны, отметим, что также лучеобразно посередине каждой его лопасти идут воспринимающие поверхности в виде двух рядов сближенных волосовидных сосочков на каждой. (На зрелых коробочках эти волосовидные выросты разрастаются до размеров чешуек.) Отложив рыльце в сторону, рассмотрим завязь. Для этого разрежем ее поперек чуть повыше середины, удалив предварительно лепестки и тычинки. Завязь образовалась в результате срастания многих плодолистиков и кажется многогнездной. Внимательно присмотримся к перегородкам гнезд, раздвигая их иглами. Мы увидим, что перегородки эти не смыкаются между собой в центре ее и, следовательно, не являются перегородками полными. На этих перегородках располагается множество семян, и они, таким образом, представляют собой разросшиеся семяносцы каждого из плодолистиков, образовавших вместе завязь мака. Следовательно, у мака завязь одногнездная, с постенными семяносцами. Теперь пересчитаем число перегородок завязи и число лопастей рыльца и отметим, что они равны друг другу. Это значит, что число рылец соответствует числу сросшихся плодолистиков. Сравним друг у друга результаты наших подсчетов и убедимся в том, что они окажутся разными, колеблясь у нашего вида между 8 - 16. Вообще же у мака число плодолистиков может быть от четырех до двадцати.

Плод у мака - коробочка. Возьмем зрелую коробочку, рассмотрим ее и отметим, что она открывается дырочками, которые находятся на верхушке ее под лопастями рыльца. Семена образуются в огромном количестве, они мелкие, а в эндосперме их содержится масло, которое употребляется как для кондитерских, так и технических целей (масло относится к категории быстро высыхающих).

В млечном соке мака (незрелого) содержится большое число -алкалоидов, из которых морфин и кодеин имеют громадное медицинское значение. Семена также содержат алкалоиды и используются в кондитерской промышленности.

Опыление у мака производят насекомые, которые берут у него пыльцу, поэтому мы и не нашли в его цветках нектарников.

Итак, в цветках мака андроцей и гинецей характеризуются еще большим и совершенно неопределенным числом своих частей, в то время как околоцветник состоит уже из двучленных кругов. Однако у маковых наблюдаются и иные соотношения членов цветка.

**Чистотел большой** (*Chelidonium majus*) (рис. 95) послужит нам примером маковых, строение плода у которых сближает это семейство с крестоцветными.

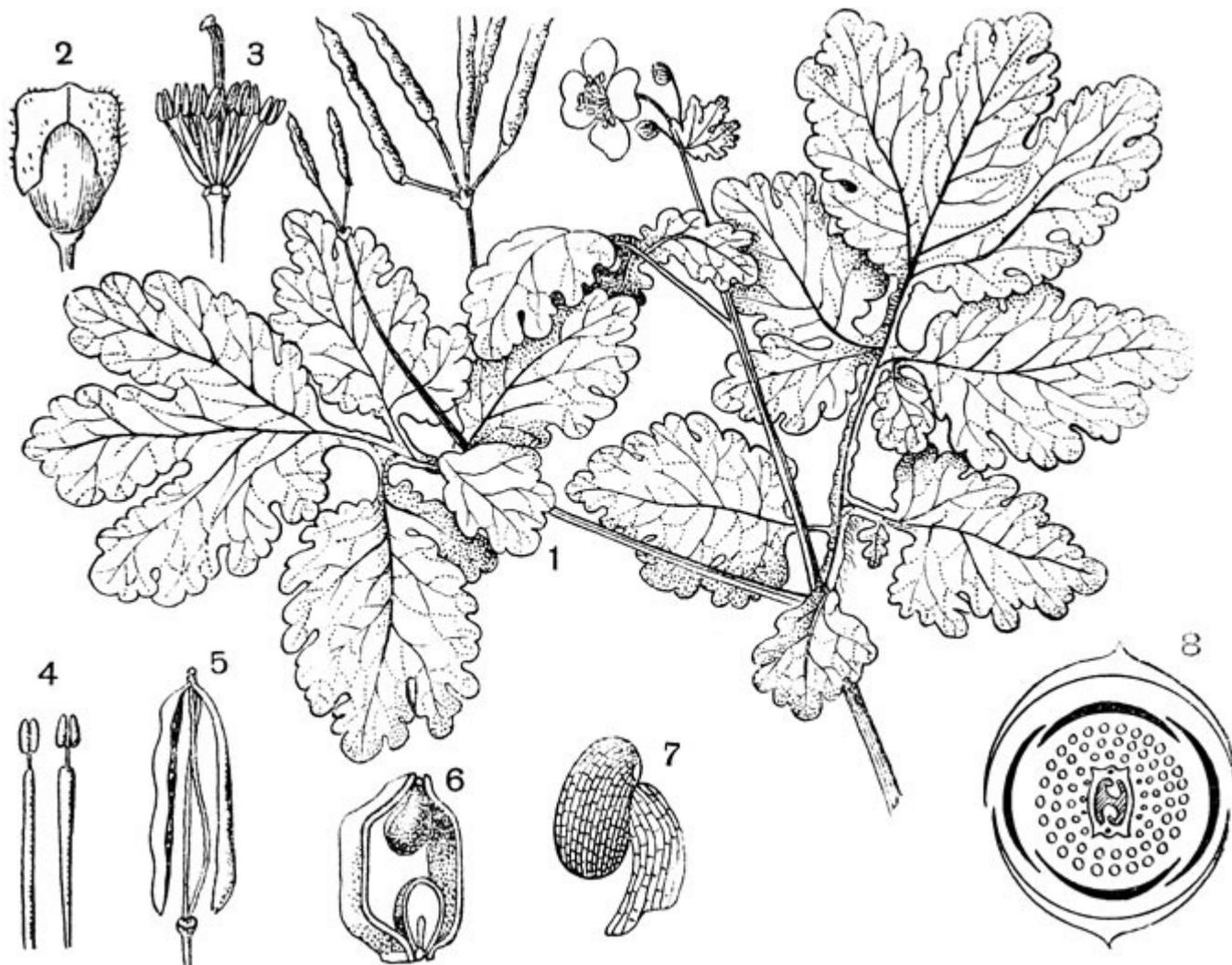


Рис. 95. Семейство Маковые. Чистотел большой (*Chelidonium majus*): 1 - часть побега с цветками и плодами; 2 - бутон с отрывающимися чашелистиками; 3 - андроцей и гинецей; 4 - тычинки; 5 - зрелый плод; видны отделившиеся семяносы; 6 - поперечный разрез плода; 7 - семя с коронкой; 8 - диаграммщць цветка

Чистотел растет на перегнойной, богатой почве в тенистых местах, поэтому обычно встречается в парках и садах вдоль заборов, в оврагах и кустарниковых зарослях. Цветет чистотел с мая до осени, и собрать его в цветах и плодах легко. Собирая материал для гербария, надо, пока он еще свеж, сделать на стебле несколько надрезов, чтобы вытекший и засохший желтый млечный сок был потом виден на занятиях.

Исследуя гербарные образцы, цветки и плоды, отметим:

- 1) большие сизые перистораздельные листья, черешки которых (как и стебель) опушены;
- 2) оранжевый или желтый млечный сок, вытекающий из всех частей растения. Сок этот ядовит и в свежем виде издает тяжелый запах. Чистотел - растение лекарственное;
- 3) небольшие (сравнительно с маком) желтые цветки, собранные в зонтиковидные соцветия;

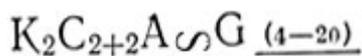
4) чашечку, так же рано опадающую, как и у мака, что легко обнаружить, сравнивая бутон и распутившийся цветок.

Состоит чашечка из двух листочков, но встречается иногда и три (рис. 95, 2);

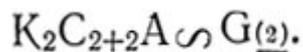
5) ярко-желтые лепестки в числе четырех, располагающиеся в двух кругах (2 + 2);

6) многочисленные тычинки, нити которых часто бывают лентовидно расширены (рис. 95, 4), а на верхушке несут узкие пыльники, разделенные плоским широким связником. Листовидно расширенные тычиночные нити расцениваются как признаки примитивной организации цветка;

7) пестик с длинной ребристой завязью, с коротким столбиком и почти двураздельным рыльцем. Для знакомства с внутренним строением завязи разрежем ее поперек, положим в поле зрения лупы и рассмотрим. Завязь одногнездная и никаких перегородок внутри не имеет. По стенкам ее на рубцевидных семяносах располагаются семяпочки. Эта завязь состоит из двух сросшихся плодолистиков. Плод у чистотела - стручковидная коробочка, которая от стручка отличается отсутствием поперечной перегородки, т. е. тем, что она одногнездная. Открывается она двумя створками. Сравните формулы цветков мака:



и чистотела:



8) семена многочисленные, коричневые, с сетчатым рисунком на оболочке. У основания семяножки виден белый сочный придаток. Он носит название коронки (saruncula) и служит приманкой для муравьев, распространяющих семена чистотела. Все это мы увидим, если вскроем зрелую коробочку и семена рассмотрим в лупу (рис. 95, 7).

**Хохлатка Галлера** (*Corydalis halleri*) (рис. 96) - пример маковых с зигоморфными цветками. Это ранневесеннее растение, попадающее обычно в категорию "подснежников". Наш вид распространен широко и доступен почти в пределах всей Европейской части СССР. В апреле - мае необходимо собирать материал для работы, подбирая экземпляры в цветках и плодах. Цветки для анализа заготавливать отдельно и хранить в спирте. При сборе материала для гербария надо иметь в виду, что у хохлатки (как и у большинства других видов этого рода) под землей имеются корневые клубни, которые сидят довольно глубоко (20 - 30 см) и на очень утонченном стебле.

При изучении гербарного образца хохлатки необходимо отметить:

1) клубень, прикрепленный к стеблю глубоко под землей;

2) сизые, нежные, обычно дважды-тройчатые листья, с тупыми лопастями;

3) соцветие из розово-фиолетовых цветков, сидящих по одному в пазухе гребенчаторазрезанных прицветников. Цветки неправильные, со шпорцем, оттопыренным и немного крючковидным на конце. Чашелистиков два, они мелкие и рано опадают.

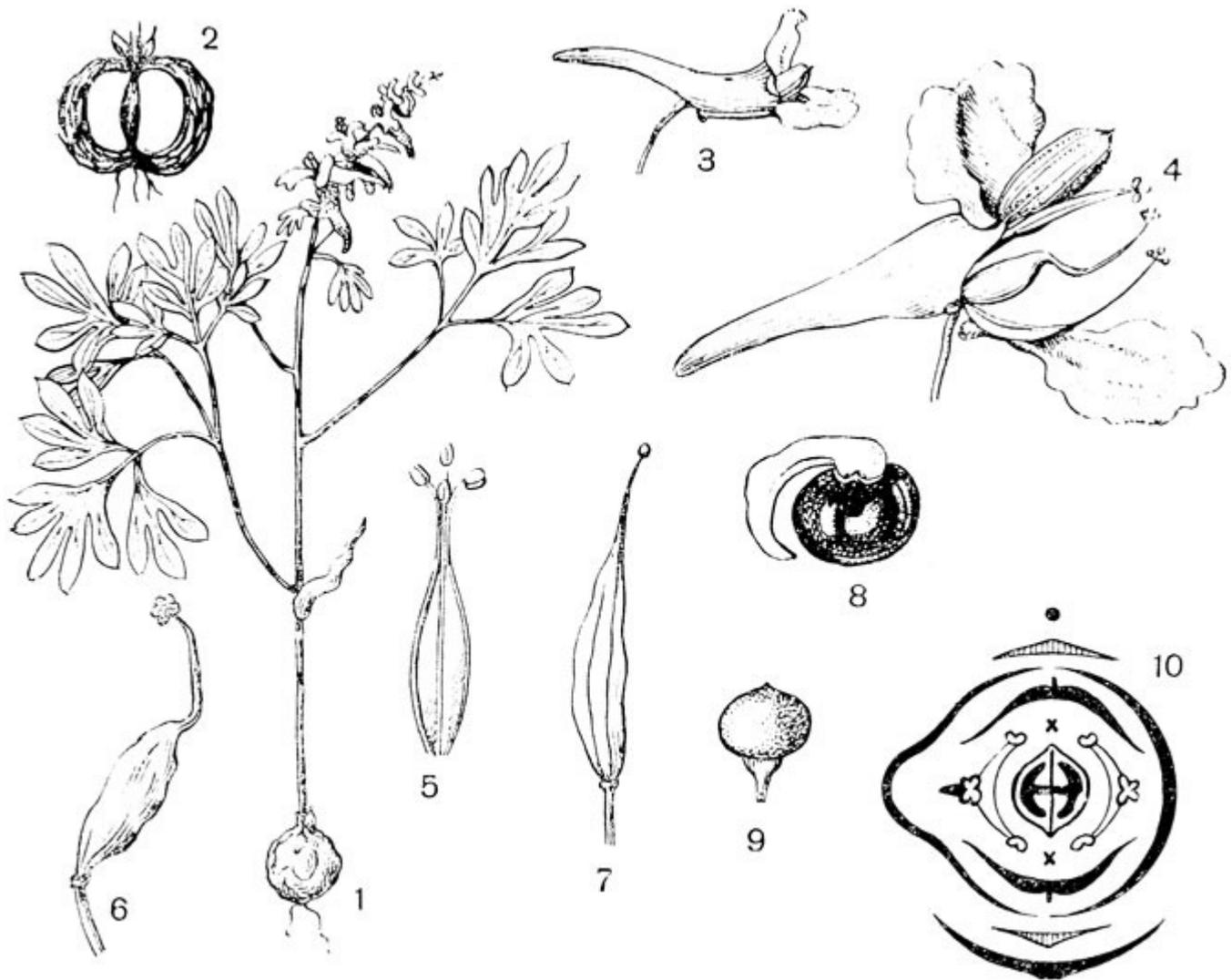


Рис. 96. Семейство Маковые. Хохлатка Галлера (*Corydalis halleri*): 1 - внешний вид растения; 2 - клубень в разрезе; 3 - цветок; 4 - цветок в развернутом виде; 5 - одна из тычинок; -пестик; 7 - плод; 8 - семя. Дымянка (*Fumaria*): 9 - плод; 10 - диаграмма цветка хохлатки

Теперь нам следует познакомиться со строением цветка. Положив цветок на столик лупы, отогнем и рассмотрим шпорец в его верхней части. Мы увидим, что он образован одним лепестком наружного круга, второй лепесток (нижний) имеет вид губы. Два лепестка внутреннего круга (боковые) по форме своей правильны и оба одинаковы; прижавшись друг к другу, они закрыли тычинки. В результате цветок у хохлатки зигоморфный (рис. 96, 3, 4).

Отделив лепестки, мы увидим тычинки. На первый взгляд их кажется всего две. Но, присмотревшись, мы увидим, что на вершукке каждой тычинки имеется три пыльника: средний пыльник нормальный, четырехгнездный, а два боковых, сидящих на особых коротких нитях, двугнездные, т. е. половинные. Происхождение таких необычайных тычинок объясняется следующим образом.

У хохлатки закладывается в цветочной почке четыре тычинки, но затем две тычинки внутреннего круга расщепляются, половинки их расходятся, приближаются с двух сторон к тычинкам наружного круга и прирастают к ним. В результате у хохлатки оказывается всего две тычинки, у каждой из которых средний пыльник нормальный, а боковые - половинки.

Середину цветка занимает пестик с большим головчатым рыльцем. Разрезав завязь поперек, увидим, что она, как и у чистотела, одногнездная и многосеменная. Плод - такая же стручковидная коробочка. В шпорце хохлатки собирается нектар, который выделяют железки, находящиеся только у основания тычиночного пучка, расположенного над шпорцем.

В заключение сопоставим диаграммы цветков исследованных нами представителей семейства маковых: мака, чистотела, хохлатки. В этих диаграммах отразится процесс развития цветков в пределах семейства. Процесс этот идет в направлении уменьшения числа тычинок, плодолистиков и семяпочек, в сторону развития зигоморфности и приспособлений к опылению лишь определенными группами длиннохоботковых, сосущих нектар насекомых (шпорцы, двугубые венчики). Наконец, рассматривая диаграммы цветков чистотела и хохлатки, мы видим, что изменения их гинецея и андроеца делают переход от маковых к следующему семейству - крестоцветным - очень естественным.

#### Семейство Крестоцветные - Cruciferae

Это семейство, так же как и зонтичные, очень естественное, и все роды его близкородственны друг другу. Вследствие этого любое растение может послужить типом семейства и определение его родов часто затруднительно. В качестве распознавательных признаков прибегают к форме плодов и семян, к строению рыльца и медовых железок, к положению корешка зародыша в семени и к признакам анатомическим (распределение в тканях крупных клеток, содержащих особое белковое вещество - мирозин, свойственное крестоцветным).

В цветках имеются нектарные железки, поэтому они опыляются насекомыми. Цветки часто издают сильный запах.

Со строением цветков и плодов познакомимся на некоторых примерах.

**Капуста огородная** (*Brassica oleracea*) (рис. 97) - двулетнее растение, у которого для нас имеют значение побеги второго года, приносящие плоды и цветки. Этот материал и заготавливается в виде гербарных образцов, а также плодов с семенами и цветков для анализа. Весь материал можно хранить в сухом виде.

Рассматривая гербарный образец, отметим, что цветоносные стебли капусты почти безлистные, соцветие - кисть. Цветки большие, на цветоножках, без прицветников. Все части побега сизоватые или сизовато-красноватые от антоциана.

Отгибая иглами чашелистики, отметим, что они свободные, расположены по два в двух кругах и у внутреннего круга у основания своего мешковидно вздуты.

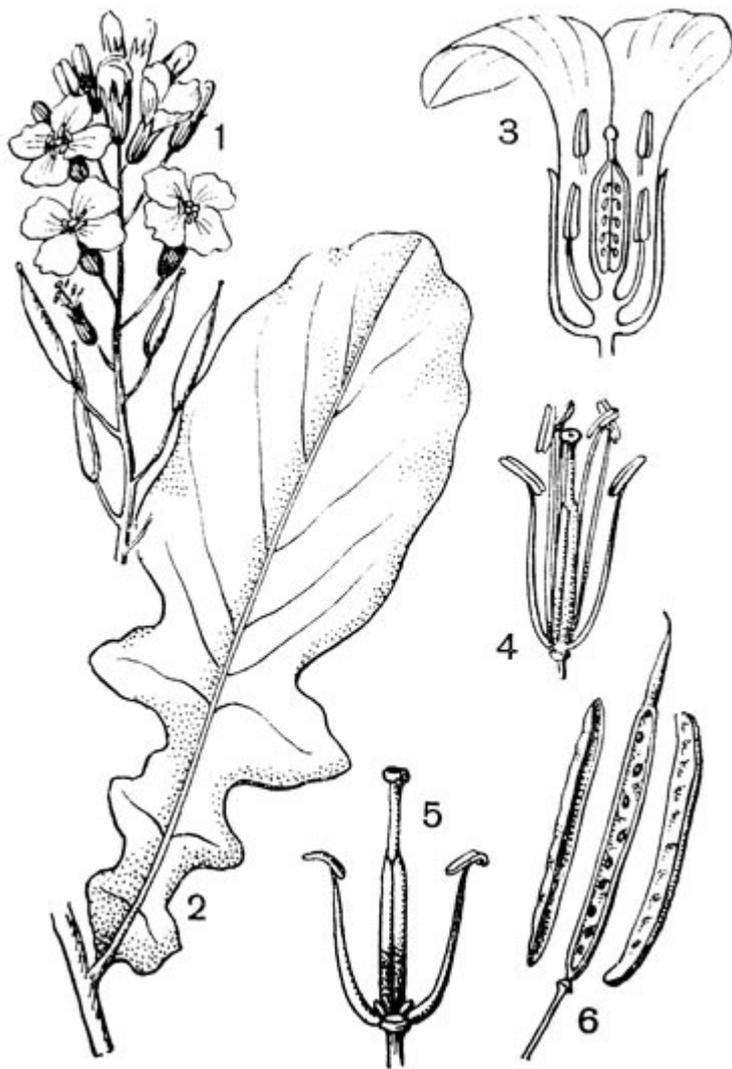


Рис. 97. Семейство Крестоцветные. Капуста огородная (*Brassica oleracea*): 1 - часть соцветия; 2 - один из листьев цветоносного побега; 3 - цветок в разрезе; 4 - андроцей и гинецей; 5 - они же после удаления длинных тычинок; у основания тычиночных нитей видны нектарные железы; 6 - зрелый плод

Отогнем осторожно чашелистики и рассмотрим лепестки. Лепестки имеют длинные ноготки и обратнойцевидные отгибы с четким рисунком жилок. Лепестки бывают чаще белые. Располагаются лепестки крестообразно, но в одной плоскости, т. е. образуют один круг. Отогнув также лепестки, увидим тычинки капусты. Первое, что здесь нам бросится в глаза, - это различия в длине тычиночных нитей. Две короткие тычинки образуют наружный круг, четыре длинные - круг внутренний. Короткие тычинки правильно чередуются с лепестками и располагаются как раз против чашелистиков. Длинные тычинки раздвинуты и приходятся против лепестков (рис. 97, 3, 4). Вопрос о происхождении длинных тычинок крестоцветных разрешается таким образом: нормальное число тычинок у них - четыре, и в цветочной почке, на месте будущих тычинок, закладывается четыре бугорка в двух кругах. Затем наблюдали, что два внутренних бугорка начинают перетяжкой делиться пополам и, наконец, расщепляются совсем (вспомним тычинки хохлатки). Из каждой половинки образуется тычинка, а всего их четыре, с длинными нитями. По мере роста эти тычинки раздвигаются немного и оказываются сидящими почти против лепестков. Основание каждой короткой тычиночной нити окружено массивным зеленым валиком, а меньшие валики располагаются снаружи у основания длинных тычинок. Эти валики-выросты образуют цветоложе, и по функции своей они являются нектарными железами. Теперь посмотрим

на мешковидное вздутие чашелистиков, против которых сидят короткие тычинки с их толстыми, трехгранными на верхушке нектарными чешуями, и нам станет ясным назначение таких мешков: сюда стекает нектар. Нектарники у крестоцветных располагаются по-разному. Они могут иметь вид кольцевого валика, окружающего все тычинки, но и при этом такой валик очень сильно разрастается около коротких тычинок и вокруг каждой из них образует еще особое толстое кольцо; наконец, бывают случаи, когда нектарными валиками окружены только нити коротких тычинок, а около длинных тычинок нектарников нет вовсе.

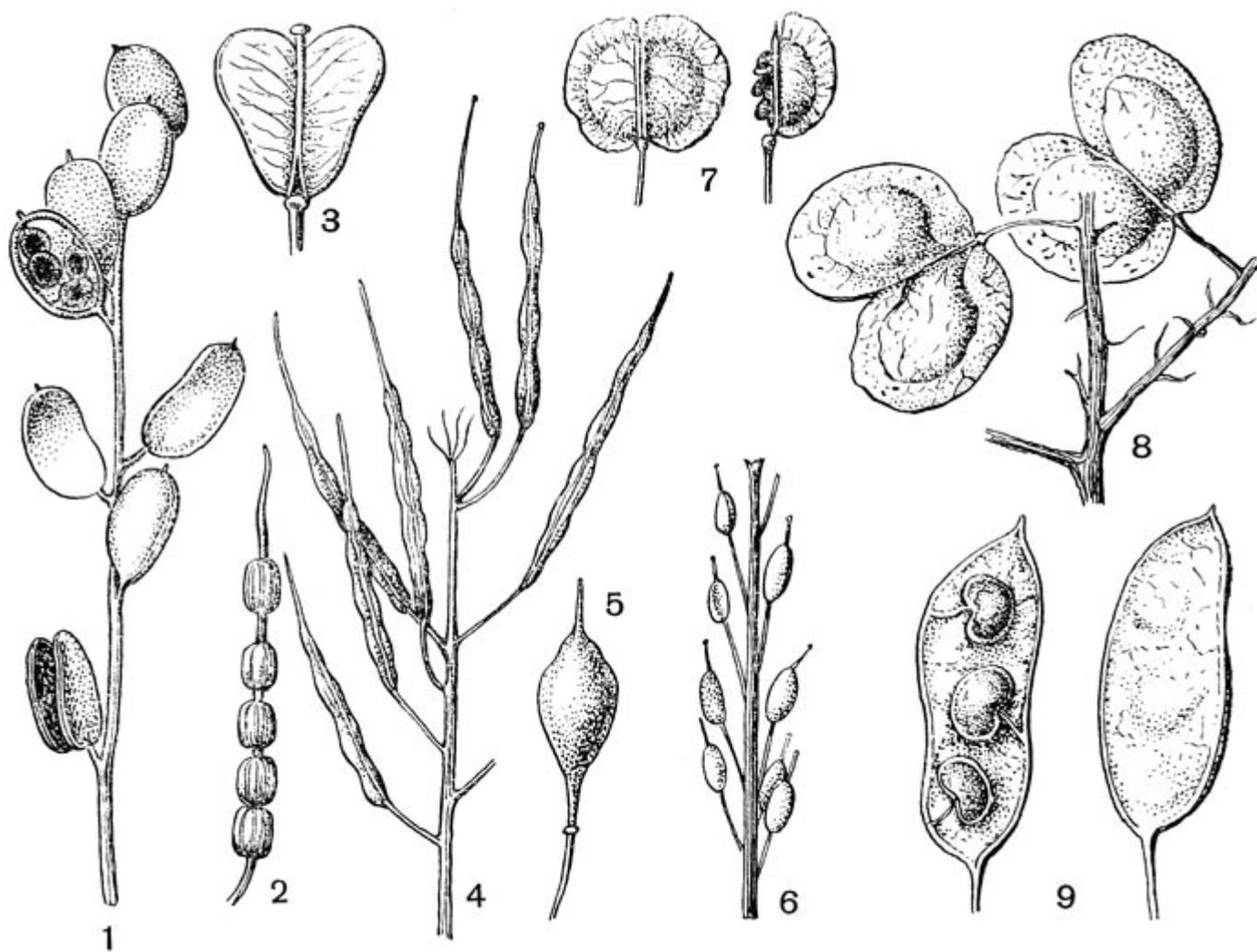


Рис. 98. Плоды крестоцветных: 1 - фибигия щитовидная (*Fibigia clupeata*); 2 - редька дикая (*Raphanus raphanistrum*); 3 - пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris*); 4 - капуста огородная (*Brassica oleracea*); 5 - свербига (*Bunias*); 6 - бурачок (*Alyssum*); 7 - ярутка полевая (*Thlaspi arvense*); 8 - крупноплодник гигантский (*Megasarpea gigantea*); 9 - лунник оживающий (*Lunaria rediviva*)

В центре цветка капусты находится пестик с коротким столбиком и головчатым рыльцем ка кем. Разрежем завязь поперек, поближе к основанию ее. Рассматривая в лупу, отметим, что завязь двугнездная с большим числом семяпочек, сидящих по краям ее перегородки. Лучше всего это рассмотреть на зрелых плодах - стручках. Возьмем открывшиеся стручки капусты и отметим, что створки их отделяются снизу вверх, а на месте их остается перегородка в виде тонкой пленки, натянутой, как на рамку, на рубцевидные семяносы, к которым и прикрепляются семена. Пестик у крестоцветных состоит из двух сросшихся плодолистиков, как у чистотела и хохлатки. На рубчиках в месте их срастания развиваются семяносы, которые растут навстречу друг другу и образуют пленчатую

перегородку в завязи. Так возникает у крестоцветных двугнездный многосеменной плод, носящий название стручка.

**Редька дикая** (*Raphanus raphanistrum*) - пример крестоцветного с дробным, не раскрывающимся вдоль стручком, не имеющим перегородки, а разламывающимся поперек на односеменные членики (рис. 98, 2).

Редька дикая распространена очень широко и является обычным сорняком огородных и картофельных полей.

При анализе растения отметим следующие признаки:

- 1) лировидные листья редьки;
- 2) жесткое опушение из оттопыренных простых волосков, основная клетка которых пузыревидно вздута. Волоски рассмотрим тщательно в лупу, так как опушение у крестоцветных бывает двух типов: из простых волосков и двух-, пятираздельных, и характер опушения имеет систематическое значение;
- 3) прижатые к лепесткам во время цветения чашелистики - признак родового отличия редьки, например, от близкой к ней горчицы, у которой чашелистики оттопыренные;
- 4) нектарные чешуйки у редьки имеются только вокруг коротких тычинок;
- 5) в зрелом плоде нет сплошной продольной перегородки, семена однорядные, между которыми возникает поперечная разъединительная ткань. По этим перетяжкам стручок редьки и разламывается.

**Ярутка полевая** (*Thlaspi arvense*) - однолетнее растение, широко распространенное как сорняк яровых посевов, пример крестоцветных, имеющих плод - стручочек. Изучая образцы растения, отметим следующие основные признаки, которые являются родовыми:

- 1) цельные, стреловидные, сидячие листья. Они так характерны, что в пределах нашей флоры род определяется по ним без затруднений;
- 2) стручочки, сдавленные с боков (т. е. со стороны шва), вследствие чего створки их лодочкообразны, очень узки, как узка и перегородка (рис. 98, 7). Створки по краю оторочены каймой (их называют поэтому крылатыми), которая, сходясь краями на верхушке стручочка, образует выемку. В каждом гнезде по несколько семян.

Возьмем один из размоченных цветков ярутки и исследуем пестик. Уже в цветке видно, что длина завязи превышает ее ширину не более чем в два раза. Во время роста плода эти отношения обычно сохраняются, и, следовательно, уже глядя на завязь, в известной мере можно предвидеть, какой сформируется плод-- стручок или стручочек. Это очень важное обстоятельство, так как плоды при определении крестоцветных играют большую роль, а растения, взятые для определения, часто бывают только в стадии цветения.

Итак, мы исследовали несколько видов из семейств крестоцветных и можем сделать вывод о поразительном однообразии строения их цветков. У всех них сохраняется один и тот же тип - двучленный шестициклический цветок, выражаемый формулой:

$K_{2+2}C_{2+2}A_{2+4}G_2$ . При распознавании видов и родов крестоцветных приходится использовать лишь мелкие различия в строении вегетативных органов и плодов.

### Разнообразие строения плодов и зародыша у крестоцветных (см. рис. 98, 99)

Форма плода у крестоцветных (рис. 98), будучи в пределах каждого рода довольно постоянной, имеет большое значение в их систематике. Еще большим постоянством характеризуется строение зародыша. Здесь имеет значение положение корешка зародыша относительно семядолей его, так как у крестоцветных зародыш всегда согнутый, а корешок и подсемядольное колено по-разному прилегают к семядолям.

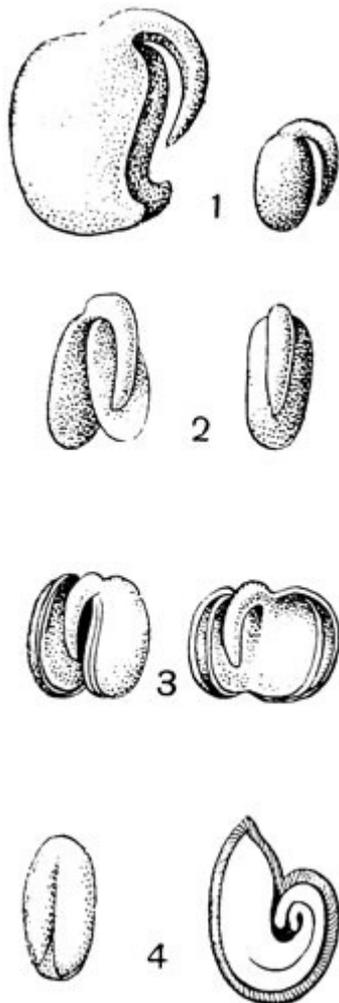


Рис. 99. Положение корешка зародыша крестоцветных: 1 - краекорешковый у ярутки (*Thlaspi*); 2 - спиннокорешковый у пастушьей сумки (*Capsella*); в обоих случаях справа семя в кожуре; 3 - складчатый у капусты (*Brassica*); 4 - спиральный у свербиги (*Bunias*): справа - поперечный разрез ее семени

Различают зародыш краекорешковый и спиннокорешковый (рис. 99, 1 - 2). В первом случае семядоли плоские, прижаты друг к другу плашмя, а корешок прилегает сбоку к краям их. Во втором случае корешок загибается и прилегает к спинке одной из плоских семядолей. Однако семядоли сами могут быть различным образом сложены. Если они сложены, например, вдоль средней жилки и корешок лежит в ложбинке между краями их, то зародыш называется складчатым (рис. 99, 3).

Возьмем гербарные образцы, а также запас плодов с семенами (в отдельных пакетиках, имеющих тот же номер, что и у гербарного образца) следующих широко

распространенных растений: желтушника левкойного (*Erysimum cheiranthoides*), редьки посевной (*Raphanus sativus*), капусты огородной (*Brassica oleracea*), пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoralis*), бурачка чашечного (*Alyssum calycinum*), ярутки полевой (*Thlaspi arvense*), икотника серого (*Berteroa incanct*), рыжика ярового (*Camelina sativa*), сурепицы обыкновенной (*Barbarea vulgaris*).

Семена каждого из них за одни-двое суток перед занятиями следует намочить.

Так как мы еще не знаем наших растений, то все результаты предварительных исследований будем под соответствующими номерами вписывать в следующую таблицу:

№ п.п.	Русские и латинские названия растений	Тип плода	Характер опушения растений	Строение зародыша	Дополнительные замечания

У многих растений семенная кожура при набухании ослизняется, что затрудняет препарирование семени. В этом случае семя надо положить на фильтровальную бумагу и хорошенько протереть. Прежде всего осмотрим плоды и разделим наши растения на две группы: а) с плодами-стручками и б) с плодами-стручочками. Впишем их в нашу таблицу, заполняя пока только 1-ю и 3-ю графы, теперь исследуем строение зародыша каждого вида. Для этого возьмем размоченные семена каждого из наших растений поочередно, положим на столик лупы и, сняв семенную кожуру, рассмотрим положение корешка зародыша по отношению к семядолям его. Работа не вызывает затруднений, так как разбухшая кожура легко снимается с семени, надо только иголкой надорвать ее. Осторожно раздвигая семядоли и корешок, мы без труда определим их взаимное расположение (рис. 99). Результаты впишем по каждому виду в 5-ю графу, употребляя следующие определения: краекорешковый, спиннокорешковый, складчатый, спиральный. После этого определим каждое из наших растений, предварительно исследуя строение их цветков, характер опушения и другие признаки. Результаты записываются в соответствующие графы таблицы. Рассматривая наши записи, отметим, что тип строения зародыша у крестоцветных не связан с другими важнейшими систематическими признаками их - типом плода и характером опушения; все основные признаки семейства, следовательно, группируются по-разному в различных его родах.

### Порядок Центросеменные - Centrospermae

В этот порядок объединяются растения морфологически и биологически довольно разнообразные. Их роднит один общий признак - строение зародыша: он согнут и лежит в семени вокруг мучнистого белка - эндосперма.

## Семейство Гвоздичные - Caryophyllaceae

Это семейство очень большое по количеству видов. Представители его - травы и полукустарники, распространенные в странах умеренного климата северного полушария. В нашей стране гвоздичных обитает около 600 видов. Ниже мы рассмотрим из гвоздичных представителей подсемейств мокричных (Alsinoideae) и смолевковых (Silenoideae).

### Подсемейство Мокричные - Alsinoideae

**Звездчатка дубравная** (*Stellaria nemorum*) часто встречается в тенистых местах: у заборов, в кустарниках, близ лесных ручьев. Цветет с июня до осени.

Изучая эту звездчатку (рис. 100), отметим следующее:

- 1) слабый железисто-опушенный стебель и тонкое корневище;
- 2) супротивные заостренно-яйцевидные листья, сидячие, кроме самых нижних, у которых есть черешки;
- 3) цветки пазушные, на длинных цветоножках.

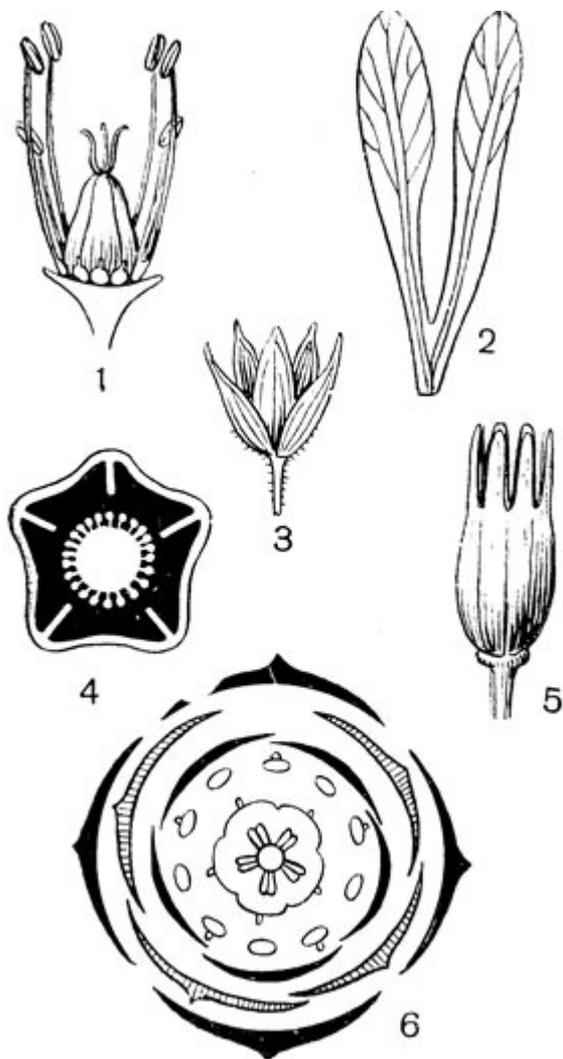


Рис. 100. Семейство Гвоздичные. Звездчатка лесная (*Stellaria nemorum*): 1 - андроцей и гинецей; часть тычинок удалена, и у их основания видны нектарники; 2 - один из лепестков; 3 - чашечка; 4 - поперечный разрез завязи; 5 - плод; 6 - диаграмма цветка

Возьмем цветок звездчатки. Прежде всего обратим внимание на чашечку. Она состоит из пяти свободных листочков. Это является признаком подсемейства мокричных.

Чашелистики по краю узкопленчатые, опушенные (рис. 100, 3). Лепестки у нашего вида раза в полтора длиннее чашелистиков. Отделим лепестки. Каждый из них рассечен почти до основания на две части, отчего кажется, что в цветке 10 лепестков (рис. 100, 2).

Отметим, что лепестки совсем без ноготков, что также характерно для мокричных, у которых ноготки вообще бывают очень короткими.

Тычинок в цветке десять. Здесь заслуживает внимания характер их расположений.

Тычинки наружного круга чередуются с лепестками, а внутренние - супротивны им. У основания каждой тычинки имеется нектарник, который окружает ее в виде бугорка. Все вместе эти бугорки производят впечатление железистого диска (рис. 100, 1). Цветок у звездчатки открытый, и опыляется она разными насекомыми, в том числе и короткохоботковыми. Пестик состоит из пяти плодолистиков, и в доказательство этому у многих членов семейства на вершине пестика имеется пять свободных столбиков. Однако в результате срастаний число столбиков уменьшается до двух. Поэтому в систематике семейства число столбиков в цветке имеет существенное значение. У звездчатки столбиков бывает три, четыре и пять. У нашего вида их чаще три.

Завязь разрежем поперек (рис. 100, 4) и отметим, что она одно гнездная и многосеменная. Семяпочки прикреплены к центральному семяносу, который в виде колонки поднимается со дна завязи. Плод - коробочка, открывающаяся шестью створками (рис.100,5).

#### Подсемейство Смолевковые - Silenoideae

**Куколь посевной** (*Agrostemma githago*) (рис. 101, 1). Это растение послужит нам первым представителем подсемейства. Куколь широко распространен как сорняк в посевах зерновых культур. Главное вредоносное его действие производится семенами, в которых содержится сапонин. Небольшая примесь его к муке делает последнюю ядовитой. Цветет куколь с июня и до осени. Сбирать материал можно в один прием - в июле, когда есть цветки и уже зрелые коробочки.

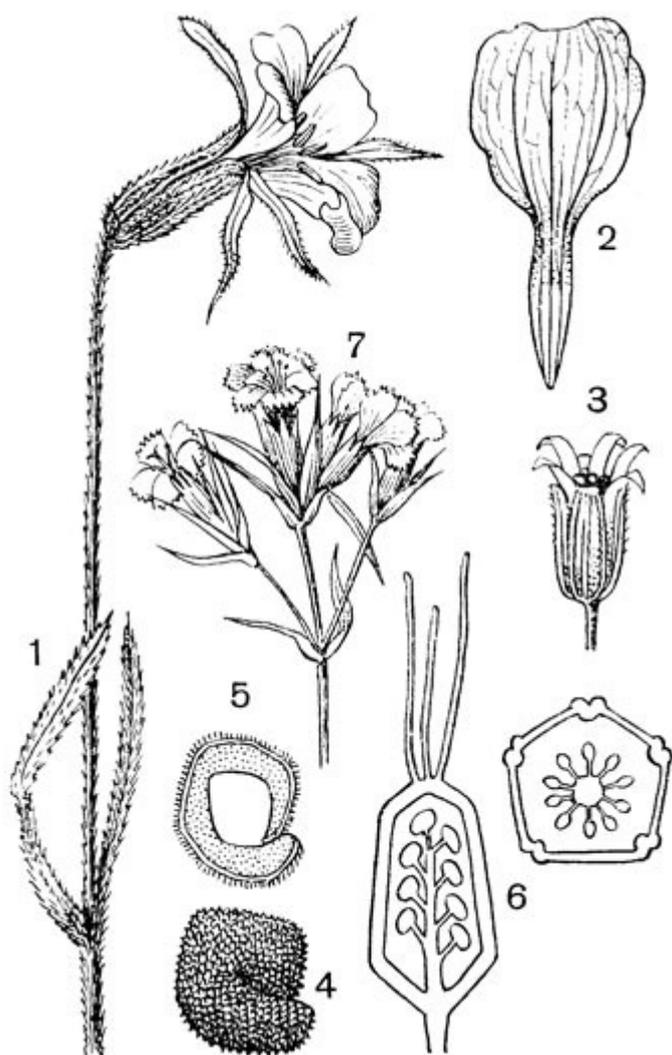


Рис. 101. Семейство Гвоздичные. Куколь посевной (*Agrostemma githago*): 1 - часть цветущей ветви; 2 - один из лепестков; 3 - зрелая коробочка; 4 - семя; 5 - семя в разрезе; в центре виден запасный белок, окруженный зародышем; 6 - продольный и поперечный разрезы завязи. Гвоздика бородатая (*Dianthus barbatus*): 7 - часть соцветия

При описании гербарного образца следует обратить внимание на опушение всего растения, на одиночные цветки его, сидящие на длинных цветоножках. Чашечка при плодах остается, и коробочка обычно лишь высовывается из нее (рис. 101, 3). Изучая цветок куколя, отметим, что строение его следующее:

1) чашечка сростнолистная, зубцы ее в числе пяти, длинные, линейные, опушенные и значительно превышают лепестки. Сростная чашечка свойственна представителям подсемейства смолевковых в отличие от мокричных;

2) лепестков также пять, они пурпуровые. Отделим лепесток и увидим, что он имеет ярко выраженный ноготок и широкий отгиб, причем ноготок всегда белый, а отгиб - окрашен. Хорошо развитые ноготки лепестков являются также важной особенностью смолевковых. Отгибая лепестки, рассмотрим и сосчитаем тычинки. Их в цветке куколя десять, в двух кругах. Нектарники находятся у основания завязи. Завязь на верхушке несет пять столбиков. Поперечный разрез ее, сделанный посередине, покажет нам, что она одногнездная, но срослась из пяти плодолистиков, отчего она на срезе пятиугольная. Семяпочки располагаются вокруг центрального семяносца (рис. 101, 6).

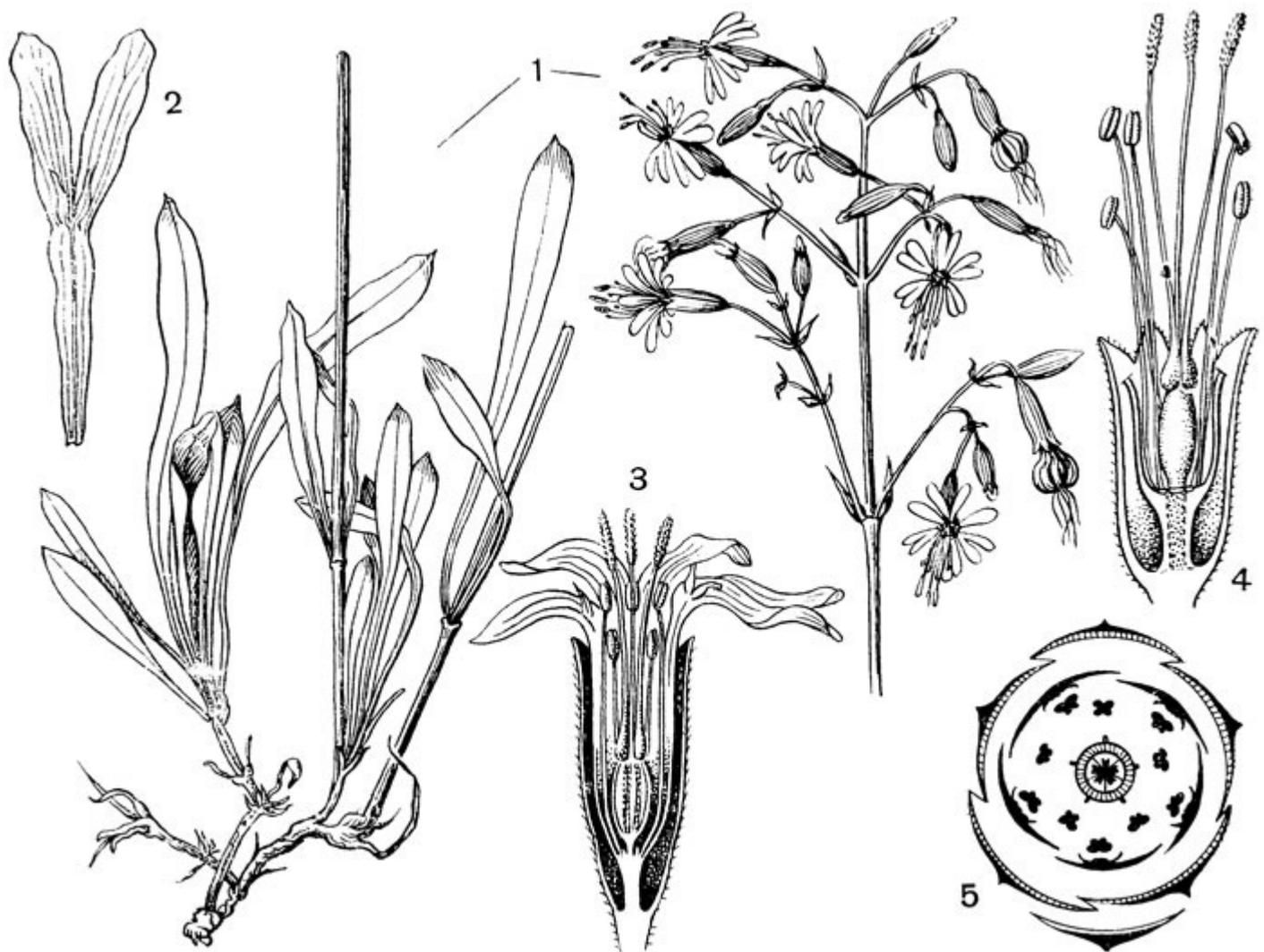


Рис. 102. Семейство Гвоздичные. Смолевка поникшая (*Silene nutans*): 1 - внешний вид растения; 2 - один из лепестков с двумя зубчиками у основания отгиба; 3 - цветок в продольном разрезе; 4 - он же после удаления лепестков; в обоих случаях хорошо виден плодonoсец; 5 - диаграмма цветка смолки (*Viscaria viscosa*)

Плоды-коробочки у куколя открываются пятью зубцами, высыпая черные, довольно крупные семена. Семена нам следует рассмотреть. Поверхность их покрыта шипиками, которые хорошо видны при 10X увеличении лупы. Семя изогнуто дугообразно, по краю его виден род валика с концами, немного не сходящимися на вершине семени. Валик этот образован семядолями и корешком зародыша, изогнутыми дугообразно и окружающими собой запасный белок, находящийся, следовательно, в центре семени (рис. 101, 4, 5). Так построены семена всех растений, объединенных в этом порядке под именем центросеменных. Если семена куколя прокипятить в глицерине с водой, то черная кожура их легко отделяется и тогда видны и зародыш и окруженный им белок.

**Смолевка поникшая** (*Silene nutans*) (рис. 102) дает нам возможность познакомиться с некоторыми дополнительными особенностями строения цветков у гвоздичных.

Смолевка поникшая - многолетнее, довольно обычное растение. Ее всегда можно видеть в лесах, зарослях кустарников, в оврагах, у ручьев. Цветет она все лето, поэтому необходимый материал собрать легко.

Цветки ее собраны в виде односторонней метелки, поникающие, беловатые, распускаются ночью, а днем - только в пасмурную погоду. При анализе цветка, помимо признаков, общих с предыдущим родом (сростнолистная чашечка, лепестки с хорошо развитыми ноготками, 10 тычинок), отметим следующие специфичные черты его строения:

1) отгибы венчика почти до половины двураздельные (рис. 102,2);

2) у основания их имеются дополнительные выросты - зубчики, образующие в совокупности своей так называемый привенчик. Если посмотреть на цветок сверху, то зубчики привенчика образуют род воротничка, закрывающего вход в цветочную трубку. Привенчики свойственны не только некоторым смолевкам, но и ряду других родов, например некоторым видам горицвета, мыльнянке (*Saponaria officinalis*), некоторым видам дремы и другим;

3) пестик с тремя столбиками;

4) особенно важным у смолевок является строение их завязи. Дело в том, что у гвоздичных, относящихся к подсемейству смолевковых, встречаются растения, у которых завязь у основания своего оказывается трехгнездной, а выше она одногнездная, как у большинства членов семейства. Происходит это потому, что на месте срастания плодолистиков возникают перегородки, которые до верха не доходят, прекращая свой рост. Нам следует разрезать завязь или лучше молодую коробочку поперек, поближе к ее основанию. Сделав это, поставим нижнюю часть среза под окуляр лупы и рассмотрим. У смолевки завязь у основания трехгнездная;

5) рассматривая основание коробочки, мы не можем не заметить, что к цветоложу она прикреплена с помощью особой ножки. Ножка эта называется плодоносцем или карпофором. Присутствие плодоносца характерно для целого ряда видов смолевки (рис. 102, 3,4).

Теперь рассмотрим еще некоторые части цветка и отметим его дополнительные признаки, главным образом видовые.

Чашечка имеет десять тонких жилок; зубцы ее острые, а поверхность покрыта железистыми волосками. Все это легко рассмотреть, пользуясь 10 X увеличением лупы.

Рассмотрев зрелые коробочки, отметим, что они у смолевки открываются шестью зубчиками.

В заключение сделаем еще одно наблюдение. После того как все закончат полный анализ цветков смолевки поникшей, сравним степень развития тычинок и столбиков в разных цветках. При этом мы непременно обнаружим, что часть цветков имела зрелые тычинки и закрытые еще рыльца пестиков, а другая часть, наоборот, имела раскрытые рыльца и засыхающие уже тычинки. Первые цветки находились в стадии мужской, а вторые - в женской. У нашей смолевки наблюдается довольно резкая протандрия. Ее белые лепестки хорошо заметны ночью, что облегчает ее опыление ночными бабочками.

**Гвоздика бородатая (турецкая) (*Dianthus barbatus*)** (рис. 101, 7) послужит нам примером гвоздичных, у которых пестик имеет всего два столбика. Гвоздика бородатая удобна для работы потому, что она широко распространена в культуре, особенно на севере, и добыть ее для работы легко. Соцветия - дихазии - у гвоздики бородатой собраны в щитковидную головку.

Исследуемая гвоздика - растение многолетнее, легко дичает. Родина ее неизвестна.

Гвоздика бородатая имеет яйцевидноланцетные листья, сидящие на черешках и спаянные у основания во влагалище.

В цветке гвоздики мы прежде всего заметим длинную трубку чашечки с пятью зубцами на вершине, а у основания ее - четыре (шесть) чешуевидных острых прицветника. Присутствие этих прицветников (их бывает у разных видов от двух до восьми) является характерной особенностью рода гвоздики.

Затем вскроем иглой чашечку, развернем ее и рассмотрим остальные части цветка. Лепестки с длинными ноготками и широким отгибом, снабженным зубчиками по краю. Гвоздика не имеет при-венчика. Тычинок у гвоздики десять. Освободим иглами основание пестика и отметим, что он не имеет плодоносца, окружен у основания нектароносным валиком и на вершине своей несет два столбика. Плод - коробочка.

Итак, мы убедились, что в морфологическом отношении гвоздичные довольно однообразны: листья всегда цельные, супротивные, чаще без прилистников, цветки одиночные, верхушечные или в дихазидальных соцветиях, всегда правильные, пятичленные, обоеполые, реже раздельнополые, завязь верхняя, плоды - коробочки или орешки, реже ягоды. Сравните формулы цветков рассмотренных вами растений:  $K_5C_5A_{5+5}G_{(5)}$  - звездчатки лесной,  $K_{(5)}C_5A_{5+5}G_{(5)}$  - куколя, или смолевки, и  $P_5A_{0+5}G_1$  - грывника. Вы увидите, на чем основано выделение подсемейств у гвоздичных. Если вспомним и о редукции столбиков в цветках, то станет очевидным направление процесса их изменения от мокричных к диваловым.

Большое число представителей этого семейства обитает на территории нашей страны (всего около 350 видов). Среди маревых есть одно-, дву- и многолетние травы, кустарники и даже деревья (3 - 5 м высоты). Семейство распространено в умеренных и теплых странах; на севере (в лесной зоне) их меньше, и здесь они главным образом сорняки полей. Главная же область их распространения - сухие степи, пустыни, засоленные долины рек, пологие морские берега. Очень многие маревые обитают постоянно на соленых почвах и вследствие этого носят общее народное название солянок. У них часто нет листьев, или они узкие и колючие, все части растения покрыты волосками или чешуйками, придающими им сероватый цвет, а на поверхности стеблей блестят тончайшие кристаллы соли, выделяемой растением.

У маревых невзрачные обоеполые или раздельнополые цветки, сведенные в соцветия-клубочки. Завязь у них верхняя, одногнездная (с одной семязпочкой), но образована двумя-пятью сросшимися и редуцированными плодолистиками. Плод - орешек. Зародыш изогнут, как у гвоздичных.

**Марь белая, лебеда** (*Chenopodium album*) - общеизвестное, всюду распространенное растение. Цветет с мая до осени. Стебли у лебеды пятигранные, листья очередные, длинночерешковые с несколько ромбическими листовыми пластинками, лопастными у основания. Самой характерной особенностью нашей мари является мучнистый налет, покрывающий все части растения.

Рассмотрим в микроскоп листочек мари. Вся поверхность его покрыта белыми пузырьками. Это пузырьчатые волоски, которые и создают впечатление мучнистого налета на стебле и листьях мари (смотрим на них сверху). Они имеют широкую пузырьчатую основную клетку, а на вершине ее часто еще тонкую остевидную клеточку.

Если мы положим кончик листа в поле зрения микроскопа, то по краю увидим эти же пузырьчатые волоски сбоку. Цветки мари, собранные в пазушные клубочки, образуют метельчатое соцветие. Возьмем такой размоченный клубочек и, исследуя его, убедимся, что он состоит из очень мелких цветков. При анализе отдельного цветка увидим, что околоцветник его простой, чашечковидный и состоит из пяти килеватых листочков, отороченных по краям белой пленкой. Листочки у основания немного срослись, а по килю снабжены пузырьчатыми волосками. Расправив листочки околоцветника, увидим пять тычинок, супротивных им, а в центре пестик с двумя рыльцами (он состоит из двух сросшихся плодолистиков), но иногда, кроме обоеполых, встречаются и пестичные цветки. Вскрыв иглами пестик, увидим единственную его семязпочку. Рассматривая зрелые плодики в лупу, отметим, что околоцветник остается при плодах и его листочки загибаются внутрь и закрывают их. Околоплодник очень тонкий, пленчатый и легко снимается, обнажая плоское, покрытое темной блестящей кожурой семя.

С семенем следует выполнить следующие две работы: 1) иглами осторожно вскрыть семенную кожуру и, сняв ее, посмотреть в микроскоп строение ее поверхности (у мари оно имеет важное систематическое значение); 2) освободить и рассмотреть зародыш, согнутый в виде подковы и имеющий две большие семядоли (в центре семени находится белок).

**Свекла обыкновенная** (*Beta vulgaris*), или **свекла огородная** (рис. 103, 1 - 6) имеет массу разновидностей, отличающихся формой и окраской корней (белых, розовых, красных, желтых) и листьев (гладких, курчавых, зеленых или красных).

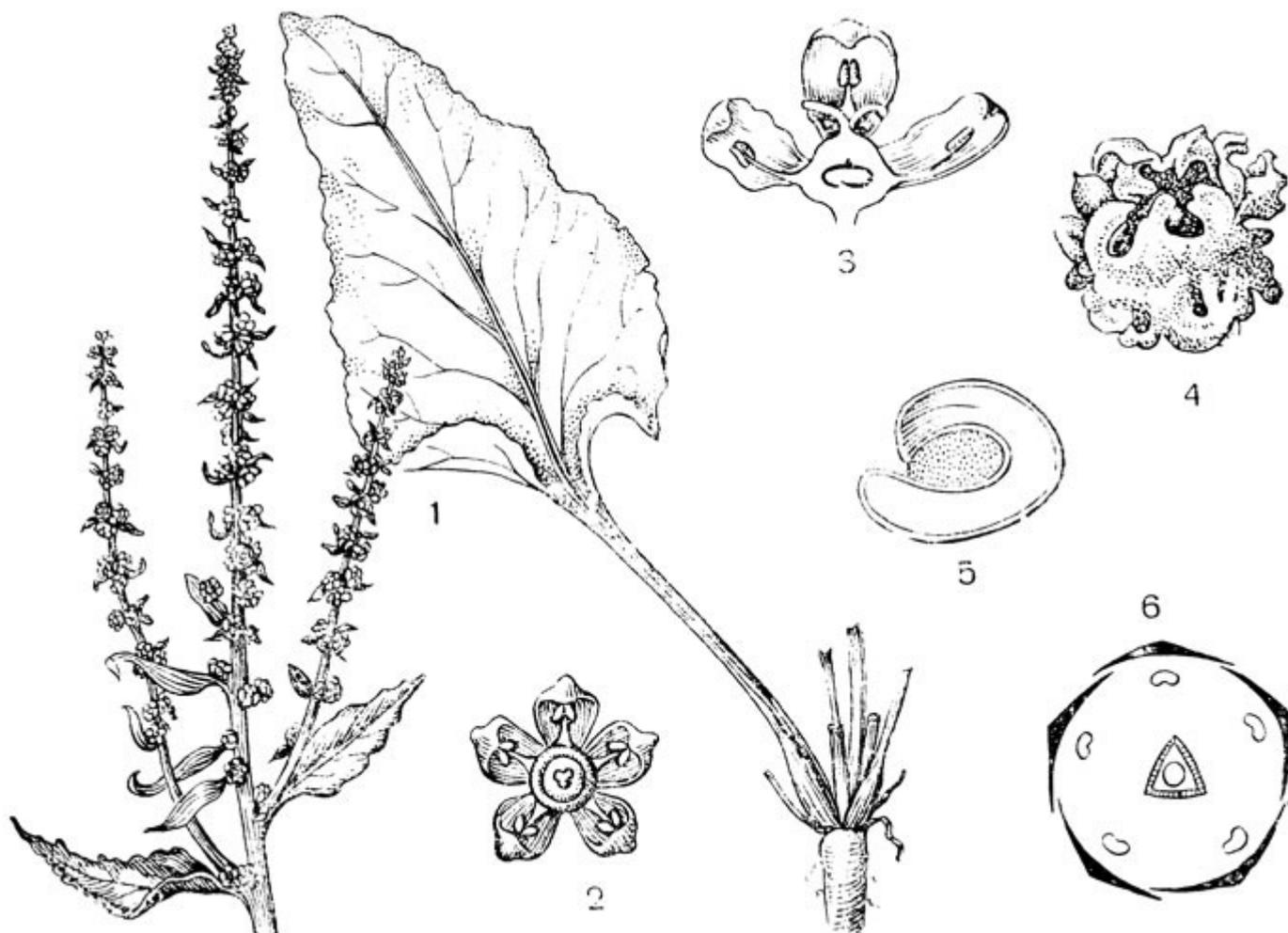


Рис. 103. Семейство Маревые. Свекла обыкновенная (*Beta vulgaris*): 1 - часть соцветия и один из листьев; 2 - цветок; 3 - цветок в разрезе; 4 - соплодие; 5 - семя в разрезе; 6 - диаграмма цветка

Цветки и плоды для анализа можно хранить в сухом виде. Возьмем размоченный клубочек цветков свеклы и исследуем его при 10 X увеличении лупы. Посчитаем число цветков (оно колеблется в разных клубочках от одного до восьми).

Если цветков в клубочке несколько, то хорошо видно, что у основания своего все они срастаются вместе. Отделив один из цветков, исследуем его.

Листочков околоцветника, как и у мари, пять, они также срастаются у основания, на спинке килеватые, а кончики их загнуты внутрь цветка. Под этими шлемовидными кончиками прячутся пыльники тычинок, расположенных также против листочков околоцветника. Особое внимание обратим на то, что основания тычиночных нитей срастаются, и здесь образуется валик - подпестичный диск. Многие маревые опыляются не только ветром, но и насекомыми, и подпестичные диски их покрыты нектаровыделяющими сосочками.

На продольном разрезе цветка хорошо видно, что завязь погружена в цветоложе и свободной оказывается только верхняя ее часть. На вершине завязи имеется очень короткий столбик, несущий широкие рыльца (рис. 103, 3). Если мы сравним число их в

разных цветках, то окажется, что оно непостоянно и колеблется от двух до четырех. В этом отражается свойственное семейству маревых непостоянство числа плодолистиков, образующих завязь. Завязь же одногнездная и с одной семязпочкой. Формула цветка  $P_{(5)}A_5G_{(2)}$ .

В заключение возьмем плоды свеклы. С помощью 10X лупы обнаружим, что они образуют соплодие, так как состоят из очень плотно сросшихся плодов всего соцветия, окруженных одревеневшими при созревании листочками околоцветников. С помощью игл и ланцета вскроем клубочек и извлечем семена из плодиков его. Семена темно-бурые и так же, как и у мари, подкововидно-изогнутые. Таким образом, "плоды" свеклы оказываются целыми соплодиями-клубочками (рис. 103, 4). Вот почему всходы свеклы на грядках всегда появляются кучками.

### **Порядок Гречихоцветные - Polygonales**

Гречихоцветные сходны с центросеменными и крапивоцветными. Тычинки гречихоцветных также супротивны листочкам околоцветника, а прилистники часто срастаются и образуют вокруг стебля и основания листа трубочку, или раструб. Кроме того, тройное число частей цветка сближает их с некоторыми представителями порядка многоплодниковых. Опыляются гречихоцветные насекомыми и ветром (в последнем случае наблюдается редукция числа частей цветка).

### **Семейство Гречишные - Polygonaceae**

**Щавель туполистный** (*Rumex obtusifolius*) (рис 104) очень широко распространен в лесах, на полянах, в садах, огородах, по сорным местам. Щавель цветет с июня до сентября. Для гербария надо собирать и образцы нижних (прикорневых) листьев. При изучении растения отметим, что прикорневые листья его большие, длинночерешковые, а стеблевые - на более коротких черешках, листовые пластинки их у основания клиновидные. Осмотрим основания черешков. Здесь увидим пленчатые прилистники, которые срослись и окружили стебель. Это и есть раструбы, которые лучше всего выражены на вегетативных побегах.

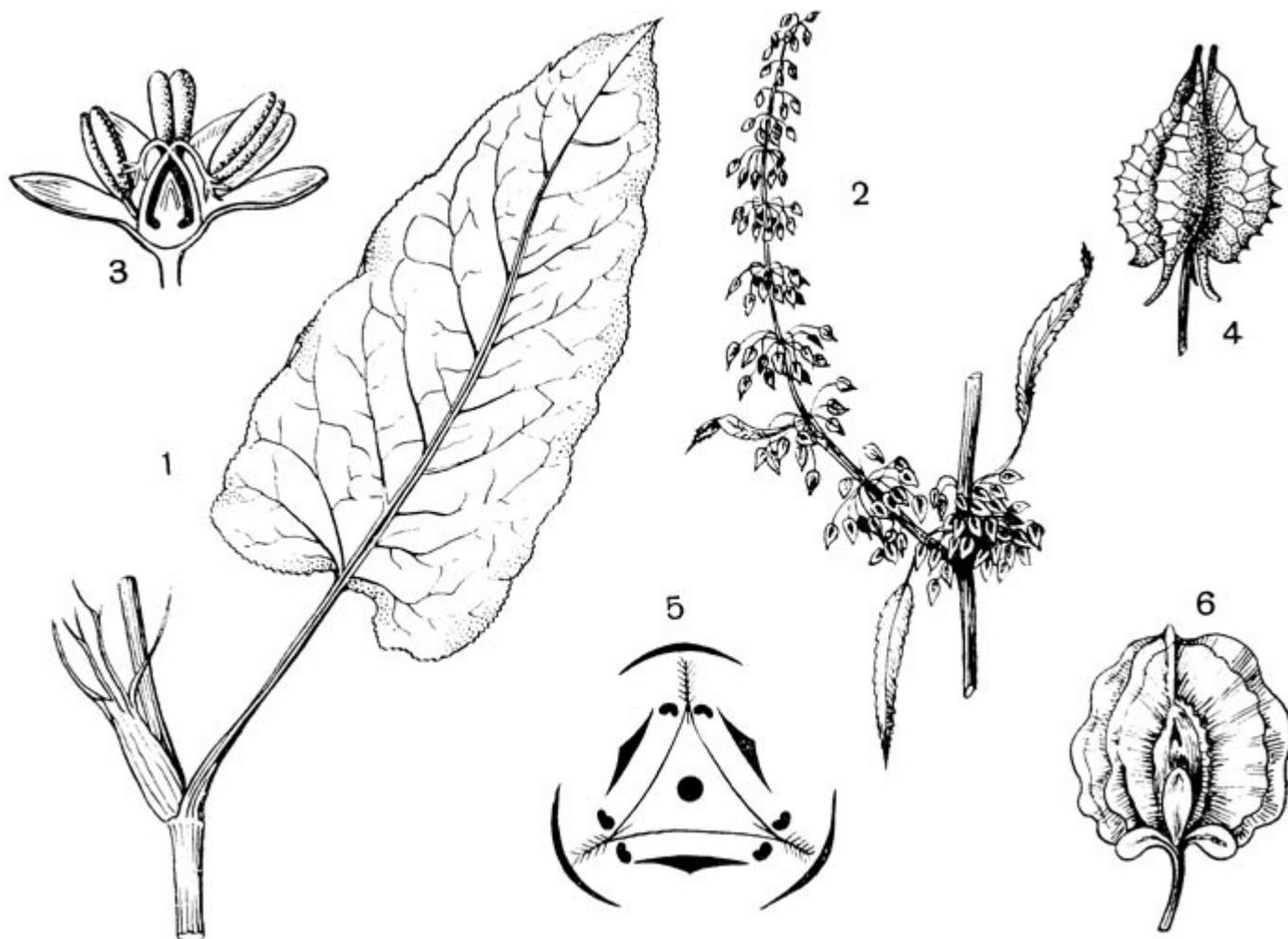


Рис. 104. Семейство Гречишные. Щавель туполистный (*Rumex obtusifolius*): 1 - часть побега с листом; у основания черешка виден раструб; 2 - часть соцветия; 3 - продольный разрез цветка; 4 - плод, окруженный внутренними листочками околоцветника; 5 - диаграмма цветка. Ревень (*Rheum Maximoviczii*) 6 - плод

Часть веточки с листом и раструбом следует нарисовать, так как присутствие раструба - важнейший признак семейства гречишных. Цветки собраны в ветвистые кистевидные соцветия, все ветви которых у нашего вида приподняты кверху. На оси соцветия расположенные в пазухах листьев цветки образуют полумутовки.

Следует обратить внимание на цветоножки. В нижней половине своей каждая из них имеет рубчик - сочленение, а под цветком расширяется. Возьмем цветок и рассмотрим его. Первое, что нам бросится в глаза, - это простой чашечковидный околоцветник, листочки которого расположены в два круга, и внутренние из них имеют вздутия - желваки. Листочки наружного круга мелкие и со спинки килеватые. Кроме желваков, листочки внутреннего круга имеют у своего основания два-три зубца (с каждой стороны). Затем мы увидим шесть тычинок, расположенных против листочков наружного круга околоцветника. Тычинки эти есть результат раздвоения наружных трех, что видно и из попарного их расположения. Тычинки же внутреннего круга не развились совсем. В центре цветка помещается пестик с трехгранной завязью и тремя кистевидными рыльцами. Кистевидные рыльца - родовой признак щавеля и являются приспособлением к опылению с помощью ветра. На поперечном разрезе плодика видны изогнутый зародыш семени и мучнистый белок в центре. Здесь, следовательно, форма и расположение семядолей зародыша такие же, как и у центрo-семенных. Плод - трехгранный орешек. Рассмотрим старые цветки, в которых уже созрели плодики. Здесь

наружные листочки околоцветника засохли, а внутренние разрослись при плоде, охватывая его. Эти листочки-крылышки служат для полета, так как плоды многих видов щавеля разносятся ветром (рис. 104, 4).

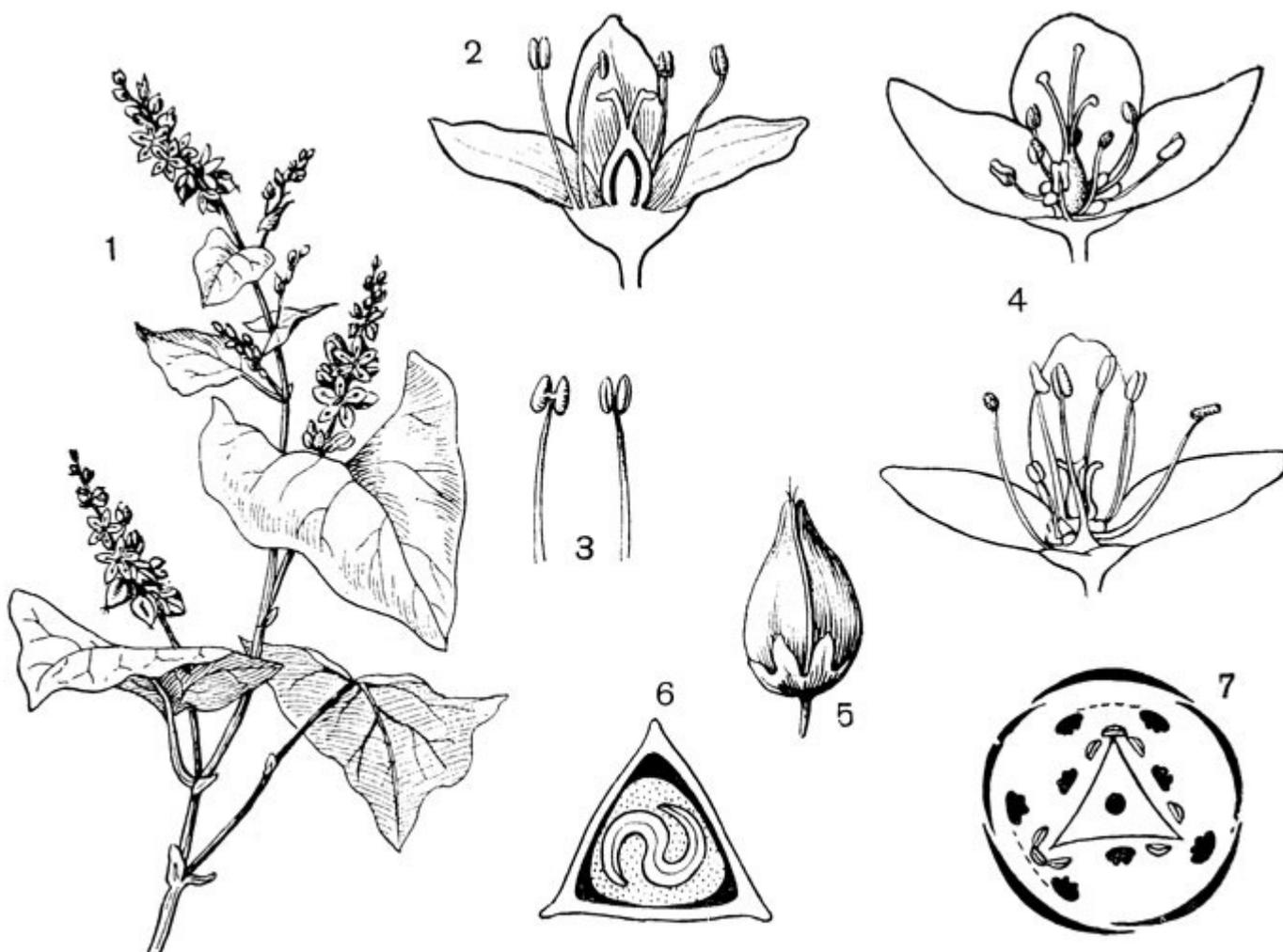


Рис. 105. Семейство Гречишные. Гречиха посевная (*Fagopyrum sagittatum*): 1 - часть цветущего побега; 2 - цветок в разрезе 3 - тычинки; 4 - длинно- и короткостолбчатые цветки; 5 - плод; 6 - он же в поперечном разрезе; 7 - диаграмма цветка

Мы видели, что цветок щавеля построен по типично однодольному плану (трехчленные круги). Однако щавель по всем признакам - растение двудольное: в зародыше его всегда две семядоли.

В таком плане строения цветка проявляется известная связь семейств гречишных с многоплодниковыми, у которых также встречаются трехчленные цветки (вспомним лавровые, барбарисовые и чистяк из лютиковых). Так же, как и у щавеля, построены цветки ревеня (*Rheum*); от щавеля он отличается сильно крылатыми плодами, огромными прикорневыми листьями и головчатыми рыльцами.

Среди гречишных, однако, есть и другая группа форм. Ее представители характеризуются ярким венчиковидным околоцветником, обычно пятерного типа, и опыляются насекомыми. Рассмотрим из них гречиху.

**Гречиха посевная** (*Fagopyrum sagittatum*) (рис. 105) - широко известное культурное однолетнее растение, семена которого используются для изготовления крупы и муки. Родина гречихи - Восточная Азия.

Отметим следующее: сердцевидно-стреловидные очередные листья, густые пазушные кисти бледно-розовых цветков, образующих раскидистую метелку.

Цветок гречиши, рассмотренный с помощью лупы, даст нам следующую картину его строения:

1) околоцветник из пяти листочков;

2) восемь тычинок в двух кругах. Тычинки рассмотрим тщательно. Дело в том, что здесь с одной стороны, происходит раздвоение тычинок, а с другой - идет и процесс редукции их (до пяти). При этом обычно две тычинки наружного круга удваиваются, а тычинки внутреннего круга (в той или иной степени) редуцируются. У гречиши наружный круг тычинок состоит из пяти, из них две пары сближенные по две - результат раздвоения, а пятая тычинка нормальная. Внутренний круг состоит из трех тычинок;

3) у основания тычиночных нитей имеется нектарник в виде дисковидного расширения цветоложа. Гречиша опыляется главным образом пчелами. Цветки издают сильный медовый запах, и она является медоносным растением. Завязь трехгранная, как у всех гречишных, рыльца головчатые. Плод - трехгранный орешек, при котором околоцветник остается, но не разрастается;

4) освободим зародыш семени гречиши и увидим, что он прямой, с поперек сложенными семядолями и окружен белком. Этим гречиша отличается от всех остальных членов семейства, у которых, как мы видели на примере щавеля, зародыш изогнут и занимает периферическую часть семени, а в центре семени находится белок;

5) сравнивая отношение длины столбиков к длине тычинок в разных цветках, отметим у гречиши явление гетеростилии.

Гречишные, как мы видели, довольно интересное семейство. Его представители обладают целым рядом морфологических черт, часто очень высокой степенью специализации. К их числу можно отнести кистевидные рыльца ветроопыляемых форм, нектарники, явления гетеростилии и протандрии у насекомоопыляемых форм, а также большие соцветия и яркие цветки (например, у горца бухарского в горах Средней Азии). Они также хорошо приспособлены к условиям обитания. Гречишные распространены по всему земному шару, от тундры и альпийских поясов гор до тропиков.

## **Однопокровные**

### **Порядок Ивоцветные - Salicales**

К этому порядку относятся растения, родственные отношения которых не совсем ясны. Цветки их лишены околоцветника и защищены только прицветными чешуйками.

Представители семейства ивовых - деревья и кустарники, типичные обитатели стран с умеренным климатом (главным образом в северном полушарии). Некоторые виды этого семейства, обитая далеко на севере, приобретают стелющуюся, карликовую форму.

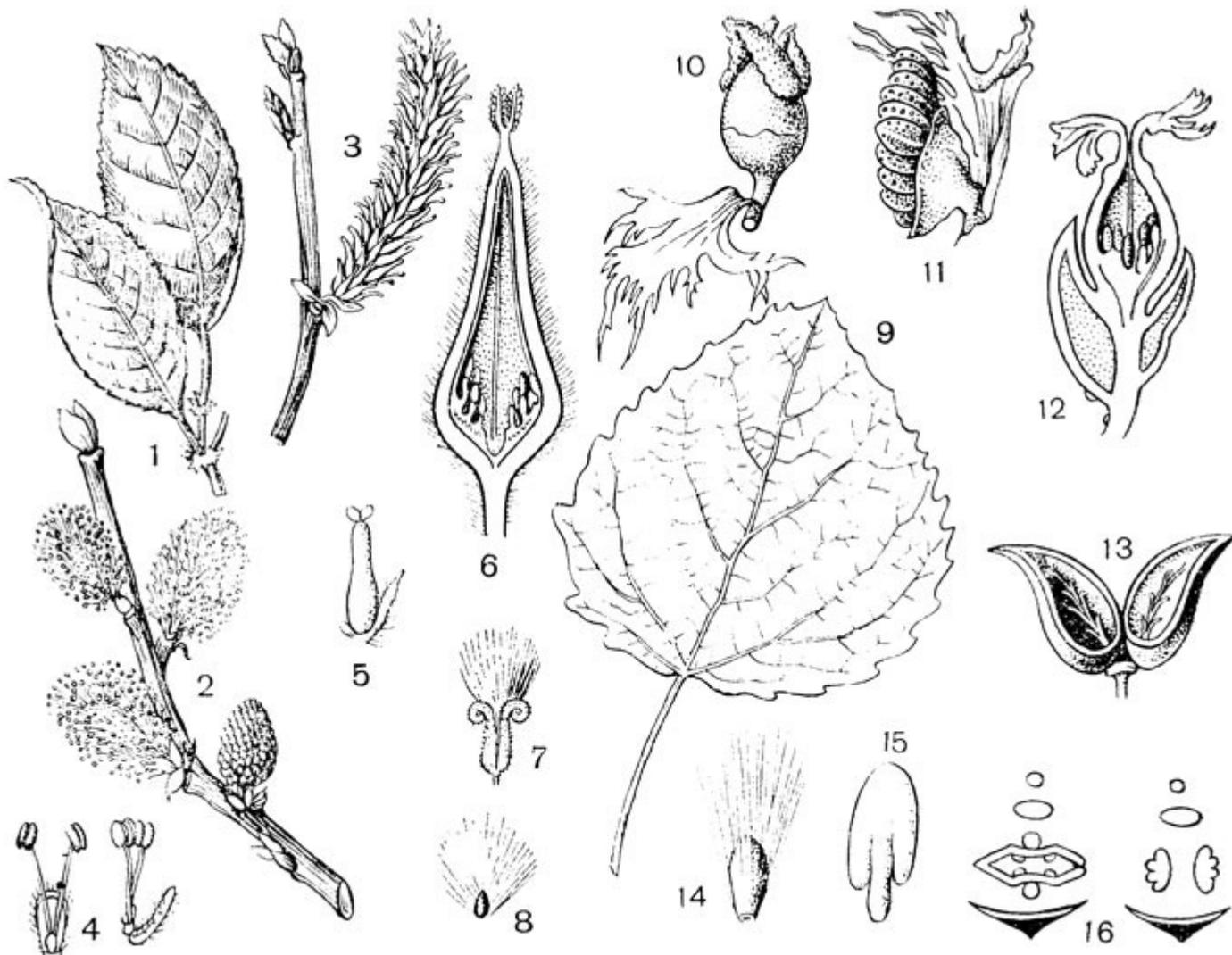


Рис. 106. Семейство Ивовые. Ива козья (*Salix caprea*): 1 - часть олистивенного побега; видны прилистники; 2 - ветвь с ♂ соцветиями; 3 - ветвь с ♀ соцветиями; 4 - ♂ цветки; 5 - ♀ цветок (во всех цветках видны нектарные железы); 5 - завязь в разрезе; 7 - плод; 8 - семя. Осина (*Populus tremula*): 9 - лист. Тополь черный (*Populus nigra*): 10 - ♀ цветок; 11 - ♂ цветок; 12 - пестик в разрезе; 13 - открывшийся плод; 14 - семя; 15 - зародыш; 16 - диаграммы ♀ и ♂ цветков ивы (слева направо)

Род Ива (*Salix*) (рис. 106, 1 - 8) очень многочислен (только в СССР насчитывается около 170 видов ив и большое число гибридных форм). Материал для изучения следует собирать ранней весной (с одного дерева) и анализировать его в свежем виде (можно хранить в спирте). Так как ивы цветут до распускания листьев, то гербарные образцы надо собирать в два приема: в цветущем состоянии и (позже) с листьями и зрелыми плодами (в апреле первый сбор, а в мае второй). При сборах надо помнить, что ивы - растения двудомные и на занятиях должны быть во всех частях представлены мужские и женские их экземпляры.

Рассматривая гербарные образцы ивы, отметим, что листья у нее очередные, простые и с прилистниками. Ввиду того что прилистники рано опадают, смотреть их надо на веточках молодых, с едва распустившимися листьями.

Возьмем тычиночную и пестичную сережки и рассмотрим их.

Тычиночная сережка плотная и состоит из массы отдельных цветков. Отделим иглами несколько из них и рассмотрим. Каждый цветок состоит из прицветника и тычинок, которых у разных видов ивы бывает от одной до нескольких. Тычинки располагаются в пазухе прицветника, а ближе к оси соцветия мы заметим нектарную железку в виде овального или цилиндрического выроста (иногда их два). Прицветник опущен.

Плодущая сережка построена так же, как и тычиночная, и на ней располагается много пестичных цветков. Рассматривая их, отметим, что они лишены околоцветника, а пестик располагается в пазухе прицветного листа. Пестик сидит на ножке, и столбик его имеет два рыльца. Пестик произошел из двух плодолистиков. У основания его имеется нектарная железка. Вследствие раздельнополости цветки ив опыляются, конечно, перекрестно. Однако в отличие от других членов семейства опыление здесь производят насекомые, хотя не исключено и ветроопыление. Нектарные железки выделяют много сладкой жидкости. Ивы душисты, и пыльца их липкая. Сделаем продольный разрез пестика ивы иглами, вскроем завязь его и увидим, что она одногнездная и содержит много семяпочек на постенных семяносцах.

Возьмем зрелый плодик и отметим, что он относится к категории коробочек и открывается двумя заворачивающимися створками. Семена снабжены волосками и распространяются ветром. В заключение определим вид ивы, который мы исследовали.

**Тополь** (*Populus*) (рис. 106, 9 - 16). Любой вид рода Тополь может быть использован нами для знакомства с его морфологическими особенностями.

В нашей стране насчитывается около 30 видов тополя. Это быстрорастущие деревья и поэтому часто используемые для озеленения. Характерны почки тополя, покрытые смолистыми липкими чешуями. Листья у тополя обычно широкие, иногда снизу беловойлочные, например у **тополя серебристого** (*Populus alba*).

Рассмотрим широко распространенную у нас **осину** (*Populus tremula*). На ветвях осины располагаются округлые, с коротким остроконечием листья, пластинка которых по краю зубчатая. Черешки в верхней части сплюснутые, подвижно соединены с пластинкой, и лист постоянно колеблется - дрожит, даже при едва уловимом движении воздуха.

Пестичные цветки у тополей собраны в редкую поникающую кисть, которая называется женской сережкой. Положим эту сережку осины на столик лупы и отметим крупные дланевиднорассеченные реснитчатые по краю прицветные чешуи, пестик, окруженный полубокальчиком, который рассматривается как диск, т. е. вырост цветоложа. Диск сидит на короткой ножке, он голый или реснитчатый по краю. На коротком столбике пестика располагаются два больших лопастных пурпуровых рыльца (рис. 106, 10). Нектароносных железок нет, тополь опыляется ветром. Продольный разрез пестика необходим, так как в этом случае особенно хорошо видны постенные семяносцы с семяпочками на них. Плод, так же как у ивы, открывается створками, семена с волосками. Тычиночные сережки у осины массивные и производят большое количество пыльцы. Рассмотрим цветки.

Тычиночный цветок также сидит в пазухе прицветника, рассеченного на нитевидные доли. Диск здесь разрастается в виде щитовидной площадки, и на ней сидит большое число (до 40 у разных видов тополя) тычинок с красноватыми (в начале цветения) пыльниками (рис. 106, 11). Формула цветков ивовых: ♂  $P_0A_2$  - ~ ♀  $P_0G_{(2)}$

Ивы и тополя обладают сильно развитой способностью к вегетативному размножению, чем широко пользуются при их разведении (их размножают не только специальными черенками, но и просто кольями, забитыми в сырую землю).

## Порядок Букоцветные - Fagales

Букоцветные - исключительно древесные растения, характерной особенностью которых являются цветки с простым, невзрачным околоцветником или совсем без него. Цветки, подобно ивовым, раздельнополые, но растения однодомные; тычиночные, а часто и пестичные цветки собраны в колосовидные поникающие соцветия - сережки. К букоцветным принадлежат многие важнейшие лиственные породы умеренных стран (березы, ольхи, дубы, буки, грабы, каштаны, лещины и др.). Это также древние цветковые растения Земли. Завязь у всех нижняя, одно-, шестигнездная, но плод одногнездный (орех). Опыляются с помощью ветра.

### Семейство Березовые - Betulaceae

Представители этого семейства - деревья, кустарники, а в полярных и высокогорных областях приобретают карликовую форму кустарничков.

Рассмотрим несколько представителей семейства.

**Береза поникшая** (*Betula pendula*) (рис. 107, 1 - 7). Это наша белая береза - одно из широко распространенных в лесной и лесостепной зоне растений. Она растет в смеси с другими хвойными и лиственными породами или образует чистые рощи. Тонкие ветви этой березы часто поникают.

Соцветия березы формируются в конце лета и расцветают на следующий год ранней весной (в начале мая), до распускания листьев, поэтому для занятий можно использовать свежий материал. Плоды собираются позднее.

Изучая растение, отметим следующее:

кора на молодых веточках красно-бурая, поверхность их усеяна смолистыми бородавочками;

листья характерной треугольно-яйцевидной формы, с острой вершиной и почти плоскосрезанным основанием. Край листовой пластинки зубчатый;

мужские и женские соцветия возникают на разных побегах: первые по два-три сидят на верхушках прошлогодних побегов, а вторые - по одному на коротеньких веточках этого года. Те и другие соцветия в виде сережек. Рассмотрим их.

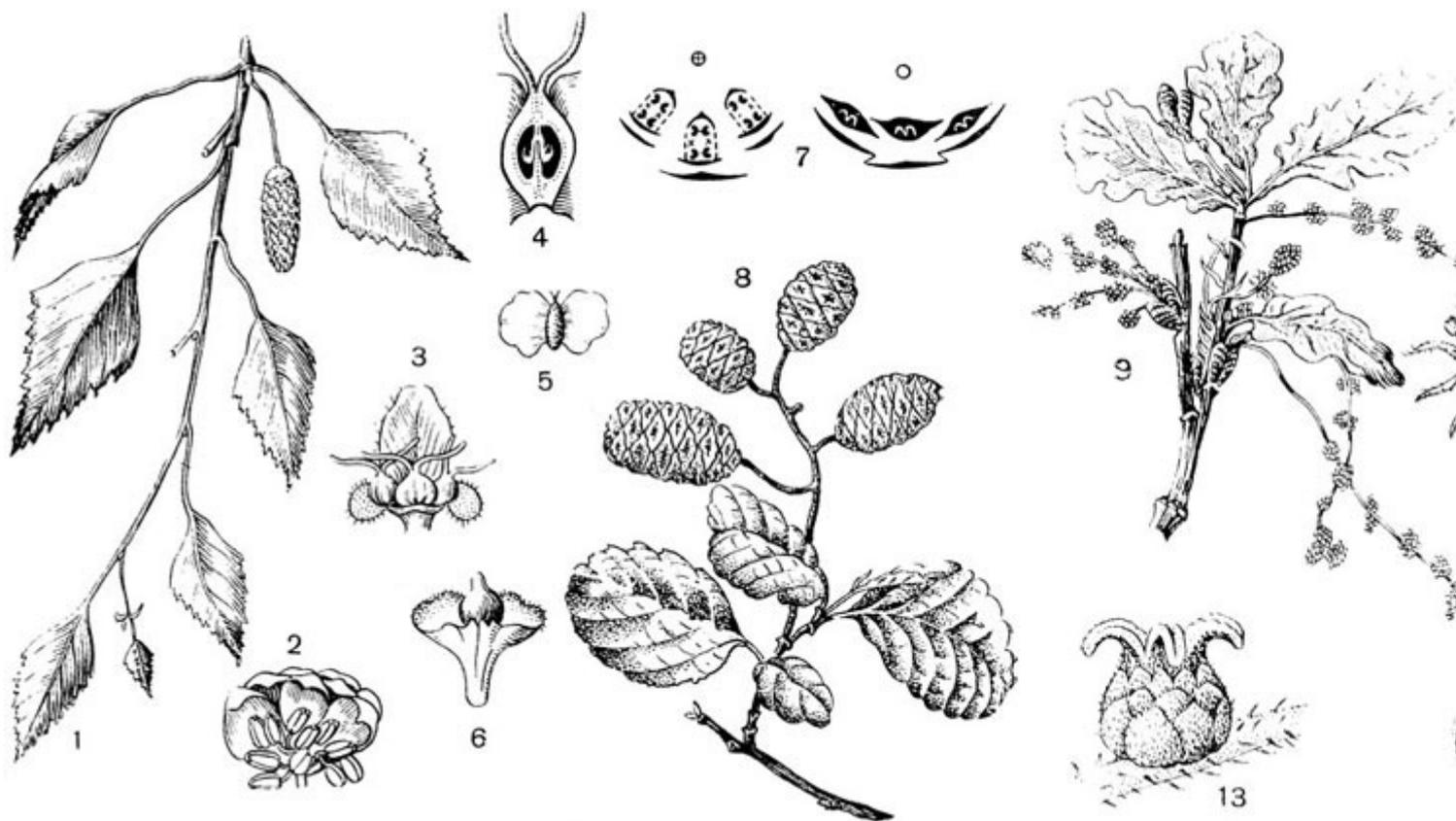


Рис. 107. Порядок Букоцветные. Береза поникшая (*Betula pendula*): 1 - ветвь с плодушей сережкой; 2 - дихазий; 3 - дихазий; 4 - завязь в разрезе; 5 - плод; 6 - кроющая чешуя плода; 7 - диаграммы и дихазиев. Ольха клейкая (*Alnus glutinosa*): 8 - ветвь с созревающими плодами. Дуб черешчатый (*Quercus robur*): 9 - ветвь с сережками; 10 - часть сережки с цветками; 11 - у цветов; 12 - ветвь с желудями; 13 - одноцветковый дихазий, окруженный прицветниками; 14 - он же в разрезе; хорошо видна нижняя завязь; 15 - теоретическая диаграмма 9 дихазия дуба

Сережка тычиночная длинная, и на ее оси на коротких ножках располагаются пучочки (дихазий) цветков (рис. 107, 2). Каждый дихазий сидит под защитой кроющей чешуйки. Отгибая ее, мы увидим, что к ней по бокам приросли еще две прицветные чешуйки, принадлежащие среднему цветку пучочка (у остальных двух цветков они недоразвиваются). Всего цветков, следовательно, три. Работая иглами, разберемся в них. Каждый цветок имеет околоцветник, состоящий из двух листочков (причем верхний больше нижнего и лучше виден), супротивно которым располагаются две тычинки. Нам кажется, что тычинок больше. Попробуем иглой отделить тычинку у самого ее основания и рассмотреть отдельно. Мы обнаружим, что ее нить и пыльники двураздельные, а каждый из пыльников всего двугнездный (т. е. половинный).

Пестичная сережка построена так же, но только в пазухе каждой кроющей чешуйки располагается по три голых пестичных цветка. Кроющая чешуйка трехлопастная, средняя ее лопасть представляет собой лист, а боковые - приросшие к нему прилистники. Каждый цветок состоит из пестика с двумя рыльцами и двугнездной завязью. Вскрыв ее, мы увидим, что в каждом гнезде по одной семяпочке. Однако если мы при этом возьмем

зрелые плодики березы, то увидим, что плодик содержит только одно семя. Это происходит потому, что одна из семяпочек недоразвивается. Орешки березы снабжены крыльями и распространяются ветром. Женская сережка при созревании плодиков рассыпается, причем отваливаются и кроющие чешуйки каждого пучочка.

**Ольха клейкая** (*Alnus glutinosa*) (рис. 107, 8) характеризуется почти круглыми клейкими листьями. Обитает обычно по берегам рек, на травяных болотах, у выхода ключей, на топях. Вследствие этого считается незаменимой породой для облесения топей, трясин, болот.

Отметим, что тычиночные и пестичные сережки ее собраны в виде кистей: тычиночные - на вершине побегов, а пестичные возникают рядом из пазушной почки. Пестичные сережки округлые, маленькие.

Анализ тычиночной сережки покажет нам, что на ней также группами (по три) сидят цветки, защищенные слегка шлемовидной кроющей чешуей. Отгибая ее иглами, заметим, что под ней располагаются еще четыре прицветных чешуйки - по две против каждого из боковых цветков. Затем отделим цветки. Каждый тычиночный цветок ольхи имеет околоцветник из четырех сросшихся листочков и четыре тычинки, расположенные против них.

Пестичная сережка построена почти аналогично. На оси ее под защитой таких же пяти чешуи (одна кроющая и по две прицветных) располагаются цветки. Раздвигая их иглами, увидим, что здесь в пучочке цветков всего два. Цветки голые, и каждый состоит из пестика с двумя рыльцами и двугнездной завязью.

Разварим хорошенько зрелые пестичные сережки ("шишечки") ольхи. Сделав поперечный разрез, иглами выделим чешуи и плодики. Кроющая и прицветные чешуи здесь срастаются и деревенеют, поэтому зрелая пестичная сережка ольхи похожа на шишку. Плодики плоские, красновато-бурые, с узкой каймой по краю. Оболочка плодиков почти прирастает к семени, следовательно, их можно в сущности отнести к семянкам, а не к орешкам. Сравнивая цветки березы и ольхи, мы можем сделать вывод, что у последней цветки менее редуцированы, чем у березы. Формулы цветков: березы -  $\sigma^1 P_2 A_2$ ,  $\text{♀ } P_0 G_{(2)}$ ; ольхи -  $\sigma^1 P_{(4)} A_4$ ,  $\text{♀ } P_0 G_{(2)}$ .

Изучение двух представителей показало, что члены семейства березовых имеют очередные листья с прилистниками, растения здесь однодомные, цветки собраны в сложные соцветия - сережки, на осях которых располагаются трехцветковые частные соцветия - дихазии. Околоцветник простой, в цветках пестичных полностью редуцирован, тычинок бывает от двух до двенадцати, пестик образован двумя плодолистиками, плоды - орехи, снабженные то крылом для полета, то плюской - оберткой из сросшихся прицветников.

**Дуб черешчатый** (*Quercus robur*) (рис. 107, 9 - 15). Является в СССР лесообразующей породой. Дубравы Европейской части СССР - это леса из дуба черешчатого с примесью некоторых других лиственных пород. Дуб черешчатый засухоустойчив и поэтому является важнейшей древесной породой для степных полей защитных полос. Дуб очень большой род; в пределах нашей страны растет больше 20 его видов. Особенно много видов в лесах Кавказа, особые виды в Крыму, на Дальнем Востоке. В диком состоянии дуб не растет в Сибири и в Средней Азии.

Тычиночные соцветия представляют собой тонкие повислые сережки с расставленными цветками и чешуями у их основания. Цветки одиночные с пятилопастным околоцветником. Лопасты его тонкие и длинные, с ресничками по краям. Тычинок пять (иногда шесть), супротивных листочкам околоцветника (рис. 107, 9, 10, 11).

Пестичные соцветия возникают в пазухах верхних листьев тех же молодых побегов, на которых сидят тычиночные сережки. Они представляют собой одноцветковые пестичные дихазии (другие два цветка дихазия недоразвиваются). Прицветники их блюдцевидно сростаются при основании каждого женского цветка, и в молодой цветке еще видны отдельные чешуйки, составляющие как бы обертку его. Пестик имеет три очень больших рыльца, сидящих, на коротких столбиках и трехгнездную завязь. В каждом гнезде ее имеется вначале по две семяпочки, затем возникают вторичные перегородки и делят завязь на шесть гнезд, по одной семяпочке в каждом. Однако развивается только одно, гнездо с его семяпочкой. В цветке имеется слабо развитый околоцветник из шести листочков. Он обычно почти незаметен. Для того чтобы лучше рассмотреть строение пестичного цветка, следует разрезать его вдоль. На срезе будет хорошо видно, что завязь нижняя и маленькие листочки околоцветника находятся над ней. Так же хорошо видны и сросшиеся, налегающие друг на друга прицветники (между ними и цветком имеется свободное пространство). Возьмем зрелый плод дуба желудь и посмотрим, как изменились прицветники, окружающие цветок. Они совсем срослись и теперь имеют вид блюдечка, совершенно цельного, и составляющие его листочки едва (у нашего вида) различимы на поверхности его. Образовалась так называемая плюска. Возникновение такой обертки - плюски - является характерной особенностью семейства буковых, которое поэтому и носит еще одно название - плюсконосных. Исследование цветков дуба позволит нам отметить еще одно весьма интересное обстоятельство: пестичные цветки здесь тройного типа, как это свойственно некоторым многоплодниковым и однодольным. (Сравните формулы цветков дуба: мужского -  $P_{(5)}A_{5-6}$  и женского -  $P_6\bar{G}_{(3)}$ .)

## **Вторичнопокровные Пятикруговые**

### **Порядок Верескоцветные - Ericales**

Верескоцветные являются представителями спайнолепестных цветковых растений, у которых еще, как у раздельнолепестных сохраняется пятикруговой тип цветка.

Сюда относятся небольшие деревья или кустарники. Среди вересковых много вечнозеленых (вереск, рододендроны и др.) с кожистыми широкими игольчатыми или чешуевидными листьями.



Рис. 108. Порядок Верескоцветные. Багульник болотный (*Ledum palustre*): 1 - цветущая ветвь; 2 - цветок в разрезе и тычинка его. Вереск обыкновенный (*Calluna vulgaris*): 3 - цветущая ветвь. Ерика (*Erica carnea*): 4 - цветущая ветвь. Рододендрон (*Rhododendron*): 5 - цветок. Брусника (*Vaccinium vitis-idaea*): 6 - диаграмма цветка; 7 - ветвь с цветками; 8 - цветок; 9 - цветок в разрезе; 10 - тычинка; 11 - плоды. Черника (*Vaccinium myrtillus*): 12 - тычинка; 13 - цветок в разрезе; 14 - диаграмма цветка

**Багульник болотный** (*Ledum palustre*) (рис. 108, 1, 2). Уже в мае на торфяных болотах зацветает кустарник с большими соцветиями из белых цветков, издающих, как и все растение, одуряющий запах. Это цветет багульник - ветвистый кустарник (до 1,5 м высотой). Для него характерно следующее:

1) густое ржавое опушение нижней стороны листьев, верхушек ветвей, цветоножек. При 20 X окуляре лупы видно, что опушение железистое. Волоски на вершине несут головки, наполненные бурым содержимым. Это эфирное масло. Внимательно присмотревшись, заметим, что, помимо длинных железистых волосков, указанные части растения (особенно цветоножки) покрыты еще короткими железистыми чешуйками, которые почти сплошным панцирем одевают эпидермис;

2) листья кожистые, линейные, с завернутыми назад, как у ксерофитов, краями;

3) соцветия большие, щитковидные.

Рассмотрим цветок. Чашечка маленькая, из пяти сросшихся листочков. Лепестков пять, они белые, свободные и скоро опадающие. Отделяя иглами лепестки, отметим, что они яйцевидной формы, с короткими ноготками и с нижней стороны тоже покрыты железистыми чешуйками. Тычинки в числе десяти, в двух кругах; пыльники на длинных нитях, превышающих лепестки. Нити у основания расширены и волосисты. Особенного внимания заслуживают пыльники. Пыльцевые мешки короткие, выростов на спинках не имеют, открываются широкими дырочками на вершине. Завязь у багульника верхняя, а вокруг нее хорошо виден нектароносный диск. Если мы разрежем завязь поперек, то обнаружим, что она пятигнездная и в гнездах ее много семян. Найдем зрелые плоды-коробочки: они открываются створками. Формула цветка:  $K_{(5)}C_5A_{5+5}G_{(5)}$ .

Багульник служит примером вересковых, имеющих раздельнолепестный венчик и верхнюю завязь. У обыкновенного **вереска** (*Calluna vulgaris*) (рис. 108, 3) плод тоже коробочка, опушенная, четырехгнездная и все части цветка также четырехчленные. Интересной особенностью цветка вереска является крупнолистная его чашечка, листочки которой превышают венчик и ярко окрашены в розовый или белый цвет. Венчик же у вереска сростный, колокольчатый, остающийся при плодах вместе с чашечкой. Тычинок восемь, и пыльники открываются продольными щелями. Зацветает вереск поздно - в августе. У рододендрона цветки также пятерные и немного неправильные (рис. 108, 5).

#### Семейство Брусничные - *Vacciniaceae*

**Брусника** (*Vaccinium vitisidaea*) (рис. 108, 7 - 11) - растение, очень широко распространенное в лесной и отчасти тундровой зоне. Брусника является вечнозеленым цветковым растением наших северных стран. Листья у нее кожистые, блестящие. Цветет брусника в мае - июне.

Рассматривая гербарный экземпляр брусники, отметим, что ее цветки располагаются в верхушечных поникших кистях. Каждый из них имеет цветоножку (короткую) и два прицветника у основания.

Розовые или беловатые венчики правильные, сростные, как и чашечка. Число зубчиков венчика и чашечки обычно равно пяти, но бывает и по четыре зубчика. Венчик колокольчатый. Вскроем трубку его и развернем. Здесь увидим восемь-десять тычинок на коротких волосистых нитях. Чашелистики, венчик и тычинки располагаются по краю цветоложа, над завязью. Следовательно, завязь у брусники нижняя; плод - ягода. Очень интересными являются пыльники брусники (рис. 109, 10). Каждый мешочек их имеет отросток, открывающийся дырочкой на вершине. Через это отверстие и высыпается пыльца. Пестик имеет очень длинный столбик. Разрежем завязь поперек и увидим, что она содержит много семян полулунной формы, располагающихся в ее пяти гнездах. Такого же типа, т. е. пяти-, иногда четырехчленные, сростнолепестные с нижней завязью, цветки у черники и голубики. У черники пыльники на спинке снабжены рожками (рис. 108, 12). Поэтому порядок верескоцветных иногда называют *Vicornes* - двурожковыми.

**Клюква болотная** (*Oxycoccus quadripetala*) отличается от представителей рода *Vaccinium* стелющимися побегами и четырехчленным строением цветков. Завязь у нее также нижняя и плод - четырехгнездная ягода. Рассматривая цветок клюквы, отметим характерную его особенность - колесовидный венчик с отогнутыми вниз лопастями.

Итак, мы видели, что у верескоцветных господствуют пятикруговые цветки и обычная их формула:  $K_{(5)}C_{(5)}A_{5+5}G_{(5)}$  (реже -  $K_{(4)}C_{(4)}A_{4+4}G_{(4)}$ ). Завязь у вересковых верхняя, а у брусничных нижняя. Как мы знаем, у большинства сростнолепестных растений типичными цветками являются четырехкруговые, т. е. цветки с одним кругом тычинок. Пятикруговые цветки больше свойственны растениям с отдельными венчиками. Действительно, целый ряд признаков сближают представителей порядка верескоцветных с раздельнолепестными. В самом порядке также есть раздельнолепестные формы, например, рассмотренный нами багульник. Здесь же отметим, что и сростнолепестные формы у вересковых оказались необычными: у них тычинки никогда не прирастают к трубке венчика, как это бывает у других сростнолепестных, а всегда независимо прикрепляются к цветоложу.

## Четырехкруговые

### Группа порядков Трубноцветные - *Tubiflorae*

В эту группу объединяются довольно разнообразные растения как по внешнему виду, так и по происхождению. Общим для всех них является спайнолепестный венчик и присутствие только одного круга тычинок, вследствие чего цветок у них четырехкруговой, пятичленный, но в случае его зигоморфности наблюдается уменьшение числа частей, главным образом тычинок. Пестик состоит обычно из двух сросшихся плодолистиков. Семяпочки, как и у зонтичных, с одним покровом, но завязь верхняя.

В биологическом отношении представители этой группы характеризуются очень высокой степенью приспособления цветков к опылению определенными группами насекомых.

### Семейство Пасленовые - *Solanaceae*

В группе трубкоцветных пасленовые - одно из примитивных семейств, так как цветки у них правильные и в наибольшей степени сохранили свой пятичленный тип. Сюда относятся растения (травы, кустарники, деревья), распространенные главным образом в тропической области. В умеренных широтах растут преимущественно травянистые формы.

Характернейшей особенностью семейства является присутствие у всех его членов различных алкалоидов, в результате чего многие из пасленовых являются важными лекарственными растениями; многие ядовиты. Рассмотрим несколько представителей семейства.

**Картофель** (*Solanum tuberosum*) (рис. 109) относится к большому роду **Паслен** (*Solanum*), и его научное название - **паслен клубненосный**. Родом он из Южной Америки.

Картофель - растение многолетнее, и под землей у него имеется корневище - столоны. Стебель покрыт прерывисто-перистыми листьями с непарным крупным листочком на вершине. Цветки собраны в двойные завитки с венчиками разной окраски - белыми, желтовато-розовыми, более или менее фиолетовыми. Следует обратить внимание на самую характерную особенность цветка рода Паслен (а также рода Помидор, рис. 109, 2, 5). В середине почти плоского широко открытого цветка возвышаются конусообразно сложенные тычинки. Плоский колесовидный венчик картофеля состоит из пяти сросшихся лепестков, трубка его очень короткая.

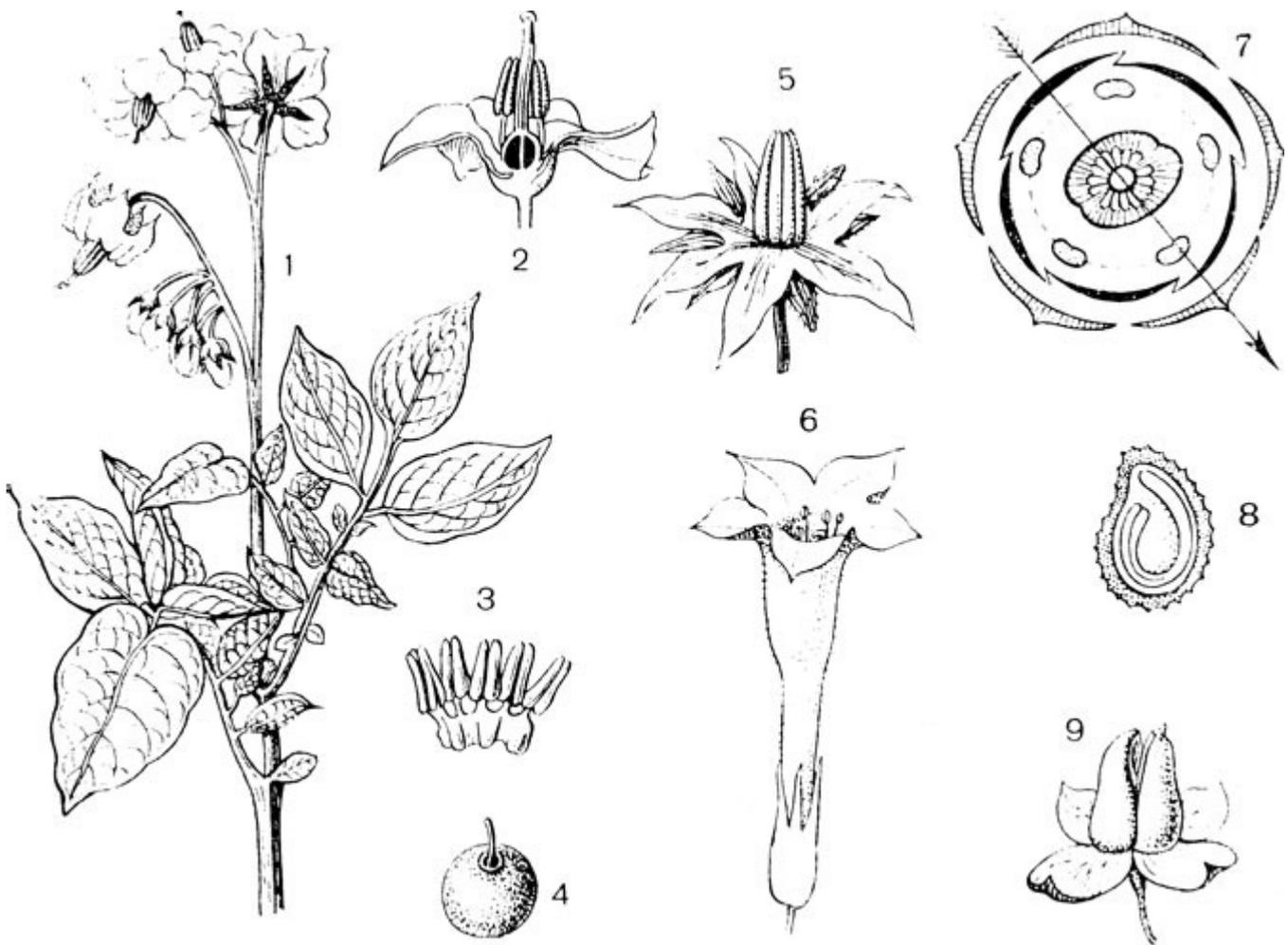


Рис. 109. Семейство Пасленовые. Картофель (*Solanum tuberosum*): 1 - цветущая ветвь; 2 - продольный разрез цветка; 3 - тычинки; 4 - плод. Помидор (*Lycopersicon esculentum*): 5 - цветок; 7 - диаграмма цветка. Табак виргинский (*Nicotiana tabacum*): 6 - цветок. Белена (*Hyoscyamus niger*): 8 - семя в разрезе. Табак-махорка (*Nicotiana rustica*): 9 - плод

Отделим венчик от цветоложа. На последнем останутся только чашечка и завязь, а тычинки и столбик, окруженный ими, вынем вместе с венчиком. Рассмотрим венчик, для чего иголкой вскроем трубку и развернем ее. К трубке венчика внизу приросли тычинки, чередуясь с его долями. Заслуживает внимания способ открывания пыльников. Возьмем одну из тычинок и положим в поле зрения 20 X лупы внутренней стороной кверху. На вершине пыльцевых мешков мы увидим дырочки, через которые и высыпается пыльца. Рассматривая чашечку, отметим, что в ее короткой трубке располагается завязь (столбик с

зеленым головчатым рыльцем мы отделили уже раньше). Отогнув листочки чашечки к цветоножке, разрежем ланцетом завязь поперек и рассмотрим ее. Она двугнездная с многочисленными семяпочками.

Плод у картофеля - ягода.

**Табак махорка** (*Nicotiana rustica*) - пример пасленовых с плодом-коробочкой (рис. 109,9).

Это однолетнее растение с очень большими широкими листьями. Все растение опушено густыми мелкими волосками и клейкими железками. Цветки собраны в метельчатые соцветия, венчики желтовато-зеленые.

Возьмем цветок табака и рассмотрим его. При этом мы заметим, что чашечка несколько неправильная: ее верхний зубец больше остальных четырех, тоже разных. Чтобы покончить с этой частью цветка, вскроем и удалим чашечку, а завязь разрежем поперек и рассмотрим. Она, как и у картофеля, двугнездная, с большим числом семяпочек, прикрепленных к очень толстой перегородке - семяносу. У основания завязи виден кольцевой нектароносный валик оранжевого цвета. Лопастей венчика также пять, трубка длиннее, чем у паслена, и в верхней части резко вздута. Лопастей венчика короткие, треугольные и широкие. Нити тычинок от основания к середине волосистые, и пыльники едва выдаются из трубки венчика. Все особенности строения цветка станут понятны, если мы посмотрим на них с точки зрения приспособления к перекрестному опылению. Расположение частей цветка здесь такое: а) нектар находится на дне цветочной трубки; б) трубка достаточно длинная, и, кроме того, она резко сужена в верхней части, вход туда закрывается еще и венцом из волосков, покрывающих тычиночные нити. В результате этого нектар доступен только для насекомых с достаточно длинным хоботком. Такими являются представители перепончатокрылых - пчелы и шмели, главным образом и опыляющие цветки табака. Плод - коробочка, содержащая очень мелкие семена.

**Помидор, томат** (*Lycopersicon esculentum*), отличается строением органов от картофеля. Результат этого сравнения нужно записать в виде таблицы, как это мы делали для лютиковых и розоцветных.

Сравнение родов Паслена (*Solanum*) и Помидора (*Lycopersicon*) покажет нам большую близость их друг к другу. Формула цветка пасленовых:  $K_{(5)}C_{(5)}A_5G_{(2)}$ .

Итак, в семействе пасленовых листья очередные или супротивные, прилистников нет. Соцветия цимозные, типа завитков, цветки пятичленные. Завязь состоит из двух плодолистиков, расположенных весьма своеобразно (рис. 109, 7) - косо по отношению к центральной плоскости цветка. Семяпочек много, сидящих на массивных семяносах. Плод - ягода или коробочка.

**Семейство Бурачниковые - Boraginaceae**

Также очень естественное семейство, любой из представителей которого может послужить его типом. В семействе господствуют травянистые формы, и область его

распространения - умеренные широты северного полушария. Наиболее характерными особенностями семейства являются следующие:

- 1) соцветие в виде типичного завитка (рис. 110);
- 2) жесткое опушение листьев и стеблей;
- 3) очередные простые листья без прилистников;
- 4) цветки пятерного типа, обычно правильные (за немногими исключениями), венчики их после опыления меняют свою окраску (обычно от розовой до голубой или фиолетовой);
- 5) дробный плод, состоящий из четырех орешков и возникающий из двугнездной (вначале) завязи. Опыление осуществляется насекомыми.

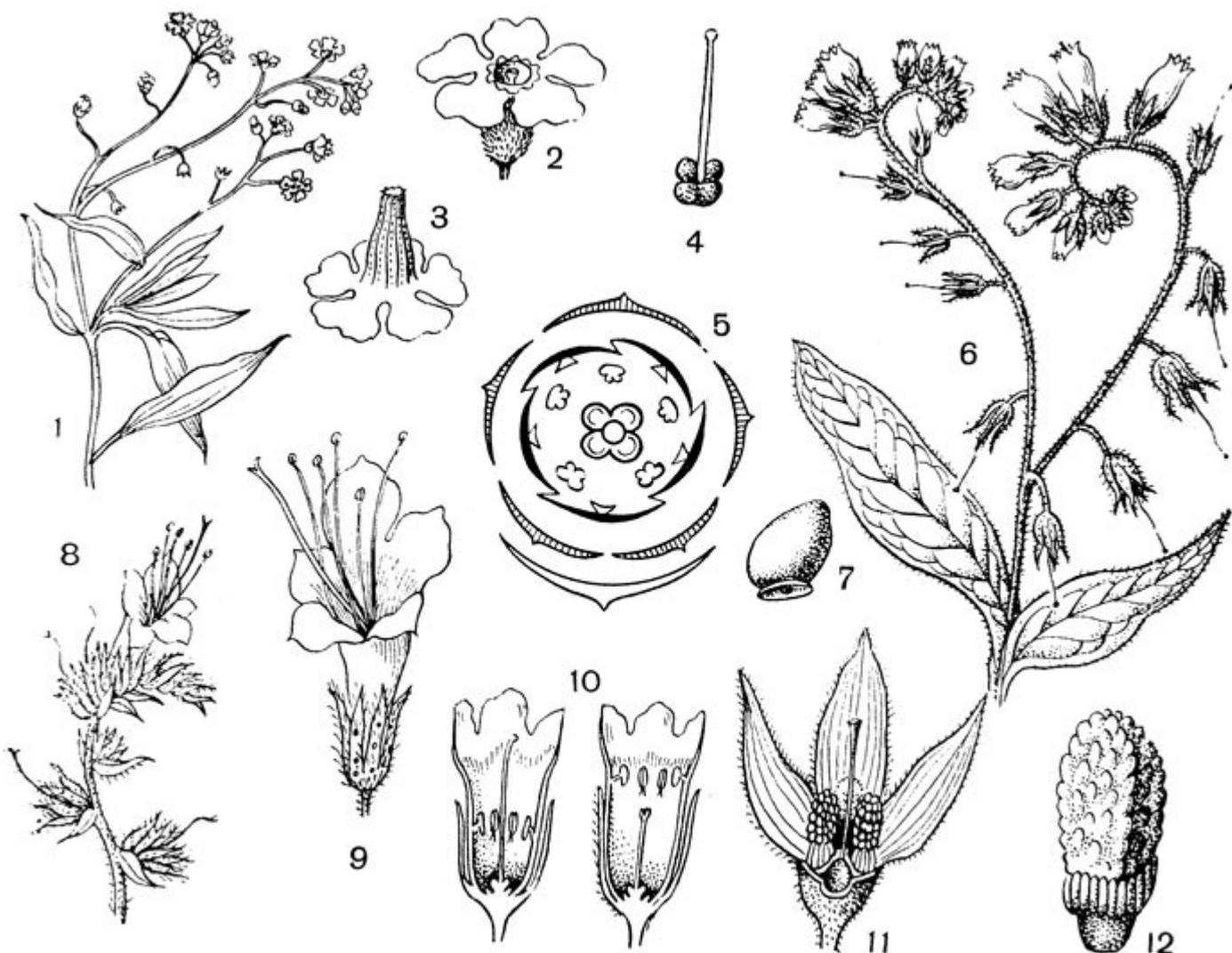


Рис. 110. Семейство Бурачниковые. Незабудка болотная (*Myosotis palustris*): 1 - цветущая ветвь; 2 - цветок; 3 - венчик снаружи; 4 - плод; 5 - диаграмма цветка. Окопник лекарственный (*Symphytum officinale*): 6 - ветвь с цветками; 7 - орешек. Синяк обыкновенный (*Echium vulgare*): 8 - часть соцветия; 9 - цветок. Медуница (*Pulmonaria*): 10 - длинно- и короткостолбчатые цветки. Бурачник (*Borago officinalis*): 11 - плод; 12 - отдельный плодик в увеличенном виде

С особенностями строения цветков мы познакомимся на специальных примерах.

**Незабудка болотная** (*Myosotis palustris*) (рис. 110, 1 - 5) распространена в пределах почти всей страны и цветет с ранней весны и до осени.

При изучении гербарного образца мы обратим внимание на характер опушения стеблей и листьев, тип соцветия, окраску венчика.

Возьмем лист незабудки и, положив его на столик лупы, рассмотрим волоски. Каждый волосок сидит на расширенном основании - бородавочке - и имеет форму иголки или шипика.

Рассмотрим цветок незабудки. Чашечка его немного короче трубки венчика и состоит из пяти сросшихся листочков. Венчик состоит также из пяти сросшихся лепестков. На границе трубки и его лопастей имеется пять ярко-желтых толстых выростов - чешуек, которые образуют колечко - привенчик, закрывающий нектар и препятствующий его испарению. Для удобства дальнейшего анализа цветка отделим венчик от чашечки, трубку венчика вскроем иглой и развернем ее. Трубка венчика короткая, и венчик по форме называется колесовидным. К внутренней поверхности трубки приросли пять тычинок с короткими нитями. Они чередуются с лопастями венчика. Пыльники их большие, а связники на верхушке клювовидно изогнуты.

Пестик остался в чашечке, поэтому придвинем ее в поле зрения и вскроем. Пестик имеет четырехлопастную верхнюю завязь, из середины которой выходит столбик с головчатым рыльцем. Пестик у бурачниковых состоит из двух сросшихся плодолистиков и вначале имеет два гнезда с двумя семязпочками в каждом. Затем часть наружной стенки каждого гнезда врастает внутрь его и делит гнездо на две камеры. В результате получается четыре камеры, содержащие по одной семязпочке, а завязь пестика с поверхности становится четырехлопастной. При созревании возникает дробный плод из четырех орешков (рис. 110, 4). Вокруг завязи хорошо выражен нектароносный валик. Отыщем на гербарном образце плодики и рассмотрим их. У нашего вида незабудки по спинному краю их имеются маленькие крючкообразные шипики. Они служат для распространения плодов. Цветок у бурачниковых, судя по только что исследованному образцу, правильный, четырехкруговой и, кроме пестика, пятичленный. Завязь верхняя. В цветке незабудки мы обнаружили целый ряд специальных приспособлений к перекрестному опылению, а в плодах - приспособления к распространению с помощью животных. У наших бурачниковых цветки четырехкруговые, правильные (за исключением одного рода, которым мы займемся позднее) с формулой:  $K_{(5)}C_{(5)}A_5 \underline{G}_{(2)}$ .

**Окопник лекарственный** (*Symphytum officinale*) (рис. ПО, 6-7) довольно часто встречается во влажных местах - у канав, ручьев, в оврагах. Отличительные особенности окопника следующие:

- 1) длинная трубка венчика и короткие его зубцы, в результате чего он уже не колесовидный, а колокольчатый;
- 2) придатки-чешуйки в зеве венчика большие, ланцетные и по краям усажены двумя рядами железок с крупными желтыми блестящими головками;
- 3) плодики имеют мясистые придатки, служащие приманкой для муравьев, распространяющих их.

**Синяк обыкновенный, румянка** (*Echium vulgare*) (рис. 110, 8 - 9), служит нам примером бурачниковых с зигоморфными цветками.

Растение многолетнее, обитающее на сухих местах, грубо-, даже колюче-шершавое. Завитки собраны в кистеобразное соцветие. Цветок синяка не имеет в зеве чешуек, венчик зигоморфный, тычинки значительно длиннее его. Все эти особенности относятся к родовым признакам нашего растения.

#### **Явление гетеростилии у бурачниковых**

Медуница неясная (*Pulmonaria obscura*). Анализируя цветки медуницы, отыщем среди них коротко- и длинностолбчатые формы. В зеве венчика вместо чешуек находятся пучки волосков. Плоды у нее, как и у окопника, имеют мясистые придатки и разносятся муравьями.

#### **Семейство Норичниковые - Scrophulariaceae**

Большая часть норичниковых - травянистые растения, но в тропических странах господствуют кустарники и деревья. В умеренных широтах одни живут в воде (некоторые виды вероники - *Veronica*), на сырых лугах и в лесах (марьянник - *Melampyrum*, погребок - *Rhinanthus*, вероника и др.), а иные - в степях и на сухих горных склонах (виды коровяка - *Verbascum*).

**Коровяк черный** (*Verbascum nigrum*) (рис. 111, 1 - 4) - пример норичниковых, имеющих почти правильные цветки, сохранившие еще пятерной тип строения.

При изучении гербарного образца необходимо обратить внимание на опушение растения, для чего следует отрезать край листа и рассмотреть его с помощью 20X лупы.

У коровяка классический тип ветвящихся волосков, которые создают настоящий войлок на поверхности стеблей и листьев. Наш вид сравнительно с другими опушен меньше. Коровяк - растение двулетнее. Его стеблевые листья очередные, большие, яйцевидные, на длинных черешках. Форма соцветия почти колосообразная.

Рассмотрим цветок. Чашечка небольшая, пяти-, шестизубчатая, ее ланцетные зубцы (как и цветоножка) покрыты волосками. При 20 X увеличении лупы можно увидеть, что она опушена двоякими волосками: длинными ветвистыми и более короткими железистыми с блестящими белыми головками. Вскроем иглой трубку чашечки и, развернув ее, увидим пестик. Завязь его округлая, мохнатая от опушения, а на вершине ее имеется длинный столбик с головчатым, покрытым белыми сосочками рыльцем. Трубка венчика короткая, отчего он имеет колесовидную форму; он состоит из пяти сросшихся лепестков (хотя лопастей и бывает иногда шесть в результате расщепления одной из них). Из трубки венчика в виде конуса выставляются тычинки. Вскроем иглой трубку венчика и

развернем ее. Мы увидим, что в цветке, во-первых, лепестки не все равны друг другу: нижний из них крупнее других, во-вторых, тычинок пять с мохнатыми нитями, густо покрытыми фиолетовыми железистыми волосками.

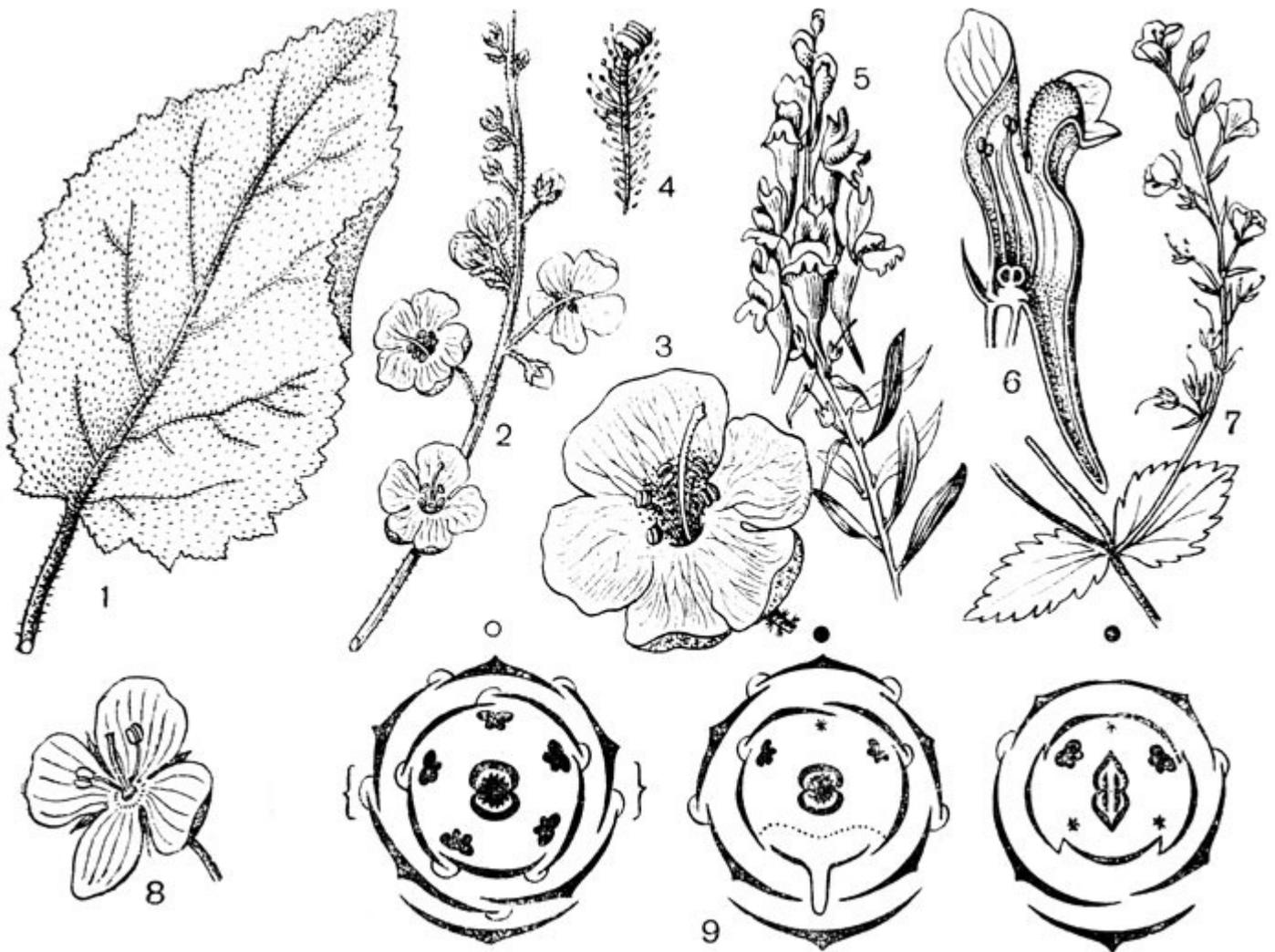


Рис. 111. Семейство Норичниковые. Коровяк черный (*Verbascum nigrum*): 1 - лист; 2 - часть соцветия; 3 - цветок (увеличен); 4 - одна из тычинок. Лянка обыкновенная (*Linaria vulgaris*): 5 - часть цветущей ветви; 6 - цветок в разрезе. Вероника дубровка (*Veronica chamaedrys*): 7 - ветвь с цветками; 8 - цветок; 9 - диаграммы цветков норичниковых (слева направо): коровяка, лянки, вероники

Для рода Коровяк вообще характерно опушение тычиночных нитей, и (вместе с той или иной окраской волосков, покрывающих их) эта особенность имеет большое значение при определении различных видов рода. Присмотревшись к тычинкам, отметим, что они неодинаковы; две нижние длиннее трех верхних.

На внутренней части каждой лопасти венчика у ее основания есть рисунок буровато-фиолетового цвета, который резко оттеняется основной желтой окраской венчика. Все это: цвет венчика, дополнительный рисунок у основания его лопастей, фиолетовая окраска тычинок - делает цветок коровяка очень ярким и служит для привлечения насекомых.

Цветки коровяка посещаются насекомыми ради пыльцы, поэтому нектарников не имеют. Разрезав завязь поперек, увидим два ее гнезда и большое число семяпочек в них.

Подводя итоги проделанной работы, мы приходим к заключению, что цветок коровьяка очень близок по своему строению к цветкам представителей семейства пасленовых и формулы цветков тех и других ( $K_{(5)}C_{(5)}A_5G_{(2)}$ ) ничем не отличаются друг от друга.

**Льнянка обыкновенная** (*Linaria vulgaris*) (рис. 111, 5 - 6) - широко распространенное в Европейской части СССР растение, пример норичниковых с зигоморфными цветками\*. Льнянка обычна на сорных местах, у дорог, по канавам и т. п. Цветет она с мая и до осени. Льнянка обыкновенная - многолетнее растение, стебли ее прямостоячие и густо одеты узкими линейноланцетными, слегка сизоватыми листьями. На одном и том же стебле листья бывают очередными, супротивными и даже мутовчатыми (по три в мутовке). Стебель несет довольно густую кисть цветков. Цветки неправильные, двугубые. Венчики их желтые, только на нижней губе отчетливо выделяется оранжевое пятно. Каждый цветок имеет шпорец, часто длиннее самого цветка.

\* (Можно взять и львиный зев (*Antirrhinum*), широко распространенный в качестве декоративного растения.)

При анализе цветка нам нужно обратить внимание на следующие особенности его строения:

- 1) чашечка (размер по сравнению с венчиком, число зубцов и их сравнительная друг с другом величина);
- 2) венчик (верхняя губа: ее окраска, число зубцов; нижняя губа: число зубцов на ней, форма шпорца);
- 3) тычинки (число, местоположение, форма нитей и пыльников);
- 4) пестик;
- 5) нектарники (их положение и форма).

Венчик легко вынимается из чашечки, поэтому отделив их друг от друга, познакомимся с каждым членом цветка порознь. Чашечка у льнянки маленькая, с пятью зубчиками, но один из них очень мал и, видимо, близок к исчезновению. Чашечка вообще немного неправильная: два нижних ее зубца короче остальных трех и верхняя часть трубки косая. Положив чашечку так, чтобы эти два ее нижних коротких зубца были повернуты к окуляру, раздвинем их иглами и увидим, что основание пестика льнянки окружено нектар-ным валиком. Валик этот развит неравномерно, и в части, примыкающей к нижней губе венчика, нектарник имеет даже сосочкообразный вырост, который кончиком своим направлен в шпорец, куда истекает нектар (рис. 111, 6). Пестик у льнянки с длинным столбиком и головчатым рыльцем.

Теперь возьмем венчик и рассмотрим его строение. Верхняя губа имеет две лопасти, отогнутые назад; к ней прижаты нити тычинок с пыльниками и столбик. Нижняя губа трехлопастная, сильно отклоненная наружу, а при основании своем (у входа в трубку венчика) имеет выпуклую площадку, покрытую волосками и окрашенную в оранжевый цвет. Эта выпуклость закрывает вход в трубку венчика. Чтобы рассмотреть тычинки, разрежем венчик и развернем его трубку. Мы увидим четыре тычинки (пятая, верхняя, не

развивается), причем две нижние из них длиннее двух верхних. Тычинки прикреплены к нижней части трубки венчика и окружают

полость ее своими основаниями. Основания тычиночных нитей расширены и мохнаты и все вместе образуют волосистый валик, так-же ограждающий вход к нектарникам. Наверху тычиночные нити загибаются крючковидно книзу, и здесь серединой своей к ним прикрепляются пыльники. В результате пыльники склоняются, понижают над отверстием трубки венчика, ведущим в шпорец. Общая картина строения цветка льнянки хорошо видна на продольном его разрезе.

Тщательно рассмотрев цветок льнянки, мы должны прийти к выводу, что он характеризуется высокой степенью приспособления лишь к определенным насекомым-опылителям. Действительно, нектар хранится в длинном шпорце, путь в который преграждается волосистой выпуклостью нижней губы и волосистыми, расширенными основаниями тычинок. Преодолеть эти препятствия может только насекомое с достаточно длинным хоботком. Работу эту выполняют у льнянки чаще всего шмели и пчелы. Формула цветка льнянки:  $K_{(5)}C_{(2+3)}A_{4+0}G_{(2)}$ .

В цветке льнянки мы имели возможность наблюдать также следы редукции различных его частей в связи с их срастанием. Так, например, мы обнаружили постепенное уменьшение одного из зубцов чашечки, отсутствие одной из тычинок, а из четырех оставшихся две значительно меньше других. Доказательством тому, что перед нами закономерное явление, процесс редукции (а не случайное недоразвитие той или иной части цветка), служат роды норичниковых, в цветках которых уже осталось только две тычинки.

Рассмотрим одно из таких растений.

**Вероника дубровка** (*Veronica chamaedrys*) (рис. 111, 7 - 8) встречается в пределах всей Европейской части СССР. Вегетационный период ее длится с мая до глубокой осени. Это маленькое (до 30 см высоты) многолетнее растение.

При знакомстве с гербарными образцами вероники дубровки необходимо обратить особое внимание на следующее:

- 1) характер опушения стебля;
- 2) форму и расположение листьев;
- 3) тип соцветия и расположение цветков.

Характерной видовой особенностью изучаемой вероники является двухрядное опушение стебля. Листья у нее супротивные, сидячие, яйцевидные, а по краю пильчато-городчатые. Цветки собраны в кисти. Кисти пазушные и обычно развиваются парами (по одной в пазухе каждого листа). Цветки сидят на цветоножках в пазухе маленьких прицветников.

Возьмем цветок и положим его верхней стороной к окуляру. Светло-синий венчик вероники имеет четыре лопасти. Две боковые приблизительно равны друг другу, нижняя очень маленькая, а верхняя, самая большая из всех, возникла в результате срастания двух лепестков. Тычинок всего две (боковых), сидящих на длинных нитях. Это число тычинок

- важнейший родовой признак вероники. В цветке, кроме того, виден длинный, отклоненный книзу столбик. Затем, удалив венчик с тычинками, рассмотрим чашечку. Она также четырехраздельная. В трубке чашечки помещается пестик, окруженный кольцевым нектарным валиком. Выбрав на гербарном образце плодик, рассмотрим его. Плоды у вероники - коробочки, окруженные остающейся чашечкой. Форма плодиков немного треугольно-сердцевидная, а поверхность их реснитчатая. Нам следует сделать также поперечный разрез плодика и посмотреть его строение. Формула цветка вероники:  $K_{(4)}C_{(3+2)}A_2G_{(2)}$ .

Некоторые **очанки** (*Euphrasia*) и **погремки** (*Rhinanthus*) образуют сезонные (весенние, осенние) формы, морфологически хорошо отличающиеся друг от друга. Это явление получило название сезонного диморфизма видов.

Итак, мы видим, что в семействе норичниковых господствуют растения с зигоморфными цветками. Цветок пятерной, но по мере развития зигоморфии в нем происходят срастания, влекущие за собой уменьшение числа частей, и, таким образом, возникают цветки с четырехчленными чашечкой, венчиком и тычинками. Иногда тычинок бывает только две. Венчик часто бывает двугубым. Завязь состоит из двух сросшихся плодолистиков, верхняя обычно двугнездная. Плод - коробочка.

#### Семейство Губоцветные - *Labiatae*

Представители этого семейства характеризуются также господством зигоморфных цветков и еще более сложными приспособлениями к опылению с помощью насекомых. Семейство губоцветных является очень естественным и, несмотря на богатство родами и видами, может быть изучено на примере двух-трех представителей. Губоцветные, обычно травы или полукустарники, широко распространены от Арктики до субтропических стран. Огромное число губоцветных содержит эфирные масла, которые выделяются головчатыми железками.

**Яснотку белую**, или **глухую крапиву** (*Lamium album*) (рис. 112, 1, 2, 8) можно встретить в пределах почти всей нашей страны. Цветет глухая крапива с ранней весны (у Ленинграда уже в мае) и до поздней осени.

Для занятий, кроме гербарных образцов, необходимы нарезанные кусочки стеблей, по два-три междоузлия в каждом. Если свежего материала нет, то цветки губоцветных для анализа следует хранить в спирте или формалине.

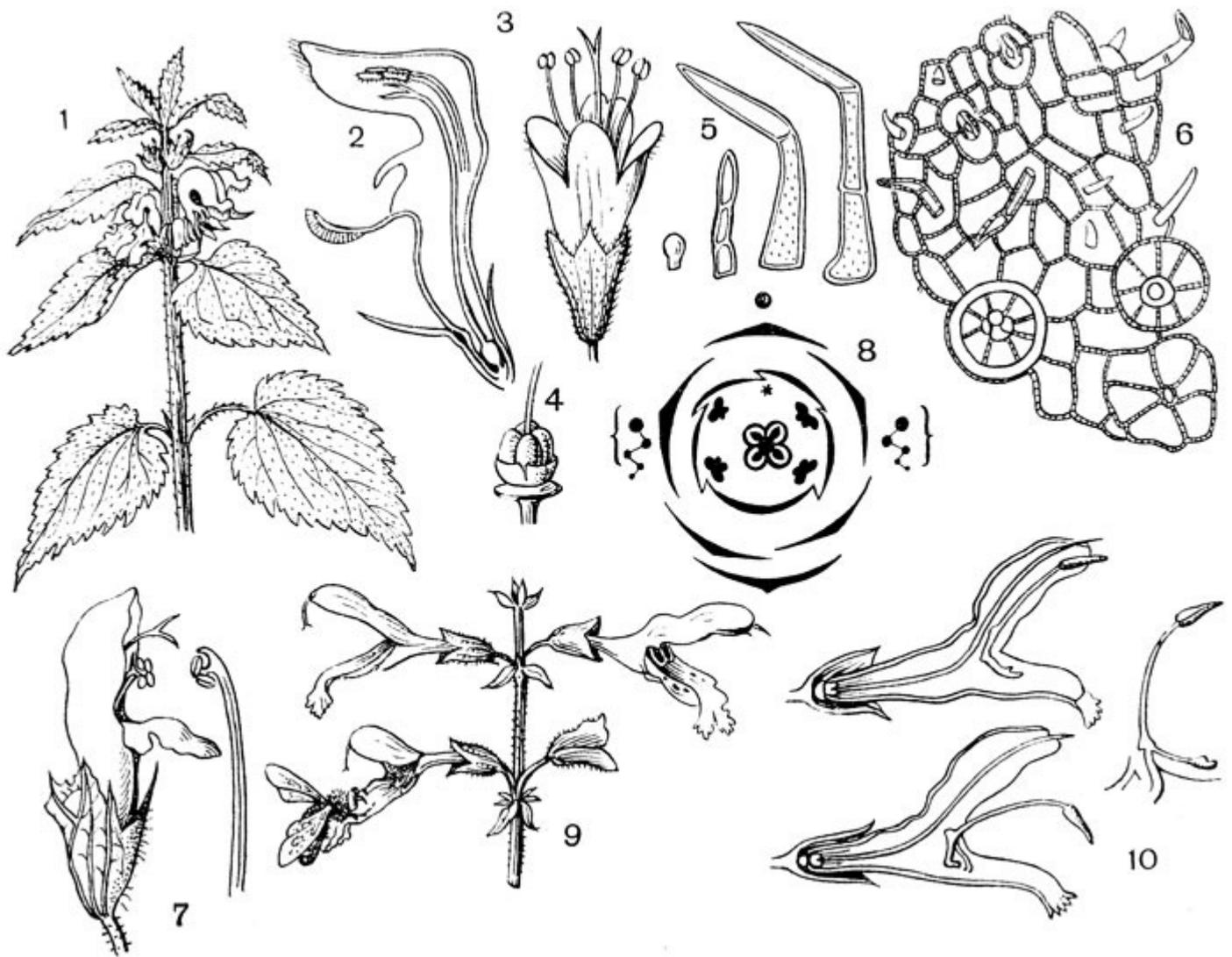


Рис. 112. Семейство Губоцветные. Глухая крапива (*Lamium album*): 1 - ветвь с цветками; 2 - цветок в разрезе. Мята полевая (*Mentha arvensis*): 3 - цветок. Чабрец (*Thymus*): 4 - пестик; 5 - волоски на листьях: левый - железистый, правые - простые; 6 - верхний эпидермис листа; видны клетки эпидермиса, волоски, железки. Черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris*): 7 - цветок и тычинка; 8 - диаграмма цветка глухой крапивы. Шалфей (*Salvia*): 9 - часть соцветия; 10 - цветок в разрезе; справа - тычинка

Рассмотрим гербарный образец глухой крапивы. Растение многолетнее и прекрасно размножающееся вегетативным путем, о чем свидетельствует его длинное корневище. Это корневище, как и надземный стебель, четырехгранное. Внутри стебли полые и только в узлах разделены полосками ткани. Чтобы убедиться в этом, возьмем сухой стебелек и расщепим его ланцетом вдоль. Увидим полость стебля, узлы, заполненные тканью и отходящие здесь парные листья и веточки. Листья, как мы уже убедились, отходят только в узлах и располагаются супротивно. В пазухах листьев образуются боковые длинные супротивные побеги или укороченные веточки, на которых возникают цветки. Отклоняя иглами цветки, мы убедимся, что пазушные цветоносы эти настолько короткие, что цветки вообще кажутся сидящими в виде пучка. Обе супротивные группы цветков соприкасаются друг с другом и производят впечатление мутовки. Отодвинув же цветки от середины стебля к листьям, мы убедимся, что они прикрепляются к нему только в пазухе этих последних, а не вокруг стебля, т. е. мутовка только кажущаяся. Соцветия же представляют собой дихазии с сильно укороченными осями.

Возьмем цветок глухой крапивы и, положив его на столик лупы, рассмотрим (рис. 112, 2). Виден явно двугубый венчик с отогнутой нижней губой и шлемовидной верхней. Отгибая немного иглами шлем, мы увидим, что под его навесом спрятаны четыре тычинки,

пыльники которых располагаются попарно друг над другом, а между ними виден длинный изогнутый дугой столбик с расщепленным рыльцем. Теперь вскроем трубку венчика вдоль и развернем ее. При этом линия разреза должна пройти по возможности точно, у самого края той небольшой щели, где шлем отделяется от лопастей нижней губы. Нижняя губа венчика имеет очень большую среднюю лопасть, а две боковые лопасти представлены в виде узких, почти шиловидных зубцов. Верхняя губа на верхушке цельная, что является одним из родовых признаков яснотки, а по краю имеет реснички. Нижняя губа образована тремя сросшимися лепестками, а верхняя - двумя. Из четырех тычинок две более длинные и прикрепляются к той части трубки венчика, которая относится к нижней губе, а две, более короткие, прирастают под верхней губой. В нижней части трубки венчика видно волосистое кольцо, которое закрывает собою вход ко дну ее.

Отметим также некоторые подробности, касающиеся пыльников. Отделив одну из длинных тычинок, рассмотрим ее верхнюю часть, где прикрепляются пыльники. Мы заметим, что нить на вершине не прямая, а немного крючковидно изогнута так, что прикрепленный к ней пыльник поникает и, таким образом, оказывается несколько наклоненным над зевом венчика. Пыльники открываются общей щелью и расходятся по прямой линии (одна половинка пыльника отходит вверх, вторая - вниз). Пыльцевые мешки окрашены, а по краю покрыты густыми ресничками. Теперь подвинем в поле зрения лупы чашечку цветка с находящейся на дне ее завязью. Чашечка на верхушке имеет пять тонких шиловидных зубчиков, из которых два боковых несколько больше остальных. Вскроем трубку чашечки и, развернув ее, посмотрим завязь. Она очень похожа на завязь бурачниковых, также возникает из двух сросшихся плодолистиков и вначале бывает двугнездной, неся в каждом гнезде по две семяпочки. Здесь также со стороны спинки каждого гнезда внутрь завязи вырастают вторичные перегородки и делят гнезда на две части. Возникает четырехгнездная завязь с одной семяпочкой в каждом гнезде. Внешне завязь губоцветных так же, как и у бурачниковых, является четырехлопастной, а посередине ее прикрепляется длинный столбик. Основание завязи окружено нектароносным лопастным валиком, и здесь на дне трубки собирается нектар. Плод дробный и состоит из четырех орешков. Найдем на гербарном образце зрелые плоды. Они заключены в трубке чашечки. Вынув орешки, увидим, что они трехгранные и косо притупленные на верхушке. В заключение следует взять еще один цветок и, разрезав его вдоль, так, чтобы срез прошел через середину шлема и нижней губы, рассмотреть все его части.

Чтобы дополнить представление о типичном цветке губоцветных, посмотрим еще **черноголовку обыкновенную** (*Prunella vulgaris*) (рис. 112, 7).

Соцветие у Черноголовки плотное, иногда почти головчатое. Цветки сидят в пазухе широкопочковидных, внезапно заостренных на верхушке прицветников, которые часто бывают окрашенными в темно-фиолетовые или красноватые тона. Их форма характерна для рода. Эти окрашенные прицветники увеличивают яркость соцветия и служат для привлечения насекомых. Изучая цветок Черноголовки, следует обратить внимание на чашечку, которая здесь, как и венчик, двугубая. Листочки ее красноватые, а позднее - чернеют, что и послужило поводом к названию растения. Верхняя, также шлемовидная

губа венчика имеет небольшую выемку - след срастания двух лепестков. Нижняя губа имеет три большие лопасти. Тычиночные нити на вершине своей дают боковой вырост, на кончике которого и развивается пыльник, а сама нить продолжается выше в виде острия (тычинка похожа на старинную секиру). Пыльники при этом выдвигаются из-под шлема и склоняются над отверстием трубки цветка. У основания длинных тычинок имеются волоски, также закрывающие проход к нектарникам.

Проделанные нами исследования дают возможность сделать вывод о строении цветков губоцветных в дополнение к той общей характеристике семейства, которую мы дали выше. Цветок по происхождению своему пятичленный, кроме пестика, но во всех частях его заметны следы редукции. Лепестки, например, у глухой крапивы срослись уже так, что только по аналогии с другими родами можно определить их число. Тычинок осталось четыре, а пятая, задняя, совсем исчезла. Как увидим дальше, среди губоцветных есть роды, у которых тычинок осталось всего две. Цветки построены очень сложно и имеют ряд интереснейших приспособлений к насекомопопылению, главнейшие из них следующие:

1) нижняя губа служит "посадочной площадкой" и опорой для насекомого, и средняя лопасть ее обычно велика;

2) нити тычинок крючковидно загибаются на вершине или образуют специальные выросты, в результате чего пыльники склоняются над зевом цветка, где лежит путь к нектарникам. Также дугообразно изогнут и столбик. Все это приводит к тому, что насекомое не может проникнуть к нектару, не зацепив пыльников или рыльца;

3) однако имеются очень мелкие насекомые, способные проникнуть за нектаром, не захватив или не оставив пыльцу в цветке. Для защиты от них в трубке венчика у основания тычинок есть волосистое кольцо, которое и закрывает доступ к нектару. Нектар могут добыть только такие насекомые, которые способны, склонившись в цветок, достать хоботком дно его трубки. Формула рассмотренных цветков:  $K_{(5)}C_{(2+3)}A_4G_{(2)}$

Описанные нами здесь черты строения цветков губоцветных и приспособления их к перекрестному опылению являются типичными для членов семейства. Есть некоторые отклонения от типа как в сторону еще большего приспособления цветков к опылению насекомыми, так и в сторону некоторой простоты приспособительной организации цветка.

**Шалфей клейкий** (*Salvia glutinosa*) (рис. 112, 9 - 10) - пример большой степени приспособления цветка губоцветных к перекрестному опылению с помощью насекомых и морфологических изменений тычинок в связи с этим.

Рассматривая гербарные образцы, отметим: а) обилие железистых волосков, покрывающих (особенно в верхней части) все растение. Выделения этих железок делают шалфей очень липким. Для того чтобы рассмотреть волоски, возьмем кусочек листа или снимем иглой часть кожицы стебля и положим под объектив лупы; б) при осмотре цветка отметим, что у него чашечка также двугубая, ее нижняя губа образована двумя листочками, а верхняя - более короткая и состоит из трех листочков. Венчик имеет очень длинную трубку (весь цветок достигает 5 см в длину). Верхняя губа шлемовидная и глубоковыемчатая на вершине. Нижняя губа трехлопастная, причем средняя лопасть узкая, длинная, боковые - широкие.

Особое внимание следует уделить тычинкам. Пыльники их спрятаны под верхней губой. Если мы посмотрим в зев венчика, то увидим, что он перекрыт поперек двумя короткими отростками, идущими от коленчато изогнутых тычиночных нитей. Прижав книзу иглой эти отростки, мы приведем в действие тычиночные нити, которые вдруг вынырнут из-под шлема; уберем иглу, и тычинки займут прежнее положение. Это особенно хорошо проделывать на живом материале. Чтобы разобраться в строении этого изумительного тычиночного аппарата, вскроем трубку венчика и развернем цветок, предварительно вынув венчик из чашечки. Линия разреза должна пройти на границе между шлемом и одной из боковых лопастей нижней губы (рис. 112, 10). Мы обнаружим при этом, что у шалфея всего две тычинки. Прикрепляются нити этих тычинок к трубке венчика со стороны нижней губы. Нити короткие, а связник каждой из них расщепляется вдоль, причем одно колено его остается коротким, а второе удлиняется и на вершине несет пыльник. Оба эти колена к тычиночной нити прикреплены подвижно. Все это следует хорошенько рассмотреть, раздвигая иглами части тычиночного аппарата. Получается двуплечный рычаг, и если прижать короткие плечи его книзу, то длинные плечи с пыльниками на вершине наклоняются и выходят из-под шлема. Теперь посмотрим пыльники. Положив один из них в поле зрения лупы, мы обнаружим, что пыльцевой мешок его двугнездный (этим тычинки шалфея и отличаются). Где же вторая половина пыльника? Вспомнив, что у шалфея происходил процесс расщепления связника вдоль, посмотрим на кончик короткого его колена. Здесь мы и обнаружим недоразвитую вторую половинку пыльника, которая видна по краю и придает ему вид педали. Таким образом, каждая из двух тычинок шалфея есть только половина нормальной тычинки, а обе половинки их пыльников, прижимаясь друг к другу под шлемом, составляют всего один пыльник. Под верхней губой шалфея мы легко обнаружим рудименты еще двух тычинок в виде коротких нитей с недоразвитыми мешочками на вершине. Шмели, опыляющие шалфей, опускаются на нижнюю губу его и лапками своими утврждаются прочно на всех лопастях ее. Опуская хоботок в трубку венчика, шмель толкает педали, приводит в действие рычаг, длинные его колена выскакивают из-под шлема и сильно бьют пыльниками шмеля по спинке, осыпая его при этом пылью. Процесс опыления у шалфея липкого до сих пор описывался неверно. Считали, что рыльце пестика наклонено над зевом цветка и при посещении цветка шмелем оно касается спинки насекомого и снимает с нее пыльцу.

По наблюдениям академика Холодного, рыльце находится высоко под шлемом и не склоняется над зевом венчика, а поэтому тела шмеля оно никогда не касается. Осыпанный пылью шмель, прилетая к цветку, усаживаясь или поднимаясь с него, взмахивает крыльями и сбрасывает с себя при этом облачко пыли, которая и прилипает к рыльцу пестика.

Для защиты от самоопыления у шалфея, как и у многих губоцветных вообще, служит протандрия. У некоторых видов имеются клейстогамные цветки и происходит самоопыление (чаще всего при неблагоприятных условиях, например в альпийских поясах гор).

Вернемся к чашечке, которую мы отложили в начале нашей работы. Развернув ее, увидим обычную для губоцветных четырех-лопастную завязь, окруженную толстым светлым нектароносным валиком. На дне цветка собирается много нектара, привлекающего шмелей, для них только и приспособлен тот сложный "ударный" тычиночный аппарат, который мы с вами рассмотрели.

Многие виды шалфея благодаря обилию эфирных масел имеют медицинское и техническое значение.

**Мята полевая** (*Mentha arvensis*) (рис. 112, 3) дает представление о той группе губоцветных, которая сохранила еще почти правильный цветок и опыляется многими насекомыми, не имея специальных приспособлений к какой-нибудь группе из них.

Исследование, как и всегда, начнем с обозрения гербарного образца. Здесь отметим: а) форму листьев и густое их опушение; б) корневище и клубни на нем; в) характер соцветия. Многоцветковые, удаленные друг от друга ложные мутовки в соцветии мяты служат важным ее родовым отличием. Раздвигая иглами плотно сидящие цветки, мы отметим, что прицветники у мяты очень маленькие, узкие и с трудом отыскиваются.

Цветки мяты имеют: а) хорошо развитые цветоножки; б) волосистую, почти правильную пятизубчатую чашечку колокольчатой формы; в) почти правильный венчик, имеющий четыре лопасти, одна из которых - верхняя - больше остальных и произошла в результате срастания двух лопастей; г) четыре длинные, почти равные друг другу тычинки, которые далеко выдаются из венчика. Задняя тычинка, расположенная у большей лопасти, не развивается.

Тычинки чередуются с лопастями венчика, а против выемки большой двойной лопасти полагающейся там тычинки нет. Здесь же обратим внимание на форму тычиночных нитей под пыльниками. Оказывается, у мяты в отличие от растений с двугубым венчиком нити тычинок прямые на вершине, пыльники не склоняются вниз и, открываясь каждый особой продольной щелью, не расходятся при этом друг от друга.

Строение завязи у мяты и расположение нектарников типично для губоцветных вообще, только нужно отметить, что на живом материале нектарные железки ярко-зеленого цвета.

Мята - эфирноносное растение, и эфирное масло выделяется ее листьями.

Для того чтобы посмотреть вместилища эфирных масел, возьмем листья **чабреца** (*Thymus serpyllum*). Сухие листочки этого весьма душистого растения, положенные на столик микроскопа, при малом увеличении дадут нам картину размещения эфирноносных участков. При падающем свете мы увидим блестящие точки, разбросанные по всей поверхности листа, отчего он кажется пронзенным массой отверстий. Если мы осветим поле зрения, то эти же места примут вид бурых пятнышек. Эти точки и есть железистые волоски, выделяющие эфирное масло, основания которых погружены в субэпидермальную часть листа. Мы смотрим на них сверху, поэтому вместилища масла и кажутся круглыми (рис. 112, 5 - 6).

Можно посмотреть также и листья **иссопа лекарственного** (*Hyssopus officinalis*), у которого эфирноносные клетки еще крупнее.

## Порядок Тыквоцветные - Cucurbitales

### Семейство Тыквенные - Cucurbitaceae

К семейству относятся главным образом травянистые растения, реже - кустарники. Они распространены преимущественно в тропиках обоих полушарий. Тыквенные со съедобными плодами: арбузы, огурцы, дыни, тыквы - культивируются человеком очень широко. Арбуз является наиболее засухоустойчивым из всех тыквенных, и в нашей стране наилучшие сорта его разводятся на юге: в Поволжье, степных южных районах и в Средней Азии. Это и не удивительно, так как ближайший родич культурных арбузов - **арбуз обыкновенный** (*Citrullus vulgaris*) растет в африканских пустынях - Калахари и др. В сухих районах Ирана, Афганистана и Туркмении обитает еще один из видов арбуза - **колоквинт** (*Citrullus colocynthis*), горькие плоды которого имеют лекарственное значение.

Строение цветков и плодов у тыквенных мы изучим на нескольких примерах.

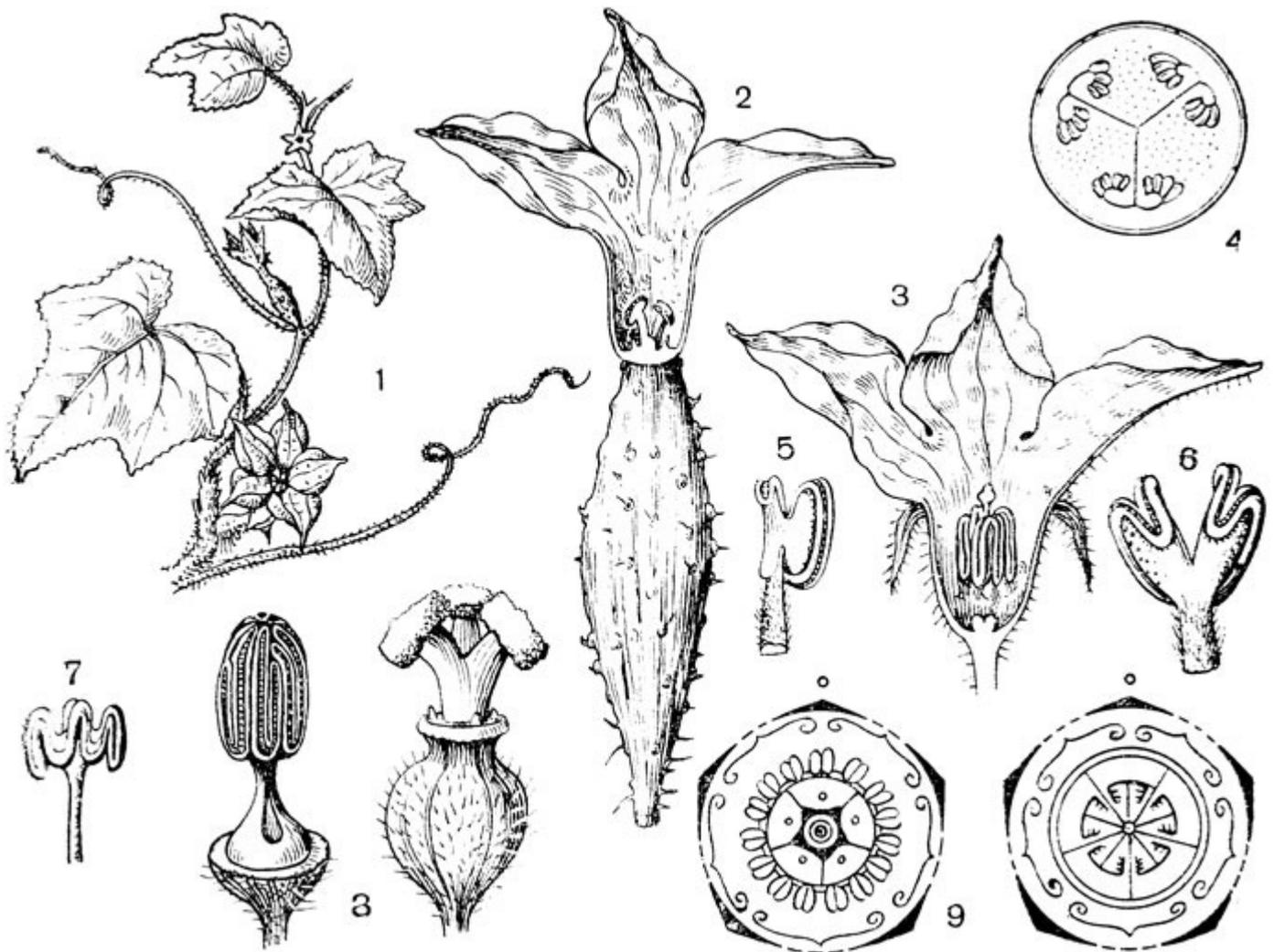


Рис. 113. Семейство Тыквенные. Огурец посевной (*Cucumis sativus*): 1 - часть цветущего побега; 2 - пестичный цветок (венчик разрезан); 3 - тычиночный цветок в разрезе. Тыква (*Cucurbita pepo*): 4 - поперечный разрез завязи тыквы. Переступень (*Bryonia*): 5 - нормальная и 6 - двойная (сросшаяся из двух) тычинка. Колоквинт (*Citrullus colocynthis*): 7 - двойная тычинка; 8 - андроцей и гинецей тыквы; 9 - диаграммы цветков тыквы (изображены исходные пятичленные цветки)

Огурец посевной (*Cucumis sativus*) (рис. 113, 1, 2, 3). Для занятий необходимы гербарные образцы растения в цветках, цветки и молодые (взятые тотчас же после отцветания) плодики, хранящиеся в спирте. Кроме обычного оборудования, здесь нужна еще и бритва. Исследуя гербарный образец, отметим следующее:

- 1) лежащие пятигранные стебли, которые в узлах часто дают придаточные корни и укореняются;
- 2) простые неветвистые усики, что является очень важным родовым признаком огурца и дыни в отличие от арбуза и тыквы, у которых усики ветвистые;
- 3) листья сердцевидные у основания, пятилопастные, причем в отличие от дыни лопасти листьев огурца острые;
- 4) стебли и черешки листьев, цветоножки и завязи цветков грубоволосистые;
- 5) цветки раздельнополые, тычиночные сидят пучками, а пестичные чаще одиночные в пазухах листьев.

Уложив пестичный цветок на столике лупы, рассмотрим его и, поставив ЮХокуляр, познакомимся с шипами, покрывающими поверхность завязи и плода-огурца.

Шипы эти оказываются видоизмененными волосками, у основания которых располагаются вздутые клетки, имеющие вид бородавочек. На вершине каждой из них имеется острое - крепкое, даже немного одревесневшее. Вот почему молодые огурцы часто бывают колючими. Если мы посмотрим волоски, покрывающие чашечку, то убедимся, что основные клетки их значительно тоньше, волоски многоклеточные и менее жесткие, чем на завязи.

Перейдем теперь к анализу околоцветника. Чашечка и венчик срослись между собою. Число чашелистиков и лопастей венчика равно пяти, цветки желтые. Чтобы рассмотреть внутреннее строение цветка, вскроем иглой его трубку и развернем ее. В центре женского цветка мы увидим короткий массивный столбик с таким же массивным трехлопастным рыльцем на вершине. Следует обратить внимание на то, что каждая лопасть рыльца двураздельна, в свою очередь, поэтому оно производит впечатление шестилопастного. Рассматривая лопасти рыльца, заметим, какой огромной воспринимающей поверхностью оно обладает! Все шесть его массивных отростков покрыты густым слоем сосочков. У основания трубки венчика мы заметим белое массивное гофрированное кольцо - это нектарные чешуйки вместе с приросшим к ним недоразвитым андроцеом.

Последним этапом нашей работы с женским цветком будет анализ его завязи. Легче всего в ее строении разобраться на срезах молодых плодиков. Возьмем такой плодик и разрежем его поперек немного выше середины. Затем подровняем бритвой край нижней, половинки плодика и сделаем по возможности тонкий поперечный срез. Исследование будем вести в капельке воды при 20 X окуляре лупы.

При первом взгляде на срез нам покажется, что завязь трех-гнездная. Однако, рассмотрев ее внимательно, заметим, что каждое гнездо разделено еще пополам очень тонкой пленкой (обычно плохо заметной на срезах завязи цветка). Завязь оказывается шестигнездной, хотя часто эти вторичные перегородки бывают неполными. На диаграммах цветков тыквенных они обозначаются пунктиром. Рассмотрим семяносцы. Каждый из них вдаётся внутрь завязи и у наружной стенки ее раздваивается, концы его загибаются в сторону, и на них располагаются семяпочки. В результате каждый семяносец похож на зонтик в разрезе. Плод огурца ягодообразный, так называемая тыква.

После только что выполненной работы анализ мужского цветка огурца уже не представит больших затруднений. Вскроем и развернем трубку его. Чашелистики и лопасти венчика здесь также в числе пяти, а опушение менее жесткое, чем цветка женского. Цветоложе блюдцевидное, на нем располагаются тычинки, часто сросшиеся пыльниками в общую головку. При разворачивании цветка тычинки отделяются друг от друга и оказываются состоящими из трех групп: две большие и одна поменьше. Тычинок здесь всего пять, из них четыре срослись попарно, а одна - свободная.

Эту свободную тычинку мы и рассмотрим внимательнее. Тычиночная нить короткая, широкая, пыльники ее длинные; они w-образно изгибаются и укладываются на широком связнике. Связник на верхушке своей дает большой двураздельный вырост. Пыльники двугнездные и открываются продольной щелью, а у краев их, приросших к связнику, видна густая щеточка из волосков. Волоски эти клейкие, их выделения, пачкая насекомое, способствуют прилипанию пыльцы к его телу. В центре мужского цветка вокруг недоразвитого пестика имеются пять мозолистых утолщений, иногда значительно слившихся между собой, причем выпячиваются только три бугорка на кольцевом вздутом основании - это нектарники.

Родиной огурца и дыни является Индия.

**Тыква** (*Cucurbita pepo*). Огромные цветки тыквы изучать легко. Заготавливать их лучше в виде бутонов (мужских и женских). Цветки тыквы пазушные, одиночные. Исследуя их, отметим следующее:

1) В мужских цветках тычинки также срослись в группы:  $2 + 2 + 1$  (свободная). Однако это заметно только у основания их массивных нитей, где между ними имеются маленькие отверстия - окошечки, ведущие внутрь цветка. Верхняя же часть тычиночных нитей и все пыльники их срослись в одну большую колонку, испещренную на поверхности петлеобразно идущими пыльцевыми мешками.

Затем вскроем иглой тычиночную трубку и отогнем тычинки в сторону. На вершине цветоложа вокруг недоразвившегося пестика увидим нектарный валик, ход к которому для насекомых возможен только через окошечки, оставшиеся у основания тычиночной колонки. Процесс срастания тычинок у тыквы, следовательно, пошел дальше, чем мы видели это у огурца. Чтобы убедиться в том, что здесь срослись три группы тычинок, разрежем тычиночную трубку поперек, немного выше ее основания, и мы увидим, что трубка состоит как бы из трех пучков тычиночных нитей, приросших друг к другу.

2) Строение пестичного цветка такое же, как и у предыдущих видов.

С мужскими цветками тыквы хорошо также сравнить цветки арбуза, в которых можно встретить тычинки, находящиеся во всевозможных стадиях срастания между собой:  $2 + 2 + 1$ ;  $2+1 + 1 + 1$ ;  $3 + 2$ . В женских цветках арбузов также часты рудименты тычинок, а в мужских цветках можно видеть недоразвитое и даже лопастное рыльце. Обоеполые цветки имеются у дыни. Мы можем поэтому сделать вывод, что у тыквенных раздельнополюсть - явление вторичное. Формулы цветков: мужского -  $K_{(5)}C_{(5)}A_{(2)+(2)+1}$ ; женского -  $K_{(5)}C_{(5)}G_{(3)}^-$ .

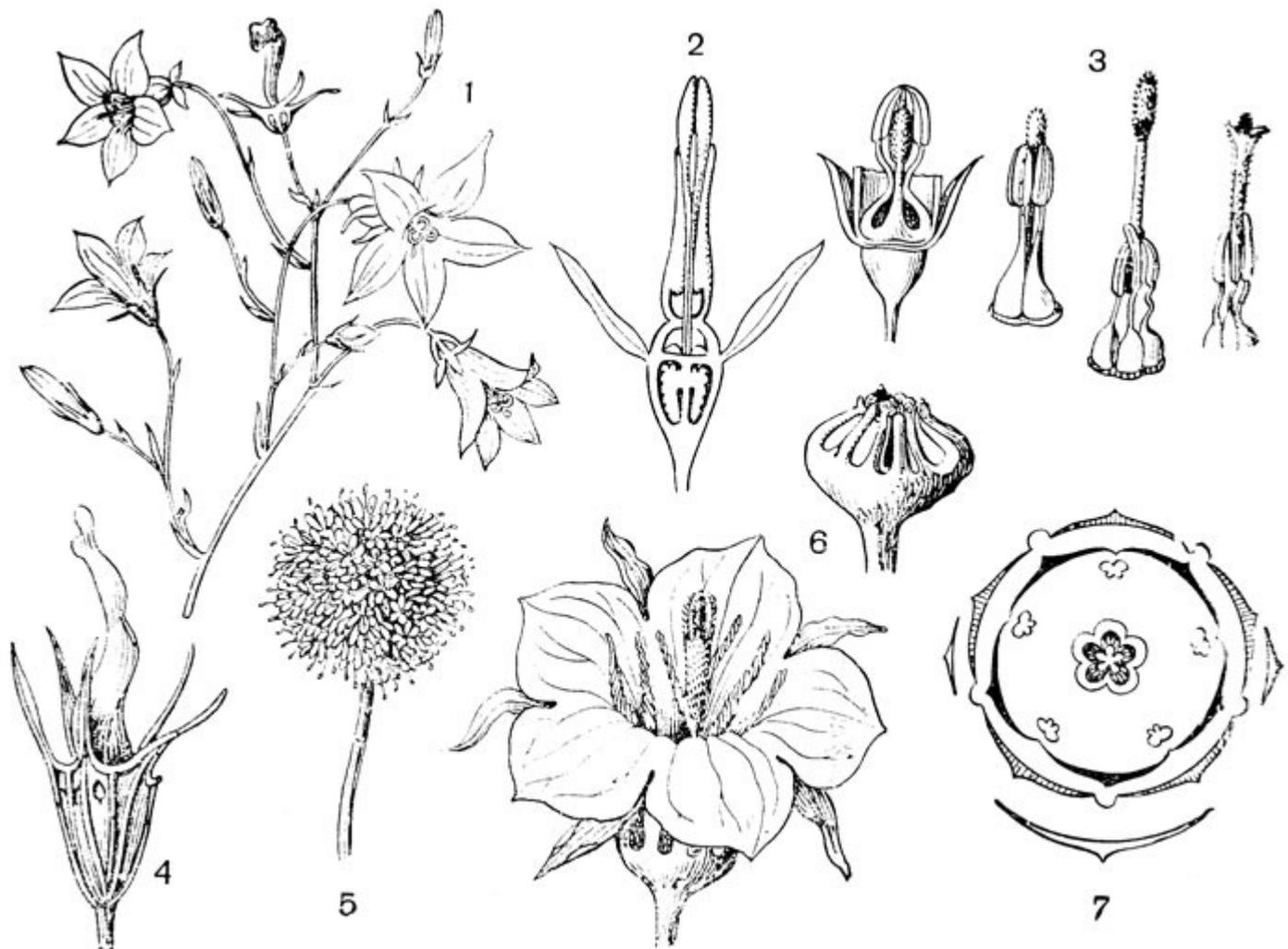


Рис. 114. Семейство Колокольчиковые. Колокольчик раскидистый (*Campanula patula*): 1 - цветущий побег; 2 - продольный разрез цветка (лепестки и часть тычинок удалены); 3 - последовательные этапы развития тычинок и пестика; 4 - зрелая коробочка. Букашник горный (*Jasione montana*): 5 - соцветие. Островская величественная (*Ostrowskya magnifica*): 6 - цветок и коробочка; 7 - диаграмма цветка колокольчиковых

Изучив травянистые формы тыквенных, мы можем сделать вывод о том, что стебли у них лазающие или лежачие - плети, цепляющиеся с помощью усиков, вырастающих из пазух листьев (т. е. усики стеблевого происхождения). Характерной особенностью семейства является также господство раздельнополых цветков, причем тыквенные могут быть как однодомными, так и двудомными. Завязь всегда нижняя с боковыми постенными (париетальными) семяносами. Пестик образован чаще всего тремя сросшимися плодолистиками.

### Порядок Спайнотычинковые - Synantherales

Члены этого порядка обладают многими высокоспециальными чертами строения цветков и соцветий. Пыльники обычно склеены в трубку.

## Семейство Колокольчиковые - Campanulaceae

**Колокольчик раскидистый** (*Campanula patula*) (рис. 114, 1 - 4) - широко распространенное растение, строение цветков которого даст нам представление о наиболее характерных чертах семейства.

Рассмотрев и описав растение, отметим следующее:

- 1) чашечка состоит из пяти сросшихся листочков, за ней следует пятилопастный темно-голубой венчик колокольчатой формы, послужившей поводом к названию рода;
- 2) тычинки в числе пяти, совсем свободные, нити их у основания расширенные, шерстистые. Пыльники сложены конусом, но не срастаются, и внутри этого конуса проходит столбик;
- 3) завязь нижняя, короткая, но широкая. После удаления венчика и тычинок мы можем увидеть верхушку завязи с нектарником и столбик с трехраздельным рыльцем. Разрезав завязь, отметим, что она трехгнездная, многосеменная. Плод у колокольчика-коробочка, открывающаяся дырочками. У колокольчика раскидистого дырочки находятся на верхушке коробочки. На зрелой коробочке видно, что дырочки имеют клапаны. Клапаны в сырую погоду набухают и закрывают отверстия коробочки, куда не проникает вода (рис. 114, 4).

У некоторых представителей семейства цветки достигают больших размеров, например у среднеазиатской **островский величественной** (*Ostrowskya magnifica*) (рис. 114,6).

У колокольчиковых можно наблюдать формирование соцветий по типу корзинок и головок сложноцветных (рис. 114, 5), с чем мы познакомимся на полевой практике. Формула цветка:  $K_{(5)}C_{(5)}A_5 \bar{G}_{(5)}$ т. е. он пятичленный - четырехкруговой, сростнолепестный, с нижней завязью. Число плодолистиков в семействе от двух до пяти.

## Семейство Сложноцветные - Compositae

Сложноцветные - самое большое семейство на земле (в его составе около 20 000 видов, что составляет почти 1/10 часть цветковых растений). Оно господствует и в умеренных широтах, где встречаются только травянистые формы.

Характерной особенностью семейства является также присутствие у многих его представителей членистых сосудов, содержащих млечный сок.

Сложноцветные делятся на два подсемейства: Трубочкоцветные и Языкоцветные.

## Подсемейство Трубкоцветные - Tubiflorae

Сюда относятся такие растения, у которых нормальные, обоеполые цветки имеют трубчатую форму венчика. При этом в корзинках могут быть как цветки только трубчатые, так и, кроме них, еще цветки так называемые ложноязычковые и воронковидные, которые бывают только пестичными или бесплодными и располагаются по краю корзинки.

**Пижма обыкновенная, дикая рябинка** (*Tanacetum vulgare*) (рис. 115, 1 - 7), - широко распространенное растение, оно послужит нам примером сложноцветных с корзинками, состоящими из совершенно одинаковых трубчатых цветков.

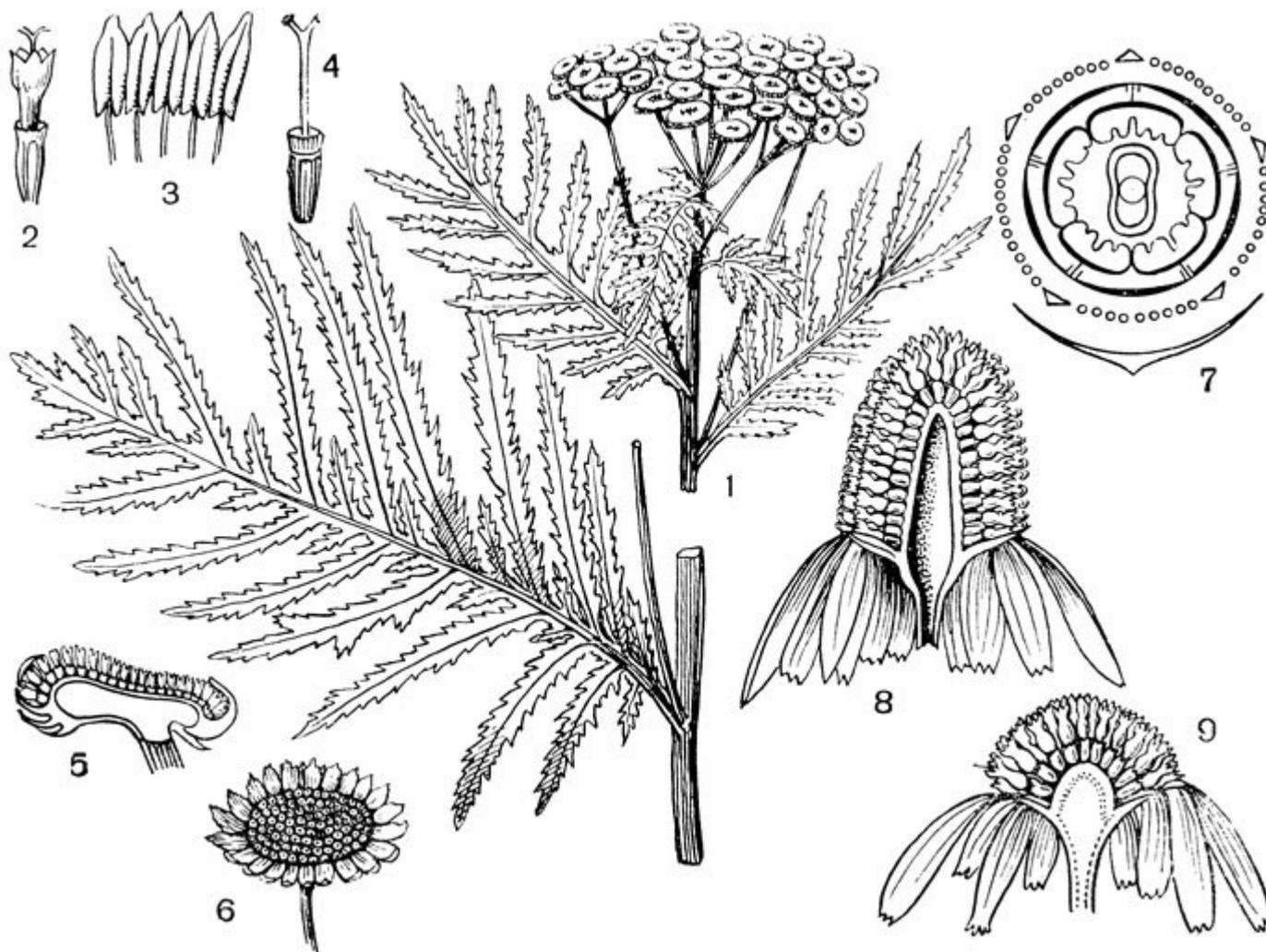


Рис. 115. Семейство Сложноцветные. Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare*): 1 - часть цветущего побега; 2 - цветок; 3 - тычинки в развернутом виде; 4 - пестик; 5 - корзинка в разрезе; 6 - цветоложе; 7 - диаграмма трубчатого цветка. Ромашка аптечная (*Matricaria recutita*): 8 - корзинка в разрезе. Ромашка непахучая (*M. inodora*): 9 - корзинка в разрезе

Для занятий необходимо иметь гербарные образцы пижмы, а также сухие корзинки для анализа (перед занятиями их следует распарить в горячей воде). Пижма цветет с начала июля и до глубокой осени.

Пижма - многолетнее растение с сильно развитым корневищем. Стебли прямые, прочные, с очередными листьями. Листья перисторассеченные, с зубчатыми сегментами и по облику своему напоминают листья рябины. Прилистников нет. Растение сильно пахнет. Корзинки желтые, собраны в густую щитковидную кисть.

Возьмем корзинку и, положив ее на столик лупы, рассмотрим. Прежде всего повернем корзинку нижней стороной к окуляру. В этом положении видно, что снаружи она окружена листочками, черепитчато и плотно налегающими друг на друга. Отгибая их иглами, мы увидим, что они имеют яйцевидноланцетную форму, а по краю оторочены пленчатой буроватой каймой. В совокупности своей эти листочки образуют так называемую обертку корзинки. Обертка у сложноцветных бывает очень разнообразна. Во-первых, она может быть одно-, двухрядной или многорядной. Во-вторых, форма листочков обертки бывает различной не только у разных родов или видов семейства, но и в пределах одной и той же корзинки, где листочки краевые, срединные и внутренние отличаются друг от друга по форме или окраске. Характер обертки имеет большое значение при распознавании сложноцветных, поэтому при анализе соцветия необходимо тщательно исследовать ее. По своему происхождению листочки обертки являются сильно измененными верхушечными листьями.

Отрезав цветонос, положим корзинку верхней стороной к окуляру. Рассматривая ее сверху при 10X увеличении лупы, отметим массу желтых одинаковых цветков с прямо торчащими зубцами венчиков. В корзинке цветки распускаются от края к середине. Разрежем корзинку пижмы вдоль посередине и рассмотрим ее. Хорошо заметно, что общее цветоложе выпуклое и к нему прикрепляются цветки. Иглой отделим от этого общего цветоложа несколько цветков и увидим, что на месте их прикрепления остается ямчатый след. Такое цветоложе называется ямчатым (рис. 117, 6). Если мы теперь удалим с цветоложа все цветки, то по ямкам, оставшимся на его поверхности, ясно увидим спиральное расположение их. Переменив лупу на 20X, рассмотрим цветки пижмы. Цветки типичные, трубчатые, завязь и трубка венчика усажены короткими, железистыми волосками. Завязь ребристая, в верхней ее части, под венчиком, на месте чашечки, видна зубчатая окраина. Зубчиков пять, и они хорошо видны, если мы их будем немного отгибать иглами. Для изучения внутреннего строения цветка нам следует вскрыть трубку венчика и, осторожно ее разворачивая, проследить при этом за тычинками. Нити тычинок свободны, а пыльники их слиплись и по мере разворачивания цветка отделяются друг от друга без заметных повреждений. Тычинок пять, и пыльники их довольно велики. На вершине каждой тычинки связник ее дает вырост (обычно треугольной формы). Выделим из цветка тычинки вместе со столбиком и рассмотрим их в таком естественном положении. Столбик имеет двураздельное рыльце, лопасти которого отогнуты под прямым углом (рис. 115, 2, 3, 4).

**Ромашка аптечная** (*Matricaria recutita*) (рис. 115, 8) также широко распространенное растение. Выделяет большое количество эфирных масел. Возьмем корзинку ромашки аптечной и рассмотрим ее. Наиболее яркой чертой ее организации оказываются цветки с белыми языковидными венчиками, расположенные по краю корзинки. Разрежем корзинку вдоль и отметим следующее:

- 1) сильно выпуклое, полое внутри цветоложе;
- 2) большое число знакомых уже нам трубчатых обоеполых цветков на нем с желтоватыми венчиками;
- 3) длинные белые язычки по краю, корзинки принадлежат краевым цветкам, что мы хорошо увидим, если иглой отделим от цветоложа несколько из них. Положим такой необычный цветок в поле зрения лупы и рассмотрим его. В нижней части цветка есть

завязь и видна короткая трубка венчика, верхняя часть которой вытянута в виде длинного белого язычка с тремя зубчиками на вершине.

Такой венчик, вероятно, возник из двугубого в результате редукции верхней губы, которая состояла из двух сросшихся лепестков (как это всегда бывает у пятерных цветков при возникновении зигоморфии)\*. Таким образом, в корзинке ромашки аптечной имеются два типа цветков: правильные, пятичленные обоеполые цветки с желтыми венчиками, занимающие середину соцветия, и цветки резко зигоморфные, одногубые, белые - краевые ( $K_{(5)}C_{(5)}A_{(5)}G_{(2)}$  и  $K_0C_{3+0}A_0G_{(2)}$ .)

\* (Вспомним губоцветных, у которых также иногда недоразвивается верхняя губа и в цветке остается языковидная трехраздельная нижняя губа (например, у дубровок). Сложноцветные с двугубым венчиком известны у нас в Сибири и на Дальнем Востоке - это лейбница сибирская (*Leibnitzia Anandria*) (рис. 117, 0). )

Вскроем трубку венчика краевого цветка и отметим, что в нем нет тычинок, а только пестик, и следовательно, он является цветком женским.

Среди наших обычных ромашек есть еще два вида. **Ромашка непахучая** (*Matricaria inodora*) внешне похожа на ромашку аптечную; главное ее отличие от ромашки аптечной состоит в том, что цветоложе у нее менее выпукло и заполнено внутри рыхлой тканью (рис. 115, 9).

**Ромашка пахучая** (*Matricaria matricarioides*) так же сильно пахуча, как и наша аптечная, и нам следует знать признаки, отличающие их друг от друга. Бросается в глаза сильно выпуклое общее цветоложе, на котором размещаются желтовато-зеленые цветки. Цветки в корзинке все трубчатые и очень мелкие (не более 3 мм).

**Подсолнечник** (*Helianthus annuus*) (рис. 116, 10) - однолетнее растение со стеблями до 3,5 м высоты. Соцветия корзинки - достигают 30 см в диаметре и имеют до 1000 цветков. В середине корзинки цветки обоеполые, трубчатые - по краю, язычковые, бесплодные. Разводится в степной и лесостепной областях ради масла, содержащегося в его семянках (30 - 50%). Семянка употребляется как лакомство. Родина - Северная Америка. Главная область его культуры находится в нашей стране. На селекционных станциях Советского Союза выведена большая часть лучших масличных сортов подсолнечника.

**Мать-и-мачеха обыкновенная** (*Tussilago farfara*) (рис. 116, 6 - 8) - это одно из самых раннецветущих растений нашей флоры. Мать-и-мачеху всегда можно найти уже в начале апреля на обнаженных, не заселенных другими растениями обрывах, на железнодорожных свежих насыпях и реже - на залежах и полях.

При заготовке материала необходимо иметь в виду, что мать-и-мачеха цветет до появления листьев, поэтому экземпляры в цветках надо собирать раньше, а плоды и листья потом.

Рассматривая гербарные материалы, отметим следующее:

1) длинные корневища, покрытые бурыми чешуями;

- 2) сочные бледные цветочные стебли, также одетые густо расположенными бледными чешуйчатыми листьями;
- 3) одиночные большие корзинки на верхушке цветоносных стеблей, с двухрядной цилиндрической оберткой;
- 4) листья беловойлочные снизу и зеленые голые сверху.

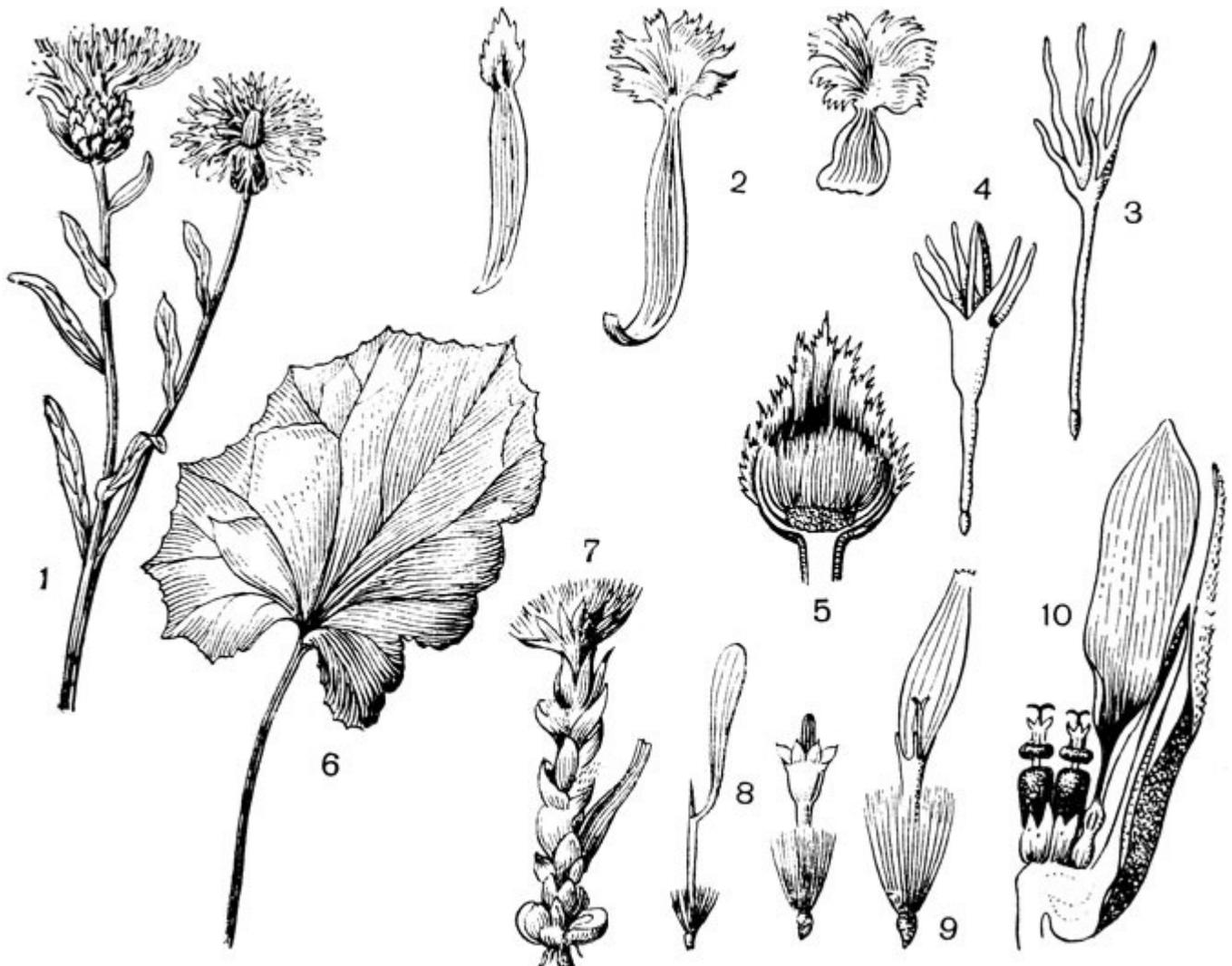


Рис. 116. Семейство Сложноцветные. Василек луговой (*Centaurea jacea*): 1 - цветущий побег; 2 - листочки обертки; 3 - краевой и 4 - трубчатый срединный цветки; 5 - корзинка в разрезе; видно волосистое общее цветоложе. Мать-и-мачеха (*Tussilago farfara*): 6 - лист; 7 - цветущий стебель; 8 - язычковый и трубчатый цветки. Лейбница сибирская (*Leibnitzia Anandria*): 9 - двугубый цветок. Подсолнечник (*Helianthus annuus*): 10 - часть корзинки с двумя трубчатыми и одним язычковым цветками

Переходя к анализу цветков, отметим, что все цветки в корзинке желтые, но диморфные: краевые - язычковые, срединные - трубчатые (в верхней части колокольчатые). Язычковые цветки располагаются в несколько рядов по краю корзинки. Рассмотрим цветки - трубчатый и язычковый. Строение их такое же, как и у видов предыдущих родов. Существенное отличие состоит в том, что на месте чашечки в цветках мать-и-мачехи имеется волосистый хохолок, который остается и при созревании семян, превращаясь в летучку. Семянки распространяются ветром.

Кроме того, заслуживает нашего внимания еще одно обстоятельство. В корзинке мать-и-мачехи трубчатые обоеполые цветки не плодоносят, а плодущи только язычковые женские цветки. В этом мы убедимся, если возьмем зрелую корзинку и рассмотрим, какие цветки в ней принесли плоды.

**Василек луговой** (*Centaurea jacea*) (рис. 116, 1-5) послужит нам для знакомства с краевыми цветками, имеющими кособоронковидный венчик. Растение распространено в пределах почти всей Европейской части нашей страны и обитает на лугах, в зарослях кустарников, на опушках леса. Большие пурпуровые корзинки лугового василька можно видеть уже в июне среди лугового разнотравья.

Рассматривая василек луговой, отметим, что листья у него простые, цельные и вместе со стеблями слегка шероховатые.

Перейдем к изучению корзинок и цветков, в результате которого отметим следующее: многорядную обертку, которая кажется рыхлой из-за оттопыренных пленчатых верхушек ее листочков. Цвет обертки буроватый, и эта особенность ее относится к видовым признакам василька лугового. Для исследования характера листочков обертки нам следует иглами отделить их по одному-два, начиная от наружного и до самого внутреннего ряда. При этом нужно иметь в виду, что наружные листочки обертки сидят очень прочно и отделить их можно, только глубоко поддевая иглой или скальпелем; остальные листочки отрываются легко. Теперь возьмем по одному листочку из наружного, одного из срединных и самого внутреннего ряда и, уложив их рядом, сравним между собой. Прежде всего отметим, что это настоящие зеленые листочки, но каждый из них оканчивается бурым пленчатым придатком. Форма листочков обертки при распознавании отдельных видов большого рода Василек имеет очень важное значение, поэтому следует тщательно рассмотреть листочки всех трех ярусов обертки. Листочки наружные снабжены большими, равными зеленой части их, придатками, пленчатые края которых рассечены на неправильные остевидно заостренные зубцы. Придаток срединных листочков равен только половине их длины, он округлый и ложковидно вогнутый, иногда по краю цельный, но чаще неправильнозубчатый или бахромчатый. Внутренние листочки обертки линейные, длинные, и пленчатый придаток их едва равен четверти длины листочка, заостренный и мелкозубчатый по краю.

Для дальнейшего анализа разрежем корзинку вдоль. Отметим, что общее цветоложе у василька лугового слабовыпуклое (почти плоское). Цветки окружены целой щеткой тонких волосовидных щетинок. Сняв цветки от края до середины корзинки, мы увидим, что волоски эти покрывают собой все цветоложе. Такое цветоложе называется волосистым. Теперь займемся цветками. Возьмем один из краевых цветков и даже без помощи лупы увидим, что он снабжен длинной и узкой трубкой, которая на вершине своей кончается воронкой. Край воронки кособорончатый и рассечен на пять неравных узких долей, из которых три нижние больше двух верхних. Этот венчик сохраняет некоторые черты двугубости и является как бы одним из вариантов видоизменения двугубого венчика. Воронковидные цветки зигоморфные. Если мы посмотрим в зев воронки, то не увидим в цветке ни тычинок, ни рыльца пестика. Вскроем трубку венчика, развернем ее и убедимся, что в воронковидных цветках василька нет и следов тычинок, а на верхушке недоразвитой завязи нет ни столбика, ни рылец. Краевые цветки василька бесплодные. Теперь подвинем в поле зрения лупы один из срединных цветков василька. Цветок сравнительно большой, трубчатый, с пятью длинными линейными зубцами на вершине.

Трубка длинная и выше середины своей вздута. Из зева этого цветка выходит длинный столбик, окруженный пурпуровыми пыльниками. В нижней части цветка располагается завязь. Цветок трубчатый, обоеполый. Такие цветки составляют большинство цветков корзинки. В лупу мы видим, что завязь покрыта белыми оттопыренными волосками, на верхушке ее имеется очень узкая окраина чашечки и кольцевой нектарник, а под ними иногда заметны- короткие волоски. Основание завязи косо срезано. Вскроем трубку венчика и развернем ее по всей длине. Мы увидим, что на уровне вздутия трубки изнутри к ней прикрепляются нити тычинок, пыльники которых срослись в трубку. Сквозь эту трубку проходит длинный столбик с двураздельным рыльцем на вершине. Под рыльцем находится щеточка из волосков, кольцом окружающая верхушку столбика.

Чтобы понять назначение этой щеточки, следует взять для анализа цветок из середины корзинки (где они еще не совсем распустились) и посмотреть, в каком положении относительно пыльников находятся его рыльце и щеточки. Можно видеть, что рыльца еще закрыты (сложены друг с другом) и находятся в глубине тычиночной трубки, в то время как пыльники уже открываются и высыпают пыльцу внутрь этой трубки. Первый вывод, который здесь напрашивается сам собой,- это то, что у василька - протандрия (ибо когда пыльник высыпает пыльцу, рыльца пестика еще закрыты). Протандрия свойственна большинству сложноцветных. У василька происходит следующее: когда насекомое, доставая нектар со дна цветка, коснется нитей тычинок, они, обладая высокой раздражимостью, сократятся, а затем, выпрямляясь, вытолкнут столбик, щеточка которого при этом выметет пыльцу наружу. Эту пыльцу и захватывают насекомые, которые подолгу остаются в корзинках василька, переходя от цветка к цветку. Когда пыльца вся высыпалась, столбик вытягивается, выходит за пределы тычиночной трубочки, рыльца его открываются и цветок готов к опылению. Мы видели наш первый цветок в таком именно состоянии. У других сложноцветных пыльца, высыпаясь, задерживается щеточкой, и, когда столбик вытягивается и проходит тычиночную трубку, щеточка выметает пыльцу из нее.

#### **Подсемейство Языкоцветные - Liguliflorae**

Здесь объединяются сложноцветные, в корзинках которых имеются только обоеполые язычковые цветки. Однако, кроме этой морфологической их особенности, растения, сюда относящиеся, отличаются и определенными анатомо-физиологическими свойствами: все они обладают млечными сосудами, в соке которых встречается каучук.

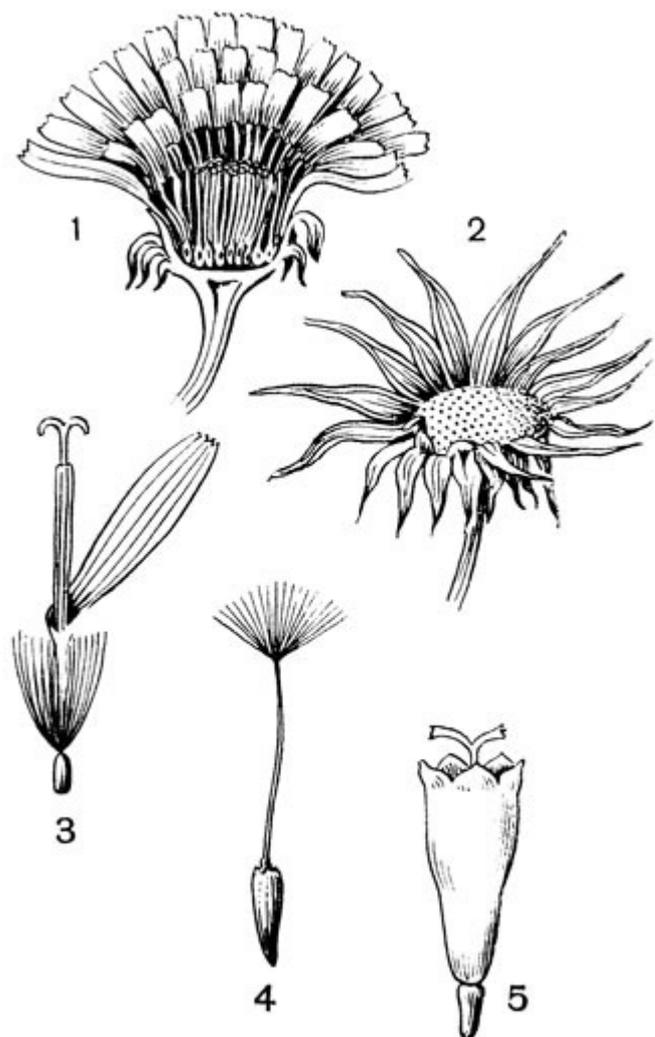


Рис. 117. Семейство Сложноцветные. Одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*): 1 - корзинка в разрезе; 2 - цветоложе; 3 - цветок; 4 - плод. Полынь горькая (*Artemisia absinthium*): 5 - цветок

**Одуванчик лекарственный** (*Taraxacum officinale*) (рис. 117, 1 - 5) распространен повсеместно, а так как он зацветает уже в апреле, то доступен для исследования его в свежем виде. Изучая внешний вид одуванчика, отметим следующие черты его строения:

1) вегетативные стебли укорочены, и листья собраны в прикорневую розетку. Корни длинные, стержневые;

2) цветоносные стебли безлистные - стрелки, полые внутри, и представляют собой разросшееся верхнее междоузлие стебля. Корзинки одиночные. Все части одуванчика содержат млечный сок.

Возьмем корзинку одуванчика и рассмотрим ее. Здесь прежде всего обратим внимание на обертку. Она двухрядная, и наружный ряд ее листочков отогнут книзу, а внутренний прижат к цветкам. Теперь следует отделить четыре-пять листочков обертки каждого ряда, чтобы увидеть блюдцевидное общее ложе корзинки, на котором тесно сидят цветки одуванчика. Отделив серию цветков, начиная от наружного края корзинки к ее середине, и разложив их рядом, рассмотрим (при этом следует иметь в виду, что венчик часто легко отрывается от завязи и последняя остается на цветоложе, поэтому цветки отделять надо иголкой, поддевая завязь у основания ее). Мы увидим, что все они язычковые и внешне одинаковые. Однако мы уже встречали у сложноцветных случаи, когда краевые цветки в корзинках оказались только женскими или совсем бесплодными. Поэтому нам следует

посмотреть внутреннее строение краевого и срединного цветков корзинки, чтобы иметь возможность сравнить их. В результате анализа цветков отметим следующее:

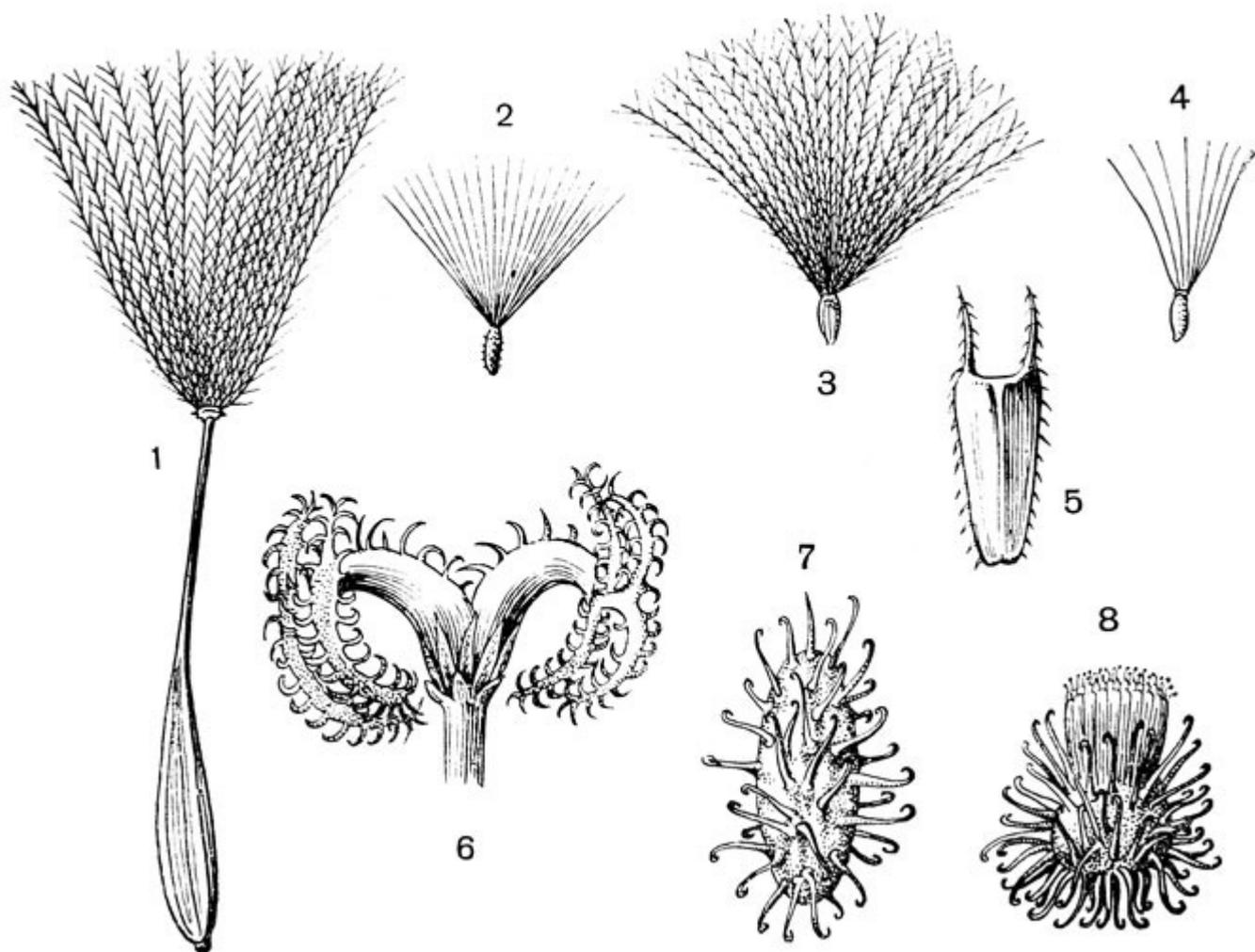


Рис. 118. ПЛОДЫ сложноцветных: 1 - козлобородник (*Tragopogon paradoxum*); 2 - бодяк полевой (*Cirsium arvense*); 3 - золотая розга (*Solidago virga aurea*); 4 - крестовник (*Senecio*); 5 - череда (*Bidens tripartita*); 6 - диптерокома (*Dipterocoma pusilla*) - корзинка; 7 - дурнишник колючий (*Xanthium spinosum*) - корзинка; 8 - лопух большой (*Arctium majus*) - корзинка

1) Все цветки в корзинке одинаковые, обоеполые и все имеют язычковые венчики. Язычки желтые с пятью зубчиками на вершине. Рассматривая трубку венчика, мы замечаем, что она как бы разрезана и развернута в верхней части, где и отгибается в виде язычка. Такой язычок в отличие от язычков краевых цветков, например ромашки аптечной, произошел, следовательно, из всех пяти лепестков венчика, разросшихся в одной плоскости. Этот пятизубчатый язычок имеет пять жилок, которые кончаются не на вершине зубчиков, а между ними - в местах сращения лепестков. Язычковые цветки зигоморфные, но обоеполые и плодущие.

2) Тычинки также срастаются пыльниками в трубку, а в ней проходит столбик с двураздельным рыльцем, покрытым щетинками на своей верхушке. Нити тычинок тонкие, прирастают к венчику почти у верхнего края трубки.

3) Завязь ребристая (особенно развиты ее боковые ребра) и по ребрам (от середины кверху) усажена шипиками. На верхушке завязь оттянута в притупленную пирамидку с носиком, несущим хохолок из волосков. В строении хохолка особенно важным является

число рядов, в которых располагаются волоски, и характер самих волосков. Для исследования хохолка лучше всего отделить, кольцо его волосков от ножки и, поставив 20X окуляр, рассмотреть его у основания, отгибая иглами волоски. Мы убедимся, что хохолок у одуванчика однорядный и волоски его слегка срослись у основания. Здесь же рассмотрим строение отдельных волосков. Хохолок на семянках сложноцветных является одним из самых ярких приспособительных образований. Он настолько совершенен при полете, что плоды пролетают огромные пространства и растения благодаря этому с поразительной быстротой расселяются на Земле. Волоски в связи с этой их функцией имеют очень разнообразное строение: они бывают гладкими, зазубренными и перистыми (рис. 118). Тот или иной тип волосков характерен для целых групп родов сложноцветных, поэтому волоски имеют здесь большое систематическое значение. У одуванчика волоски простые и лишь по краям очень мелко зазубренные.

Возьмем зрелую семянку одуванчика вместе с ее хохолком и увидим, что при созревании плодов ножка сильно вытягивается и венец волосков выносятся ею высоко, напоминая собой парашют.

4) Освободим общее ложе корзинки от цветков и рассмотрим его. Оно здесь ямчатое, голое, и на нем также хорошо видно спиральное расположение цветков в корзинке.

Одуванчик очень большой род, особенно богатый видами в горных странах. Среди одуванчиков, обитателей гор Тянь-Шаня, оказался каучуконосный одуванчик кок-сагыз.

#### **Ветроопыляемые формы сложноцветных**

Опыление с помощью ветра наблюдается у представителей рода **Полынь** (*Artemisia*). Здесь оно явление вторичное и возникло у многих из них, может быть, в связи с обитанием их в равнинных и горных пустынях или на открытых пространствах степей и каменистых склонов.

**Полынь горькая** (*Artemisia absinthium*). Для занятий необходимы гербарные образцы растения и отдельно еще соцветия для анализа, предварительно размоченные в воде. Рассматривая гербарный образец полыни, отметим:

- 1) дважды - или триждыперисторассеченные листья с продолговатыми тупыми дольками. Листья, как и все растение, тонко шелковистоопушенные;
- 2) корзинки очень мелкие (2 - 3,5 мм в диаметре), поникающие и собранные в большие метельчатые соцветия.

Рассмотрим строение корзинки и цветков в ней.

Корзинки имеют обертку, листочки которой обычно в молодом состоянии почти равны цветкам, поэтому цветки и кажутся незаметными. Обертка густоопушенная. Отделив цветки, отметим, что краевые из них нитевидные, пестичные, а срединные - трубчатые, обоюполюе. Пестики с широкими двухлопастными рыльцами, кистевидно-мохнатыми на концах, тычинки трубчатых цветков с большими пыльниками, наверху которых также

имеется отросток. Семянки не имеют хохолка. Посмотрев освободившееся от цветка ложе, отметим, что оно длинноволосистое. Сравнивая корзинки и цветки полыни с уже известными нам представителями семейства, мы должны будем заключить, что у полыни не обнаружили никаких специальных приспособлений к насекомопопылению. Наоборот, мелкие поникающие корзиночки с мельчайшими невзрачными цветками, имеющими очень большие пыльники и мохнатые лопасти-рылец, более похожи на соцветия ветроопыляемых растений.

Мы исследовали лишь несколько представителей семейства сложноцветных. Однако и это дает нам возможность представить себе наиболее характерные его черты. Самой яркой особенностью семейства является очень большое число свойств, направленных прежде всего на обеспечение перекрестного опыления, повышение энергии размножения, распространение плодов. Семейство получило свое название за особое строение многоцветкового соцветия - корзинки. Организация корзинки напоминает собой простой цветок. У сложноцветных наиболее совершенный тип соцветия - антодия с разделением биологических функций между его цветками. Одни из них плодоносят, другие же выполняют роль как бы общего для всего соцветия венчика. Соцветия-корзинки хорошо обеспечивают перекрестное опыление мелких цветков. В результате этого число семян, производимых каждым растением из этого семейства, очень велико. Большого совершенства и разнообразия здесь достигают способы распространения плодов (рис. 118). Чрезвычайно важным является то, что все члены этого огромного семейства имеют однотипный пестик, состоящий из двух сросшихся плодолистиков, завязь одногнездная, нижняя с одной семязпочкой. Плод - семянка. Исходный тип цветка-трубчатый, формула его:  $K_{(5)-0}C_{(5)}A_5\bar{G}_{(2)}$ , т. е. он пятичленный, сростнолепестный, четырехкруговой, с нижней завязью, как и у колокольчиковых.

## **Класс Однодольные - Monocotyledoneae**

Класс характеризуется следующей совокупностью признаков.

В семени однодольных развивается одна семядоля.

Типичный цветок однодольных трехмерный, пятициклический" формула его:  $P_{3+3}A_{3+3}\bar{G}_{(3)}$ . Пластинка листа однодольных растений в большинстве случаев цельная. Жилкование листа однодольных параллельное или дуговидное. Листья однодольных располагаются очередно.

Зародышевый корень при развитии растения из семян очень рано останавливается в росте, взамен его возникает мочка придаточных корней, образующих мочковатую корневую систему. Сосудисто-волокнистые пучки однодольных расположены в стебле разбросанно, они закрытого типа (отсутствует камбий). Вследствие этого стебли однодольных деревянистых растений на всем протяжении обладают одинаковым диаметром и имеют колонновидную форму.

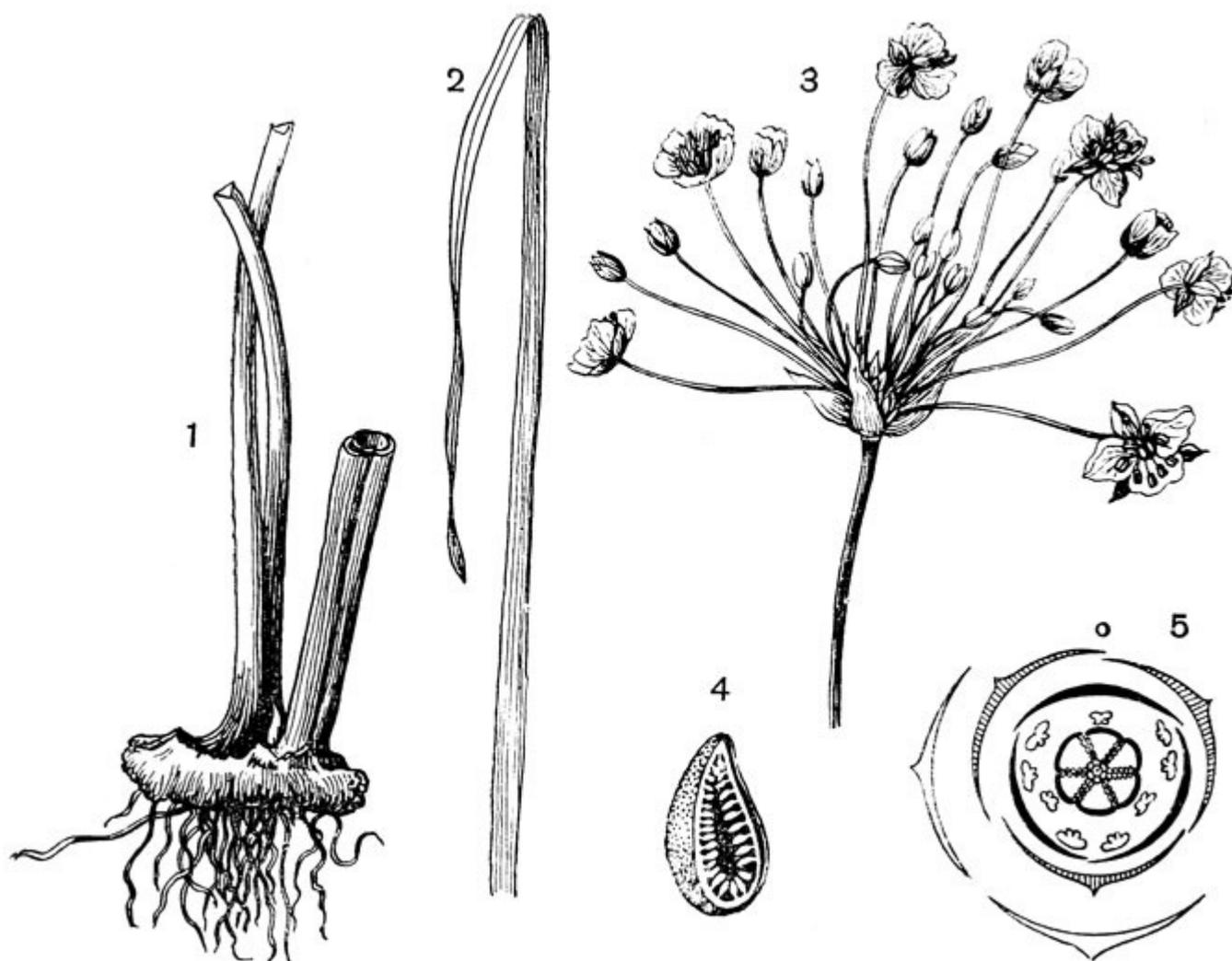


Рис. 119. Семейство Сусаковые. Сусак зонтичный (*Butomus umbellatus*): 1 - прикорневая часть; 2 - листовая пластинка; 3 - соцветие; 4 - вскрытая листовка; 5 - диаграмма цветка

В классе однодольных паразитов нет. Из класса однодольных мы познакомимся с порядками: водолюбов, лилиецветных, мелкосеменных, осокоцветных и пленкоцветных растений.

### Порядок Водолюбы - Helobiae

Растения, принадлежащие к порядку, ведут водный образ жизни. Одни из них целиком погруженные, другие прибрежные, обильно развивающиеся по берегам рек, ручьев и других водоемов.

С порядком Helobiae познакомимся на примере семейств сусаковых (*Butomaceae*) и частуховых (*Alismataceae*).

Сусак зонтичный (*Butomus umbellatus*) (рис. 119). Растение это широко распространено. Сусак растет на илистой, иногда песчаной почве, в прибрежной зоне, часто под защитой других, более крупных растений. Он образует небольшие заросли; корневища его дают плотные сплетения в поверхностных слоях почвы, чем препятствуют поселению других растений. По массивному корневищу заключаем, что сусак - многолетнее растение.

Листья сусака все прикорневые, линейномечевидные. Соцветие сусака - простой зонтик.

Рассмотрим цветок. Околоцветник простой, состоящий из двух кругов розовых, в основании более густо окрашенных листочков. Тычинок девять, они расположены в трех кругах. Чтобы увидеть круговое расположение их, удалим ножницами околоцветник и рассмотрим основания тычиночных нитей. Мы видим, что тычинки наружного круга чередуются с тычинками среднего круга и противолежат тычинкам внутреннего круга.

Пестики розовые, их в цветке шесть, столбики их короткие, рыльца расположены сбоку. Вскрыв завязь, отметим, что она состоит из одного плодолистика, по брюшному шву ее расположены многочисленные семяпочки, плод, развивающийся из нее,- листовка.

Цветет сусак с июня до сентября.

#### Семейство Частуховые - Alismataceae

С семейством частуховых познакомимся на примере стрелолиста и частухи.

**Стрелолист обыкновенный** (*Sagittaria sagittifolia*) обычно растет в водоемах с проточной водой, так как для его развития необходим постоянный приток кислорода. Большей частью он живет в мелководной, пересыхающей части водоема с илистым грунтом, где дает заросли. Иногда такие заросли встречаются на глубине до пяти метров. В начале вегетации только пластинки листьев и верхняя часть цветоносного побега возвышаются над поверхностью воды; когда же вода спадает, часть растения, а иногда и все оно, оказывается в воздушной среде.

Рассмотрим гербарный экземпляр. Внешний облик стрелолиста зависит от условий, в которых он рос. На глубине от 150 см у стрелолиста образуются длинные лентовидные листья с волнистым краем и один-два плавающих листа. На глубине 30 - 150 см у стрелолиста возникают листья двух типов: лентовидные и плавающие. На более мелких местах у стрелолиста образуются, кроме линейных и плавающих листьев, большое количество воздушных листьев, имеющих стреловидную пластинку и длинный черешок. И, наконец, по берегам водоемов стрелолист приобретает наземную форму, характеризующуюся главным образом воздушными листьями и слабым развитием линейных листьев. Таким образом, у стрелолиста три типа листьев: погруженные лентовидной формы, листья с пластинками, плавающими на поверхности воды, и, наконец, возвышающиеся над поверхностью воды длинночерешковые, со стреловидной листовой пластинкой. Обратим внимание на сетчатое жилкование листовой пластинки, характерное не для однодольных, а для двудольных растений.

Цветоносный стебель трехгранный, несет на вершине редкую метелку, на главной оси которой цветоносы собраны мутовками. Познакомимся со строением цветка. Возьмем цветки из нижней и верхней частей соцветия и, положив на столик лупы, рассмотрим. Околоцветник у всех цветков одинаковый: он состоит из двух кругов; в наружном круге находятся три мелких листочка красноватого цвета, во внутреннем - располагаются три более крупных листочка с красным пятном при основании.

Переходя к анализу внутренних частей цветка, мы замечаем, что цветки стрелолиста раздельнополые; цветки из нижней части соцветия - пестичные, цветки, расположенные на вершине соцветия, - тычиночные. В женском цветке много пестиков, расположенных на коническом цветоложе. Выделим пестик, рассмотрим его при 20X увеличении, а затем вскроем. Пестик образован одним плодолистиком; плод, развивающийся из него, - листовка. В цветках, взятых нами из верхней части соцветия, находится много тычинок.

Стрелолист опыляется перекрестно короткохоботковыми насекомыми. Возможность самоопыления исключается, так как пестичные цветки развиваются ранее тычиночных.

Все органы стрелолиста богаты воздухоносными полостями, характерными для всех водных растений.

В середине июля стрелолист образует несколько столонов, достигающих 30 см длины. На концах их формируются зимующие почки, залегающие в грунте на глубине около 25 см и имеющие вес около 2 - 3 г. В них содержится до 35% крахмала и небольшое количество белка; их можно употреблять в пищу в вареном или печеном виде, а высушенные и размолотые - как муку. Зимующие почки обладают большой температурной стойкостью, они могут промерзнуть, не теряя способности к прорастанию.

**Частуха подорожниковая** (*Alisma plantagoaquatica*) - многолетнее растение с листьями, собранными в прикорневую розетку. Корневище короткое, клубневидное.

У частухи, как и у стрелолиста, диморфизм листьев: нижние - линейные, плавающие, листья, возвышающиеся над поверхностью воды, длинночерешковые, с яйцевидной листовой пластинкой. На листе находится семь дуговидных жилок, которые соединяются между собой поперечными более тонкими жилками.

Таким образом, у частухи жилкование типичное для однодольных растений, тогда как у стрелолиста еще сохранилось сетчатое жилкование, характерное для двудольных.

Цветоносный стебель, выходящий из центра розетки, несет пирамидальную метелку, от которой мутовчато, большей частью по три, отходят боковые ветви, оканчивающиеся зонтиками цветков. При основании мутовок и зонтичков находятся буроватые ланцетные листочки.

Рассмотрим строение цветка. Околоцветник его состоит из двух кругов: в наружном круге находятся три чашечковидных зеленых листочка, во внутреннем круге - три более крупных белых или чаще розоватых листочка. Тычинок шесть, которые расположены попарно. Пестиков много. Цветет частуха с конца мая до осени. Таким образом, у растений, относящихся к порядку *Helobiae*, имеются черты сходства с многоплодниковыми (большое и неопределенное число плодолистиков, дающих отдельные пестики, плодики-листочки и гемициклическое расположение элементов

цветка). Вместе с тем эти растения сходны с лилейными (околоцветник из двух кругов по три листочка, тычинок шесть или девять). Эти черты строения позволяют думать, что порядок водолубов является связующим между однодольными и древними двудольными.

## **Порядок Лилиецветные - Liliiflorae**

### **Семейство Лилейные - Liliaceae**

Лилейные главным образом многолетние растения, имеющие подземные органы в виде луковиц или корневищ. В умеренных широтах лилейные - травянистые растения, в тропических странах среди лилейных имеются древесные растения (драцена, алоэ). Многие лилейные, имеющие подземные органы в виде луковиц, распространены в степях и полупустынях, являясь ландшафтными растениями.

Листья лилейных, то довольно широкие, то узкие линейные, расположены по спирали.

Цветки лилейных большей частью крупные, с лепестковидными листочками околоцветника, поэтому многие лилейные являются распространенными декоративными растениями.

К роду **Гусиный лук** (*Gagea*) относятся раннецветущие растения, не достигающие значительных размеров.

Широко распространенный вид **гусиный лук желтый** (*Gagea lutea*) (рис. 120) иногда в значительных количествах развивается на влажных лугах, по кустарникам и лесам, а также на полях. Как все представители рода, гусиный лук желтый является эфемероидным растением, большую часть года проводящим в состоянии покоя. Растение развивается (цветет и плодоносит) в течение апреля - мая, затем надземные части его отмирают; коробочка ложится на землю, где происходит окончательное ее созревание и растрескивание. Таким образом, гусиный лук 10 месяцев в году проводит в состоянии покоя.

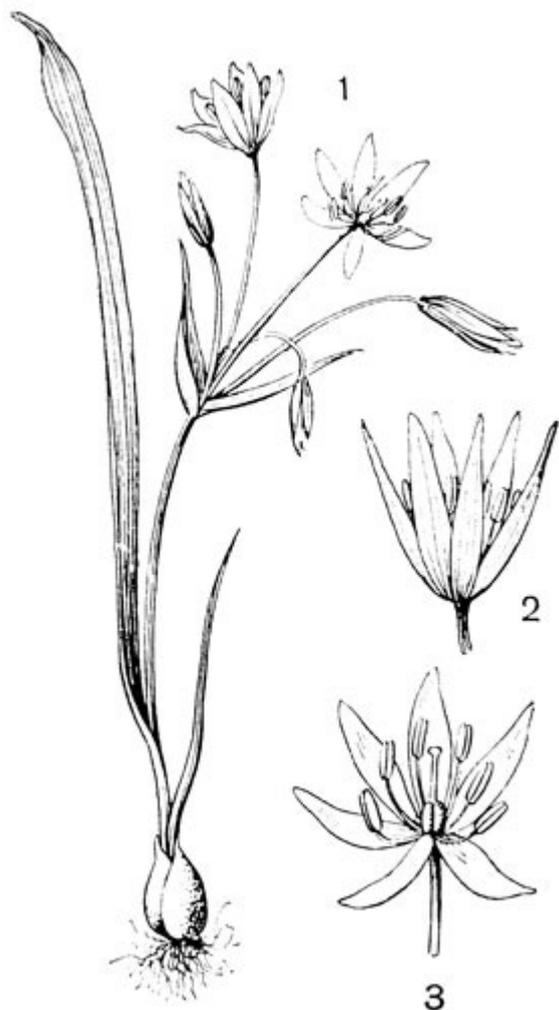


Рис. 120. Семейство Лилейные. Гусиный лук (*Gagea lutea*): 1 - внешний вид; 2 - цветок; листочки околоцветника расположены в два круга; 3 - цветок открыт, видны все его элементы

Гусиный лук желтый - небольшое растение 10 - 15 см высотой. В почве находится небольшая продолговатояйцевидная луковица, из которой выходит тонкий стебель и прикорневой лист, превышающий стебель. Лист имеет широколанцетную форму, на вершине он стяннут в колпачок. Цветоносный стебель несет зонтиковидное соцветие из 8 - 10 цветков; при основании соцветия находятся два прицветных листочка; один из них, ланцетный, превышает соцветие, другой, линейный, короче соцветия.

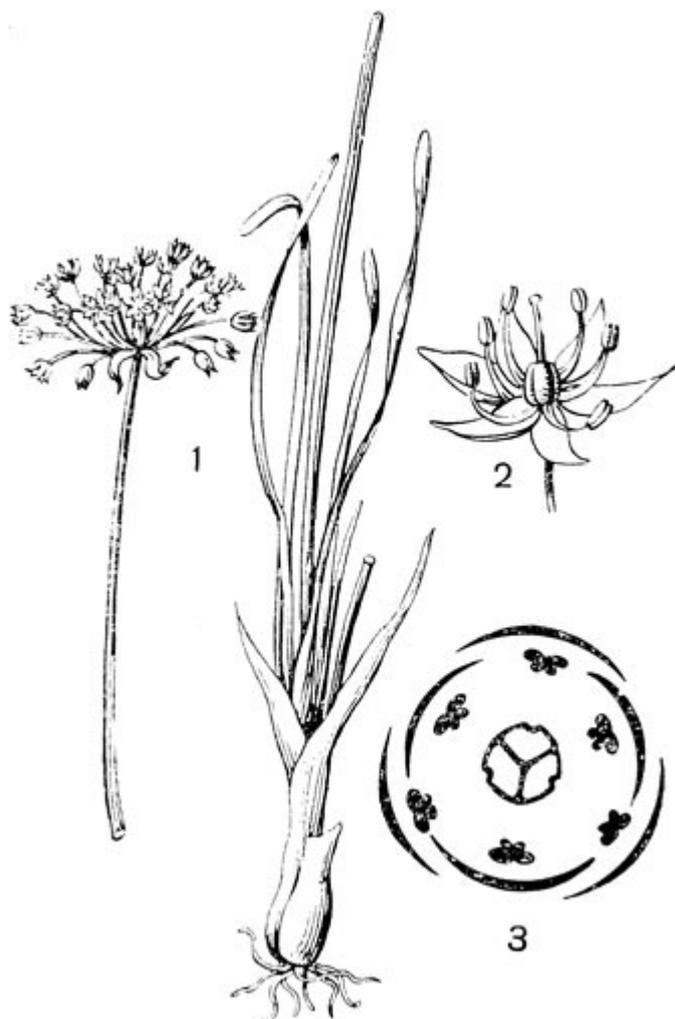


Рис. 121. Семейство Лилейные. Лук угловатый (*Allium angulosum*): 1 - внешний вид; 2 - цветок; 3 - диаграмма цветка

Цветки звездчатой формы. Положим на столик лупы два цветка и расправим один из них кверху нижней, а второй верхней поверхностью. Листочки околоцветника внутри желтые, снаружи зеленоватые, ланцетной формы, при основании с нектарником в виде небольшой ямки. Они расположены в двух кругах по три, что хорошо видно при рассмотрении цветка снизу. За листочками околоцветника лежат в двух чередующихся кругах тычинки, что хорошо видно в основании тычиночных нитей; в каждом круге находятся три тычинки. Придерживая одной иглой цветок, другой отделим пестик при его основании. Пестик имеет округлую завязь, трехгранный столбик и неяснотрехлопастное рыльце. Таким образом, формула цветка:  $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$ .

**Лук угловатый** (*Allium angulosum*) (рис. 121) - широкораспространенное луговое растение. В почве у лука угловатого находится короткое горизонтальное корневище, на котором располагаются одна-две сближенные луковицы. Луковицы узкоконические, малоутолщенные; покровные чешуи их сероватые, пленчатые. Цветоносный стебель кверху острогранный, тонкий, листья в числе пяти-шести сближены при основании его. Листья узколинейные, килеватые на нижней поверхности (у многих видов лука листья дудчатые, например у лука репчатого - *A. sepa*). Стебель заканчивается зонтиковидным соцветием. На растениях с бутонами соцветия окутаны пленчатым, короткозаостренным чехлом, остающимся при основании соцветия в период цветения. Чехол - кроющиеся листья.

Околоцветник простой, сростный из шести розоватых листочков, ширококолокольчатый. Вскроем околоцветник. Нити тычинок при самом основании сростлись между собой и с листочками околоцветника. По отцветании развивается коробочка. У ряда видов (чеснока - *A. sativum*, сорного лука круглого - *A. rotundum*, лука-порея - *L. portum*, лука круглоголового - *A. sphaerocephalum*) нити тычинок внутреннего круга расширены, по бокам снабжены тонкими зубцами, обыкновенно превышающими пыльник или немного короче его. Лук угловатый - дикорастущее съедобное растение.

Дополнительно можно рассмотреть **ландыш майский** (*Convallaria majalis*). Его корневище горизонтальное, с расходящимися от него зелеными овально-яйцевидными листьями, суженными в основании в черешок. Трубочато свернутое основание листьев окружено белыми или розоватыми чешуйчатыми низовыми листьями. Из пазухи низовых листьев выходит цветоносный слегка ребристый стебель. На нем видны поникшие белые душистые цветки в однобоких кистях. При основании цветоножек сидят маленькие шиловидные прицветные листья. При 20 X увеличении рассмотрим строение цветка ландыша (он трехмерный, четырехциклический).

Формула цветка ландыша:  $*P_{(6)}A_{3+3}G_{(3)}$ .

Ландыш - лекарственное растение. Его плод - красная ягода.

**Купена многоцветковая** (*Polygonatum multiflorum*) имеет мясистое корневище, от которого отходят многочисленные шнуровидные корни, а из вершины выходит слегка поникающий, надземный побег. Обратим внимание, что на корневище имеются круглые вдавления - следы надземных побегов прошлых лет. На побеге находятся очередные продолговатые или эллиптические листья. Цветки повислые, выходят по три-пять из пазух листьев. Околоцветник спайный, трубчатый, зеленовато-белый, с шестью короткими зубцами отгиба, близ зева его находится перетяжка. Тычинки (их шесть) прикрепляются к трубке венчика. Пестик с нитевидным столбиком и трехраздельным рыльцем. Плоды купены - черные ягоды. Купена многоцветковая растет по лесам и кустарникам.

## Порядок Мелкосеменные - *Microspermae*

Семейство Орхидные - *Orchidaceae*

Для знакомства с орхидными желательно взять растение с крупными цветками (например, *Cypripedium*).

**Венерин башмачок** (*Cypripedium calceolus*) (рис. 122) - многолетник, с горизонтально распростертым корневищем.



Рис. 122. Семейство Орхидные. Венерин башмачок (*Cypripedium calceolus*) 1 - прикорневая часть растения с корнями щем; 2 - цветущий побег; 3 - колонка: видна верхняя часть завязи, по бокам ко лонки расположены пыльники, вверху - лепестковидный стаминодий, под ним - обращенное книзу рыльце; 4 - диаграмма цветка

Крупные зигоморфные две возникают на вершине стебля в числе двух-трех. Листочки лепестковидного околоцветника различны по своей форме и окраске. Нижний из них желтый, мешковидно вздут, тогда как остальные красновато-бурые. Разложим аккуратно цветок. Листочки околоцветника расположены в двух кругах; в наружном круге лежит листочек, находящийся под губой; он сросся из двух листочков и на конце имеет два зубца; в этом же круге расположен верхний листочек. Во внутреннем круге лежит губа и два боковых листочка. Сравнивая форму листочков околоцветника, мы приходим к выводу, что только два боковых равны между собой, остальные же имеют каждый особую форму.. Если в нашем распоряжении имеются растения с молодыми бутонами, то, препарировав их, можно убедиться, что губа занимает в бутоне верхнее положение, лишь в крупных бутонах, где завязь уже закручена на 180°, губа смещена в нижнее положение. На молодых бутонах губа очень напоминает туфельку. Перейдем к изучению внутренних частей цветка. Центр цветка занят массивной колонкой, называемой гиностемием; колонка, образована столбиком, сросшимся с тычиночными нитями. По бокам колонки лежат пыльники двух тычинок, вверху расположен лепестковидный стаминодий, а в центре находится массивное округло-треугольное, покрытое сосочками рыльце, наклоненное к губе. Завязь нижняя; в ней находится множество чрезвычайно мелких семечек; семена, развивающиеся из них, также очень мелки, и зародыш в них не дифференцирован. Плод, развивающийся из завязи, - коробочка.

Растет венерин башмачок в смешанных и лиственных лесах на богатой кальцием почве. Цветет башмачок в мае - июне. При гербаризации зачастую темнеет, вследствие чего его следует сушить горячим способом.

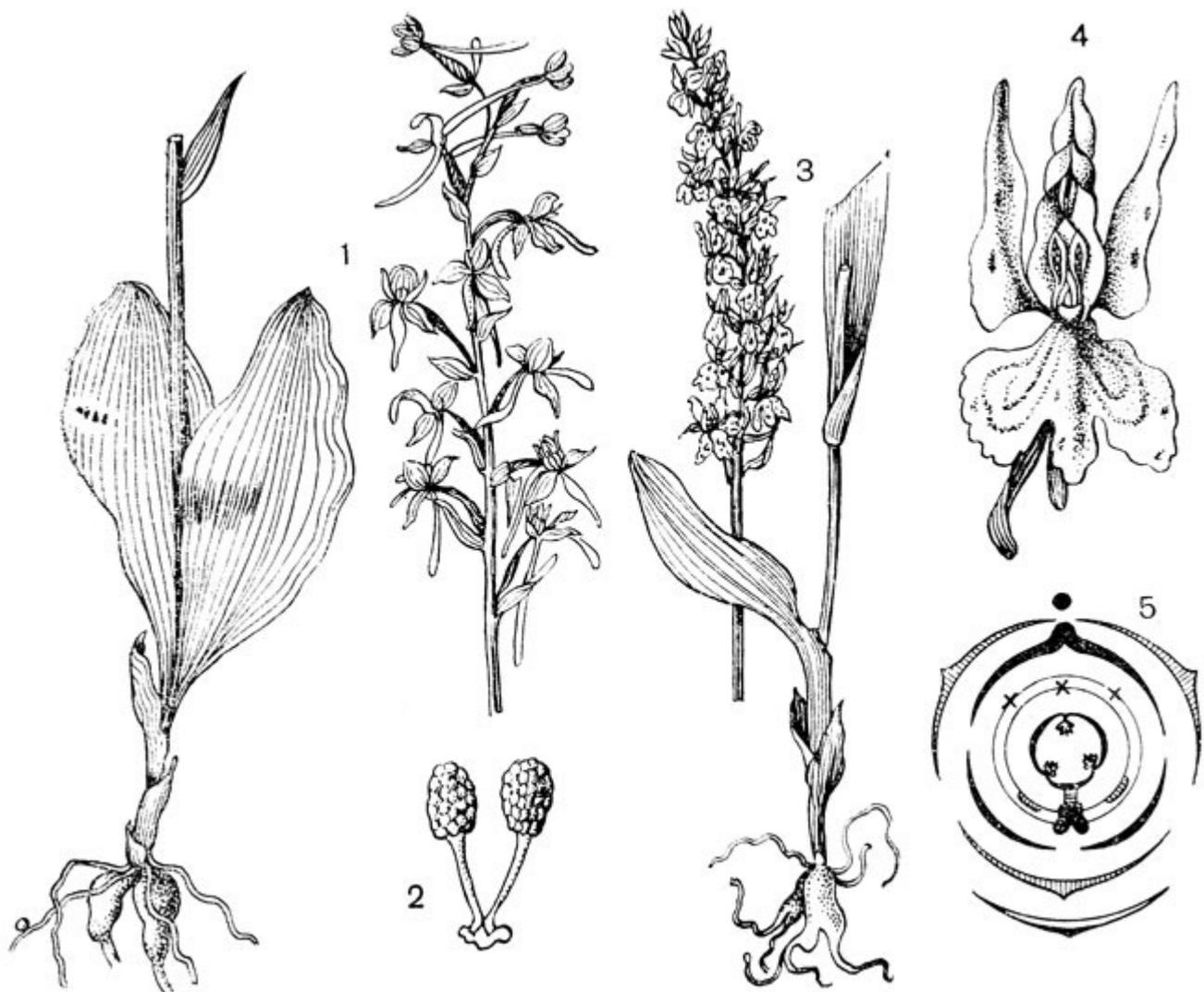


Рис. 123. Семейство Орхидные. Любка двулистная (*Platanthera bifolia*): 1 - внешний вид (слева - прикорневая часть, справа - колос); 2 - поллинии (в основании - железка, выше - ножка, верхняя часть - поллинии). Орхидея пятнистая (*Orchis maculata*): 3 - внешний вид; 4 - цветок; видны скрученная нижняя завязь, шпорец, листочки околоцветника, вскрывшиеся пыльники, рыльце; 5 - диаграмма цветка

**Любка двулистная** (*Platanthera bifolia*) (рис. 123). Знакомство с любкой лучше приурочить к моменту цветения ее (конец мая, июнь). Если это невозможно, приходится пользоваться заспиртованным и гербарным материалом, что значительно усложняет уяснение строения цветка.

Подземными органами любки являются два клубня с отходящими от них шнуровидными корнями. В клубнях откладываются запасные питательные вещества. Ежегодно возникает один клубень, а клубень, образовавшийся в предыдущий год, израсходовав питательные вещества, постепенно засыхает. На поверхность почвы выходит прямостоячий ребристый стебель, достигающий 25 - 45 см высоты. В нижней части его находятся два сближенных листа, иногда производящих впечатление супротивных.

Теперь рассмотрим соцветие. При беглом осмотре оно кажется нам кистевидным. Присмотримся внимательно: у цветков длинная нижняя завязь, прикрепляющаяся

непосредственно к общей оси соцветия. Таким образом, соцветие любки - колос. При основании каждого цветка находится ланцетовидный прицветник.

Для дальнейшего знакомства следует положить на столик лупы цветок, тщательно его расправить и внимательно рассмотреть. Околоцветник состоит из шести листочков, расположенных в двух кругах. В наружном круге лежат верхний листочек околоцветника и два боковых. В живом цветке все они сближены и сводообразно согнуты; из них верхний более широкий, боковые уже. Во внутреннем круге находятся два боковых неравнобоких листочка и нижний (губа), имеющий язычковидную форму. От основания губы отходит тонкий шпорец длиной до 30 мм.

В гиностемий срослись одна тычинка и столбик пестика. Гино-стемий невысокий. На вершине его находится узкий связник, от которого идут два параллельных пыльника. Если ввести кончик заточенного карандаша в зев свежего цветка любки двулистной или другого орхидного растения и коснуться им пыльника, то пыльник вскрывается и к кончику карандаша прилипает один или оба булавовидных поллиария. Дадим подсохнуть ножке; она при этом наклоняется вперед. В природе опыление совершается насекомыми, питающимися нектаром, который накапливается в шпорце. Насекомое, запуская хоботок, касается головкой стенки пыльника, при этом на головку его попадает поллиарий, приклеивающийся к ней прилипальцем. Перелетая в поисках нектара на другие растения, насекомое касается поллиарием рыльца и, оставляя на нем часть пыльцы, производит опыление. Одним поллиарием насекомое может опылить несколько цветков.

Рассмотрим поллиарий при 20X увеличении; в верхней части его находится пыльца, склеенная комочком, - поллиний, ниже лежит тонкая ножка, на которой расположена железка, имеющая форму подушечки - прилипальце. Таким образом, мы выделили поллиарий, состоящий из поллиния, ножки и прилипальца. Поллиарии хорошо выделяются и из заспиртованных цветков. Для этого следует вскрыть вдоль стенку пыльника и, подцепив препаровальной иглой, извлечь поллиний из гнезда пыльника; вместе с ним извлекутся ножка и прилипальце. Поллиний рассмотрим при малом увеличении микроскопа.

Рассмотрим пестик; рыльце его вогнутое, так же как у венерина башмачка, большое; завязь, как нам известно, нижняя, сидячая и скрученная. Вскроем вдоль завязь препаровальной иглой. Семяпочки расположены тремя продольными рядами на стенке завязи. Они имеют очень незначительные размеры, почти не дифференцированы и состоят из небольшого числа клеток. Семена, развивающиеся из них, микроскопически малы и распространяются ветром.

Любка двулистная встречается по лесным лугам и зарослям кустарников.

**Орхидея пятнистая** (*Orchis maculata*) (рис. 123). Подземные органы орхидеи пятнистой - два лапчатораздельных клубня, от которых отходят корни. Ежегодно, как у любки двулистной, один клубень закладывается вновь, а другой, израсходовав питательные вещества, отмирает. Цветоносный стебель несет пять-шесть продолговатоланцетных листьев, верхние из них мельче и уже. На поверхности листьев находятся темно-бурые пятна.

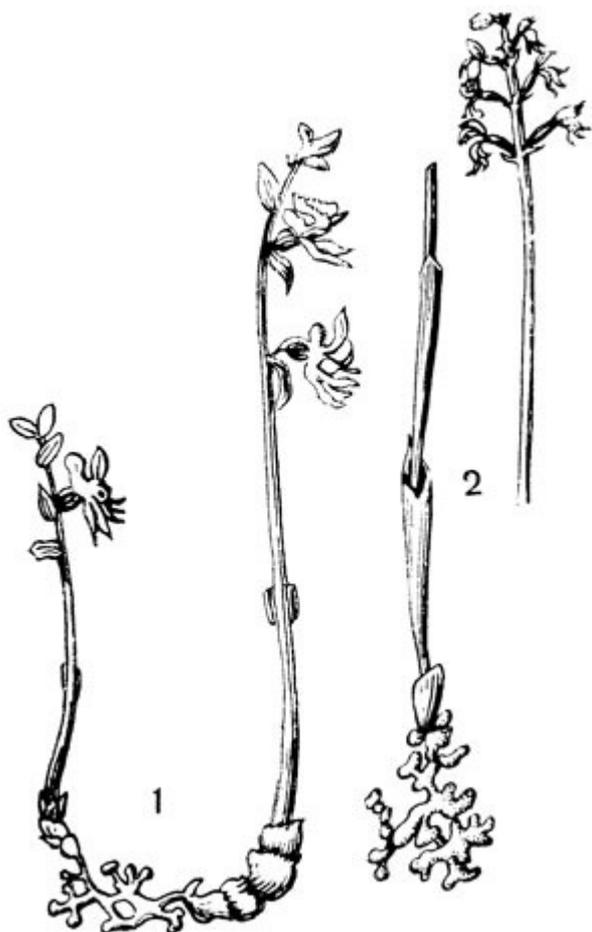


Рис. 124. Бесхлорофильные орхидные. Надбородник безлистный (*Eriopogon aphyllum*): 1 - внешний вид (в основании надземного побега находятся сближенные узлы с рудиментами листьев). Ладьяи трехнадрезный (*Corallorhiza trifida*): 2 - внешний вид

Цветки собраны в густой, многоцветковый, вначале конусовидный, позднее цилиндрический колос. Они лежат в пазухах узко-линейноланцетных прицветников и имеют бледно-розовато-лиловую окраску. На губе расположены рядами мелкие фиолетовые пятна.

Взяв на столик лупы заспиртованный цветок, расправим губу; она обратнопочковидной формы, состоит из трех лопастей, средняя из них значительно уже боковых. В основании губы находится цилиндрический тупой шпорец, который несколько короче завязи. Остальные листочки неравнобокие, ланцетные сближены в верхней части цветка.

Пользуясь навыками, полученными при препаровке цветков орхидных, отыщем рыльце, пыльники, выделим поллинии. Колонка, так же как у любки, образована одной тычинкой и столбиком пестика.

Растет орхидея пятнистая по замшелым сыроватым лесам, опушкам, полянам.

Биологически своеобразны орхидные, лишенные хлорофилла. Они питаются органическими веществами, добываемыми грибом-компонентом из почвы.

**Надбородник безлистный** (*Eriopogon aphyllum*) (рис. 124, 1) распространен в тенистых хвойных и смешанных лесах. Корневище его коралловидное, сильно ветвистое, членистое.

Стебель надбородника безлистного полый, хрупкий, светло-желтый с красными полосками, достигает до 30 см высоты.

Цветки светло-желтые, пахучие, в немногочетковой кисти. Губа со шпорцем находится наверху, завязь неперекрученная.

**Ладьян трехнадрезный** (*Corallorhiza triflida*) (рис. 124, 2) растет в сырых лесах.

Корневище беловатое, разветвляющееся на короткие веточки. Цветоносные стебли тонкие, с маленькими редуцированными влагалищами листьев.

Цветки желтоватые, немногочисленные, поникшие. Губа трехлопастная, без шпорца, обращенная вниз. В каждом гнезде пыльника находятся два поллиния, лежащих один на другом.

Далее мы перейдем к знакомству с ветроопыляемыми однодольными растениями.

## **Порядок Осокоцветные - Cyperales**

### **Семейство Осоковые - Cyperaceae**

**Камыш озерный**\* (*Scirpus lacustris*) (рис. 125) распространен повсеместно в воде, по илистым берегам рек, озер и по болотам, где растет, образуя заросли.

*\* (Названия "камыш" и "тростник" нередко путают. Камыш (Scirpus) - растение из семейства осоковых, тростник (Phragmites) - из злаковых. Зачастую камышом называют также рогоз (Typha) из семейства рогозовых (Typhaceae). У рогоза раздельнополые цветки, собранные в початковидные соцветия. На вершине стебля находится тонкий тычиночный початок, под ним располагается початок, состоящий из множества пестичных цветков. Пестичный початок бархатистый, темно-коричневый. Листья у рогоза длинные, корневища массивные, с большим количеством запасного крахмала, их можно употреблять в пищу. )*

Крупные стебли камыша озерного (достигающие 100 - 250 см высоты) обычно погружены своими основаниями в воду, а верхняя часть их возвышается над ее поверхностью.

На поперечном срезе стебля даже при 10X лупе хорошо видны многочисленные крупные воздухоносные полости, пронизывающие всю площадь среза: камыш озерный - типичное воздушно-водное растение.

Срединные листья у камыша озерного не развиты. При основании округлого стебля находятся влагалища листьев, а близ соцветия - прицветный лист.

Сложное щитковидное соцветие камыша озерного, занимая верхушечное положение, кажется боковым, так как прицветный лист направлен вверх, превышает соцветие и при беглом осмотре ошибочно принимается за стебель.

Рассмотрим элементарное соцветие - колосок (рис. 125, 2). На поверхности его видны плотно прилегающие друг к другу красно-бурые чешуи. В пазухе каждой из них лежит по одному цветку. Отделим от колоска препаровальной иглой несколько чешуи с лежащими в их пазухах цветками, постепенно отделяя лишние, вычленим отдельный цветок.

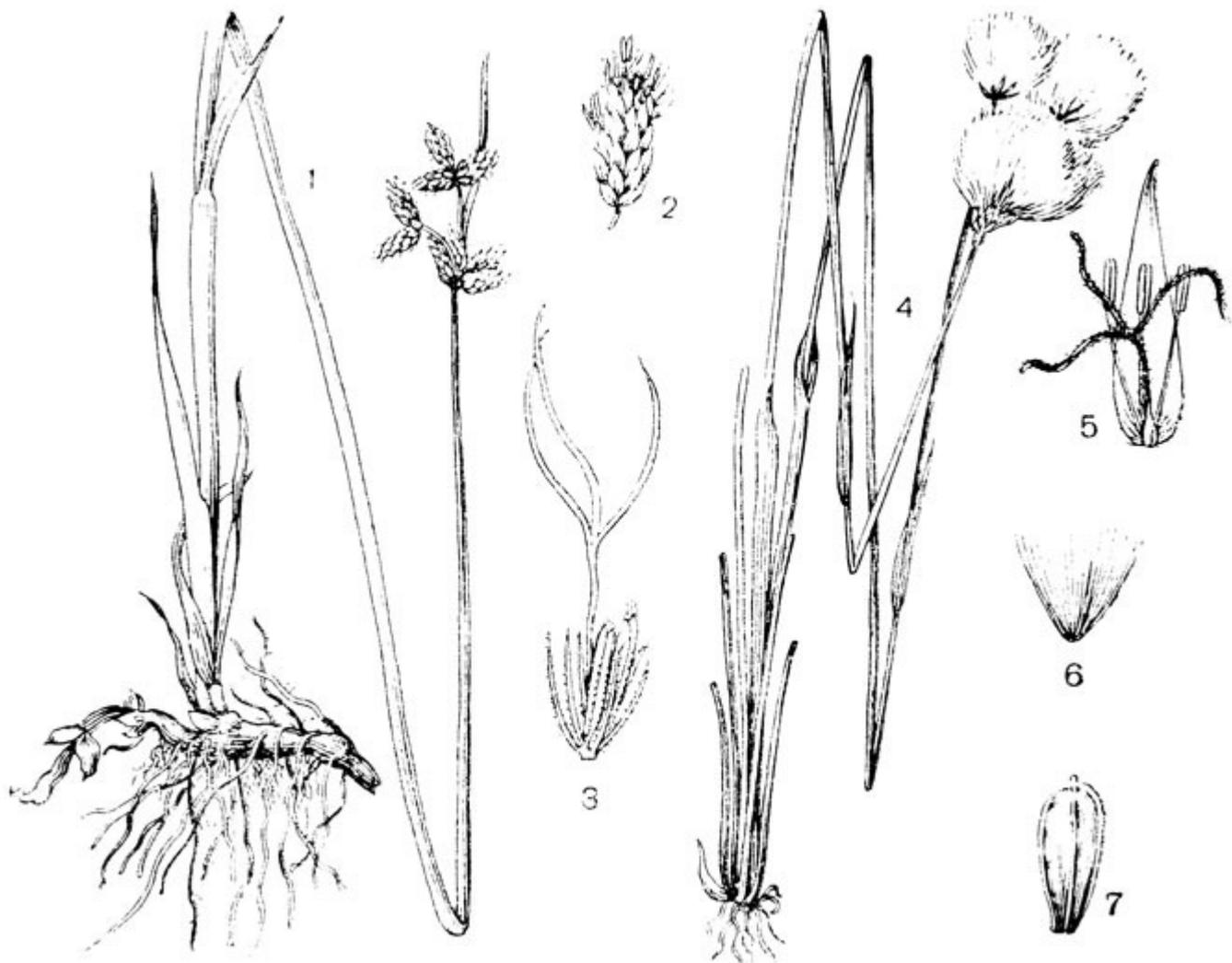


Рис. 125. Семейство Осоковые. Камыш озерный (*Scirpus lacustris*): 1 - внешний вид; 2 - отдельный колосок; 3 - цветок; видны шесть редуцированных листочков околоцветника, три тычинки и длинный столбик с тремя рыльцами. Пушица многоколосковая (*Eriophorum polystachia*): 4 - внешний вид во время плодоношения; 5 - цветок; виден прицветный лист, множество волосков при основании цветка, три тычинки и пестик с длинным столбиком и рыльцами; 6 - отдельный плодик, окруженный разросшимися волосками; 7 - плод (сильно увеличен)

Цветки камыша мелкие. Вынем хорошо развитый цветок из пазухи чешуйки и рассмотрим при увеличении 20X лупы или при малом увеличении микроскопа. Околоцветник сильно редуцирован и состоит из расположенных в двух кругах шести щетинок, покрытых одноклетными, направленными вниз волосками. Дальше лежат три тычинки с пыльниками, прикрепляющимися к тычиночным нитям своими основаниями. Тычиночные нити до цветения очень короткие, во время цветения вытягивающиеся. В центре цветка расположен пестик, имеющий маленькую завязь и нитевидный столбик, который несет три нитевидных рыльца, покрытых сосочкообразными выростами поверхностных клеток, воспринимающими пыльцу (рис. 125, 3).

Формула цветка камыша озерного:  $P_{3+3}A_3G_{(3)}$ . Сравним цветки и формулы их у камыша озерного и ожики. Камыш претерпел дальнейшую редукцию околоцветника и потерял один круг тычинок. После цветения развивается сжатотрехгранный гладкий плод - орешек.

Достаточно прочные стебли камыша используются для плетения матов, циновок, корзин.

**Пушица узколистная** (*Eriophorum angustifolium*) (рис. 125) широко распространена на торфяных болотах. Это многолетнее растение, образующее плотный дерн и крупные кочки. Развиваясь в больших количествах, она во время плодоношения придает болоту своеобразный вид, так как при плодах образует белые пуховки,

Пушица имеет цветonoсные побеги, снизу округлые, вверху трехгранные, достигающие 30 - 100 см высоты. На верхушке цветonoсного стебля находятся колоски, в период цветения имеющие серую окраску. Цветonoсные побеги закладываются осенью и бывают заключены в дерновинке. В апреле эти побеги, находясь еще под снегом, начинают расти, и к моменту стаивания снега растения уже несут вытянутые цветonoсные побеги.

Стеблевых листьев два-три, они лишены листовой пластинки и состоят из замкнутых вздутых влагалищ.

Края листовых пластинок прикорневых листьев завернуты на верхнюю поверхность.

Колоски в период цветения продолговатые, до 1 - 3 см в длину. Чтобы выделить отдельный цветок из колоска, отделим препаровальной иглой группу цветков и, постепенно отчлняя лишние, изолируем цветок, лежащий в пазухе серого, пленчатого, опушенного прицветника. Цветок пушицы обоеполый и, как у камыша, содержит три тычинки и пестик. Снаружи он одет рассеченным на множество волосков рудиментом околоцветника. Волоски очень короткие на ранних стадиях развития цветка, при плодах же сильно разрастаются, образуя венец длинных белых волосков, составляющих в массе пуховку, о которой мы упоминали выше. Если цветки, взятые нами для препарировки, находятся на ранней стадии развития, то тычинки имеют едва заметные тычиночные нити; позднее они сильно удлиняются и выносят пыльники из цветка (рис. 125, 5).

Пестик имеет небольшую завязь и длинный нитевидный столбик с трехраздельным рыльцем. Таким образом, формула цветка пушицы:  $P_0A_3G_{(3)}$ . Цветки пушицы по сравнению с камышом претерпели дальнейшую редукцию.

Плодоносящие колоски имеют шарообразную форму и достигают 4 - 4,5 см в поперечнике.

Из зрелого колоска выделим и рассмотрим трехгранный плод. Вскрыв его, находим в нем одно семя, следовательно, плод так же, как у камыша, - орешек.

Вместо пушицы узколистной можно взять **пушицу влагалищную** (*E. vaginatum*), распространенную в тех же условиях. Пушица эта отличается наличием одного колоска яйцевидной формы; она образует на болотах массивные кочки, развивая большое число цветonoсных побегов, пучком восходящих от корневищ.

**Осока вздутая** (*Carex inflata*) (рис. 126) широко распространена переувлажненных лугах, низинных болотах, по берегам водоемов, где часто образует заросли.



Рис. 126. Семейство Осоковые. Осока вздутая (*Carex inflata*): 1 - прикорневая часть; 2 - верхушка побега; видны три пестичных и три тычиночных колоска; 3 и 4 - тычиночные цветки до цветения и во время цветения; 5 и 5 - пестичный цветок в мешочке; 7 - диаграммы тычиночного и пестичного цветков

Рассматривая гербарные экземпляры, отметим особенности растения. Это многолетник с ползучими корневищами, от которых отходят надземные побеги. Нижняя часть побегов покрыта красновато-буроватыми, несколько сетчатоволокнистыми влагалищами, лишенными листовых пластинок. Листья, расположенные выше, отличаются желобчатосвернутыми листовыми пластинками, ширина их 2 - 4 мм; влагалища замкнутые. Стебель трехгранный, гладкий, только в соцветии слегка шероховатый.

Соцветие состоит из нескольких колосков. Верхушечные колоски, в числе одного - трех несколько сближенные, тонкоцилиндрические. Ниже находятся два-три более толстых цилиндрических пестичных колоска, сидящих на коротких ножках в пазухе листьев. Нижний лист превышает соцветие, верхний - короткий, шило-виднолинейный.

Положим на столик лупы заспиртованный перед цветением тычиночный колосок и выделим отдельный цветок, лежащий в пазухе рыжей с белым краем прицветной чешуи. Цветок без околоцветника, он состоит из трех тычинок. Тычиночные нити удлиняются только перед цветением, вынося пыльники из пазухи чешуи (рис. 128,3,4).

Женские колоски следует собирать позже, когда созревают плоды. Выделим из такого колоска плод, сидящий в пазухе продолговатого листочка с белым краем и белой средней жилкой. Плод погружен в особое вздутое образование - мешочек, который во время цветения мал и разрастается позже.

На вершине мешочек продолжен в более или менее вытянутый носик. Строение мешочка и форма носика являются систематическими признаками (рис. 126, 5, 6). У осоки вздутой мешочек шаровидно вздут и почти горизонтально отклонен, на вершине он внезапно сужен в довольно длинный, сплюснутый, короткошиповидный двузубчатый носик. Отпрепарируем пестик из мешочка. В основании мешочка лежит округлая завязь, на вершине ее находится длинный столбик, выходящий через носик из мешочка и заканчивающийся тремя нитевидными рыльцами.

На основании произведенного анализа запишем формулу цветков тычиночного -  $P_0A_3G_0$  и пестичного -  $P_0A_0G_{(3)}$ . Таким образом, околоцветник у осоки полностью редуцирован.

При плодах мешочек разрастается и играет важную роль в распространении их водой или ветром.

На примере осоки вздутой мы познакомились с наиболее часто встречающимся типом строения колосков. Однако у довольно большого числа осок нет диморфизма колосков, все они одинаковы по виду, и в одном колоске заключены пестичные и тычиночные цветки. У одних из них тычиночные цветки находятся на вершине колоска, тогда колосок называют андрогинным. Если же вершина колоска занята пестичными цветками, колосок называют гинекан-дрическим.

*Дополнительная работа.*

**А.** Произведем морфологический анализ колоска **осоки сероватой** (*C. canescens*) или **осоки заячьей** (*C. leporina*) и **осоки лисьей** (*C. vulpina*). Ответим на следующие вопросы:

- 1) Морфологически одинаковы или различны колоски?
- 2) Где помещаются тычиночные и пестичные цветки у *C. canescens*, *C. leporina* и *C. vulpina*?
- 3) Чем можно объяснить то обстоятельство, что колоски у осоки заячьей в верхней части шире, чем в основании?

**Б.** Познакомимся со строением пестичного цветка **осоки изящной** (*C. gracilis*). Ответим на следующие вопросы:

- 1) В чем особенности строения мешочка этой осоки?
- 2) Из скольких плодолистиков состоит пестик?

К роду Осока в нашей флоре относится более 400 видов, различающихся строением колосков и особенностями вегетативных органов.

Таким образом, осоковые - травянистые многолетние растения, большей частью с трехгранным стеблем, на котором нет узлов.

Центр стебля занят паренхимной тканью. Листья расположены трехрядно; они имеют большей частью линейную листовую пластинку и влагалище. Влагалище у осоковых замкнутое, и в месте перехода листовой пластинки во влагалище нет язычка (характерного для злаков). Листовая пластинка часто по краю бывает острой.

Цветки осоковых, обоеполые или чаще однополые, однодомные или двудомные, заключены в колоски, которые, в свою очередь, бывают соединены в сложные (колосовидные, метельчатые или головчатые) соцветия.

Цветок осоковых трехмерный, околоцветник его в различной степени редуцирован, что находится в связи с ветроопылением, характерным для осоковых.

Плод осоковых - орешек.

Некоторые осоковые в молодом состоянии являются хорошими кормовыми травами, после выколашивания они делаются жесткими. На севере, в пустынях, в горных областях роль осоковых как кормовых растений довольно велика.

## **Порядок Злакоцветные - Graminales**

### **Семейство Злаки - Gramineae**

Растения, относящиеся к семейству злаков, отличаются от других особенностями цветков и элементарных соцветий - колосков, а также большим своеобразием вегетативных органов.

Колоски и цветки злаков несут яркие черты специализации к опылению ветром.

Стебель злаков - соломина - отличается рядом особенностей, и прежде всего характером роста - после выколашивания происходит интеркалярный рост, совершающийся за счет меристематической ткани, находящейся в основании междоузлия. Соломина имеет заполненные сердцевинной узлы, часто слегка вздутые, и полые междоузлия. Для стебля и листа злаков характерна значительная склерификация.

Соломина в средней своей части не ветвится. В основании стебля находится узел кущения, где происходит развитие новых стеблей. Стебель злаков ветвится также в области соцветия.

Лист злаков состоит из линейной листовой пластинки с параллельным жилкованием и незамкнутого влагалища, охватывающего обычно значительную часть междоузлия. В основании листовой пластинки находится пленчатый вырост, называемый язычком; форма и размеры его - признак систематический. Листья расположены на стебле двухрядно.



Рис. 127. Семейство Злаки. Рожь (*Secale cereale*): 1 - прикорневая часть растения; 2 - сложный колос; 3 и 4 - колосон. (до цветения и во время цветения); 5 - нижняя цветковая чешуя; 6 - верхняя цветковая чешуя; 7 - пленочки (lodicula); 8 - тычинка; 9 - пестик при большом увеличении; 10 - диаграмма колоска

**Рожь посевная** (*Secale cereale*) (рис. 127). На примере этого растения познакомимся с особенностями семейства. Рассмотрим растение, выкопанное из почвы и высушенное в снопиках. Корень у ржи мочковатый, что типично для злаков. Надземные побеги многочисленные - ветвление стебля происходит только при основании его, в узлах кущения. Это также типично для злаков. Разрезав стебель вдоль, отметим еще одну особенность, характерную также для большинства злаков, - стебель склероморфный, с полыми длинными междоузлиями, чередующимися с короткими, заполненными тканью участками - узлами. В основании междоузлия находится меристематическая ткань, в результате деятельности которой злаки продолжают рост после выколашивания. При полегании злаков рост на стороне, обращенной к почве, происходит быстрее, вследствие чего растения выпрямляются.

В узле прикрепляется лист, охватывающий стебель трубчато-свернутым несросшимся влагалищем. В месте перехода влагалища в листовую пластинку находится маленькое пленчатое образование - язычок; у ржи он короткий, притупленный, по краю слегка зубчатый. Форма и размеры язычка постоянны для вида и являются систематическим признаком. Листовая пластинка ржи линейная с параллельными жилками. Листья на стебле расположены; двухрядно.

По заспиртованному материалу познакомимся с соцветием? находящимся на вершине стебля. Отметим наличие длинных, тонких и шиповатых парных образований, называемых остями. Захватим пинцетом расширенные основания пары остей, потянем вниз и оторвем колосок (рис. 127, 3).

Положим на столик лупы колосок и рассмотрим его (рис. 127, 4). Колосок сплюснут. С двух противоположных сторон находятся короткие чешуйки, называемые колосковыми. Раздвинув колосок это средней линии, мы отодвигаем друг от друга два цветка; выделим один из них. Теперь отделим у основания крупную нижнюю чешую, снабженную тонким шиповатым выростом - остью; это нижняя цветковая чешуя. Она плотная, кожистая, зеленая; ость считают рудиментом листовой пластинки, чешуйку же рассматривают как видоизмененное влагалище листа. В связи с этим полагают, что чешуйка является прицветным листом. Со стороны средней линии соцветия находится верхняя цветковая чешуя, имеющая совсем иное строение. Она тонкая, пленчатая, тупая, охватывает цветок не только от средней линии соцветия, но также и с двух боковых сторон; на ней имеются две жилки. На основании этого полагают, что она срослась из двух листочков наружного круга околоцветника. Сквозь верхнюю цветковую чешую просвечивают массивные пыльники тычинок.

Теперь продвинем иглу в основание полости верхней цветковой чешуи и, вынув все внутренние части цветка, рассмотрим их. При основании пестика, едва превышая завязь, лежат две тончайшие пленочки - лодукулы. Они очень мелки, стекловидны и имеют бахромчатый край. Лежат они в самом основании цветка и занимают следующий круг его.

В следующем (третьем) круге расположены тычинки; их три. Тычинки имеют крупные пыльники, до цветения сидящие на коротких тычиночных нитях. Во время цветения нити тычинок быстро, буквально в несколько минут, разрастаются и пыльники свешиваются из цветка. В период цветения ржи можно сделать следующий опыт. Колос ржи, близкий к цветению, зажмем в руке. Под влиянием тепла тычиночные нити начинают быстро вытягиваться, и через 2 - 5 минут пыльники высовываются между цветковыми чешуями, а при дальнейшем разрастании тычиночных нитей они свешиваются вниз. Одновременно рыльца пестика выставляются из цветка.

Продолжая наблюдения, мы заметим, что пыльники лопаются продольными щелями и пыльца начинает пылить. Она так суха и легка, что малейшее движение воздуха подхватывает и уносит ее. В поле цветение отдельных растений происходит одновременно. В это время над полем стоит легкая дымка от громадного количества пыльцы, находящейся в воздухе. Рожь - типичный ветро-опыляемый злак.

Пестик очень мал и занимает центр цветка. Завязь пестика округлая, от нее отходят два длинных перисто-бахромчатых сидячих рыльца, которые, как мы видели, во время цветения выступают из цветка в разные стороны. Даже на размоченном или заспиртованном материале хорошо видно, как велика перистость рылец. Такое строение приводит к значительному увеличению поверхности, улавливающей пыльцу.

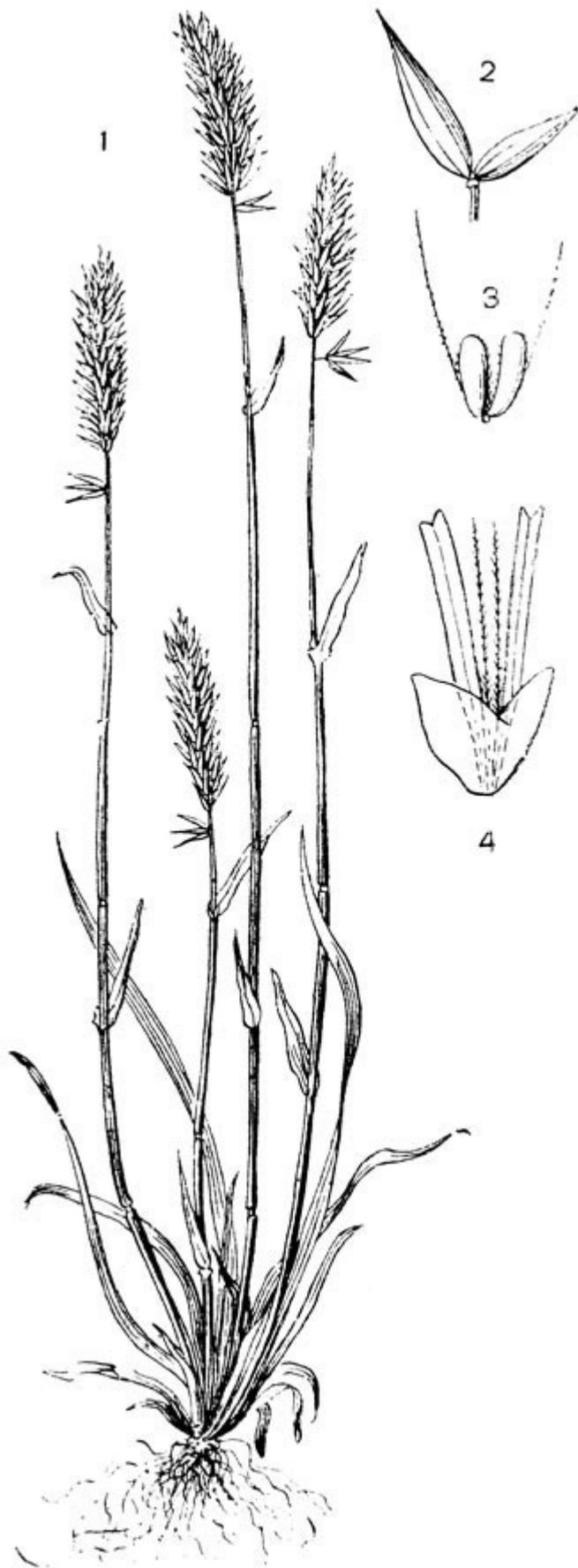


Рис. 128. Семейство Злаки. Пахучий колосок (*Anthoxanthum odoratum*): 1 - внешний вид (колоски в соцветии сидят на маленьких ножках); 2 - нижняя пара колосковых чешуи; 3 - верхняя пара колосковых чешуи; 4 - цветок; видны две пленчатые цветковые чешуи, две тычинки и двураздельное рыльце пестика

Запишем формулу цветка, Как мы установили, нижняя цветковая чешуйка является прицветным листом, она не входит в состав цветка. Верхняя цветковая чешуйка срослась из двух; во втором круге околоцветника находятся две свободные пленочки, далее располагаются три тычинки и, наконец, пестик, сросшийся из двух плодолистиков. Таким образом, формула цветка;  $P_{(2)+2}A_3G_{(2)}^*$ . На основании произведенного анализа строения колоска зарисуем диаграмму (рис. 127, 10).

\* (Существуют и другие точки зрения на покровные элементы цветка злака (см. теоретический курс). )

После отцветания развивается плод-зерновка, характерный для большинства злаков и свойственный только им. Строение зерновки нам знакомо из курса общей ботаники.

В культуре распространена главным образом озимая рожь во многих стандартных сортах. Рожь вошла в культуру из числа сорных растений, засоряющих посевы пшеницы. Постепенно культура ржи продвинулась в более северные районы, где ее начали высевать в чистом виде.

Дикая рожь отличается тем, что колоски ее при созревании осыпаются - свойство, необходимое для распространения ее в природе.

**Пахучий колосок** (*Anthoxanthum odoratum*) (рис.128) - небольшое растение, стебли его в начале цветения очень короткие, позднее они разрастаются.



Рис. 129. Семейство Злаки. Лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*): 1 - внешний вид; 2 -

тычинка; 3 - пестик; 4 - цветковая чешуйка с остью; 5 - колосковые чешуйки (характерно срастание их при основании). Тимофеевка луговая (*Phleum pratense*): 6 - внешний вид; 7 - колосковые чешуйки; 8 - утолщенное междоузлие в основании побега. Костер безостый (*Bromus inermis*): 9 - внешний вид; 10 - колосок

Познакомимся с соцветием. Отодвигая колосок от общей оси соцветия, заметим, что колосок расположен на довольно длинной ножке. Таким образом, соцветие у пахучего колоска - ложный колос.

Выделив отдельный колосок, рассмотрим его. Снаружи колосок прикрыт двумя опушенными неравными чешуями, сросшимися при основании. Из них нижняя значительно меньше верхней. Раздвинув наружные колосковые чешуйки, находим две значительно меньшие пленчатые внутренние колосковые чешуйки, каждая из которых несет ость. Ость внутренней из них выдается из колоска, несколько превосходя его размерами. Цветок в колоске один, две цветковые чешуйки его пленчатые, маленькие, лишь слегка превосходящие размерами завязь; пленочек в цветке нет. Тычинок две, пыльники их, как у всех злаков, занимают всю полость, образованную цветковыми чешуйками.

В центре цветка находится пестик с небольшой завязью и длинным двураздельным бахромчатым рыльцем, выдающимся из покровов колоска.

Таким образом, у пахучего колоска наблюдается значительная редукция элементов цветка; редуцированы пленочки и четыре тычинки.

Пахучий колосок - раннецветущий луговой злак; он зацветает в конце апреля, а в конце мая уже плодоносит, что позволяет ему рассеять зерновки еще до сенокоса. Пахучий колосок содержит кумарин, придающий сену аромат. Кормовые достоинства его невелики.

Близка к пахучему колоску **зубровка душистая** (*Hierochloa odorata*). В колоске у нее три цветка: из них два нижние - тычиночные, верхний - обоеполый.

**Тимофеевка луговая** (*Phleum pratense*) (рис. 129, 6, 7, 8) отличается соцветием цилиндрической формы. Чтобы решить вопрос о характере его, перегнем соцветие. Отметим, что колоски отклонены от главной оси и расположены почти горизонтально; они сидят на укороченных ножках и прикреплены группами. Такое соцветие называют ложным колосом, колосовидной метелкой или чаще султаном.

Перегнув султан, прихватим несколько колосков пинцетом и оторвем их; на столике лупы отделим колосок и рассмотрим его. Отметим, что форма колоска продолговатоклиновидная, он сжат с боков. Колосковые чешуи горизонтально усечены на вершине, пленчатые. По спинке колосковой чешуи проходит зеленый киль, переходящий наверху в прямостоячий или отогнутый шипик. Киль покрыт отстоящими ресничками. Знакомым по предыдущим работам приемом выделим единственный цветок колоска, прикрытый двумя безостыми пленчатыми цветковыми чешуйками.

Две цветковые пленочки очень мелки, их следует выделять очень тонкими препаровальными иглами.

В следующем круге лежат три тычинки, центр цветка занят пестиком. Завязь его небольшая, от вершины ее отходит нитевидный столбик, заканчивающийся двумя рыльцами, выдающимися из колоска.

Тимофеевка луговая широко распространена на территории СССР. Растет она на торфянистых, глинистых и суглинистых почвах, на сравнительно сухих лугах. Тимофеевка луговая относится к лучшим кормовым растениям.

**Лисохвост луговой** (*Alopecurus pratensis*), так же как тимофеевка, имеет соцветие султан (рис. 129, 1). Колоски сидят на ножках, прикрепляясь к главной оси по три-четыре вместе. Ножки колосков направлены вверх. Выделим колосок так же, как описано в предыдущей работе, и, положив на столик лупы, рассмотрим. Колоски эллиптические, как у тимофеевки, сжатые с боков, колосковые чешуйки равные, по килю и жилкам опушенные, сросшиеся при основании, что является важным систематическим признаком (рис. 129, 5).

Затем выделим внутреннюю часть колоска. Придерживая одной иглой колосок, второй отведем одну из колосковых чешуи и отделим в основании находящийся там единственный цветок. Цветок одет пленчатой мешковидной наружной цветковой чешуйкой, сросшейся при основании своими краями. На спинке ее находится ость, превышающая колосок (рис. 129, 4).

Развернем нижнюю цветковую чешуйку; лисохвост не имеет ни верхней цветковой чешуйки, ни пленочек. Внутри цветка отыскиваем три тычинки и пестик. По длине тычиночных нитей определяем, насколько близок цветок к цветению. Пыльники у лисохвоста лугового желтые, а у однолетнего **лисохвоста коленчатого** (*Alopecurus geniculatus*) пыльники фиолетовые. Пестик имеет небольшую завязь, нитевидный столбик и два перисто-нитевидных рыльца, выступающих из колоска (рис. 129, 2, 3).

Лисохвост имеет прямостоячий стебель до 1 м высоты. Листья плоские, длинные, несколько шероховатые. Влагалища их немного вздутые.

Лисохвост луговой широко распространен в Европейской и Азиатской частях СССР, по влажным заливным лугам.

Лисохвост луговой входит в состав травосмесей, так как относится к числу лучших кормовых растений.

**Костер безостый** (*Bromus inermis*) (рис. 129, 9, 10) - корневищный злак с крупными надземными побегами. Листовые пластинки плоские или слегка свернутые до 0,9 см ширины. Возьмем свободно высушенное или заспиртованное растение и попытаемся развернуть влагалище листа. Это нам не удастся, так как все влагалище (или до половины) замкнутое, трубчатое. Замкнутые влагалища листьев - особенность всего рода: по ней мы безошибочно отличаем костер от некоторых сходных видов рода Овсяницы.

Соцветие - крупная метелка (10 - 15 см) с косо вверх (по 3 - 7) отходящими веточками. Колоски слегка сжаты с боков, продолговатолинейные, крупные (до 3 см в длину и 3 - 5 мм в поперечнике), серовато-лиловые.



Рис. 130. Семейство Злаки. Кукуруза (*Zea mays*): 1, 2 - мужское и женское соцветия (женское одето кроющимися листьями, на вершине его выступают нитевидные столбики); рис (*Oryza sativa*): 3 - соцветие

Отделив колосок, положим его на столик лупы и рассмотрим. Колосковые чешуйки небольшие, они находятся в основании колоска и достигают почти половины длины

нижних цветков. Подсчитаем число цветков в нескольких колосках; оно оказывается непостоянным и колеблется от пяти до двенадцати. Затем, чтобы удобнее было рассмотреть колосковые чешуйки, удалим цветки из колоска. Теперь мы отчетливо видим, что нижняя колосковая чешуйка значительно меньше по длине и в поперечнике, чем верхняя. Первая имеет одну, вторая три жилки. Колосковые чешуйки шероховаты по жилкам так же, как стерженек, их несущий.

Теперь рассмотрим строение цветка. Последовательно отпрепарируем нижнюю и верхнюю цветковые чешуйки. Верхняя цветковая чешуйка несколько меньше нижней, входит в нее и имеет два реснитчатых кия.

Удалив цветковые чешуйки, рассмотрим внутренние части цветка; при основании его находятся две тонкие продолговатые пленочки. Тычинок три, как всегда у злаков. В центре цветка располагается небольшая завязь, рыльца выходят с боков ее, несколько ниже верхушки.

Костер распространен по лугам, залежам, луговым склонам, кустарникам. Почти повсюду он дает большие урожаи сена.

К роду Костер относится более 40 видов, встречающихся в СССР.

**Рис посевной** (*Oryza sativa*) (рис. 130, 1) - один из наиболее ценных хлебных злаков. Соцветие риса - более или менее поникающая метелка, достигающая 30 см длины.

Выделим из соцветия отдельный колосок и рассмотрим его в лупу. Колосок сжат с боков, при основании его находим две маленькие внутренние колосковые чешуи.

Отпрепарируем их; эти чешуи имеют узколанцетную форму, по краю они слегка опушены, по средней линии проходит слегка выдающаяся жилка. Наружные колосковые чешуи недоразвитые. Цветковых чешуи две. Они твердые, кожистые; на поверхности их находятся точечные бугорки и редкие волоски, более обильные близ вершины.

Вследствие твердости цветковых чешуи выделить их довольно трудно - препаровальные иглы скользят по ним. Нижняя цветковая чешуя продолжена на вершине в длинную ость; иногда ость отсутствует, но тогда имеется более или менее длинный носик. Раздвинув цветковые чешуи, отыщем при основании цветка две маленькие мясистые пленочки.

Следующие два круга цветка заняты шестью тычинками. В центре цветка лежит пестик с двураздельным рыльцем; он образован двумя плодolistиками. Таким образом, формула цветка риса:  $P_{(2)+2}A_{3+3}G_{(2)}$ .

Рис - самоопыляющийся злак.

**Кукуруза** (*Zea mays*) отличается от всех рассмотренных нами злаков однополыми, однодомными цветками (рис. 130, 2, 3).

Тычиночные цветки находятся на вершине стебля в раскидистой метелке. Колоски в ней сидят парами: один из них на короткой, другой на длинной ножке. Колоски ланцетные, имеют две заостренные колосковые чешуйки, содержащие один-два цветка. Цветковых чешуек две, они реснитчатые, имеются также две мясистые пленочки.

Пестичные цветки в початках, располагаются по шесть - шестнадцать в ряд, початки покрыты оберткой широких листьев. В пестичном колоске один цветок; колосок имеет

две перепончатые колосковые чешуи и две цветковые чешуи, пленочек нет. Пестик с двумя нитевидными рыльцами. Во время цветения столбики всех цветков свешиваются из влагалища листьев, покрывающих початок.

У кукурузы высокие (до 3 м) прочные стебли, заполненные паренхимной тканью; листья широкие, ланцетнолинейные.

В Советском Союзе культура кукурузы занимает большие площади на Украине, на Кавказе, в Молдавии, на юге Европейской части РСФСР, в Средней Азии и на Дальнем Востоке.