

У. 104
Б. 33

А. И. БОГДАНОВ, П. В. СЕРГЕЕВА

ПРАКТИЧЕСКИЕ
ЗАНЯТИЯ
ПО СИСТЕМАТИКЕ
РАСТЕНИЙ



УЧПЕДГИЗ · 1952

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	3
Нижние растения	5
Тип Бактерии (<i>Bacteria</i>)	5
Тип Сине-зелёные водоросли (<i>Cyanophyceae</i>)	10
Жгутиковые (<i>Flagellata</i>)	16
Тип Зелёные водоросли (<i>Chlorophyceae</i>)	18
Класс равножгутиковые (<i>Isocontae</i>)	19
Класс сцеплянки (<i>Conjugatae</i>)	30
Тип Диатомовые или кремневые водоросли (<i>Diatomeae</i>)	35
Тип Грибы (<i>Fungi</i>)	39
Класс фикомицеты (<i>Phycomycetes</i>)	39
Класс сумчатые грибы (<i>Ascomycetes</i>)	45
Класс базидиальные грибы (<i>Basidiomycetes</i>)	52
Тип Лишайники (<i>Lichenes</i>)	64
Высшие растения	66
Тип Мохообразные (<i>Bryophyta</i>)	67
Класс мхи (<i>Musci</i>)	67
Класс печёночники (<i>Hepaticae</i>)	74
Тип Папоротникообразные (<i>Pteridophyta</i>)	79
Класс плауновые (<i>Lycopsidea</i>)	79
Класс папоротники (<i>Pteropsida</i>)	83
Класс клинолисты (<i>Sphenopsida</i>)	88
Тип Голосеменные (<i>Gymnospermae</i>)	93
Тип Покрывосеменные или цветковые (<i>Angiospermae</i>)	102
Описание признаков важнейших семейств	110
Класс двудольные (<i>Dicotyledoneae</i>)	110
Отдел раздельнолепестные (<i>Choripetalae</i>)	110
Отдел спайнолепестные (<i>Sympetalae</i>)	126
Класс однодольные (<i>Monocotyledoneae</i>)	134

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое руководство должно служить пособием студенту-естественнику учительского института при прохождении им практикума по систематике растений. В соответствии с этим пособие составлено применительно к программе по ботанике, утверждённой Министерством просвещения РСФСР в 1949 г.

По учебному плану систематика растений изучается студентами II курса, прошедшими на I курсе общую ботанику, а следовательно, и имеющими некоторый навык в работе с микроскопом, в приготовлении микроскопических срезов и их окраске; в связи с этим сведения по таким вопросам нами не приводятся. Кроме того, практика преподавания курса ботаники в учительском институте убедила нас в необходимости, учитывая малое количество часов, отпущенных на прохождение курса, использовать готовые, постоянные препараты, где это возможно.

Весь материал расположен в систематической последовательности, причём для характеристики каждой группы брались растения, наиболее широко распространённые и часто встречающиеся в средней полосе СССР.

Итогом изучения представителей того или иного типа растений являются краткие выводы, обобщающие собранные факты и сведения о данном типе. Ряд моментов в процессах размножения и развития, в силу трудностей получения соответствующего материала, студентами изучены на объектах быть не могут; о таких фактах сообщается очень кратко или делается ссылка на соответствующий раздел теоретического курса.

Студент-биолог, будущий преподаватель, должен не только изучить строение и особенности того или иного растения, но и иметь краткие экологические сведения о представителях типа. Он должен показать многие из них на занятиях в школе, поэтому в тексте в соответствующих местах всегда приводятся сведения о том, в каких условиях живёт данное растение, где его найти, как его собрать и сохранить до занятий, как приготовить демонстрационный материал.

Приводится краткое описание теоретического и практического значения изучаемого типа. Более подробно описаны голосеменные, так как понимание их цикла развития и филогенетической связи с папоротникообразными всегда вызывает затруднения.

Редактор Т. И. Серебрякова

Техн. редакторы Р. В. Цыппо и М. И. Смирнова. Корректор И. М. Ежкина.
Обложка художника А. Г. Кобринна

Подписано к печати 11/ХII 1951 г. А10403. Тираж 25000. Бумага 60×92¹/₁₆ = бумажных л. 4,5, печатных л. 9. Уч.-изд. л. 9,62. Заказ 2819. Цена без переплёта 3 р. 35 к. Переплёт 50 коп.

Первая Образцовая типография имени А. А. Жданова Главполиграфиздата при Совете Министров СССР. Москва, Валовая, 28.

Отпечатано с матриц в 1-й тип. Трансжелдориздата МПС. Зак. 19

Последние 8 часов по программе отводятся на занятия по определению цветковых растений. В соответствии с этим нами в конце руководства приводятся краткие сведения о способах заготовки необходимых материалов, о технике работы с определителем и о методике гербаризации. При описании характерных признаков важнейших семейств мы сочли необходимым отметить некоторые мелкие, но важные особенности ряда представителей, которые обычно ускользают от внимания студента и тем затрудняют определение.

В целом содержание практических занятий по систематике растений в данном руководстве несколько увеличено в сравнении с программой и отводимыми часами по учебному плану.

Преподавателю предоставляется возможность выбрать из описываемых объектов то, что он найдёт более удобным и целесообразным.

Некоторые работы можно провести на дополнительных и кружковых занятиях, например, рассмотрение атласа грибов, выращивание протонем зелёных и печёночных мхов, заростков папоротника, хвоща, определение представителей семейств бурачниковых, норичниковых, осоковых.

НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ

ТИП БАКТЕРИИ (BACTERIA)

Бактерии подробно изучаются в курсе микробиологии. Микробиология, наука о микроскопически малых организмах, возникла из необходимости глубокого изучения этой своеобразной группы мельчайших живых существ, деятельных участников разнообразных процессов, происходящих на земле. Без бактерий невозможны разложение органического вещества и круговорот азота в природе; они вызывают такие важные для человека процессы, как, например, брожение при приготовлении молочных продуктов, выработке спирта, уксуса, переработке клетчатки и т. д.

Особенности в строении и жизнедеятельности бактерий заставили разработать и применить в целях их изучения совершенно особые методы, отличные от применяемых при изучении других растительных организмов.

В настоящее время микробиология стала обширной наукой, имеющей свои разделы.

В силу изложенного, в курсе систематики растений бактерии изучаются главным образом со стороны их морфологического строения. Некоторые их группы изучаются в курсе физиологии растений и основ сельского хозяйства со стороны физиологических свойств и биологических особенностей, имеющих тот или иной теоретический или практический интерес (см. ч. I общего курса ботаники).

Знакомство с типом бактерий в курсе систематики совершенно необходимо потому, что бактерии, повидимому, являются самыми древними и наиболее просто устроенными из известных нам организмов; их остатки находят в древнейших слоях земной коры, а именно в альгонкских отложениях архейской системы.

Отсутствие дифференцировки протопласта на протоплазму и ядро роднит бактерий с древнейшими доклеточными организмами.

На основании сказанного можно думать, что бактерии — древнейшая группа живых существ, дошедшая до нашего времени, с которой так или иначе связаны в своём появлении на земле некоторые другие группы растений.

Бактерии — бесхлорофильные растения. У них нет процесса фотосинтеза, громадное большинство их питается готовыми органическими веществами. Это гетеротрофные организмы.

Имеется лишь одна группа бактерий, для которых источником питания являются неорганические вещества. Эта группа включает небольшое число видов, называемых по способу питания хемифотрофными бактериями, или хемосинтетиками.

Всюду, где имеется органическое вещество и подходящие условия температуры и влажности, можно обнаружить бактерий.

Одни из них, сапрофиты, поселяются на мёртвом органическом веществе, которое и служит им источником питания.

Другие, паразиты, поселяются на живых растительных и животных организмах. Для них источником питания служит живое тело, которое они разлагают.

Оборудование и материалы. Микроскоп с иммерсионным объективом; спиртовая лампа, стеклянные палочки; предметные стёкла; пузырьки с чистой водой и пипетки; кедровое масло; метиленовая синь; фуксин № 1; фуксин № 2.

1. Бактерии зубного налёта. Многие бактерии находят благоприятные условия для своего существования в ротовой полости человека. Высокая температура, влажность и, несмотря на чистку зубов, обилие остатков пищи создают возможность их интенсивного размножения.

Концом препаровальной иглы возьмём немного зубного налёта с коренных зубов, ближе к деснам. Снятую беловатую массу положим на предметное стекло и узкой стороной другого предметного стекла, держа его под углом примерно в 45° к первому стеклу, сделаем мазок. Если снятый налёт густой, то можно к нему на предметное стекло добавить каплю воды, а затем уже делать мазок.

Чтобы бактерии яснее были видны, покрасим их раствором метиленовой синьки. Для этого возьмём пипеткой предметное стекло с мазком и подушим мазок, проведя его быстро несколько раз над пламенем спиртовой горелки. Тогда бактерии погибают и, кроме того, плотно приклеиваются к стеклу. Нанесём на мазок стеклянной палочкой каплю раствора метиленовой синьки и излишки краски смоем пипеткой чистой водой так, чтобы поле препарата стало вновь светлым, а выделялись лишь окрашенные участки налёта.

Размер бактерий сильно колеблется. В среднем диаметр бактериальной клетки равняется 1 микрону; есть и крупнее, но есть и значительно мельче, диаметр которых меньше $0,2 \mu$. Первых можно видеть с помощью обычного микроскопа, дающего увеличение до 600 раз, вторые лежат за пределами видимости самых совершенных оптических систем¹.

На подготовленный мазок стеклянной палочкой капаем каплю кедрового масла. Не покрывая его покровным стеклом, поставим препарат на столик микроскопа и опустим с помощью кремальеры объектив большого увеличения до соприкосновения с каплей масла. Не отрывая глаза от окуляра, установим фокус.

¹ Предел прямого микроскопического видения для сильнейших современных систем микроскопов устанавливается в $0,2 \mu$.

Перед нами в поле зрения появляются различной формы бактерии. Благодаря окраске они резко выделяются на общем фоне. Отмечаем основные формы.

Палочковидные — бациллы, одиночные или соединённые в цепочки¹. Заметно, что длина и толщина различных видов бацилл неодинакова. По-разному они реагируют и на окраску: одни прокрашены сильнее, гуще, другие несколько светлее. Детально строение бактериальной клетки изучить обычными средствами невозможно.

Кроме бацилл, видны более мелкие бактерии шаровидной формы — кокки. Обычно их больше, чем бацилл, они также могут быть или в виде одиночных шаровидных клеток, или соединёнными слизью в группы — зооглеи. Среди них можно видеть попарно соединённые клетки — диплококки, или цепочки кокков — стрептококки.

Далее можно обнаружить слегка изогнутые палочки — вибрионы. Реже можно встретить в зубном налёте изогнутые — спириллы и спиральные — спирохеты.

Все отмеченные формы зарисовываем, соблюдая соотношение в размерах.

2. Сенная палочка (*Bacillus subtilis*). Для изучения сенной палочки готовят её культуру. Дней за 5 до занятия небольшое количество сенной трухи или измельченного сена помещаем в пробирку или колбочку, заливаем водой и нагреваем. Получается настой светлочайного цвета, который профильтровывается через бумажный фильтр. Освобождённую от сенных остатков жидкость следует прокипятить в пробирке, заткнуть ватной пробкой и поставить в тёплое место (при $+20^\circ$). Дня через три жидкость помутнеет, а затем на её поверхности появится беловатая плёнка.

Небольшой участок плёнки и каплю сennого настоя поместим на предметное стекло, покроем покровным стеклом и рассмотрим под микроскопом.

В мутном настое мы обнаружим подвижные овальные или продолговатые клетки — бациллы (рис. 2, слева). Перейдя к рассмотрению плёнки, мы увидим тех же бацилл, но соединённых в цепочки, которые расположены параллельно друг другу и, в свою очередь, соединены между собой слизью в рыхлую и непрочную колоннию, или, как её называют, зооглею (рис. 2, справа).

¹ Бациллы в свою очередь делят на две группы: а) бактерии — не образующие спор и б) бациллы — образующие споры.

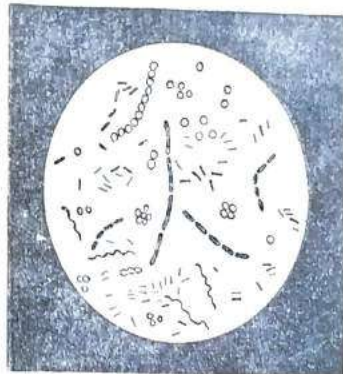


Рис. 1. Бактерии зубного налёта.

Перед нами один и тот же организм — сенная палочка, в первом случае в движении, а во втором в неподвижной форме. Если внимательно рассмотреть более старую часть палочки, то можно увидеть клетки — бациллы, в каждой из которых находится по одной продолговатой споре. Сенная палочка перешла в стадию спорообразования.

Спорообразование не должно рассматриваться как процесс размножения. Споры образуются, как отмечено, по одной в клетке и являются формой существования организма, в которой он переносит

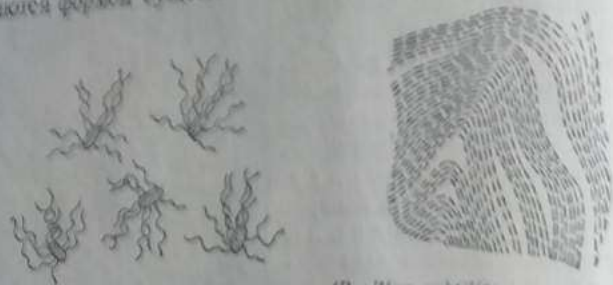


Рис. 2. Сенная палочка (*Bacillus subtilis*).

Слева — подвижная стадия, справа — неподвижная стадия сенной палочки, образованной цепочкой.

сит наступающие неблагоприятные условия жизни (истощение питательной среды). Образованию спор предшествует сильное обезвоживание и сжатие протоплазмы, после чего вокруг неё выделяется двуслойная оболочка. Споры бактерий обладают исключительной выносливостью.

Обособление спор внутри бактериальной клетки даёт возможность видеть клеточную оболочку.

Оболочка клетки очень тонка, она как бы сливается со всем содержимым клетки, и при общих малых размерах бактерий различить её обычно не представляется возможным. Для обнаружения оболочки её следует отделить от протопласта. Это достигается плазмоллизом. При плазмоллизе, как известно, происходит обезвоживание протопласта, он отстает от оболочки и собирается комочком в центре клетки. Примерно то же происходит и при образовании спор.

Оболочка настолько тонка, что не препятствует, как мы могли убедиться, разнообразным движениям микробов. Двигается сенная палочка с помощью жгутиков. Для обнаружения последних нужно изготовить фиксированный и окрашенный препарат.

Каплю мутноватого сенного настоя подсушивают над пламенем горелки (не доводя до кипения) на предметном стекле. Затем окрашивают препарат фуксином № 1, олять слегка подсушивают, тщательно промывают в воде; снова красят, но уже фуксином № 2, после чего ещё раз подсушивают и окончательно отмывают. Препарат рассматривают в капле кедрового масла.

Жгутики длиннее поперечника клетки и покрывают клетку бациллы кругом равномерно. Такое расположение жгутиков носит

название перитрихального, а таких бактерий называют перитрихами.

3. Нитчатые колонии кладотрикс (*Cladotrix*). Рассмотренные в предыдущих препаратах бактерии представляли одноклеточные организмы, иногда соединённые в неправильные и непрочные скопления с помощью слизи.

Кладотрикс может служить примером нитчатых, ветвящихся колоннальных бактерий.

Кладотрикс является удобным объектом, потому что живёт до поздней осени в слегка загрязнённых водах — прудах, болотах и т. п.

Культуру этого организма можно получить, налив в какую-либо широкую чашку немного прудовой или болотной воды и пустив на её поверхность опавшие осенние листья. При комнатной температуре через несколько дней на поверхности воды появляются белые, прозрачные плёнки.

Небольшой участок плёнки поместим на предметное стекло в каплю воды, накроем покровным стеклом и полученный препарат рассмотрим под микроскопом. Мы увидим бактерий, соединённых в нити. Нити дихотомически (вилчато) ветвятся; вся колония имеет форму кустика. Помимо оболочки, имеющейся у каждой клетки, вся нить одета довольно толстым и плотным слизистым чехлом, который препятствует разобщению клеток.

Отдельная клетка нити имеет цилиндрическую форму, содержит не дифференцированный протопласт, как и у других бактерий.

Рост нити в длину происходит в результате поперечного деления клеток. При этом делятся любые клетки, а не только конечные в цепи. Ветвление нити достигается тем, что разделившиеся срединные клетки в процессе роста и вытягивания оказывают давление на вышедшую в цепи клетку. Под влиянием встреченного сопротивления направление роста клетки смещается, и рост продолжается уже вбок. Слизистый футляр основной нити разрывается, а на боковой нити вырабатывается новый.

Кладотрикс имеет и подвижные жгутиковые стадии. На концах нити клетки последовательно одна за другой отделяются и превращаются в подвижные. При этом пучок жгутиков вырабатывается на одном конце клетки. Такое расположение жгутиков получило название л оф о т р и х а л ь н о г о.

Бактерии-л оф о т р и х и выскальзывают из слизистого чехла, который к этому времени сильно разбухает и ослизняется. Проплавав некоторое время, такие клетки оседают на какой-либо субстрат, теряют жгутики и начинают делиться, образуя новую нить — колонию.

Клетки кладотрикса л оф о т р и х а л ь н о й формы рассматриваются как зоогонидии¹, а образование этих клеток — как процесс размножения.

¹ Зоогонидия — подвижная клетка, служащая для размножения.

ВЫВОДЫ

На основании рассмотренных и изученных препаратов можно сделать следующие общие заключения обо всём типе бактерий:

1. Бактерии характеризуются размером. В большинстве — это организмы, различаемые лишь с помощью сильных увеличений.
2. Отсутствует дифференцировка протопласта на протоплазму, ядро и пластиды.
3. Имеется тонкая оболочка.
4. Бактерии — одноклеточные организмы, но нередко образуют слизистые колонии.
5. У бактерий имеются жгутики. При этом один и тот же вид бактерий может в зависимости от условий то терять их, то снова приобретать, становясь то подвижной, то неподвижной формой.
6. Бактерии образуют споры, обеспечивающие организму переживание неблагоприятных условий.
7. Быстро размножаются с помощью простого деления и быстро растут.
8. У рассмотренных видов питание сапрофитическое.

ТИП СИНЕ-ЗЕЛЁНЫЕ ВОДОРОСЛИ (CYANOPHYCEAE)

Сине-зелёные, или циановые, водоросли широко распространены в пресноводных водоёмах со стоячей и проточной водой: в колеях и лужах на дорогах, в водосточных канавах, в прудах, ручьях и речках с загрязнённой водой, на сваях мостов и других предметах, находящихся в воде. Много видов их обитает в воздушной среде, но в сырых местах, например в различных прибрежных понижениях около водоёмов. Весной после таяния снега они встречаются в степях, полупустынях и на пашнях.

Развиваются они сразу после снеготаяния и погибают лишь после наступления заморозков. Довольно долго живут в аквариумах и банках, особенно если в них регулярно менять воду.

О присутствии циановых водорослей можно судить по цвету, который приобретает вода водоёма, ил или другой субстрат, на котором развились эти водоросли. Цвет его становится синевато-зелёным, иногда коричневатым. Он с первого взгляда отличается от яркозелёного цвета, который свойствен налётам, образованным зелёными водорослями.

Материал по сине-зелёным водорослям лучше собрать за несколько дней до занятия, разместить водоросли в сосуды, чтобы они обжились и начали расти. Только что собранный материал неудобен, он бывает загрязнён илом, взмучен, перемешан, из него трудно бывает выбрать хорошие участки для рассматривания.

1. Осциллярия (*Oscillaria*), или осциллятория (*Oscillatoria*). Если субстрат, содержащий в числе других сине-зелёных водорослей также осцилляторию, поместить на блюде с водой или в белую столовую тарелку, то уже на другой день можно заметить, что по дну

как бы расплзается синевато-зелёная плёнка; она растёт по радиусам, т. е. по направлению к краям тарелки, в более старых участках уплотняясь, а в местах роста имея вид отдельных волоконцев, расходящихся веерообразно.

Небольшой участок молодой, растущей плёнки положим на предметное стекло в каплю воды, осторожно, стараясь не повредить препарат, расправим нити, покроем прозрачным стеклом и рассмотрим под малым увеличением микроскопа. Мы увидим в поле зрения многочисленные зеленоватые нити осциллятории, вытянутые в большинстве в одном направлении (рис. 3, А). Найдём такое место, где нити заканчиваются верхушечными клетками, закрепим препарат клеммами и переведём микроскоп на большое увеличение.

Пристально и внимательно наблюдая за верхушками нитей, мы заметим, как верхушка той или иной из них отклоняется сначала в одну сторону, затем возвращается в исходное положение и далее наклоняется в другую сторону. Водоросль колеблется подобно маятнику, или, как говорят, осциллирует. Если нити лежат не слишком тесно, то кроме движения верхушек заметно движение и всей нити. Это движение змеевидное или винтообразное, кажется, что водоросли стремятся уползти.

Осциллятория — нитчатая сине-зелёная водоросль. Нить её складывается из одного ряда последовательно соединённых короткоцилиндрических клеток. Кроме нетолстых оболочек каждой клетки, хорошо виден общий слизистый чехол, покрывающий нить сплошным слоем.

Содержимое клетки однородно. Как и у бактерий, протопласт сине-зелёных водорослей не дифференцирован на протоплазму, ядро и пластиды. Однако внимательное изучение клетки убеждает нас в том, что протопласт имеет два слоя — периферический и центральный. Периферический слой, прилегающий к оболочке клетки, окрашен и более тёмный, центральный же слой бесцветен, он включает мельчайшие зёрнышки.

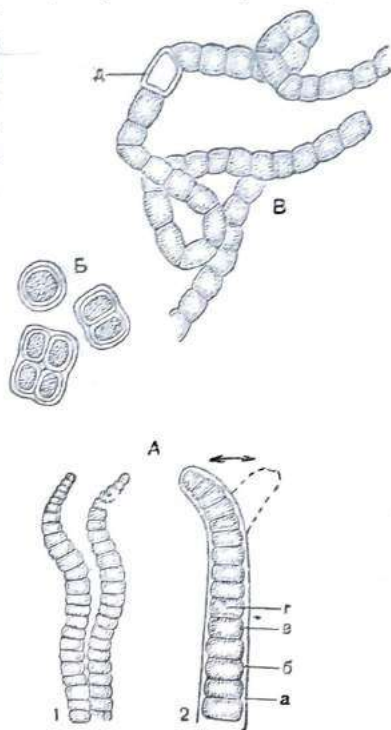


Рис. 3. Сине-зелёные водоросли.

А — осциллятория (*Oscillatoria*): 1 — под малым увеличением, 2 — под большим увеличением; а — слизистый чехол, б — оболочка клетки, в — окрашенный слой протопласта, г — центральное тело; стрелкой обозначено направление колебания верхушки колонии; Б — хроккокки (*Chroococcus*); В — часть колонии ностока (*Nostoc*) с гетероцистами — а.

Наружный слой протопласта содержит характерный для сине-зелёных водорослей голубой пигмент фикоциан, а также и хлорофилл, который маскируется голубым пигментом. Кроме этих двух основных пигментов, у многих видов имеются дополнительно: жёлтый — ксантофилл, бурый — фукоксантин, красные и оранжевые пигменты.

Окрашенный слой выполняет функции пластид, т. е. осуществляет фотосинтез. Это — протопласт, не дифференцированный на протоплазму и хлоропласты.

Центральный слой протопласта бесцветен и прозрачен, хотя резкой границы с наружным слоем не имеет. Он содержит зернистые включения, среди которых имеются и нуклеиновые (ядерные) вещества, однако не сконцентрированные в обособленное тело — ядро. Поворачивая микровинт и изменяя фокус, можно рассмотреть и уточнить расположение зёрнышек в центральной части. Их обычно больше скапливается у поперечных перегородок. Эти зёрна представляют собой запасное питательное вещество белкового характера — ц и а н о ф и ц и н.

Крахмальных зёрен в клетках не обнаруживается, так как у сине-зелёных водорослей крахмал клетками не вырабатывается (иодная реакция на крахмал). Вместо него в качестве продукта фотосинтеза вырабатывается особый углевод, близкий к животному крахмалу — гликогену.

Не обнаруживается также и вакуолей с клеточным соком; протопласт расположен сплошным слоем.

Нити растут в длину за счёт поперечного деления клеток.

На боковой стенке намечается граница будущей оболочки, от этой линии оболочка врастает внутрь клетки, постепенно разобщая её на две клетки.

Осциллятория размножается исключительно вегетативным путём.

Часть нити на некотором расстоянии от верхушечной клетки обрывается и, совершая червеобразные движения, выползает из общего слизистого влагища. Такие отрезки нитей получили название г о р м о г о н и е в. Продолжая активные, поступательные движения, гормогонии водоросли плывут в места, наиболее богатые солями и органическими остатками, а также в места, не заселённые водорослями, там оседают и начинают расти.

Образования спор или каких-либо подвижных форм (зоогонидий) никогда не наблюдается.

Близка к осцилляции водоросль артротрипы (*Arthrospira*). Это также нитчатая форма, нередко поселяющаяся среди нитей осциллятории. Отличается от последней главным образом внешним строением. Нити артротрипы короче нитей осциллятории, имеют постоянную форму спирали, слагаются из коротких цилиндрических клеток. Совершая спиралевидные, винтовые движения, артротрипы активно передвигаются в воде к местам с питательными веществами.

2. Толипотрикс лимбата (*Tolypothrix lymbata*). Осциллятория и артротрипы являются довольно просто устроенными нитчатыми формами сине-зелёных водорослей.

Несколько сложнее устроен толипотрикс. Он живёт в небольших речках и водоёмах со стоячей водой, загрязнённой органическими остатками с обильным содержанием азота. Покрывает тонкой голубовато-серой, слизистой на ощупь плёнкой подводные камни, ветки, лежащие в воде, стебли водяных растений. Хорошо живёт в аквариумах, переживая и вытесняя более требовательные виды водорослей. Приготовив препарат обычным способом, рассмотрим небольшой участок водоросли сначала под малым увеличением.

Наше внимание привлечёт прежде всего ветвление нитей. Нити ветвятся дихотомически вследствие поперечного деления клеток в цепи и смещения роста в сторону. Таким образом, это не настоящее ветвление, которое получается в результате продольного деления клеток и дальнейшего их расхождения на две самостоятельные ветки, а ложное ветвление, аналогичное ветвлению кладотрикса. Клетки нитей короткоцилиндрические, у основания, т. е. в более старой части, крупнее, а на концах веточек мельче.

Рассмотрим отрезок нити под большим увеличением. Среди ряда одинаковых по форме клеток попадаются расположенные одиночно, как бы вставленные в общую цепь, отдельные клетки — г е т е р о ц и с т ы.

Гетероцисты крупнее остальных клеток нити, стенки их слегка выпуклые, цвет — желтоватый. Они не содержат протопласта и заполнены прозрачной водянистой жидкостью, следовательно, гетероцисты — мёртвые клетки. Можно заметить, что боковые ветки отходят от клетки, лежащей непосредственно под гетероцистой.

Повидимому, одной из функций гетероцист является воспрепятствование непрерывному росту нити в длину и направление её роста в стороны.

Нити толипотрикса не обнаруживают движения, подобного движению осциллятории. Однако, когда водоросль приступает к размножению, отделяющиеся концы нитей — гормогонии — выползают из слизистого чехла, точно так же, как гормогонии осциллятории, и в дальнейшем ведут себя так же, как последние.

Кроме размножения гормогониями, толипотрикс размножается крупными отрезками нитей. При этом разрыв нити происходит в гетероцисте. В этом, повидимому, вторая функция гетероцист — способствовать разрыву нитей, а следовательно, размножению и расселению водоросли.

У толипотрикса наблюдается и спорообразование; как обычно, оно начинается при наступлении неблагоприятных условий (высыхание или истощение субстрата). Споры образуются по одной внутри клетки, они одеты двойной толстой оболочкой и содержат запасные питательные вещества. Попадая на питательный субстрат, споры прорастают и образуют новую особь толипотрикса.

3. Хроококк (*Chroococcus*). Хроококк живёт обычно в водоёмах со стоячей водой, на прибрежном сыром иле, в мелководье на илистом дне среди других зелёных и сине-зелёных водорослей. Акад. В. Л. Комаров рекомендует его искать на сфагновых болотах, в воде

среди мохового покрова¹. Эта водоросль крупных, однородных скоплений или налётов не образует и определить её присутствие можно только исследуя под микроскопом пробы воды и ила, взятые из различных мест с подходящими условиями для жизни хроококка. Поэтому сбор и заготовку материала к занятиям надо производить заблаговременно.

Хроококк — одноклеточная водоросль, однако чаще клетки её объединены в небольшие колонии по 2—4 особи (рис. 3, Б).

Одиночные клетки водоросли имеют правильную шаровидную форму. Помимо оболочки, клетка одета довольно толстым слоем слизи.

Протопласт, так же, как у ранее рассмотренных представителей сине-зелёных водорослей, состоит из двух слоёв — наружного окрашенного и внутреннего прозрачного. Размножается хроококк простым делением, при этом образовавшиеся две клетки могут не разъединиться, а остаться в первоначальном общем слизистом чехле. В свою очередь каждая из двух соединённых клеток может вновь разделиться, тогда в чехле оказывается уже колония из четырёх клеток. Такая колония не имеет правильной округлой формы. Обычно дальнейший рост колонии на этом прекращается, она распадается на четыре самостоятельные клетки.

4. Носток (*Nostoc*). Более сложной и крупной колонией по сравнению с хроококком являются виды ностока.

Нити ностока (колонии первого порядка) — соединяются в более крупные слизистые скопления (колонии второго порядка). Студени ностока могут иметь вид плёнок, пластинок или довольно крупных, более плотных шаров.

Обитает эта водоросль в озёрах, заливах и других водоёмах со спокойной водой. Обильно развивается ранней весной, сразу после таяния снега на обнажённой почве в степях и полупустынях; там она, в дальнейшем высыхая, превращается в темнооливковые сухие корочки.

В озёрах обычен носток озёрный (*Nostoc pruniforme*), живущий на дне в неглубоких местах.

Рассмотрим носток озёрный вначале невооружённым глазом. Колонии его имеют шаровидную форму, их размер колеблется от 1 до 10 см в диаметре. Основная масса состоит из студенистых пектиновых веществ и не имеет окраски. Окрашены лишь тонкие нити водоросли (клетки), включённые в массу слизи, их цвет — голубовато-зелёный, иногда более тёмный. Снаружи студень довольно плотен и образует как бы оболочку колонии. Если разрезать шар, то можно видеть, что от периферии к центру студень становится более жидким. В центре крупных шаров-колоний имеется полость, заполненная водой.

Препаровальными иглами извлечём несколько нитей водоросли, положим их на предметное стекло, покроем покровным стеклом и

рассмотрим вначале под малым, а затем под большим увеличением микроскопа (рис. 3, В). Каждая нить представляет цепочку (колонию). Клетки имеют короткоцилиндрическую форму, внутреннее строение их не отличается от рассмотренных уже клеток сине-зелёных водорослей. В некоторых местах однородные клетки прерываются довольно крупными, округлыми гетероцистами.

При размножении ностока в гетероцистах происходит разрыв нитей, студенистое вещество разжижается, образовавшиеся отрезки расплзаются и из них возникают новые сложные колонии.

ВЫВОДЫ

На основании рассмотренных и изученных препаратов сине-зелёных водорослей можно сделать следующие обобщения:

1. Сине-зелёные водоросли — одноклеточные, колониальные и нитчатые (неветвистые и ложноветвистые) микроскопические организмы.

2. Клетки имеют довольно простое строение. Отсутствует дифференцировка протопласта на протоплазму, ядро и пластиды, но протопласт имеет два хорошо различимых слоя — наружный, содержащий пигменты, и внутренний, содержащий нуклеиновые вещества и кристаллы белка.

3. Наличие фикоциана, хлорофилла и других пигментов обеспечивает процесс фотосинтеза, продуктом которого является гликоген. Следовательно, сине-зелёные водоросли — автотрофные организмы. Однако большинство из них имеет склонность к сапрофитизму, так как поселяется в субстратах, богатых органическими (азотистыми) веществами, проявляя по отношению к ним положительный хемотаксис.

4. Оболочка клеток способна легко ослизняться. Слизь одевает клетку или колонию довольно толстым общим чехлом, предохраняющим водоросль от высыхания.

5. Отсутствуют жгутиковые формы, однако многие представители обладают подвижностью без наличия специальных органов. Движение осуществляется колебанием, вращением или змеевидными движениями.

6. Размножение исключительно бесполое, путём простого деления клеток, и вегетативное, путём отчленения частей нитей — гормогоний; у колониальных форм при этом отделившиеся клетки остаются соединёнными общей слизью в колонии разной формы.

7. В неблагоприятных условиях могут образовывать споры внутри клеток.

8. Обитают в воде и в воздушной, влажной среде.

Указанные типичные черты сине-зелёных водорослей можно найти не только у рассмотренных нами представителей этого типа, но и у многих других, например у сцитономы, анабены, ривулярии,

¹ Акад. В. Л. Комаров, Типы растений, изд. 3-е, АН СССР, 1939.

глеокапсы. Эти представители могут также служить объектами изучения сине-зелёных водорослей¹.

Хотя сине-зелёные водоросли обнаруживают некоторое сходство в строении с бактериями, например с кладотриком, тем не менее их считают группой растительных организмов, стоящей особняком от других типов растений. Обособленность их объясняется отчасти большой древностью происхождения. Сине-зелёные водоросли найдены в древнейших отложениях палеозоя.

ЖГУТИКОВЫЕ (FLAGELLATA)

Жгутиковые — одноклеточные, разнообразно устроенные организмы, живущие в водной среде и обладающие подвижностью благодаря наличию одного или двух жгутов. Жгутики совершают вращательные или бичевидные движения и этим обеспечивают подвижность всему организму. В остальном строение клетки у различных жгутиковых настолько разнообразно, что не представляется возможным объединять жгутиковые в самостоятельный, достаточно чётко очерченный тип. Вследствие этого в современной систематике жгутиковые рассматриваются как сборная группа микроорганизмов. Одни из них по ряду признаков строения клетки и по характеру физиологических процессов примыкают к животному миру, например непигментированные жгутиковые, имеющие пищеварительную вакуолю. Другие по наличию хлорофилла и других пигментов, по способности к фотосинтезу тяготеют к миру растений. Наконец, третьи занимают промежуточное положение между первыми и вторыми; примером их могут служить эвглени и, в частности, эвглена зелёная, которая описывается как в курсах зоологии, так и в курсах ботаники. Многие из них настолько тесно примыкают к водорослям, что рассматриваются некоторыми систематиками в филогенезе растительного мира как группы, предшествующие зелёным и бурым водорослям.

«Поэтому в настоящее время, — пишет проф. Л. И. Курсанов, — нередко предлагают отказаться от противопоставления жгутиковых и водорослей, как особых групп, а просто объединять отдельные группы окрашенных жгутиковых с филогенетически выводимыми из них типами низших растений (водорослей). При этом жгутиковые, как особая группа, отпадает»². Особенно большое сходство со жгутиковыми наблюдается в строении и образе жизни у зелёных водорослей — вольвоксовых. Характерным для вольвоксовых является наличие хорошо развитого полового процесса, который имеется и у других зелёных водорослей, но отсутствует у большинства жгутиковых. На основании этого общего с водорослями признака воль-

¹ Ключ для определения главнейших родов сине-зелёных водорослей см. в книге: Л. И. Курсанов и Н. А. Комарницкий, Курс низших растений, «Советская наука», 1945, стр. 187.

² Л. И. Курсанов и Н. А. Комарницкий, Курс низших растений, «Советская наука», 1945, стр. 13.

воксовые и относятся в большинстве руководств к типу зелёных водорослей.

Из незелёных жгутиковых наибольший интерес представляют окрашенные формы, т. е. такие, у которых зелёный пигмент хлорофилл замаскирован каким-либо другим пигментом. Такие организмы имеют окраску жёлтую, желто-зелёную, бурую, буровато-жёлтую, оливково-бурую¹.

Окрашенные жгутиковые живут в водоёмах с чистой прозрачной водой. Развитию их благоприятствует невысокая температура воды, в связи с чем найти жгутиковых можно с ранней весны до поздней осени.

Хромулина (*Chromulina*). В качестве примера можно рассмотреть хромулину (*Chromulina*), часто встречающуюся в водоёмах со стоячей водой. Для этого поместим каплю воды с хромулинами на предметное стекло, покроем покровным и рассмотрим вначале под малым увеличением микроскопа.

В поле зрения перед нами будут проплывать небольшие одноклеточные организмы. На переднем конце клетки хромулины имеется один жгутик, который сообщает ей поступательное движение. Рассмотреть строение клетки во время движения довольно трудно, поэтому прибавим к нашему препарату каплю спирта или раствора формалина, которые убьют клетку.

Найдя под малым увеличением нужный нам объект, поставим большое увеличение. Рассмотрим и зарисуем хромулину (рис. 4, 3).

Клетка имеет овальную форму, обособленная оболочка отсутствует, на переднем конце имеется один жгутик, который берёт начало из особого округлого тельца внутри клетки. Пигменты клетки — хлорофилл и фикохризин — сосредоточены в двух хроматофорах — продолговатых телах, лежащих обычно по бокам клетки. В передней части клетки можно видеть вакуолю. Ядро в клетке одно, оно бесцветно, так же как и протоплазма, и потому без специальной окраски незаметно.

В протоплазме можно заметить запасные питательные вещества в виде мелких зёрнышек лейкозина.

Сложнее устроена малломонада (*Mallomonas*, рис. 4, 2). Её клетка, в отличие от хромулины, имеет хорошо выраженную твёрдую оболочку, на поверхности которой выделяется кремнёвая оболочка в виде чешуек с отходящими от них кремнёвыми отростками. Жгутик один, хроматофоров два, бурого цвета.

Среди жгутиковых имеются и колониальные формы. В пресноводных водоёмах с чистой водой нередко можно встретить синицу (*Synura uvella*). Шаровидная колония складывается из овальных клеток, которые соединены задними концами (рис. 4, 1). На переднем конце каждой клетки имеются два жгутика неодинаковой длины.

¹ Действующей программой изучение жгутиковых на практических занятиях не предусматривается; однако при наличии дополнительных часов или на занятиях ботанического кружка желательнее рассмотреть одного-двух представителей отмеченной группы.

Как и у малломонады, клетка у синурь имеет оболочку, покрытую кремнёвыми шипиками.

В аналогичных условиях можно встретить виды колониального жгутикового из рода динобрион (*Dinobryon*, рис. 4, 4). Динобрион имеет вид разветвлённого деревца. Каждая клетка такой колонии заключена в особую оболочку, имеющую вид бокала или узкой воронки; на переднем конце отходят два жгутика неравной длины; в клетке видны два хроматсфора.

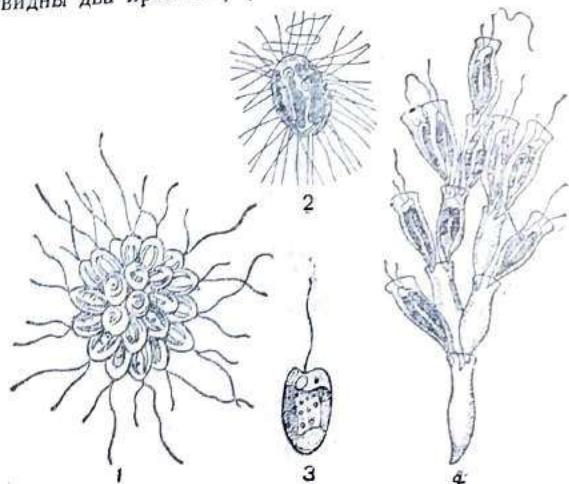


Рис. 4. Жгутиковые:

1 — синуря (*Synura*), 2 — малломонада (*Mallomonas*), 3 — хромулина (*Chromulina*), 4 — динобрион (*Dinobryon*).

ТИП ЗЕЛЁНЫЕ ВОДОРОСЛИ (CHLOROPHYCEAE)

Тип зелёные водоросли объединяет большое количество видов низших организмов, отличающихся разнообразием строения и условий жизни. Однако все они имеют ряд общих черт.

Как говорит само название, для этих водорослей характерна зелёная окраска. Они обитают в пресных водах рек, ручьёв, озёр, прудов, болот; одни предпочитают чистые водоёмы с прозрачной водой, другие — водоёмы со стоячей водой, загрязнённой органическими остатками. Много видов живёт в морской воде. Немало представителей зелёных водорослей можно встретить в воздушной среде. Они образуют яркозелёные налёты на иле и прибрежном песке, на каменных стенах и заборах, на коре у основания стволов деревьев.

Некоторые виды сожительствуют с грибами.

Зелёные водоросли появляются с ранней весны и живут до заморозков, однако далеко не все виды живут и развиваются одинаково обильно и успешно в течение всего лета. Максимум развития зелёных водорослей наблюдается в конце мая (в средней полосе). В середине

лета, в связи с высокой температурой, а также, повидимому, вследствие истощения запасов пищи и общего пересыхания водоёмов, наступает массовое отмирание водорослей. Наконец, осенью они вновь появляются в большом количестве. За это время изменяется и видовой состав зелёных водорослей.

Из сказанного следует, что для практических занятий, которые проходят в осенние месяцы (октябрь — ноябрь), нужно собрать и сохранить материал или фиксированным, или живым, в виде культур в аквариумах, банках и т. п.

Сбор материала для ознакомления с водорослями требует много времени, так как в одном и том же водоёме можно получить только некоторую часть требующегося материала и поэтому приходится посещать водоёмы разных типов. При сборе водорослей следует брать в банку вместе с ними очень немного воды, а отдельно в банку большего размера надо взять воды из данного водоёма. В лаборатории принесённую водоросль помещают в чашку Коха или широкогорлую, невысокую банку, налитую водой не больше, чем до половины. Сосуд закрывают стеклом и ставят в прохладное и слабо освещённое место (на окно с северной стороны). За культурой водоросли надо следить и по мере надобности доливать сосуд водой, принесённой из того водоёма, откуда взята водоросль.

Помимо живого материала в коховских чашках, не мешает все виды собранных водорослей зафиксировать в формалине. 40% раствор формалина разводится в 9 объёмах воды и в этот раствор помещается материал; затем к препарату прибавляют несколько капель раствора двууглекислой соды, что способствует сохранению окраски.

КЛАСС РАВНОЖГУТИКОВЫЕ (ISOCONTAE)

Порядок вольвоксовые (Volvocales)

1. Хламидомонада (*Chlamydomonas*). Хламидомонады — типичные представители одноклеточных подвижных зелёных водорослей. У нас встречаются несколько видов, имеющих большое сходство в строении и потому с трудом различаемых неспециалистом.

Хламидомонады развиваются особенно обильно весной. Их можно найти вскоре после таяния снега в канавах, ямах, колеях, наполненных водой, особенно в местах с глинистой почвой.

Каплю воды, в которой содержатся хламидомонады, поместим на предметное стекло, покроем покровным стеклом и рассмотрим под малым увеличением.

Перед нами будут проплывать подвижные овальные клетки, то выходя из поля зрения, то появляясь вновь. Движения их довольно быстры и разнообразны.

Чтобы рассмотреть подробнее строение хламидомонады, лучше зафиксировать клетку. Для этого под покровное стекло рассматриваемого препарата добавляем одну каплю спирта или слабого раствора формалина.

Хламидомонада (рис. 5) — одноклеточный организм. Клетка имеет овальную форму, на одном конце слегка вытянута в носик, из которого выходят два жгутика. Это передний конец клетки. Клетка одета пектиновой оболочкой. Содержимое клетки дифференцировано. Большую часть клетки занимает хроматофор. Он имеет, как и вся клетка, овальную форму и лишь наверху углубление. Таким образом, хроматофор занимает posteriorный слой клетки. Цвет его яркозелёный от присутствия хлорофилла.

Протоплазма занимает всю клетку. В передней части, не занятой хроматофором, можно заметить две вакуоли. В живой клетке они сокращаются. Кроме вакуолей, в передней части, ближе к центру клетки, находится «глазок». Ядро обычно расположено ближе к центру клетки, однако без специальной покраски рассмотреть его трудно.

Внимательное изучение клетки убедит нас в том, что жгутики отходят не от оболочки клеток, а несколько глубже, от особых утолщений в протоплазме, названных блефаропластами. Для обнаружения последних убитую клетку надо покрасить гематоксилином. Жгутики представляют собой тончайшие протоплазматические нити. У живых хламидомонад проявляется способность к фототаксису.

Так, в банке, поставленной в лаборатории на подоконник, хламидомонады собираются на освещённой стороне. В водоёмах их также обычно больше с той стороны, откуда падает солнечный луч.

Хламидомонады, как и другой близкий к ним организм — вольвокс, развиваются главным образом в конце мая — начале июня. В это время их и следует ловить и заготавливать для зимних занятий.

2. Вольвокс (Volvox). Вольвокс появляется несколько позже хламидомонады. Его можно обнаружить невооружённым глазом в болотистых водоёмах с прозрачной водой, хорошо прогретой солнцем. В этих условиях вольвокс развивается в большом количестве, и его легко наловить, зачерпнув воду банкой. Для заготовки материала к зимним занятиям воду, в которой плавают вольвоксы, следует процедить через батистовую тряпку и оставшиеся на тряпке вольвоксы смыть в небольшую материальную баночку, где материал и фиксируется формалином. Лов вольвокса следует производить несколько раз в течение месяца, чтобы иметь материал по разным фазам его развития. Вольвокс имеет шаровид-

ную форму и достигает размера булавочной головки. В банке с бо-лотной водой он может жить довольно долго. При этом хорошо наблюдаются его движения, обнаруживающие, как и у хламидомонады, фототаксис.

Вольвокс — колониальная водоросль. Колония состоит из большого числа клеток (рис. 6). При этом количество клеток для разных видов вольвокса довольно постоянно. У *Volvox globator* их бывает до 22 000, у обычного *V. aureus* от 200 до 2 000, а у *V. Rausseletii* до 5 000.

Клетки, образующие шар, располагаются в один слой, так что внутренность шара остаётся полой и заполняется слизистой жидкостью, в которой плавает некоторое количество отдельных, изолированных друг от друга клеток. Основная масса клеток, расположенных по периферии шара, соединяется друг с другом при помощи протоплазматических тяжей. Вся колония одета сверху тонкой общей оболочкой.

При приготовлении препарата надо соблюдать осторожность, накладывая покровное стекло, не надавливать на него, иначе покровная оболочка вольвокса легко разрывается и препарат оказывается испорченным. Рассматривая клетки в колонии, мы убеждаемся, что все они схожи друг с другом. В каждой виден хроматофор, в передней части имеется глазок и вакуоли. Через переднюю часть клетки проходит пара жгутиков, жгутики пронизывают общую оболочку и выходят наружу. Таким образом, клетки колонии вольвокса подобны клетке хламидомонады.

Движение вольвокса в воде происходит благодаря согласованному, одновременному движению всех жгутиков, что в свою очередь объясняется свойством клеток одинаково отвечать на таксические раздражения (фото- и хемотаксисы).

Обычно в собранном материале можно найти колонии разного возраста — и более молодые, и более взрослые. Среди последних нетрудно заметить особи, которые приступили к размножению. Они отличаются тем, что у них в полости шара имеются один-два, иногда три меньших шарика-колонии. Клетки последних могут быть настолько ещё мелки, что представляются в виде скопления точек.

Вольвокс размножается двумя способами — вегетативным и половым.

В первом случае в результате нескольких делений одной из партеногонидий (клеток колонии) образуется пластинка из соединённых дочерних клеток. Вследствие продолжающегося деления края пластинки начинают заворачиваться, так что в конце концов образует-

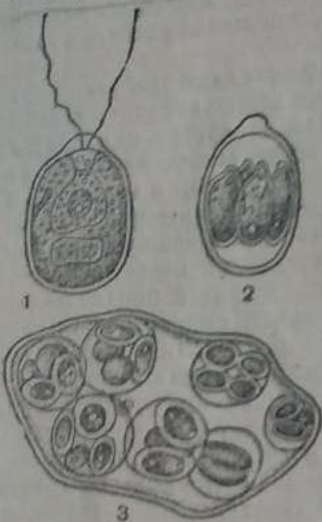


Рис. 5. Хламидомонада (*Chlamydomonas*).
1 — общий вид, 2 — образование спор, 3 — неполовая стадия.

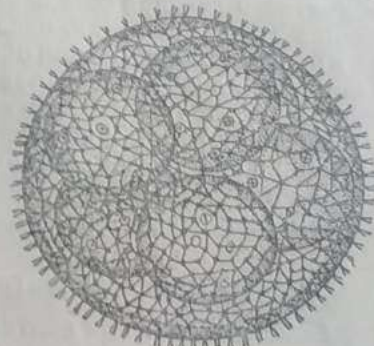


Рис. 6. Вольвокс (*Volvox*).

ся шар такого же строения, как и материнская колония вольвокса. Как уже отмечалось, таких дочерних колоний может быть несколько, они растут и заполняют всю полость шара. Движения дочерних колоний приводят к тому, что оболочка материнского шара прорывается и молодые колонии выходят наружу.

При половом размножении несколько клеток колонии превращаются в половые органы. Одни из клеток начинают увеличиваться в размерах, содержимое их сгущается и отходит от оболочки, жгутики утрачиваются, происходит накопление питательных веществ. Клетка превратилась в женский половой орган — оогоний.

Мужской орган — антеридий — образуется в результате многократного деления содержимого клетки, так, как это описано и для бесполого размножения, однако в этом случае клетки не складываются в новую колонию — они превращаются в сперматозоиды. При этом хлорофилл разрушается, и в клетках накапливаются запасные питательные вещества, от чего они приобретают желтоватый цвет. Сперматозоиды выходят из оболочки антеридия, проникают в оогоний и оплодотворяют яйцеклетку. Продукт полового процесса — зигота — сохраняется в покое в состоянии в течение зимы, а весной даёт новые колонии.

Порядок протококковые (Protococcales)

1. Хлорококк, или протококк (*Chlorococcus*). Представители семейства хлорококковых — одноклеточные водоросли, живут главным образом в воздушной среде, во влажных местах — на сыром песке, на каменных стенах и деревянных заборах; нередко образуют сплошные яркозелёные покровы на стволах старых деревьев. Хорошо живут они в лабораторных условиях, покрывая толстым слоем стенки аквариума.

Препарат следует готовить из молодого тонкого налёта, где клетки не образовали плотной зелёной массы.

Поддев немного такого налёта препаровальной иглой, разболтаем его в капле воды на предметном стекле с тем, чтобы изолировать клетки друг от друга для удобства их изучения, накроем препарат покровным стеклом и рассмотрим под микроскопом.

Клетка хлорококка округлая (рис. 7, 1), одета не очень толстой оболочкой. Пластинчатый хроматофор расположен под оболочкой в постенном слое плазмы, — кажется, что он заполняет всю клетку. Реже хроматофор бывает разделён на лопасти или участки — как бы разорван. Ядро в клетке одно, чаще занимает центральное положение, однако в живой клетке (не убитой и не окрашенной) его обнаружить не удастся.

Хлорококк размножается бесполом и половым путём.

В первом случае путём повторного деления образуются подвижные двужгутиковые зооспоры, которые, проплавав некоторое время, останавливаются, теряют жгутики и превращаются в неподвижные особи.

Во втором случае, также путём многократного деления, образуются подвижные двужгутиковые зогаметы, которые копируются между собой.

2. Водяная сеточка (*Hydrodictyon utriculatum*). Это одна из самых распространённых водорослей, благодаря крупным размерам и своеобразному строению легко отличимая от всех остальных водорослей.

Распространена в водоёмах со стоячей водой, богатой органическими остатками. Особенно её много в прибрежной полосе, на мелководье, в заводях рек и поёмных озерах как с илистым, так и с песчаным дном. Развивается она в конце весны и доживает до глубокой осени; хорошо и долго живёт в аквариумах.

Водяная сеточка — колониальная водоросль; размер колонии достигает десяти и более сантиметров. Молодая колония имеет форму плетёного мешочка, вернее всего её сравнить с хозяйственной сумочкой-сеткой. Более старые колонии разрываются и имеют уже неопределённую форму.

Сеточка слагается из пяти-шестиугольных ячеек или петель. Каждая сторона такого многоугольника представляет собой клетку (рис. 7, 2).

Отдельная клетка имеет удлинённую, цилиндрическую форму, концы её закруглённоскошенные. Образова многогранник, клетки соединяются концами по три. Размер клетки колеблется от нескольких миллиметров до 1 см, в зависимости от возраста колонии. Благодаря такому крупному размеру водяную сеточку следует рассматривать под малым увеличением микроскопа.

Клетка имеет нетолстую оболочку. Пластинчатый, светлозелё-

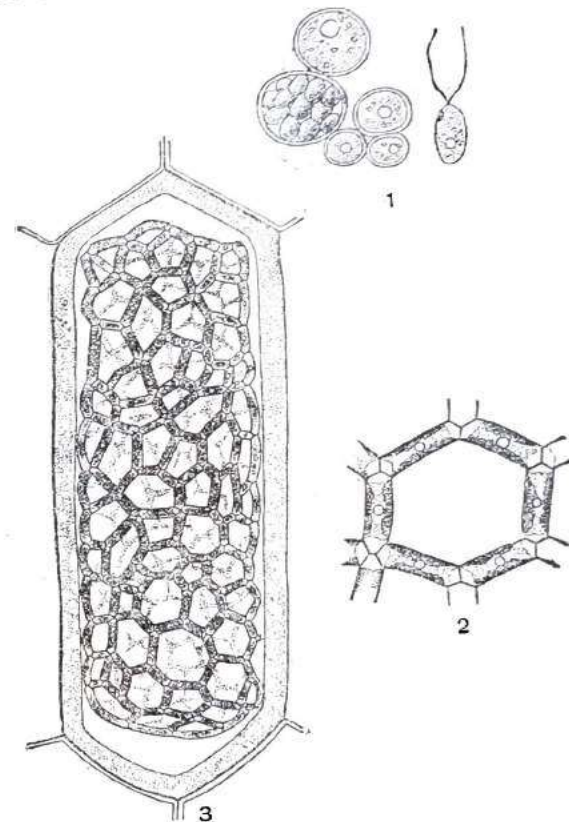


Рис. 7. Протококковые водоросли:

1 — хлорококк (*Chlorococcus viridis*); 2 — водяная сеточка (*Hydrodictyon utriculatum*), часть колонии; 3 — молодая колония водяной сеточки внутри материнской клетки.

ный хроматофор закрывает всю клетку. Однако если клетку фиксировать и покрасить, то обнаруживается, что постенный слой плазмы содержит многочисленные мелкие ядра. Центральная часть клетки занята крупной вакуолью с клеточным соком. Таким образом, хроматофор не заполняет всей клетки, а выстилает её изнутри, находясь в постенном слое плазмы.

В хроматофоре видны светлые, округлые пиреноиды, накапливающие крахмал.

Водяная сеточка размножается бесполом и половым путём.

При бесполом размножении ядра клетки делятся; далее вокруг каждого ядра обособляется участок протоплазмы с хроматофором и пиреноидами — образуются зооспоры с двумя равными жгутиками на переднем конце. Зооспоры выталкиваются изнутри материнской клетки, затем останавливаются, теряют жгутики и соединяются концами по три, образуя новую колонию-сеточку (рис. 7, 3).

Оболочка материнской клетки к этому времени ослизняется, а затем растворяется, и молодая колонию выходит наружу. Дальнейший рост колонии происходит за счёт роста и увеличения размера существующих клеток; нового деления клеток не происходит. Делятся и увеличиваются в количестве лишь ядра клеток.

Размножение совершается не в одной клетке, а в ряде клеток, так что одновременно возникает много новых колоний.

Половое размножение также начинается с деления ядер и образования подвижных двухжгутиковых клеток — изогамет, но более мелких, чем зооспоры. Дальнейший путь процесса полового размножения более сложен и отличается от описанного бесполого размножения.

Порядок улотриковые (Ulothrichales)

1. Улотрикс (*Ulothrix*). Улотрикс, как и другие представители этого порядка, прикрепляется ко дну, чаще к различным подводным предметам — камням, сваям и т. п., — в ручьях и речках с быстро текущей водой. В местах обильного распространения этой водоросли длинные нити её, растущаясь по течению, образуют густой темнозелёный покров. Живёт улотрикс с весны до осени.

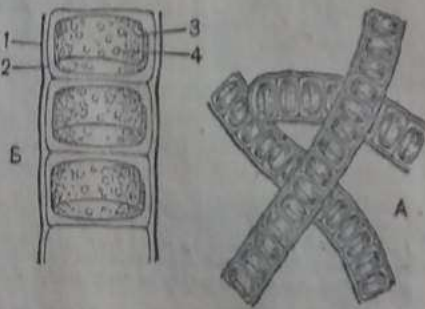


Рис. 8. Улотрикс зоната (*Ulothrix zonata*).

Участки нитей: А — под микроскопом и Б — под большим увеличением: 1 — слизистый чехол, 2 — клеточная оболочка, 3 — пластинчатый хроматофор, 4 — пиреноид.

Нить улотрикса прикрепляется к субстрату одной так называемой ризоидальной клеткой, которая лишена хлорофилла, а потому бесцветна. Остальные клетки нити все одинаковые, зелёного цвета.

кольцом или поясом (рис. 8). Отсюда и видовое название водоросли «зоната», т. е. опоясанная. В хроматофоре видны округлые бесцветные пиреноиды. Ядро одно, обнаруживающееся при покраске.

Рост водоросли происходит в результате поперечного деления не только верхушечной клетки нити, но и любой другой, иными словами, её рост — вставочный. В этом убеждает нас наличие в нити молодых более мелких клеток, с тонкими оболочками.

Улотрикс размножается бесполом и половым путём.

В первом случае образуются зооспоры двух типов: макро- и микрозооспоры. Макрозооспоры возникают по 2—4 в клетке, а микрозооспоры в большем количестве — 16—32. Зооспоры выходят в воду через разрыв в оболочке клетки.

Внешне макро- и микрозооспоры отличаются друг от друга главным образом размерами. Каждая из них на переднем конце несёт по четыре равных жгутика, в протоплазме имеется красный глазок, хроматофор и ядро. Проплывав в воде некоторое время, зооспоры оседают на субстрат, теряют жгутики и прорастают, образуя первой ризоидальную клетку.

Половой процесс улотрикса изогамный. Гаметы возникают так же, как и зооспоры, в любой клетке нити и сходны с ними по форме и устройству, за исключением количества жгутиков — каждая гамета имеет по два жгутика. Копуляция гамет возможна при условии, если они образованы разными особями водоросли. В воде гаметы плавают долго, затем копулируют по 2—4, сцепляясь передними концами (носиками) и плавают уже в виде зелёного шарика, сохраняя при этом все жгутики и глазки. В конце концов жгутики теряются, и шарик покрывается общей оболочкой. Образовавшаяся зигота прорастает обычно на следующую весну. При прорастании из неё не сразу образуется нитчатая форма улотрикса — первоначально зигота распадается на несколько зооспор, из которых уже обычным путём развиваются нити улотрикса.

Другие виды улотрикса отличаются от описанного *U. zonata* размером нити и клеток и пластинчатой формой хроматофоров, которые занимают полностью постенный слой в клетках. Все виды улотрикса — неветвящиеся зелёные нитчатки.

2. Стигеоклонииум (*Stigeoclonium*) или драпарнальдия (*Draparnaldia*). Это — представители семейства хетофоровых, нитчатых водорослей с разветвлённым, более сложным, чем у улотриковых, талломом.

Стигеоклонииум широко распространён в ручьях, небольших речках с быстрым течением, в прудах — там, где вода изобилует органическими остатками.

Подобно улотриксу, он прикрепляется ризоидальными клетками к подводным предметам, образуя небольшие зеленоватые кустики. Таллом его расчленён на тонкие недлинные веточки, окончания которых вытянуты в виде щетинок. Клетка имеет один пластинчатый хроматофор, одно ядро и один или несколько пиреноидов.

Драпарнальдия среди других водорослей этого семейства является наиболее разветвлённой, морфологически дифференцированной (рис. 9). Её можно найти также в ручьях и речках, но с более чистой и прозрачной водой. Образует длинные ветвистые кустики. Таллом состоит из основных более толстых стволиков, от которых отходят веточки, в свою очередь тоже ветвящиеся. Последние значительно тоньше основного стволика и сидят очень густо.

Повидимому, их основная функция — ассимиляция углерода. Клетки драпарнальдии — цилиндрической формы, хроматофор в клетках стволлика охватывает клетку посередине и имеет вид тонкого зубчато-изрезанного кольца, светлозелёного цвета. Участки, не занятые хроматофором, бесцветны. Пиреноидов несколько, ядро в клетке одно.

Веточки состоят из более мелких клеток, также содержащих поясковый хроматофор, но по краям цельный, темнозелёного цвета. Рост водоросли происходит за счёт деления верхушечных клеток нитей. Процесс размножения описанных двух водорослей сходен с процессом размножения улотрикса.

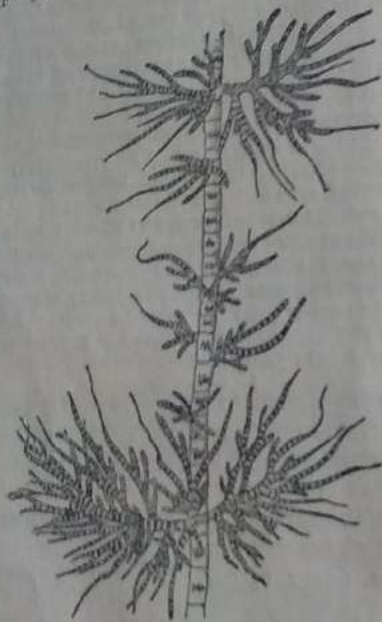


Рис. 9. Драпарнальдия (*Draparnaldia*). В клетках видны хроматофоры.



Рис. 10. Кладофора (*Cladophora*). Верхние клетки (темные) образовали зооспорангии.

Представители родов стигеоклониум и драпарнальдия многочисленны и отличаются разнообразием внешнего строения.

3. Кладофора гломерата (*Cladophora glomerata*). Это одна из самых распространённых водорослей пресных водоёмов с проточной водой. Живёт, прикрепляясь к различным подводным предметам, или же свободно плавает в воде, образуя скопления «стир». Отличительными признаками кладофоры являются: темнозелёная окраска её нитей и шероховатость их на ощупь.

Собранный для занятий материал может довольно долго сохраняться в аквариуме, если часто менять воду.

Поместив кладофору на предметное стекло, можно заметить без помощи микроскопа, что это нитчатая ветвящаяся водоросль (рис. 10). Ветвление её дихотомическое; оно является результатом деления верхушечных клеток нитей, а не смещения срединных клеток в сторону, как это было у сине-зелёных водорослей. Ветвление кладофоры настоящее, а не ложное.

Нить кладофоры разделяется у самого основания вильчато на две нити, каждая из которых делится в свою очередь на две и т. д. В поле зрения микроскопа помещается обычно один развилок взрослой особи, редко два.

Клетки кладофоры имеют слегка вытянутую, цилиндрическую форму. Оболочки толстые, слизистый чехол отсутствует. Под оболочкой в протоплазме расположен пластинчатый хроматофор темнозелёного цвета, который не оставляет в клетке свободных, незелёных пространств. В хроматофоре видны пиреноиды. Ядер несколько, однако их можно обнаружить лишь после того, как клетка будет обесцвечена спиртом и покрашена.

Процесс размножения кладофоры сходен с процессом размножения улотрикса. Четырёхжгутиковые зооспоры образуются большей частью в верхних клетках нитей. Половое размножение изогамное; изогаметы мельче зооспор и несут по два жгутика.

Порядок сифоновые (Siphonales)

Из этого порядка водорослей у нас встречаются две пресноводные формы: вошерия и ботридиум.

1. Вошерия (*Vaucheria*). Виды этой крупной нитчатой водоросли обитают в ручьях и реках с песчаным дном и чистой водой. Прикрепляясь к подводным предметам, к сваям мостов, пристаням, старым баржам, вошерия образует плотные скопления яркозелёного цвета. Некоторые виды вошерии живут в воздушной среде на сырых местах, у воды на илистом и песчаном грунте; здесь нити её переплетаются между собой в виде довольно плотного зелёного войлока.

Помещённая на тарелку с сырым песком и прикрытая сверху стеклом, вошерия быстро разрастается в лабораторных условиях. При этом нити водоросли уже не стелются по песку, а поднимаются вертикально.

Несколько нитей какого-либо вида вошерии положим на предметное стекло в каплю воды, покроем покровным стеклом и рассмотрим сначала под малым увеличением.

Нить вошерии не слагается из клеток, как у рассмотренных нами ранее водорослей. Это — трубка без каких-либо перегородок и камер, которая рассматривается как одна клетка очень больших размеров. Нить может разветвляться, причём в местах разветвления нитей перегородок также нет. К субстрату вошерия прикрепляется бесцветными ризоидами лапчатой формы. Для того чтобы рассмотреть ризоид, надо взять нити вошерии вместе с песком, на котором она растёт, и, положив на стекло, отмыть песок водой из пипетки. Содер-

жимое клетки-нити состоит из густой протоплазмы, расположенной ближе к оболочке, центральная часть занята вакуолей с клеточным соком. Протоплазма состоит из двух слоёв. Наружний слой содержит хлоропласты овальнозаостренной формы, похожие на хлоропласты высших растений. Пластинчатые хроматофоры отсутствуют. Во внутреннем слое находятся многочисленные мелкие ядра, которые видны лишь после окраски. Концы нитей закруглены, в них хлоропластов не содержится. Пиреноидов нет, зато в протоплазме имеются капли масла и мелкие зёрнышки белковых веществ.

Протоплазма обнаруживает движение, особенно интенсивное, хорошо видное, если вошерия перед занятием находилась на солнце под стеклом во влажной камере.

Рост водоросли происходит в верхних концах нитей.

Размножается вошерия бесполом и половым путём.

Бесполое размножение начинается с образования вздутия на конце нити. Разрастаясь, оно постепенно округляется и превращается в шар — зооспорангий, в котором концентрируются протоплазма, ядра и хлоропласты. Шар приобретает густозелёную окраску. Далее между шаром и нитью возникает перегородка, а содержимое шара отделяется от оболочки и превращается в зооспору. Одновременно оболочка шара ослизняется и на верхушке в ней образуется отверстие. Зооспора, совершая вращательные движения, выходит в воду. Зооспора крупная, снабжена многочисленными сидящими попарно жгутиками. Если зооспору убить и покрасить, то оказывается, что каждой паре жгутиков соответствует одно ядро. На основании этого вошерия рассматривается некоторыми учёными, как колониальный организм, подобный вольвоксу.

Половой процесс вошерии оогамный.

Рассмотрим готовый аппарат с оогониями и антеридиями вошерии (из серии «Половой процесс»).

В отдельных местах нити вошерии можно видеть выросты различной формы. Одни из них имеют вид ножки, переходящей в округлую или конусовидное расширение (рис. 11, 2, в). Это оогонии — женские половые органы. Другие имеют вытянутую форму и на верхушке загнуты крючком. Это антеридии — мужские половые органы (рис. 11, 2, г). Оогоний и антеридий возникают рядом на нити, что обеспечивает слияние половых продуктов. В антеридии образуется большое количество сперматозоидов, оогоний содержит одно ядро, протоплазму с хлоропластами и капли масла. От основной нити водоросли как оогоний, так и антеридий отделяются перегородками.

2. Ботридиум (*Botrydium*). Ботридиум — обитатель воздушной среды, поселяется на сырых пониженных местах с иловатым или глинистым грунтом, например, по берегам рек, в западинах, на подсыхающих отмелях, по низким берегам прудов, на сырых пашнях. В большом количестве развивается осенью, почему и может служить удобным объектом для занятий. В лабораторных условиях живёт не долго. Растёт скоплениями. Отдельная особь имеет вид зелёного

шарика, на одном конце вытянутого в ножку; ножка оканчивается разветвлёнными ризоидами, которые углубляются в почву и прикрепляются к ней водоросль (рис. 11, 1). Взрослый ботридиум достигает размера булавочной головки, следовательно, виден без микроскопа. Для изучения лучше брать более молодые и мелкие экземпляры.

Отмыв ризоиды от частичек почвы (взбалтыванием ботридия в пробирке с водой) поместим его на предметное стекло в каплю воды (без покровного стекла) и рассмотрим сначала через ручную лупу ($\times 10$). Сделаем зарисовку общего вида растения. Хорошо видна надземная округлая зелёная часть и бесцветные, прозрачные ризоиды. Изучение водоросли под малым увеличением микроскопа убеждает нас в том, что ботридиум, несмотря на свой сравнительно большой

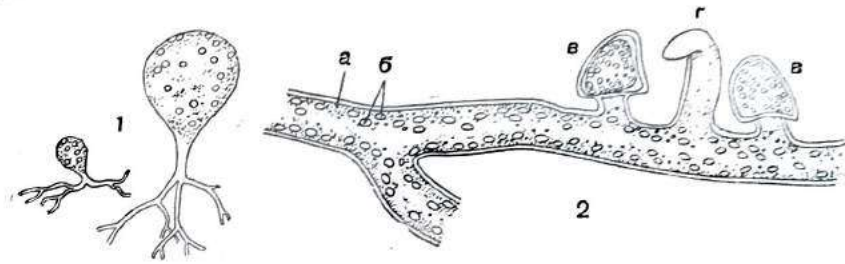


Рис. 11. Сифоновые водоросли:

1 — ботридиум (*Botrydium*); 2 — вошерия (*Vaucheria*): а — протоплазма, б — хроматофор, в — оогоний, г — антеридий.

размер, — одноклеточная водоросль. Никаких перегородок внутри организма нет, и ризоиды свободно сообщаются с остальной частью водоросли. В шарообразной части виден постенный хроматофор, который у более старых особей имеет продырявленный вид. В лежащем глубже слое протоплазмы расположены ядра. Как и у вошерии, основным запасным питательным веществом является масло.

Размножается ботридиум вегетативным путём. При этом всё содержимое клетки распадается на многочисленные мелкие зооспоры, каждая из которых состоит из протоплазмы, ядра, двух хроматофоров и двух жгутиков на переднем конце. В благоприятных условиях зооспоры довольно скоро прорастают в новый ботридиум.

В настоящее время ботридиум относится систематиками к типу разножгутиковых (*Heterocontae*). Разножгутиковые — небольшой тип низших организмов, характеризующихся тем, что из двух имеющихся у них жгутиков один направлен вперёд и несёт тончайшие перисто расположенные выросты, а другой, более короткий, обращён назад и выростов не имеет. Кроме хлорофилла, у разножгутиковых имеются пигменты жёлтого цвета. В своём историческом развитии разножгутиковые обнаруживают параллелизм с зелёными водорослями, образуя одноклеточные, колониальные, нитчатые и «бесклеточные» формы.

КЛАСС СЦЕПЛЯНКИ (CONJUGATAE)
Семейство зигнемовые (*Zygnemataceae*)

Спирогира (*Spirogyra*). Многочисленные виды спирогиры являются наиболее распространёнными водорослями в наших пресноводных водоёмах.

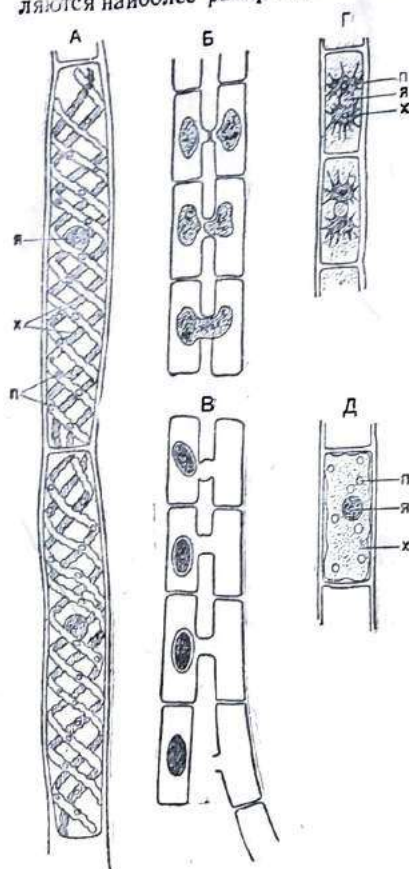


Рис. 12. Семейство зигнемовые (*Zygnemataceae*):

А — часть нити спирогиры (*Spirogyra*); Б — конъюгация спирогиры; В — образование зygот; Г — зигнема (*Zygnema*); Д — клетка мужской (*Mougeotia*); я — ядро, х — хроматофор, п — пиреноиды.

могут быть коротко- или длиннотрубчатыми. Каждая клетка имеет хорошо выраженную оболочку, близкую по составу к целлюлозе. Помимо целлюлозной оболочки каждой клетки, имеется общая слизистая оболочка, переходящая с одной клетки на следующую и облегающая нить сплошным чехлом.

Яркозелёные, тонкие и нежные нити спирогиры, образуя большие скопления, тянутся на протяжении десятков сантиметров, колеблемые быстрым течением реки или ручья. Сплошные заросли спирогиры часто встречаются и в озёрах, мельничных запрудах и других водоёмах со стоячей, прозрачной водой. В жаркие летние дни отдельные скопления этой водоросли всплывают на поверхность водоёма, благодаря многочисленным пузырькам газа, выделяемого водорослью. Обильная слизь, покрывающая нити спирогиры, делает их скользкими на ощупь. Это позволяет сразу отличить спирогиру при вылавливании водорослей рукой. Спирогира хорошо живёт в аквариумах и банках.

Разрезав нить спирогиры на несколько небольших отрезков, поместим их на предметное стекло и, покрыв покровным стеклом, рассмотрим вначале под малым увеличением, а затем уже под большим. Нить спирогиры состоит из одного ряда цилиндрических клеток (рис. 12, А); у разных видов спирогиры клетки, составляющие нить,

Хроматофоры спирогиры лежат в постенном слое, имеют форму ленты с неровными краями и расположены в клетке спирально, переходя последовательно с одной стороны клеточной стенки на другую. У разных видов спирогиры количество хроматофоров в клетке различно (см. ключ к определению¹). В хроматофоре имеются округлые, бесцветные пиреноиды. Ядро одно, довольно крупное, лежит в протоплазме в центре клетки. Постенный слой плазмы связывается с центральным слоем и ядром через протоплазматические тяжи, пересекающие клетку. Пространства между ними заняты вакуолями с клеточным соком. Запасным питательным веществом является крахмал, который расположен вокруг пиреноидов.

Рост нити спирогиры происходит вследствие деления и дальнейшего разрастания разделившихся клеток. Делиться могут любые клетки нити.

Размножается спирогира вегетативным и половым путём. Ни в первом, ни во втором случае не образуется специальных органов размножения. Вегетативное размножение осуществляется через разрыв нитей при различном случайном механическом воздействии на водоросль. Отдельные отрезки нитей растут (путём деления клеток) и становятся самостоятельными особями. Половое размножение своеобразно. Это конъюгация, или сцепление. Оно заключается в следующем (рис. 12, Б): между клетками двух нитей спирогиры, лежащих параллельно и близко друг к другу, вырастают копуляционные каналы. Появление их происходит постепенно. Сначала на боковых стенках клеток нити, в середине, появляются небольшие бугорки — выросты. Далее вырост одной клетки встречается в результате роста с выростом противоположной клетки другой нити. Дальнейший рост столкнувшихся выростов приводит к тому, что обе нити отодвигаются несколько друг от друга (рис. 12, Б, В). Образовавшаяся фигура напоминает приставную лестницу, у которой роль перекладин выполняют выросты. Оболочки между двумя выростами в месте их соприкосновения растворяются, получаются полые копуляционные каналы. Одновременно происходят изменения с протопластом клеток. Протопласты отстают от стенок и сжимаются, затем протопласты всех клеток одной нити выходят в соответствующие копуляционные каналы и переливаются в клетки другой нити, где и сливаются с их протопластами. Из двух нитей та считается мужской, считающейся женской. Образуется зигота, которая одевается толстой трёхслойной оболочкой (рис. 12, В). Зигота имеет коричневаточёрный цвет и содержит запас питательных веществ. Она хорошо переживает неблагоприятные условия.

Для изучения конъюгации спирогиры необходимо заготовить соответствующий материал.

¹ Л. И. Курсанов, Н. А. Комарницкий, Курс низших растений, изд. 3-е, «Советская наука», М. 1945, стр. 97.

Обычно конъюгация начинается с наступлением жарких дней (с середины июня в средней полосе) в подсыхающих водоемах. Качество материала определяется под микроскопом, после чего материал фиксируется спиртом.

Кроме спирогиры, в сходных условиях обитания часто встречаются другие две нитчатые зеленые водоросли семейства зигнемавых — зигнема и мужоция. Зигнема имеет в клетках по два хроматофора характерной звездчатой формы, располагающихся по бокам ядра (рис. 12, Г). У мужоции хроматофор пластинчатой формы расположен в постенном слое протоплазмы, параллельно продольным стенкам клетки (рис. 12, Д). Он может быть повернут к продольной стороне — тогда вся клетка представляется зеленой, или к своей узкой стороной (ребром) — тогда он представляется в виде узкой полосы. В хроматофоре видны пиреноиды. Ядро находится в центре клетки.

Среди сселянок имеются и одноклеточные формы. Это представители семейства десмидиевых.

Семейство десмидиевые (Desmidiaceae)

Представители этого семейства очень многочисленны и по внешнему виду разнообразны. В большинстве это одноклеточные водоросли, реже колониальные. Различные виды родов кластериум, космариум населяют пресноводные водоёмы как с прозрачной проточной водой, так и со стоячей, загрязнённой. Особенно много их в торфяных озёрах и речных заводях. Живут десмидиевые весны до осени, и для занятий можно иметь всегда свежий материал. Могут жить и размножаться в лаборатории. Все одноклеточные десмидиевые — микроскопически малые организмы, живущие на дне водоёма или около дна, поэтому пробы воды нужно брать со дна различных водоёмов. Пробы необходимо просмотреть под микроскопом для того, чтобы удостовериться в присутствии тех или иных видов этого семейства.

Кластериум (Closterium). Представители рода кластериум имеют характерную серповидную форму или форму полумесяца. У разных видов степень изогнутости клетки различна; точно так же различно и очертание их концов — у одних концы закруглённые, у других — заострённые или даже вытянутые в носик.

Каплю воды, содержащей кластериум, нанесём на предметное стекло, покроем покровным стеклом и рассмотрим под малым увеличением микроскопа. Найдя нужную нам водоросль, перенесём микроскоп на большое увеличение.

Прежде всего обращает внимание симметричность строения клетки — клетка состоит из двух одинаковых половинок (рис. 13, А).

Оболочка клетки хорошо заметная, толстая, бесцветная или слегка желтоватая от пропитывающих её солей железа; на оболочке имеется по одной поре. Через поры выделяется слизь. Выделение слизи способствует передвижению водоросли по дну толчками.

убедиться в выделении слизи, следует клетку кластериума поместить в каплю чёрной туши.

В центре клетка имеет как бы перехват, делящий её пополам. Протоплазма заметна лишь в центре клетки, на грани её половинок; здесь же находится и ядро.

В каждой половине клетки лежит по одному яркозелёному хроматофору. Форма хроматофоров повторяет по очертанию форму клетки. Однако поверхность хроматофоров неровная и представляет собой чередование продольно идущих рёбрышек и ложбинок между ними (рис. 13, 2). Продольная полосатость хроматофора заметна под микроскопом. Пиреноиды в хроматофоре расположены или в один ряд — вдоль среднего ребра, или разбросаны между всеми рёбрами. В концы клеток хроматофоры не заходят. Здесь, в прозрачной протоплазме, можно заметить две вакуоли, в которых лежат кристаллики гипса в виде тёмных палочек. Вследствие движения окружающей плазмы, а также присущего им броуновского движения кристаллики сотрясаются и колеблются.

Кластериум размножается вегетативным и половым путём. Вегетативное размножение осуществляется простым делением клетки на две. У каждой из разделившихся половинок на месте раздела вырастает через некоторое время недостающая часть.

Половой процесс протекает в виде конъюгации двух клеток. У кластерия и других десмидиевых при этом не происходит перетекания протопласта одной клетки в другую клетку, как у зигнемовых, — протопласты встречаются и сливаются в копуляционном канале; там же образуется и зигота.

В торфяных болотах и заводях вместе с кластерием можно найти не менее красивые водоросли из рода космариум (*Cosmarium*, рис. 13, Б). План строения этой водоросли тот же, что и у кластерия. Её клетки состоят из двух симметричных половинок, причём симметрия усугубляется наличием глубоких перехватов — выемок в центре. Клетка сплюснута и с широкой стороны имеет округлую или овальную форму. В каждой половине клетки находится по два пластинчатых хроматофора с пиреноидами. Не занятым остаётся лишь перехват клетки, где помещается ядро.

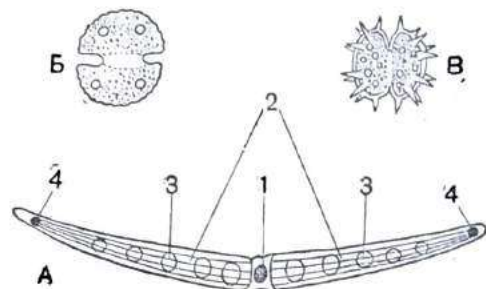


Рис. 13. Семейство десмидиевые (*Desmidiaceae*):

А — кластериум (*Closterium*); 1 — ядро, 2 — хроматофоры, 3 — пиреноиды, 4 — поры; Б — космариум (*Cosmarium*); В — ксантидиум (*Xantidium*).

На основании изучения различных групп зелёных водорослей сделаем некоторые общие выводы, характеризующие этот тип.

1. Зелёные водоросли — одноклеточные, колониальные и многоклеточные микро- и макроскопические организмы, достигшие в своём развитии значительной специализации.

2. Клетка обладала сложным строением. Имеется хорошо выраженная оболочка, у большинства представителей целлюлозная. Внешние слои её нередко ослизняются, что предохраняет организм от высыхания. Протопласт дифференцирован. Имеется протоплазма, нередко разделённая на постенный и внутренний слои, ядро — специальный орган фотосинтеза — хроматофор с пиреноидами.

Пигментами клетки являются: хлорофилл, придающий клетке яркозелёную окраску, и каротиноиды.

3. В качестве продуктов ассимиляции вырабатываются крахмал, масло, белковые вещества и различные вещества клеточного сока.

4. По способу питания зелёные водоросли — автотрофные организмы; представители низших групп имеют склонность к сапрофитизму. (Паразитизм имеет место в семействе протококковых как явление вторичное, регрессивное.)

5. Одноклеточные зелёные водоросли могут быть подвижными и неподвижными. У подвижных форм движение осуществляется жгутиками. Ориентиром в направлении движения являются тропизмы (таксисы) и специальный орган фототропизма — глазок.

Благодаря движению, водоросли могут находить лучшие условия для питания, фотосинтезирования.

6. Среди более высокоорганизованных, многоклеточных форм подвижность утрачивается, имеются формы, прикреплённые к субстрату. Лишь при процессе размножения подвижность может восстанавливаться, например, подвижная форма водяной сеточки.

7. У прикреплённых форм увеличение площади питания и ассимиляции достигается ростом и разветвлением слоевища (кладофора, драпарнальдия).

8. Усложнение и филогенетическое развитие зелёных водорослей идёт по двум направлениям: а) путём перехода от одноклеточных организмов к колониальным и от колониальных к многоклеточным с их дальнейшим усложнением и специализацией органов; б) путём усложнения строения одноклеточного организма, сложной дифференцировки и выработки органов в пределах одной клетки (сифонные водоросли — ботридиум, вошерия и др.).

9. Размножение половое, бесполое и вегетативное. Половое размножение осуществляется копуляцией изогамет, гетерогамет и оогамет и конъюгацией (сцеплянки). Бесполое размножение — зооспорами и апланоспорами (отсутствует у сцеплянок). Вегетативное — частями слоевища.

10. Обитают в планктоне и бентосе пресноводных водоёмов стоячей и проточной водой, в морях и в воздушной среде.

ТИП ДИАТОМОВЫЕ, ИЛИ КРЕМНЁВЫЕ, ВОДОРОСЛИ (DIATOMAEAE)

Этот тип объединяет обширную группу микроскопических организмов с характерным внутренним и внешним строением. Важнейшими отличительными признаками их являются: наличие, помимо тонкой пектиновой оболочки изнутри, ещё наружной оболочки, или панциря, пропитанного солями кремния; симметричность клетки; наличие в хроматофорах особого бурого пигмента — диатомина, придающего клетке зеленовато-жёлтую окраску.

Диатомовые — одна из самых богатых видами групп водорослей, имеющая количественное преобладание и широчайшее распространение как в пресноводных водоёмах со стоячей и проточной водой, так и в солёноводных озёрах и морях; некоторые виды встречаются и в воздушной среде. Однако при столь широком распространении типа в целом отдельные виды и группы диатомей можно встретить только в определённых местах обитания — они предъявляют определённые требования к условиям внешней среды.

Прежде всего, диатомовые разделяются на морские и пресноводные виды. Виды общие для моря и пресных вод почти отсутствуют. Точно такое же разделение имеется и между бентосными и планктонными видами, отличающимися друг от друга рядом морфологических особенностей.

В наших пресноводных водоёмах можно встретить как бентосные, так и планктонные формы диатомей. Кроме того, у нас много видов, живущих эпифитно, т. е. поселяющихся на различных подводных растениях, в том числе и на других водорослях, например, на кладофоре.

Бентосные диатомы чувствительны к свету. В прозрачной воде их можно найти на большой глубине, в мутной же воде они поселяются на мелководье. Воды, богатые фосфором, азотом и железом, содержат обычно и большее количество диатомей.

Диатомовые водоросли появляются с самой ранней весны. По вскрытию рек в полых водах, на подводных камнях, брёвнах, сваях, на погруженных в воду корнях деревьев и вблизи от этих предметов можно найти нужные объекты для изучения. Тот же материал можно набрать и глубокой осенью и даже зимой из-под льда.

Пиннулярия зелёная (*Pinnularia viridis*). Пиннулярию всегда можно найти на илистом дне в прудах и озёрах, в заводях рек или около мостов, свай, старых барж и т. п.

Наберём пипеткой воды и немного ила, содержащих пиннулярии, поместим каплю воды на предметное стекло и, добавив немного чистой воды, покроем покровным стеклом. Вначале найдём в препарате нужный объект под малым увеличением. Обычно в поле зрения бывает несколько пиннулярий. Кроме живых пиннулярий, желательно иметь в препарате отмершие организмы, от которых остались лишь одни оболочки.

Пиннулярия — одноклеточная водоросль небольшого размера. В зависимости от того, какой стороной к нам повернута клетка в момент наблюдения, она представляется или в виде вытянутого прямо-

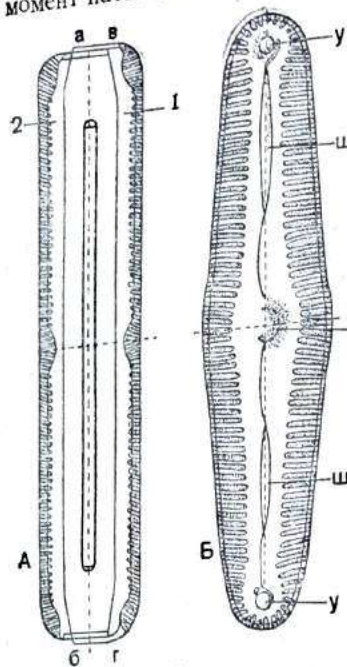


Рис. 14. Пиннулярия зелёная (*Pinularia viridis*).

А — вид с пояска, Б — вид со створки; 1 — наружная створка, 2 — внутренняя створка, у — узелки, ш — шов. Линия а—б — край наружной створки; а—г — внутренней створки.

угольника с слегка закругленными углами, или в виде вытянутого эллипсоида с сильно вытянутыми концами и небольшим заужением в центре (рис. 14). В первом случае вся клетка кажется равномерно окрашенной в желтовато-зелёный цвет, во втором же случае мы увидим параллельно лежащие пластинки того же цвета в постенном слое плазмы.

Понаблюдаем некоторое время за объектом. Мы увидим, что пиннулярии двигаются; чтобы сохранить их в поле зрения, нам придётся передвигать препарат (или столик микроскопа) вслед за уходящей водорослью. Мы заметим также, что та или другая пиннулярия в процессе движения перевернется к нам другим боком, т. е. на 90°, и примет другой вид.

Составив общее представление об объекте, переведём револьвер микроскопа на большое увеличение и займёмся более детальным изучением клетки.

Её строение лучше всего изучить на клетке отмершей, не содержащей протопласта. Такая клетка вполне прозрачна. Оболочка клетки не сплошная, она состоит из двух половинок (створок); одна из створок (2) меньше другой и вложена в большую (1). Большая покрывает меньшую, как крышка коробку (рис. 14, А). Если мы рассматриваем клетку в положении прямоугольника, то можем убедиться в двустворчатом строении оболочки. Линия а—б (рис. 14) соответствует краю наружной покрывающей створки, а линия в—г является краем внутренней, вложенной створки.

Вид клетки в том положении, в каком мы её только что рассматривали, получил название «вида с пояска». Вид клетки, повернутой к нам другой стороной, когда она имеет форму эллипса, получил название «вида со створки». Оба названия приняты при описании диатомовых водорослей, и их надо запомнить.

Перейдём теперь к рассмотрению клетки «со створки» (рис. 14, Б).

Прежде всего мы замечаем по всему краю оболочки ряд поперечных чёрточек, как бы нанесённых тушью. Это углубления или ложбинки в оболочке; по концам клетки они короче, а в середине далеко вдаются в створки. Ложбинки переходят на стороны створок и со стороны «пояска». Внимательно рассматривая створку, можно заметить извилистую линию (рис. 14, ш), идущую от одного конца створки до другого, — это так называемый «шов»; в середине шва и по его концам оболочка утолщена в виде бугорков, — их называют «узелками» (рис. 14, у); в центре узелков имеются отверстия, ведущие в полость клетки. Шов, узелки и бороздки образуют узор, или скульптуру, на створках клетки.

Теперь обратимся к изучению содержимого клетки на живом объекте. Однако изучению живых клеток мешает нередко их подвижность. Капнем рядом с покровным стеклом каплю слабого раствора формалина — движение моментально прекратится.

За оболочкой лежит постенный слой плазмы, заметный в середине клетки, где он образует «мостик», со стороны «пояска». В этом же месте в протоплазме находится шаровидное ядро, которое можно окрасить метиленовой синью. Два пластинчатых хроматсфора расположены в постенном слое плазмы своей плоской стороной вдоль «пояска». Как уже отмечалось, в этом положении клетка кажется равномерно окрашенной. Края пластинчатых хроматсфоров заворачиваются на сторону «створок». Поэтому в положении «со створки» хроматсфоры кажутся нам узкими полосками, идущими вдоль боков клетки. Бесцветная середина клетки, куда не заходят хроматсфоры, занята вакуолью с клеточным соком. В клеточном соке можно заметить округлые капельки масла. Масло является основным продуктом фотосинтеза и запасным питательным веществом пиннулярии.

Движение пиннулярии объясняется следующим образом: из отверстия узелка на конце клетки вытекает слой слизи, который двигается по бокам вдоль стенок клетки и входит обратно в отверстие центрального узелка. При своём движении слизь в силу трения отталкивается от воды, тем самым сообщая поступательное движение вперёд лёгкой клетке пиннулярии. Способствует движению и ток протоплазмы внутри клетки. Выступая через «шов» в створке и совершая круговое движение в клетке, протоплазма тем самым отталкивает клетку ото дна. Механизм движения пиннулярии можно наблюдать, если поместить клетку в слабый раствор чёрной туши. Слой слизи по бокам клетки не окрасится и будет окружать клетку, прерываясь около узелков, т. е. там, где слизь выходит и входит в клетку.

Размножение пиннулярии наблюдать на занятиях не удаётся, так как оно происходит обычно ночью.

Очень часто вместе с пиннулярией в препарате попадают виды другой диатомовой водоросли — навикулы (*Navicula*). Форма клетки навикулы похожа на лодочку с заостренными концами. Внутреннее строение её мало отличается от строения пиннулярии.

Точно так же и эпифитные, прикреплённые формы диатомей отличаются, главным образом, размером, формой клеток и узором.

Интересными морфологическими особенностями обладают планктонные формы диатомовых водорослей. В качестве примера можно рассмотреть ризосолецию (*Rhizosolenia longiseta*) или синедру (*Synedra delicatissima*). Игловидные выросты по концам клетки способствуют удержанию их в воде во взвешенном состоянии.

Среди диатомовых водорослей, как бентосных, так и планктонных, имеются колониальные формы. Первые ведут прикрепленный образ жизни, например, гомфонема (*Gomphonema*), а вторые, благодаря особым приспособлениям, свободно плавают в воде, например, астирионелла (*Asterionella*), табеллярия (*Tabellaria*) и др.

ВЫВОДЫ

1. Диатомовые — одноклеточные, реже колониальные микроскопические водоросли, населяющие планктон и бентос пресных и соленых водоёмов.

2. Характерной чертой всех диатомовых является наличие игольчатой оболочки, пропитанной солями кремния. Отложения кремния образуют характерный для каждого вида водоросли узор.

3. При рассмотрении клеток диатомовых, обращает внимание симметрия клетки, проявляющаяся в строении двустворчатой оболочки, расположении скульптуры, хроматофоров и пр.

4. Типичной для диатомовых является зеленовато-бурая окраска хроматофоров, в которых, кроме хлорофилла, содержится дополнительный бурый пигмент — диатомин.

5. Своеобразен способ передвижения диатомовых. У большинства видов диатомовых водорослей отсутствуют жгутиковые стадии. Передвижение придонных форм осуществляется с помощью тела протоплазмы и приспособлениями в виде шва и пор.

6. Некоторые диатомовые, например, бентосные колониальные, утратили подвижность и ведут прикрепленный образ жизни; планктонные же формы переносятся пассивно токами воды и выработаны в процессе эволюции приспособления в виде разнообразных выростов и отростков оболочки, способствующих удержанию клетки на поверхности (ризосолеция, синедра и др.).

7. На основании отмеченных характерных черт строения видно, что диатомовые водоросли образуют вполне самостоятельный, хорошо очерченный тип микроорганизмов.

8. Если предположить, что диатомовые водоросли в процессе эволюции утратили жгутиковые стадии, то их филогенетически можно связать с хризомонадовыми жгутиковыми, у которых, как отмечалось выше, имеются сходные пигменты в хроматофорах и наблюдается выделение кремния на оболочках.

9. Диатомовые, в первую очередь планктонные формы, являются массовым кормом для низших ракообразных, которые в свою очередь служат пищей многочисленной рыбьей молоди. Последняя в значительном количестве поедается взрослой рыбой. Таким образом, диатомовые водоросли представляют начальное звено в длинном ряде так называемой пищевой цепи.

ТИП ГРИБЫ (FUNGI)

Грибы — низшие, бесхлорофильные растения, ведущие сапрофитический или паразитический образ жизни. Сапрофиты поселяются на остатках отмерших растений и животных, разлагают и используют вещества их тела для своего питания. Паразиты питаются соками живых организмов, угнетая, разрушая их и часто приводя к гибели.

Роль грибов в процессах распада органических веществ в природе громадна. Немалое значение имеют грибы и для разнообразной хозяйственной деятельности человека.

Большинство болезней сельскохозяйственных растений вызывается грибами.

Грибы разрушают пищевые, кормовые продукты и древесину. С другой стороны, разрушающая деятельность грибов за последнее время всё более и более используется для борьбы с различными болезнетворными бактериями (пенициллин, стрептомицин).

Чрезвычайно интересны и практически важны взаимоотношения между некоторыми грибами и высшими растениями, имеющие характер сожительства и получившие название микоризы.

Громадное большинство грибов живёт в воздушной среде, и лишь некоторые живут в воде.

В связи со сказанным тот или иной вид гриба надо искать и собирать там, где имеются для него подходящий субстрат и требуемые им условия.

В лабораторных условиях хорошо выращиваются многие сапрофиты, например, различные плесени. Паразиты или вовсе не растут, или требуют для выращивания специальных условий.

НИЗШИЕ ГРИБЫ

КЛАСС ФИКОМИЦЕТЫ (PHYCOMYCETES)

Порядок пероноспорные (Peronosporales)

Картофельный гриб, или фитофтора (*Phytophthora*). Фитофтора — паразит картофеля. Летом она поселяется на листьях растения, а осенью и зимой на его клубнях (рис. 15).

Вначале угнетает растения, а затем разрушая, фитофтора значительно снижает урожай картофеля и тем приносит большой ущерб хозяйству. Развивается главным образом в сырые годы.

Спора гриба попадает на лист картофеля и прорастает. Образовавшаяся ростовая трубочка врастает через устьице внутрь листа и там развивает мицелий, т. е. тело гриба. Разветвления мицелия, или его гифы, проникают в межклетники мякоти листа, оплетают клетки и извлекают из них необходимые питательные вещества. Под влиянием паразита клетки листа отмирают, что делается заметным благодаря появлению бурых пятен на листе. По мере роста

гриба болезнь распространяется, захватывает не только пластинку, но и черешок. От этого в сухую погоду ботва сохнет, а в сырую гниёт.

В дождливую погоду гриб образует органы бесполого размножения. Из устьиц (с нижней стороны листа) вырастают особые грифы, так называемые спорангиеносцы, на разветвлениях которых появляются спорангии со спорами.

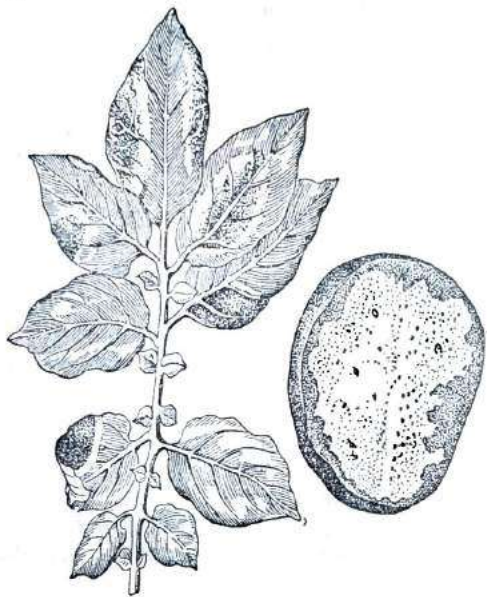


Рис. 15. Лист и клубень картофеля, поражённые фитофторой.

Материал для занятий заготавливается летом. Листья картофеля, заболевшего фитофторой, собираются, засушиваются в виде гербария, а также, нарезанными кусочками, фиксируются спиртом.

О присутствии на листе спороношений гриба судят по наличию белого пушка на заболевших участках.

Для экономии времени препараты лучше приготовить перед занятиями. Ещё лучше изготовить постоянные препараты, покрасив их соответствующими красками.

Участок поражённого листа зажимается в бузину или в пробку. Острой бритвой делается ряд поперечных срезов через лист. Срезы просматриваются под микроскопом на предметном стекле в капле воды. Лучшие из них оставляют для изучения.

Под малым увеличением мы увидим (рис. 16, 2) верхний эпидермис листа, ряд клеток столбчатой паренхимы, собирательный слой

клеток, губчатую паренхиму, проводящие ткани жилки, если последние захвачены срезом. Из устьиц нижнего эпидермиса высовываются и свешиваются вниз тонкие, бесцветные, прямые спорангиеносцы гриба. Длина их обычно не превышает толщины поперечного среза листовой пластинки.

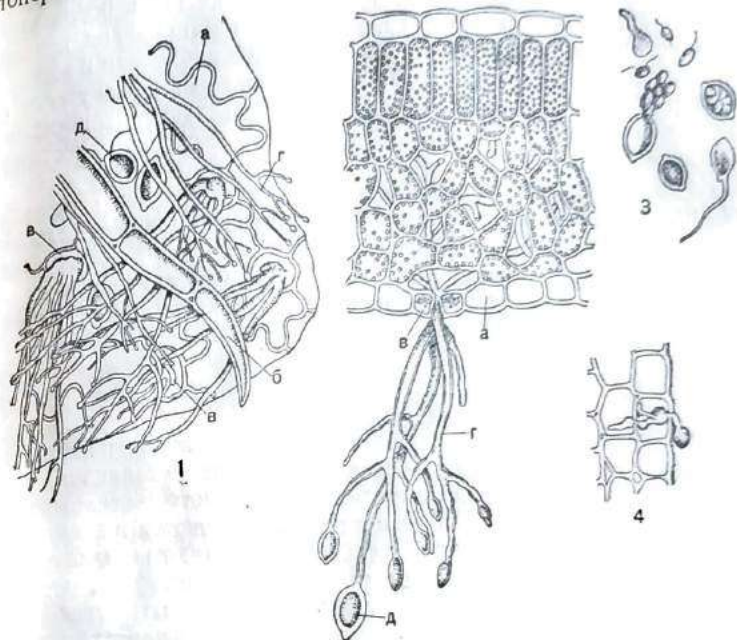


Рис. 16. Картофельный гриб (*Phytophthora infestans*):

1 — часть листа картофеля с поверхности под микроскопом: а — клетки эпидермиса, б — восковой слой, в — устьица, г — спорангиеносцы гриба, д — зооспорангии; 2 — поперечный разрез листа картофеля (обозначения те же); 3 — выход зооспор из зооспорангия; 4 — прорастание зооспоры на листе картофеля.

Изучим гриб подробнее под большим увеличением.

Выходящие из устьиц грибные спорангии ветвятся. Концы веточек либо тонко заострены, либо, наоборот, образуют овальной формы вздутия, вытянутые на конце. Это зооспорангии (рис. 16, д).

Спорангиеносцы выходят, как мы видим, из устьичной щели, они являются продолжением гиф, погружённых в ткань листа. Рассматривая губчатую паренхиму листа, мы увидим там и тут, в межклетниках, проходящие гифы мицелия. Они изгибаются, охватывают клетки листа, но внутрь клеток не проникают и присосок (гаусторий) не образуют.

Внутреннее строение фитофторы напоминает строение сифоновой водоросли — вошерии. Несмотря на то, что мицелий гриба ветвится и в целом имеет сравнительно большие размеры — это одна клетка.

В гифах мицелия никаких перегородок нет. Содержимое мицелия состоит из довольно густой и зернистой протоплазмы и многочисленных мелких ядер, которые становятся заметными лишь после окраски. Пластиды и хлорофилл отсутствуют. Оболочка не толстая, но хорошо выраженная.

В спорангиях образуются зооспоры, но лишь после того как спорангии отпадут (рис. 16, 3). Отпавшие спорангии переносятся воздухом на листья соседних растений картофеля и здесь, в капле воды, прорастают, образуя до 16 подвижных двужгутиковую зооспор. Через некоторое время зооспоры останавливаются, теряют жгутики, округляются и прорастают, образуя ростовую трубочку — гифу.

Изучение гриба-фитофторы можно дополнить рассмотрением участка поражённого листа в плане. Для этого надо положить убитый лист на предметное стекло нижней стороной вверх и закрыть покровным стеклом, поставить под малое увеличение. Мы увидим, что почти из всех устьиц поражённого листа будут выходить по 2—3 спороношения фитофторы (рис. 16, 1).

Порядок мукоровые (Mucorales)

Головчатая плесень мукор (*Mucor*). По образу жизни и характеру питания мукоровые грибы — сапрофиты. Они поселяются чаще всего на различного рода субстратах растительного происхождения, образуя так называемые плесени. Развиваются в воздушной, но влажной среде. В домашних условиях вырастают нередко на хлебе, на различных остатках пищи: варёном картофеле, варёных овощах и др. На этих же продуктах гриб может быть выращен для занятий и в лабораторных условиях. Дня за 3 до занятий кусочек чёрного хлеба слегка смачивают водой и ставят на тарелке под стеклянным колпаком в тёмное и тёплое место. Через день обычно хлеб покрывается белым налётом, на второй — белой плесенью, как бы пухом, состоящим из многочисленных нитей, на третий день на концах нитей, стоящих вертикально, образуются беловато-серые головки. В следующие дни головки темнеют, становятся чёрными; следом за ними темнеет и вся плесень. Такой материал для изучения уже не пригоден. Надо иметь в виду, что быстрота роста мукора зависит от температуры среды. При температуре +25—30°C мукор может вырасти и в одни сутки, и наоборот, низкая температура очень задерживает рост гриба.

Вначале рассмотрим мукор невооружённым глазом. Субстрат — в данном случае хлеб — покрыт густым слоем переплетающихся нитей — гиф гриба, точнее — грибов, так как та плесень, которую мы рассматриваем, представляет собой сплетение мицелиев нескольких особей мукора, выросших из нескольких попавших на хлеб спор. Одни гифы стелются по поверхности хлеба, другие поднимаются вертикально вверх. Последние на своих концах несут округлые головки, имеющие белый или чёрный цвет, в зависимости от возраста гриба.

Головки — это спорангии гриба со спорами, отсюда произошло и русское название гриба — головчатая плесень.

Созревшие споры разносятся и распространяются токами воздуха. Образование спорангиев на вертикальных гифах, а не на горизонтальных, является следствием жизни гриба в воздушной среде, приспособлением к распространению спор воздухом.

Разрежем хлеб, заражённый мукором; мы увидим, что верхний слой хлеба также густо пропитан гифами. Гифы проникают в субстрат, выделяют в него ферменты, которые растворяют различные вещества субстрата. Растворённые питательные вещества всасываются осмотически клетками гриба.

Приготовим микроскопический препарат. Для этого возьмём иглой немного мицелия с молодыми спорангиями, и положим в каплю воды с глицерином на предметное стекло. Если гифы лежат слишком густо, то осторожно расправим их препаровальными иглами и так же осторожно накроем покровным стеклом. Рассмотрим объект под малым увеличением.

Мицелий гриба состоит из разветвляющихся, изгибающихся в разных направлениях гиф. От гиф отходят прямые и не ветвящиеся спорангиеносцы, на концах которых сидят шаровидные спорангии.

Рассмотрим объект под большим увеличением (рис. 17).

Оболочка гиф не толстая, но хорошо выраженная. Как и у фитофторы, в гифах мукора нет перегородок, весь мицелий — это одна гигантская разветвлённая клетка, с многочисленными мелкими ядрами. Густая зернистая протоплазма передвигается из одной гифы в другую. Пластиды и хлорофилл отсутствуют.

Точно так же устроены и спорангиеносцы, но спорангии отделены от спорангиеносца перегородкой.

Молодые спорангии желтоватого цвета, а старые — чёрного. Зрелый спорангий представляет собою мешок, наполненный громадным количеством спор. Оболочка зрелого спорангия обычно лопаётся в воде, нередко на наших глазах, и споры выпадают в воду, где плавают и скопляются у краёв покровного стекла.

Споры имеют округлую или овальную форму, в зависимости от вида мукора. Размер их 100—200 м. Оболочка споры толстая, плотная. Спора содержит протоплазму и одно ядро. На старых и лопнувших спорангиях хорошо можно видеть, что спорангиеносец вдаётся в спорангий своей верхушкой. Эта часть спорангиеносца называется колонкой. Колонка может иметь различную форму в зависимости от вида мукора (округлая, овальная, цилиндрическая). Если субстрат достаточно богат, то из колонки, после того как спорангий созрел и споры из него высыпались, вырастает и вздувается новый спорангий.

Споры в спорангиях образуются в результате деления ядер и обособления вокруг каждого ядра протоплазмы. Участок протоплазмы с ядром выделяет оболочку. Споры, как отмечалось, распространяются воздушными течениями. Попав в благоприятные условия,

спора прорастает в новый мицелий. Как видно, это бесполое размножение гриба.

Мукор размножается и половым путём, однако половое размножение наблюдается редко. Поэтому, обнаружив половое размножение, необходимо изготовить постоянные препараты. Такие препараты, фиксированные глицерин-желатиной, сохраняются в течение 10 лет и более.

Половой процесс — **зигогамия** — заключается в следующем: концы гиф двух различных мицелиев сближаются, конечные участки

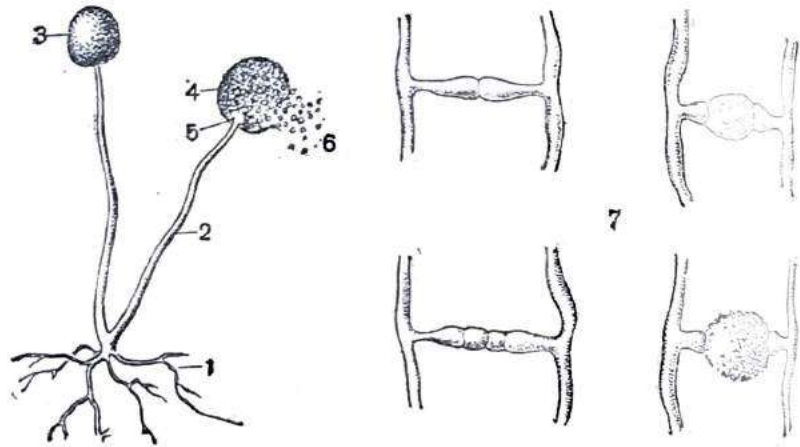


Рис. 17. Часть мицелия мукора (*Mucor*):
1 — гифы, 2 — спорангиеносец, 3 — молодой спорангий, 4 — созревший спорангий, 5 — зигота, 6 — споры, 7 — зигогамия мукора и образование зиготы.

пришедших в соприкосновение гиф отграничиваются от остального мицелия перегородкой. Далее, оболочка в месте соприкосновения у обоих гиф растворяется, и содержимое сливается, образуется зигота (рис. 17, 7).

Одновременно на поверхности зиготы выделяется более толстая оболочка желтоватого цвета. Зигота растёт, увеличиваясь в размерах, а оболочка её утолщается, становясь более тёмной. Зрелая зигота имеет чёрный цвет, округлую форму и шиповатую поверхность.

После некоторого периода покоя, в благоприятных условиях зигота прорастает, из неё вырастает спорангиеносец со спорангием на верхушке и спорами внутри.

Таким образом, за половым размножением следует сразу же бесполое спорообразование.

Нередко на хлебе вырастают вместе с мукором близкие к нему виды родов ризопус, тамнидиум и др. У ризопуса (*Rhizopus*) спорангии мельче, чем у мукора, и спорангиеносцы отходят не поодиночке, а по несколько, кустиком; в этом же месте отходят

гифы, внедряющиеся в субстрат. Они имеют вид корешков, откуда и название гриба — ризопус (риза по-гречески — корень).

Тамнидиум (*Thamnidium*) характеризуется наличием двух форм спорангиев: одного крупного — на верхушке спорангиеносца — и нескольких мелких в виде грозди, образующихся на спорангиеносце ниже. Нередко эти мелкие спорангии бывают односпоровыми.

На свежем конском навозе во влажном и тёплом воздухе (под колпаком) можно получить гриб пиллоболус (*Pilobolus*) также близкий к мукору. У пиллоболуса весь мицелий, кроме спорангиеносца со спорангием, погружён в субстрат.

Рассмотренные представители типа грибов характеризовались неклеточным строением: их мицелий не был разделён какими-либо перегородками, спорангии содержали много спор. Грибы, имеющие такое устройство, объединяются в подтип низших грибов.

Перейдём к изучению представителей подтипа высших грибов.

ВЫСШИЕ ГРИБЫ

КЛАСС СУМЧАТЫЕ ГРИБЫ (ASCOMYCETES)

Порядок плектасковые (Plectascales)

Кистистая плесень (*Penicillium glaucum*). Это один из самых распространённых грибов.

Голубовато-сизая плесень пенициллиума появляется на разнообразных органических субстратах, лишь бы были подходящие условия температуры и влажности. Плесневение хлеба в большинстве случаев вызывается этим грибом, различные другие продукты поражаются им же; вырастает он и на чернилах, долго не бывших в употреблении. Даже на подоконниках в углах рам, где скопляется сырость, можно видеть налёты этой плесени.

Для занятий лучше вырастить специальную культуру пенициллиума. Субстратом для выращивания служат прокипячённая, подсахаренная вода и подсахаренный, увлажнённый кусок хлеба. Споры гриба, взятые с любого вышеописанного места произрастания пенициллиума, вносятся в подсахаренную воду за сутки до занятий, а на хлеб — за 3—5 суток. И та и другая культуры ставятся в тёплое место под стекло или колпак.

Первым рассмотрим препарат, приготовленный из капли сахарной воды. Под малым увеличением микроскопа можно видеть, как одни споры образовали первые ростовые трубочки — гифы, а из других развился молодой мицелий. Под большим увеличением видно, что мицелий состоит из некрупных клеток цилиндрической формы. В клетке заметны протоплазма и вакуоль. Ядро без краски незаметно.

Для изучения спороношения гриба изготовим препарат из большого участка зрелой плесени, взятой с заражённого хлеба. Нередко хорошей видимости объекта мешает воздух, попавший между гифами гриба. Для удаления его необходимо участки плесени накануне занятий положить в глицерин. Если плесень слишком плотна и непрозрачна, её можно расправить осторожно препаровальными иглами.

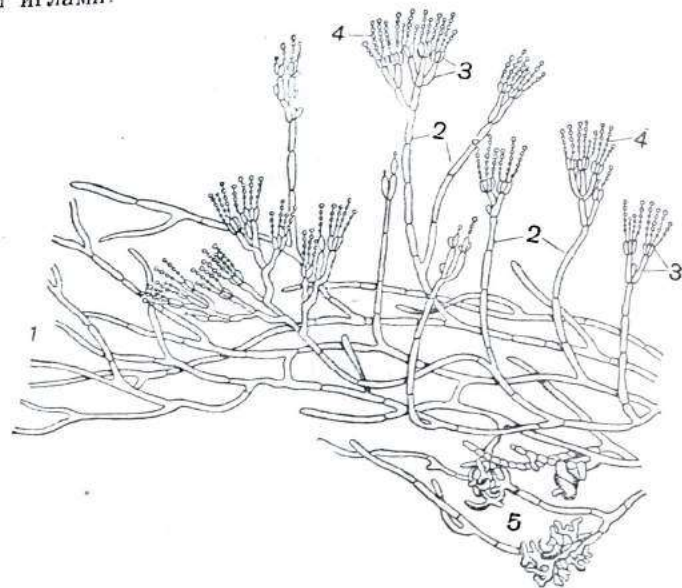


Рис. 18. Часть мицелия пенициллиума (*Penicillium glaucum*): 1 — гифы гриба, 2 — конидиеносцы, 3 — стеригмы, 4 — конидии, 5 — начало полового процесса.

Зрелый мицелий состоит из большого количества ветвящихся гиф (рис. 18). Обращаем внимание на спороношения гриба. Они имеют сходство с кистью, благодаря чему гриб и имеет русское название — «кистистая плесень». Конечные участки такой кисти состоят из большого числа спор — к о н и д и й. Конидии расположены в виде цепочек, они образуются и отчлениваются лежащими в основании каждой цепочки клетками — с т е р и г м а м и. Таким образом, ближайшая к стеригме и самая мелкая спора будет и самой молодой, а самая отдалённая, конечная и крупная будет самой старой и зрелой. Зрелые конидии отрываются и уносятся воздухом. Обычно в поле зрения плавают громадное количество спор. По энергии размножения пенициллиум среди грибов стоит на одном из первых мест.

Стеригмы, несущие конидии, отходят от конидиеносца (соответствует спорангиеносцу мукора). Конидиеносец состоит обычно из 3—6 клеток.

Конидиальные спороношения пенициллиума являются бесполой формой размножения.

Половое размножение протекает сложнее и наблюдается реже. При этом, в результате ряда последовательных превращений, образуются двуядерные клетки. В каждой из них 2 ядра сливаются. Диплоидное ядро начинает немедленно делиться несколько раз (первое деление редукционное), в результате чего получается обычно 8 гаплоидных спор. Такое образование получило название сумки (аска). Созревшие сумки лопаются и аскоспоры выпадают наружу.

У большинства сумчатых грибов сумки образуются в большом количестве и соединяются в особые, так называемые, плодовые тела.

Сумки и плодовые тела пенициллиума возникают обычно в старых культурах, когда субстрат уже истощён. Можно вызвать появление плодовых тел, если на два куска чёрного хлеба посеять пенициллиум, дождаться, когда культура гриба станет старой (примерно через 7—10 дней), затем сложить куски хлеба плотно вместе и поставить в тёмное место при комнатной температуре.

Небольшое количество порошковатой массы с внутренней поверхности хлеба положим на предметное стекло в каплю глицерина, накроем покровным стеклом и рассмотрим вначале под малым, а затем под большим увеличением.

Плодовые тела имеют шаровидную или слегка овальную форму. Наружный слой образован плотно сплетёнными гифами, внутри находятся продолговатые сумки. Осторожно нажмём на покровное стекло препаровальной иглой так, чтобы плодовое тело лопнуло и сумки вышли наружу. В каждой сумке находятся овальные споры.

Род пенициллиум относится к семейству аспергилловых. Из этого же семейства нередко можно встретить виды рода аспергиллюс (*Aspergillus*), иначе называемого «леечной плесенью». Многие из них развиваются в тех же условиях, что и пенициллиум. Аспергиллюс сизый (*A. glaucus*) образует плесень зелёного цвета, аспергиллюс жёлтый (*A. flavus*) — плесень жёлтого цвета, аспергиллюс чёрный (*A. niger*) — плесень чёрного цвета.

От пенициллиума аспергиллюс отличается своим спороношением. Конидиеносец на конце образует головчатое утолщение, от которого во все стороны расходятся неветвистые стеригмы. Стеригмы, в свою очередь, отчленивают цепочки конидий (рис. 19).

Порядок периспориевые (*Perisporiales*)

Сферотека, или мучнеросный гриб (*Sphaerotheca mors uvae*). Мучнеросные грибы — паразиты. Они поселяются на листьях, молодых участках стеблей и на молодых завязях растений.

Сферотека панноза (*Sphaerotheca pannosa*) поражает листья роз и известна под названием «бели» роз. Сферотека крыжовника (*Sphaerotheca mors uvae*) поражает листья, верхушки веток и ягоды

крыжовника и является серьёзным вредителем этой ценной яго- культуры. На крыжовнике грибок начинает развиваться с ранней весны. Верхушки стеблей и листочки вскоре после разворачивания покрываются серовато-белым пушком. Вскоре болезнь захватывает и молодые ягоды: они покрываются войлочным налётом, который постепенно желтеет, а затем становится коричневым.

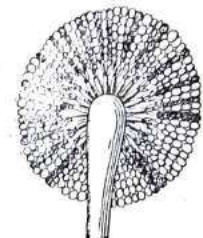


Рис. 19. Спороношения аспергиллуса (*Aspergillus*).

Многоклеточный мицелий распространяется по поверхности органов растения, отдельные места клетки гриба растения ются плотно к эпидермису и пускают внутрь его клеток отростки — гаустории. Последние и извлекают из клеток хозяина питательные вещества.

Материал для занятий заготавливается летом. Участки растения, поражённые споротекой, фиксируются спиртом. Можно получить изолированный мицелий. Для этого поражённую часть растения, например, лист, кладут в пробирку с 5% раствором едкого калия, которому на горлышке дают закипеть. Затем лист выжимают, промывают водой, кладут на стекло и с помощью препаровальных игл осторожно отделяют и снимают с листа мицелий. Снятый мицелий до занятий сохраняется в спирте.

На занятиях объект рассматривается, как обычно, в капле воды под покровным стеклом. Если мицелий слишком плотный, его следует расправить иглами. Мицелий сферотеки многоклеточный, ветвистый. От некоторых клеток отходят гаустории. Только они и являются погружёнными в субстрат. Обильные спороношения в виде почеч конидий отходят вертикально вверх. Конидии овальной формы отчленяются от неветвистых коротких конидиеносцев (рис. 20, 1). Разносясь ветром и попадая на новые растения, конидии прорастают и образуют мицелий. На этом же препарате можно найти и продукты полового процесса — плодовые тела — клейстокарпии.

Клейстокарпий представляет собой оплетённое гифами гриба замкнутое со всех сторон плодовое тело овальной или округлой формы. Гифы, оплетающие клейстокарпий, образуют его стенку; она обычно довольно плотная, коричневатого цвета. От стенок клейстокарпия отходят гифы — отростки, имеющие у разных видов мучниросных грибов различную форму. Внутри находится сумка (аск), в ней 8 спор (аскоспор). Зрелый клейстокарпий лопаётся, и споры, выпадая из сумок, разносятся ветром на кусты крыжовника.

как в нашем препарате плодовые тела ещё молодые, то для того, чтобы извлечь и рассмотреть сумку и споры, придётся слегка надавливать иглой на покровное стекло, пока клейстокарпий не разорвётся (рис. 20, 2). Сумка имеет неправильно округлую форму, а лежащие в ней аскоспоры — овальную. Запасным веществом в них являются капельки масла.

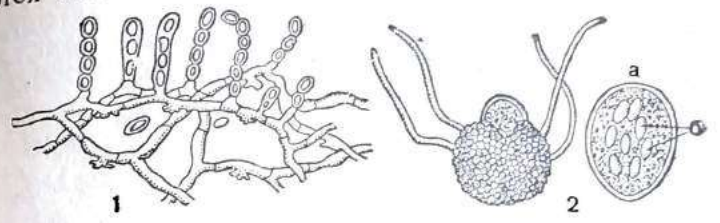


Рис. 20. Мучниросный гриб (*Sphaerotheca mors uvae*).
1 — конидиальные спороношения, 2 — сумчатые спороношения: а — сумка, б — споры.

Порядок пиреномицеты (Pyrenomycetales)

Спорынья (*Claviceps purpurea*). Спорынья паразитирует на ржи, реже на дикорастущих злаках, например, на канареечнике, лисохвосте, пырее. Поражаются грибом молодые завязи, в результате чего к моменту созревания ржи в цветочных чешуях вместо зерна оказывается мицелий гриба (рис. 21, 1) в виде так называемого склероция. Склероций имеет темнокоричневый, почти чёрный цвет и высовывается из чешуй в виде рожка размером до двух сантиметров. Склероции при уборке и обмолоте ржи опадают на землю и зимуют. Весной на них вырастает от 5 до 20 головок на ножках, (рис. 21, 2), в головках содержатся плодовые тела — перитиции. В перитициях образуются сумки с аскоспорами. Созревшие аскоспоры через отверстие в перитиции выбрасываются из сумок и переносятся на завязи ржи. Обычно созревание аскоспор совпадает с моментом зацветания ржи. Здесь спора прорастает, образуя мицелий. Вскоре на мицелии возникают многочисленные конидиальные спороношения (рис. 21, 5). Одновременно из разрушающейся завязи выделяется сладковатая, сахаристая жидкость. Она привлекает различных насекомых. Последние переносят на своём теле созревшие конидии на соседние растения ржи. Таким образом спорыньей заражается всё поле. По мере созревания ржи условия жизни гриба ухудшаются, мицелий теряет воду, уплотняется, подсыхает, в гифах накапливается масло. Образуется склероций.

Таким образом, склероций — это не плодовое тело гриба, а мицелий, принявший особое качественное состояние, в котором он переносит неблагоприятный период жизни. Головки, вырастающие из склероция весной — половая форма размножения гриба (образованию перитициев и сумок предшествует половой процесс). Конидиальные спороношения на завязях ржи — бесполовая форма размножения гриба.

Для изучения спорыньи лучше всего пользоваться готовыми препаратами из серии «Систематика» или «Фитопатология», которые имеются в магазинах наглядных пособий. Изготовление препаратов отнимает много времени, а в районах, где не сеется рожь, вообще невозможно.

Изучение препарата поперечного разреза склерония спорыньи убеждает нас в том, что в последнем нет никаких спороносных органов. Так называемая «ложная ткань» склерония состоит из одноклеточных мелких плотно прилегающих друг к другу клеток.

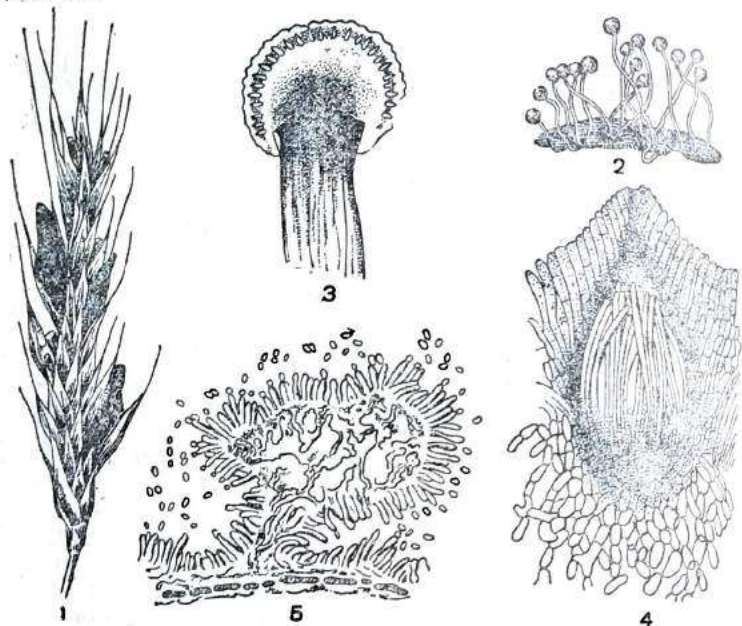


Рис. 21. Спорынья (*Claviceps purpurea*):

1 — колос ржи со склеротиями, 2 — склеротий, 3 — продольный разрез через головку, верх перитеции, 4 — отдельный перитеций с сумками, 5 — конидиальные спороношии.

По окружности рожка клетки имеют темнофиолетовый цвет и образуют кору. В центре его клетки белые и содержат капельки масла.

На препарате продольного среза через головку спорыньи видно, что головка также состоит из довольно плотного сплетения одинаковых гиф. В их массе по окружности головки лежат плодовые тела — перитеции (рис. 21, 3). Перитеции, в отличие от клейстокарпиев, имеют удлинённую, кувшиновидную форму, а в суженной, обращённой к периферии стороне снабжены отверстием, через которое созревшие сумки высовываются наружу (рис. 21, 4). Сумка имеет вид удлинённого и довольно узкого мешка, содержащего 8 спор. Споры узкие, нитевидные.

Порядок дискомицеты (Discomycetales)

Примером сумчатых грибов, имеющих совершенно открытое плодовое тело, так называемый а п о т е ц и й, может служить сморчок, появляющийся у нас в лиственных лесах ранней весной тотчас же по стаянии снега. В других областях Союза для изучения могут быть использованы другие представители, например, виды рода п е ц и ц а (*Peziza*).

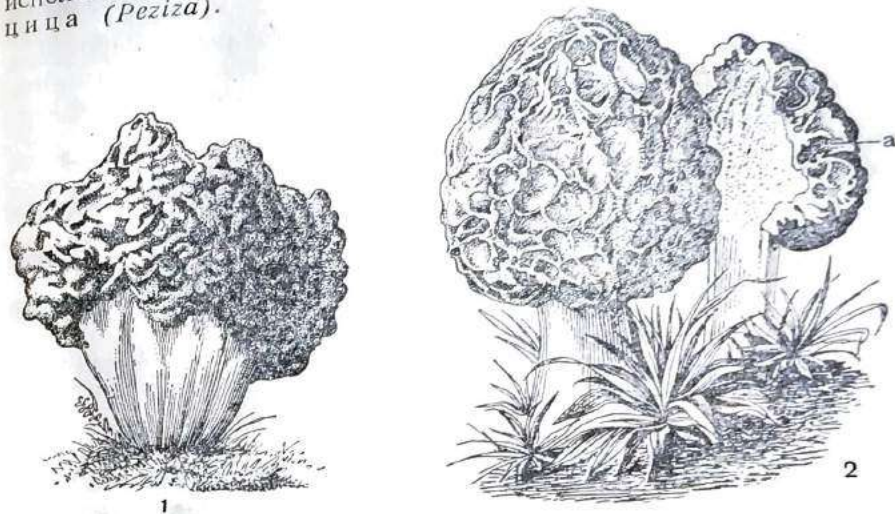


Рис. 22. Дискомицеты:

1 — сморчок малый (*Helvella esculenta*); 2 — сморчок съедобный (*Morchella esculenta*), а — гимениальный слой.

Сморчок (*Morchella esculenta*). Сморчок развивает мицелий в лесной подстилке, органические вещества которой являются источником его питания. Весной на поверхности почвы появляются плодовые тела сморчка, которые и послужат нам объектом для изучения (рис. 22). Для занятий, которые проходят зимой, необходимо иметь материал, зафиксированный в формалине и спирте.

Формалином фиксируется плодовое тело, помещённое в стеклянную банку. Этот препарат служит для ознакомления с морфологическим строением тела сморчка и будет служить с этой целью много лет как музейный экспонат.

Спиртом фиксируют кусочки плодового тела, из которого будут приготовляться микроскопические срезы.

Плодовое тело состоит из ножки и шляпки. Поверхность шляпки сильно складчатая, коричневого цвета. Сделаем продольный срез шляпки, зажавши кусочек её в бузину. В приготовленном препарате под микроскопом увидим, что шляпка складывается из двух слоёв: рыхлого и специального спороносного, или г и м е н и я (рис. 22, а).

Гимений сплошь состоит из сумок, чередующихся с так называемыми парафизами. Сумки довольно крупные (до 300 м), цилиндрической формы, образуют как бы палисадник, содержат по 8 спор каждая. Парафизы представляют гифы гриба, стоящие вертикально между сумками.

Созревающие споры легко выпадают из апотеция, т. е. с открытого плодового тела сморчка. Конидиального размножения у сморчка не наблюдается.

Хорошим объектом для изучения открытоплодных сумчатых грибов является пецица. Её плодовые тела развиваются на почве на навозе и на древесных остатках. *Peziza* удобна для изучения тем, что её можно вырастить в лаборатории.

Для этого споры гриба сеются на навоз, который покрывается стеклянным колпаком и ставится в тёплое место. Растёт гриб довольно долго. Молодые плодовые тела пецицы имеют завороченные края, которые по мере созревания разворачиваются. Для изучения надо брать зрелые, раскрытые апотеции. Строение апотеция пецицы сходно со строением вышеописанного апотеция сморчка.

Рассмотренные представители высших грибов имеют один общий для всех признак: в результате полового процесса у них образуются сумки, в каждой из которых, как правило, бывает по 8 спор. Все грибы, обладающие этим признаком, объединяются в класс сумчатые грибы, или аскомицеты.

КЛАСС БАЗИДАЛЬНЫЕ ГРИБЫ (BASIDIOMYCETES)

Порядок экзобазидиевые (Exobasidiales)

Экзобазидий (*Exobasidium vaccinii*). Экзобазидий паразитирует на листьях и стеблях брусники. Лист брусники, поражённый грибом, утолщается, на нём образуется опухоль белого или бело-розового цвета (рис. 23, 1). Материал для зимних занятий следует заготавливать осенью, собрав и зафиксировав листья брусники спиртом.

Для изучения гриба сделаем поперечный разрез через поражённый лист и рассмотрим его под микроскопом. Межклетники мякоти листа пронизаны гифами гриба, а в эпидермисе под кутикулой расположен его спороносный слой. Спороношение имеет вид цилиндрической клетки, от верхнего конца которой отходят четыре более мелких клетки. Каждая из них, в свою очередь, на конце отчленяет по одной споре (рис. 23, 2). Цилиндрическая клетка, лежащая в основании спороношения, носит название базидии. Четыре образовавшихся споры называются базидиоспорами, а клетки, которые их отчленяют и на которых они сидят, называются стеригмами.

Базидиоспоры, прорастая, образуют конидиальные спороношения. Из конидий, попавших на лист брусники, развивается паразитирующий мицелий.

Базидия соответствует рассмотренной выше сумке сумчатых грибов, и базидиальные грибы, подобно сумчатым, образуют естественный класс высших грибов — базидиомицетов.

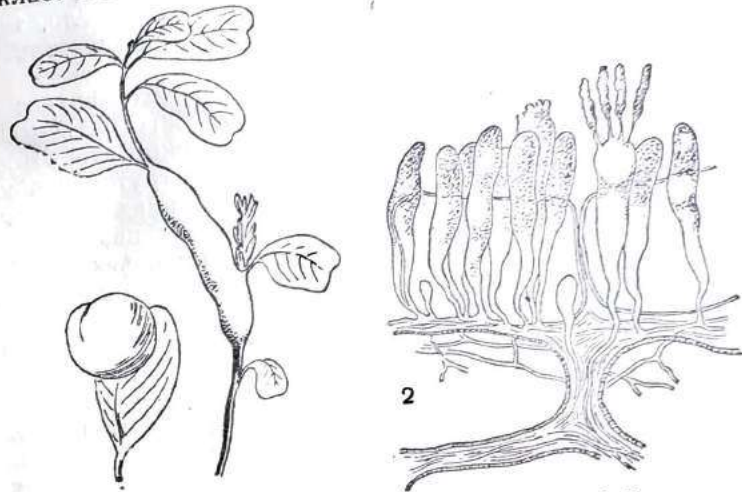


Рис. 23. Экзобазидиевые. *Exobasidium vaccinii*. 1 — растение брусники, поражённое грибом; 2 — базидиоспоры.

Порядок гимениальные (Hymenomycetes)

К гимениальным грибам относятся грибы, пользующиеся наиболее широкой известностью у населения. Они служат объектом сбора и заготовок и используются как вкусный пищевой продукт. К ним же относятся и известные паразиты деревьев — трутовики и домовые грибы. Все они характеризуются наличием плодового тела, которое состоит из двух слоёв, — корового и гимениального. Плодовое тело бывает мягким, мясистым или же одревесневшим и твёрдым. Гимениальный слой может состоять из многочисленных трубочек, а может быть сложен из пластинок.

Представителями первых является семейство трутовиковых с родами трутовик (*Fomes*, *Trametes*), болетус (*Boletus*) и др.; представителями вторых — семейства пластинниковых с родами сыроежка (*Russula*), рыжик



Рис. 24. Гимениальные грибы семейства пластинниковых (*Agaricaceae*). Рыжик боровой (*Lactarius deliciosus*): 1 — перек, 2 — шляпка, 3 — гимениальный слой.

(*Lactarius*, рис. 24)), шампиньон (*Psalliota*), опёнок (*Armillaria*) и др.

Для исследования лучше брать представителя, имеющего плотное, мало мнущееся и крошащееся плодовое тело, так как приготовление хорошего среза — дело трудное и требующее терпения.

Материал для приготовления срезов надо заготовить с осени, положив кусочки гриба в крепкий спирт. Заготавливаемый гриб должен быть не очень молодым, но и не слишком старым. Кроме того, желательно иметь для демонстрации виды трутовиков на кусках деревьев и музейные препараты грибов в банках с формалином. Необходимо также атлас грибов, который рассматривается на одних из кружковых занятий, а в дальнейшем является объектом для самостоятельного изучения признаков и внешнего строения наших съедобных и ядовитых грибов¹.

Сыроежка (*Russula*). Плодовое тело пластинчатого гриба, например, сыроежки, состоит из пенька, или ножки, и шляпки. Оно возвышается над поверхностью земли, что связано с воздушным способом рассеивания спор. Остальная часть мицелия погружена в лесную подстилку, которая служит основным источником питательных веществ для гриба. Для микроскопического изучения гриба приготовим несколько срезов: продольный разрез пенька, поперечный разрез пенька, продольный разрез через шляпку (рис. 25).

Препараты готовятся обычным способом.

На продольном разрезе через пенёк гриба под микроскопом мы увидим тянущиеся пучки гиф. Препаровальными иглами можно разделить пучки гиф на ещё более тонкие участки и даже получить отдельные гифы. Это убеждает нас в том, что тело гриба состоит из сплетения гиф, а следовательно, представляет собой «ложную ткань» (как и у сморчка).

На поперечном разрезе через пенёк видна масса однородных, округлых клеток — это те же гифы, но перерезанные поперёк. При лёгком надавливании иглой на покровное стекло они отходят друг от друга. Это также указывает на то, что гифы не связаны между собой, подобно клеткам настоящей ткани.

На продольном разрезе через шляпку видна часть корового слоя, состоящего из таких же гиф, как и пенёк, и гимениальный слой. Пластинки располагаются радиально от центра шляпки к её периферии. Они идут отвесно вниз. Каждая пластинка имеет клиновидную форму, т. е. у своего основания (ближе к коровому слою) она толще, а к свободному краю тоньше. Это заметно потому, что основание пластинки тёмное, а край её прозрачный. Благодаря такому устройству зрелые споры, выпадая, не застревают между пластинками. Пластинки состоят из гиф, которые подходят к краям пластинок и заканчиваются базидиями со стеригмами и четырьмя

базидиоспорами. Много спор плавает в воде, окружающей наш срез. Форма базидий и базидиоспор у разных видов грибов различна.

Можно приготовить ещё один препарат, проведя тангентальный срез через шляпку. Он захватит несколько пластинок, на стенках которых также хорошо видны базидии с базидиоспорами.

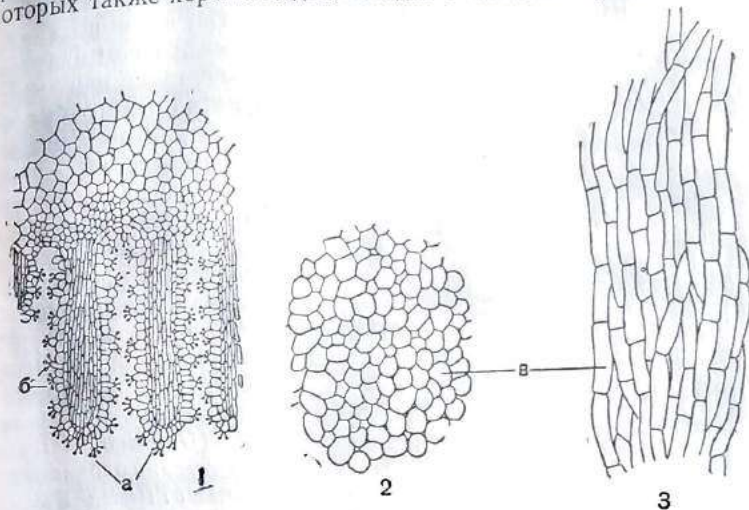


Рис. 25. Участки плодового тела пластинчатого гриба под микроскопом: 1 — часть гимениального слоя: а — пластинки, б — базидии с базидиоспорами (радиальный разрез); 2 — поперечный разрез через пенёк; 3 — продольный разрез через пенёк, б — клетки ложной паренхимы.

У представителей рода молочников (*Lactarius*) — рыжика, груздя, волнушки, скрипицы и др. — в шляпке проходят особые гифы, наполненные млечным соком (окрашенным или бесцветным).

У опёнка, кроме обычного мицелия, погружённого в субстрат, есть ещё особые р и з о м о р ф ы. Они имеют вид длинных шнуров коричневатого цвета и состоят из обычных гиф и более крупных гиф, которые, очевидно, играют роль трубок, проводящих воду. Ризоморфы чаще всего можно обнаружить между корой и древесиной старого пня, на котором поселился опёнок.

Сыроежка и мухомор имеют на поверхности шляпки особый покров ярких и красных оттенков. Если такой покров снять и поместить в пробирку с слабым раствором спирта, то пигмент оболочки извлекается и раствор окрашивается, например, в красный цвет.

Порядок головнёвые (*Ustilaginales*)

Головнёвые грибы являются паразитами, главным образом, злаков. Они поражают культурные растения: пшеницу, овёс, просо, кукурузу, а также и луговые злаки. Некоторые виды головни живут на видах семейств гвоздичных и гречишных.

¹ Б. П. Васильков, Съедобные и ядовитые грибы, изд. АН СССР, 1948. М. Голеникин, Спутник любителя собирать грибы, Москва, 1911.

Общим признаком для всех головнёвых грибов является то, что те места растения-хозяина, на которых появились спороношения гриба, приобретают чёрный цвет и как бы обгорелый, обугленный вид, отсюда и народное название гриба — головня.

В цикле развития головнёвых имеются базидиальные спороношения и так называемые хламидоспоры.

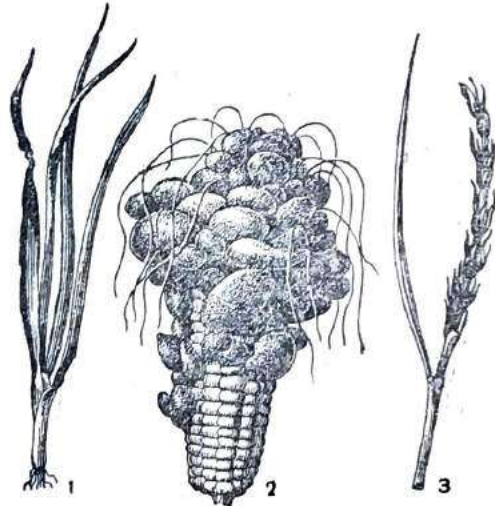


Рис. 26. Головнёвые грибы:

- 1 — лук-сеянец, поражённый головнёй *Tubercinia sepalae*;
2 — пузырчатая головня кукурузы (*Ustilago maydis*);
3 — колос пшеницы, поражённый пыльной головнёй (*Ustilago tritici*).

Пыльная головня пшеницы поражает всё растение, но спороношения образуются в колосе. Рассматривая почерневший пылящий колос пшеницы, мы обнаруживаем, что все части колосков (зерно, колосковые и цветковые чешуи) оказываются разрушенными. Сохраняется лишь стержень колоса (рис. 26, 3).

Твёрдая головня пшеницы развивает спороношения также в колосе, но по характеру они отличны от спороношений пыльной головни. Части колосков и зёрна внешне остаются почти неизменёнными, поражённые зёрна несколько крупнее здоровых и имеют вздутый вид (рис. 27). Однако если надорвать оболочку зерна иголкой или разломить его, то окажется, что вместо обычного содержания внутри находится чёрная мажущаяся масса, имеющая характерный неприятный селёдочный запах. Это споры головни. Нередко твёрдую головню называют также вонючей головнёй, а поражённые ею зёрна — мешочками.

Пузырчатая головня кукурузы производит местные поражения растения, например, отдельных зёрен, участков стебля и т. д. Вначале заболевание проявляется в появлении вздутый, опухлой. Такая опухоль снаружи закрыта беловатой плёнкой, под ней скрыта распавшаяся ткань кукурузного растения и споры головни (рис. 26, 2). По созревании спор плёнка разрывается и споры высыпается наружу.

Головня лука поражает как надземные части растения (рис. 26, 1), так и подземные — луковичы. При разрезании молодых лукович, больных головнёй, заметны тёмные полосы как на наружных чешуях, так и на внутренних.

Рассмотрим под микроскопом споры пыльной и твёрдой головни пшеницы (рис. 28).

Перед занятием, на котором предлагается рассматривать споры головни, последние погружаются в глицерин на несколько часов, с целью удаления воздуха.

Поместив каплю глицерина, содержащего споры пыльной головни, на предметное стекло и покрыв её покровным стеклом, найдём желаемый объект под малым увеличением. После этого перейдём к его изучению под большим увеличением микроскопа. В поле зрения будут видны одиночные мелкие споры. Они коричневатого цвета, округлой формы, реже — продолговатой.

Точно таким же способом приготовим препарат из спор твёрдой головни. Споры этого вида головни крупнее (17—18 μ) и темнее. Оболочка споры на поверхности несёт утолщения в виде пятиугольных петель. Как первые, так и вторые споры одноклеточные.

Рис. 27. Колос пшеницы, поражённый твёрдой головнёй (*Tilletia tritici*).

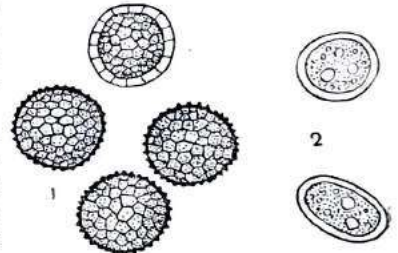


Рис. 28. Споры головни:
1 — *Tilletia tritici*; 2 — *Ustilago tritici*.

Закончим изучение головни рассмотрением проростков спор, образованных базидии. С этой целью за сутки до занятий поместим споры твёрдой и пыльной головни в чашки Петри, нальём тонкий слой воды, закроем чашки крышками и оставим на сутки в комнате.

Каплю воды с проросшими спорами поместим на предметное стекло, покроем покровным и изучим под большим увеличением (рис. 29).

Род *Tilletia* (твёрдая головня) характеризуется нерасчленённой базидией с 8—12 базидиоспорами, а род *Ustilago* имеет базидии.

Род *Tilletia* (твёрдая головня) характеризуется нерасчленённой базидией с 8—12 базидиоспорами, а род *Ustilago* имеет базидии.

разделённые поперечными перегородками, с овальными базидиоспорами, расположенными попарно. Изучив способы размножения твёрдой и пыльной головни, ознакомимся с ходом развития той же другой.

Зёрна пшеницы, внешне мало повреждённые твёрдой головней, при уборке урожая разламываются и содержащиеся внутри базидиоспоры выпадают на землю или прилипают к зерну и при посеве также оказываются в почве. Здесь споры прорастают в базидии на городок, на которых, как это мы видели под микроскопом, образуются тонкие базидиоспоры. Здесь же на базидии между двумя базидиоспорами возникает копуляционная трубочка, через которую содержимое одной базидиоспоры переходит в другую. Далее спора отрывается и прорастает, образуя мицелий. Последний проникает в проросток пшеницы и растёт вместе с ним, внедряясь в колос и в молодые завязи. К развивающемуся зерну обильно притекают питательные вещества — сахар и другие. Гриб использует эти вещества, мицелий его энергично растёт, а затем распадается на многочисленные клетки — споры, называемые хламидоспорами.

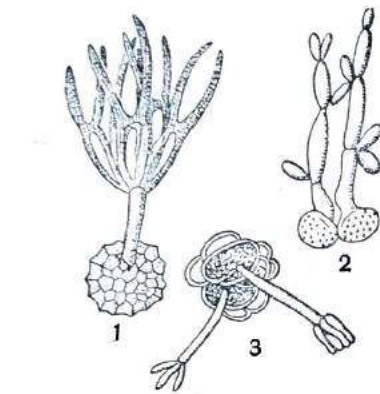


Рис. 29. Типы прорастания головневых спор:

1 — *Tilletia*; 2 — *Ustilago*; 3 — *Tabourcinia*.

Пыльной головней, как мы видели, поражается и разрушается весь колос, при этом хламидоспоры разносятся и попадают на рыльца плодников цветущих, здоровых растений пшеницы. Здесь споры прорастают в многоклеточную базидию, клетки которой копулируют между собой, после чего из такой клетки вырастает гифа гриба, она по столбику плодника, через пылевывод, проникает в завязь и развивает в её стенках и других частях зерна мицелий. Внешне зерно представляется здоровым, но оно содержит инфекцию гриба. На следующий год мицелий гриба растёт вместе с точкой роста злака, при закладке колоса входит в последний, разрушает его и распадается сам на отдельные клетки — хламидоспоры.

Порядок ржавчинные (Uredinales)

Ржавчинный гриб (*Puccinia*). Ржавчинные грибы — все паразиты. Большинство из них обладает сложным циклом развития, отдельные стадии которого протекают на разных высших растениях-хозяевах. Сравнительно немногие проходят полный цикл развития на

одном растении-хозяине. Своё название эти грибы получили за то, что на некоторых стадиях развития гриб имеет цвет ржавого налёта или ржавого пятна на листе поражённого растения.

Для того чтобы изучить полный цикл развития ржавчины, необходимо иметь материал, собранный на разных растениях и в разное время в течение лета. Кусочки растений, поражённые ржавчиной, должны быть зафиксированы спиртом. Ещё лучше приготовить из них постоянные микроскопические окрашенные препараты. Кроме микроскопических препаратов желательно иметь для демонстрации гербарные экземпляры.

Развитие ржавчинных грибов начинается весной. На нижней стороне листьев крушины, барбариса, лютика, мать-мачехи, подбела и др. появляются оранжево-жёлтые пятна. Рассмотрим под микроскопом поперечный разрез листа, проходящий через такое пятно.

Мы увидим знакомые нам столбчатую и губчатую паренхимы, жилку, верхний и нижний эпидермис листа. В нижнем эпидермисе и прилежащих слоях губчатой паренхимы наше внимание привлекут жёлтые образования, имеющие форму опрокинутой корзинки или чашки. Это спороношения ржавчинного гриба — эцидии. В зависимости от возраста гриба эцидии могут быть ещё молодыми — тогда они имеют округлую форму, погружены полностью в губчатую паренхиму и состоят из переплетённых гиф. Зрелый эцидий открыт на вершине и через разорванный эпидермис высовывается наружу. Под большим увеличением видно (рис. 30), что слагающие его гифы дифференцированы: наружные образуют оболочку эцидия; внутренние образуют столбчатый слой, отчленяющий одну за другой эцидиды; нижние гифы остаются без изменения и выполняют питательную функцию. Иногда бывает видно, что они являются продолжением гиф, проходящих в межклетниках листа. Окраска эцидиев и эцидиоспор зависит от наличия в клетках масла, окрашенного каротином.

В верхней части листа под эпидермисом в столбчатой паренхиме также имеются образования гриба. Это так называемые спермогонии, или пикниды; форма их колбовидная, окраска отсутствует, внутри находятся вертикально расположенные тонкие гифы. Значение пикнид точно не установлено.

Эцидиоспоры, отрываясь, переносятся ветром на листья другого вида растения. На листьях того же вида эцидиоспоры у разнохозяй-

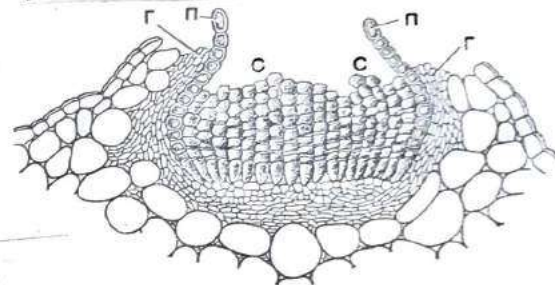


Рис. 30. Ржавчинный гриб. Поперечный разрез эцидия: г — гифы, п — перитеций, с — споры.

ных видов ржавчины не прорастают. Для каждого вида ржавчины второй хозяин также является строго определённым.

Так, эцидиоспоры, образующиеся на шавеле, прорастают на листьях тростника; эцидии, развившиеся на рябине, дают споры, прорастающие на можжевельнике; споры, образовавшиеся на крушине, проходят дальнейшее развитие на пырее, овсе и некоторых других злаках.

Для изучения второй стадии можно взять лист любого из перечисленных растений (пшеницы, овса, пырея, тростника).

Попадая на лист второго растения-хозяина, эцидиоспора прорастает и развивает мицелий во внутренних тканях листа.

Накопив достаточно питательных веществ, гриб вновь образует спороношение.



Рис. 31. Спороношение ржавчинных грибов.

1 — уредоспоры — у и телейтоспоры — т;
2 — прорастание телейтоспоры и образования фрагмобазидии с базидиоспорами (б).

таких же уредоспор. Так заражается всё поле.

К осени на тех же участках поражённых листьев, где летом находились уредоспоры, появляется новый вид спор — телейтоспоры. Нередко их можно встретить среди уредоспор, если изучаемый нами лист был взят в конце лета. От последних телейтоспоры отличаются цветом и тем, что они двуклеточны (рис. 31, т). Оболочка телейтоспор толстая, темного цвета, в силу чего поражённые места на листе теряют ржавый цвет и становятся чёрными.

Если телейтоспор не оказалось в предыдущем препарате средин уредоспор, то надо изготовить препарат поперечного разреза

листа с телейтоспорами. Приготавливается препарат обычным способом.

Телейтоспоры вместе с остатками листьев и соломой зимуют, а весной прорастают и образуют базидии со стеригмами и четырьмя базидиоспорами. Обычно полного развития достигает одна базидия, вырастающая из верхней клетки телейтоспоры (рис. 31, 2). Базидиоспоры, отрываясь, переносятся снова на лист первого растения-хозяина (например, крушины), и весь цикл начинается снова.

Примером ржавчинного гриба с полным циклом развития на одном хозяине может быть ржавчина малины. Так же как и в разобранном случае, на листьях малины весной появляются эцидии, летом уредоспоры и осенью — телейтоспоры.

ВЫВОДЫ

Рассмотренные представители типа грибов убеждают нас в наличии большого разнообразия форм, способов размножения и путей развития, наблюдающихся в пределах этого типа.

Поэтому выводы, которые мы должны сделать на основании изученного материала, будут носить общий характер.

1. Слоевнице гриба — мицелий — может быть многоклеточным или одноклеточным. В последнем случае клетка может достигать больших размеров и приобретать в разных своих участках ту или иную специализацию (ризиды у ризопуса, спорангиеносцы).

2. Гифы гриба, образующие мицелий, в большинстве вытянутые; тесно сплетаясь, они нередко образуют «ложную ткань» (плодовые тела шляпочных грибов). От настоящих тканей ложная ткань отличается отсутствием связи между клетками в виде плазмодесм и беспорядочным расположением клеток.

3. Оболочка клеток хорошо выражена (за исключением некоторых простейших грибов). Протопласт состоит из протоплазмы и ядра. Пластиды и хлорофилл отсутствуют. Часто клетки бывают двух- или многоядерными. Ядра мелкие. В качестве запасных веществ вырабатывается масло и гликоген. Крахмал не образуется.

4. По способу питания и условиям жизни грибы делятся на сапрофитов и паразитов. Однако среди последних немало видов, которые в известных стадиях развития живут сапрофитно (базидиальные формы ржавчинных и головнёвых грибов).

Часть мицелия гриба бывает погружена в субстрат, из которого в гифы осмотически поступают растворённые органические и неорганические вещества. Другая часть мицелия находится в воздушной среде (у некоторых водных форм — в водной среде). Большинство грибов — паразиты растительных организмов.

5. Громадное большинство грибов приспособилось к жизни в воздушной среде, что находит отражение в устройстве органов размножения и в способах распространения спор грибов.

6. Размножаются грибы половым путём, бесполом и вегетативным. Устройство органов размножения различно в разных группах грибов.

У низших водных грибов наблюдается оогамия и образование подвижных жгутиковых зооспор. У низших наземных грибов размножения (мушкетеры) и образование спорангиев с неподвижными лёгкими спорами. У высших грибов происходит также образование морфологически не специализированных гиф и, в результате полового процесса, образование сумок (сумчатые грибы) или базидий (базидиальные грибы).

7. Как дальнейшее развитие приспособления к воздушному образу жизни, у высших грибов наблюдается образование плодовых тел. У сумчатых: 1) Клейстокарпии — замкнутые плодовые тела (аспергилловые).

2) Перитеции — полузамкнутые и с активным разбрасыванием спор (спорынья, сферотека).

3) Апотеции — открытые плодовые тела, откуда споры свободно разносятся токами воздуха (пецица, сморчок).

У базидиальных: 1) Плодовые тела отсутствуют (головневые, ржавчинные).

2) Имеются незащищённые плодовые тела (экзобазидиальные).

3) Плодовые тела закрытые, гимениальный слой у большинства обращён к почве; у некоторых на молодом гимении появляется покрывало (маслёнок, мухомор и др.).

8. Грибы отличаются быстрым ростом и быстрым развитием, большой энергией размножения.

9. У грибов имеется специализированная ферментативная система, что проявляется в способности растворять труднорастворимые вещества (кутин, клетчатку и др.) и поселяться только на определённых видах и сортах растений.

10. В связи с рядом отмеченных свойств грибов, последние играют важную роль в природе и в хозяйстве человека.

Изученные объекты убеждают нас в том, что причиной заболеваний культурных и диких растений в громадном большинстве случаев являются грибы. Это доказывается количественным сопоставлением грибных заболеваний растений с бактериальными и вирусными заболеваниями их.

Наиболее широко распространённые и часто встречаемые болезни, как головня, ржавчина, спорынья, фитофтора, различные виды гнили овощных и плодово-ягодных растений, вызываемые видами грибов — паразитами и полупаразитами. В дождливые годы убыток, приносимый этими грибами нашему хозяйству, велик.

Нередко грибы (сапрофитные плесени) являются причиной порчи пищевых и кормовых продуктов — крупы, зерна, сена, если последние хранятся в сырости или, например, недосушены и содержат большой процент воды (свыше 16%).

Не менее значительна роль грибов в разрушении древесины. Можно сказать, что каждое дерево в лесу, получившее то или иное механическое повреждение, например, обрыв коры, надрез, расщеп

и т. п., обязательно станет жертвой грибов, что и приведёт его в конце концов к гибели. Особенно быстро заболевают мягкие породы, как, например, осина.

Мёртвая древесина в лесу под действием почвенных грибов подвергается быстрому распаду; таким образом, грибы совместно с бактериями принимают деятельное участие в круговороте веществ в природе. Эту сторону деятельности грибов следует считать положительной, так как благодаря ей происходит минерализация мёртвого органического вещества. Последнее переходит в растворимую форму, доступную для корней высших растений.

Имеют положительное значение для человека многочисленные съедобные грибы из гимениальных.

Необходимо отметить, что количество видов съедобных грибов значительно больше того количества видов, которое обычно известно и собирается любителями. Для того чтобы расширить знакомство со съедобными грибами, научиться распознавать их, полезно посмотреть на дополнительных занятиях руководства и атласы грибов (например, Б.П. Василькова, «Съедобные и ядовитые грибы», изд. АН СССР, 1948).

Съедобные грибы имеют большое значение в народном хозяйстве нашей страны, — они представляют дополнительный вкусный питательный продукт. Ценно то, что грибы могут быть заготавливаемы в большом количестве и разнообразными способами — сушёными, солёными, маринованными, в виде грибного порошка.

Наиболее интенсивный сбор и заготовка грибов производится в средней полосе СССР.

Большинство шляпочных грибов растёт на лесной почве, где они вступают в сожителство с определёнными видами древесных растений, образуя так называемую микоризу. Повидимому, эта форма совместного существования в процессе исторического развития стала необходимой как для грибов, так и для микоризных высших растений. Этот факт весьма важно учесть при разведении леса в степной полосе. Необходимо, высеивая семена той или иной породы деревьев, вносить почву, заражённую мицелием грибов, соответствующих данной породе.

Выше отмечалось интересное биологически и важное практически свойство некоторых грибов вырабатывать и выделять в окружающую среду особые вещества, получившие название антибиотиков. Антибиотик, выделяемый грибом, препятствует развитию некоторых других микроорганизмов. Антибиотик, выделяемый грибом пенициллиум хризогенум — пенициллин — в настоящее время широко используется в медицине для борьбы со многими патогенными видами кокков, вызывающими острые воспалительные процессы в организме. Антибиотик гриба стрептомицес гризеус — стрептомицин — применяется в борьбе с туберкулёзной палочкой. Дальнейшее изучение антибиотиков откроет широкие перспективы в лечении многих заболеваний человека и животных.

ТИП ЛИШАЙНИКИ (LICHENES)

Лишайники (лишай) известны как растения, живущие на ветках стволах и пнях деревьев, а также и на голых валунах и скалах. Особенностью их является исключительно медленный рост. В силу этого свойства лишайники не могут конкурировать на богатых почвах с травянистой растительностью.

На почве лишайники селятся либо на песках (например, в сосновых борах), где для травянистой растительности нехватает влаги, либо в тундре, где влаги много, но она недоступна из-за корней высших растений.

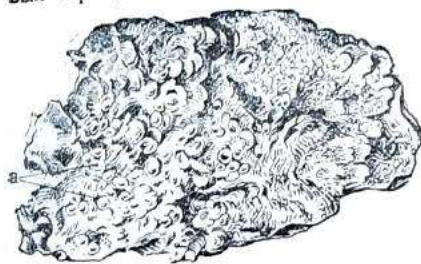


Рис. 32. Лишайник ксантория (*Xanthoria*);
а — апотеции.

ся в местной флоре, они могут быть взяты для занятий в любое время года. Если же поблизости их нет, то их надо выписать в виде гербария.

На занятиях необходимо иметь гербарий для знакомства с видами лишайников и их внешним строением; сухие лишайники перед занятиями надо вскипятить для размягчения и удаления воздуха. С этой же целью свежий материал выдерживается несколько часов в спирте. Слоевище лишайника может иметь форму кустов или листовидной разветвляющейся пластинки. В соответствии с этим лишайники делятся на кустистые и листоватые. В качестве примера рассмотрим часто встречающуюся ксанторию.

Ксантория (*Xanthoria*, рис. 32) — листоватый лишайник жёлтого или оранжевого цвета, живёт на стволах деревьев (осин, пихтов). Слоевище ксантории стелется, образуя лопасти, и в отдельных местах прочно прикрепляется к коре дерева с помощью гиф. На поверхности слоевища лишайника выступают блюдцевидные образования разных размеров — это апотеции, сходные с апотециями рассмотренной выше пецицы. Приготовим препарат продольного разреза апотеция ксантории с частью прилегающего слоевища. Для этого зажмём объект в бузину или пробку и сделаем ряд срезов. Наиболее тонкий срез рассмотрим под малым увеличением.

Тело лишайника состоит из нескольких отличающихся друг от друга слоёв. Наружный слой слагается из плотно прилегающих друг к другу мелких клеток, похожих на паренхимную ткань, с довольно толстыми стенками коричневатого цвета. Это верхний коровой слой. Он переходит в слой рыхло расположенных гифов

рых гиф, среди которых рассеяны шаровидные зелёные клетки, чрезвычайно напоминающие нам клетки протокотка. Это так называемый гонидиальный слой.

За гонидиальными гифами, но зелёные клетки среди них отсутствуют. Вана грибными гифами, но зелёные клетки среди них отсутствуют. Наконец, снизу мы видим такой же коровой слой, что и сверху, с той разницей, что здесь в некоторых местах отходят одиночные гифы или их пучки, прикрепляющие слоевище к коре дерева. Это и нижний коровой слой. Рассмотрим отмеченные слои под большим увеличением.

Верхний и нижний коровые слои образованы исключительно грибными гифами, которые, вследствие частоты перегородок, создают впечатление настоящей паренхимной ткани. Плотность корового слоя и некоторая утолщённость клеточных оболочек предохраняют лишайник от испарения воды и от других воздействий.

В гонидиальном слое гифы также многоклеточные, следовательно, мы здесь имеем дело с высшим грибом. Шаровидные зелёные клетки при ближайшем рассмотрении действительно оказываются клетками протокотковой водоросли. Можно видеть, как разветвления гиф обходят и охватывают своими концами клетки водоросли.

В сердцевине видны лишь однородные ветвящиеся гифы гриба.

Апотеций представляет блюдцевидное тело на ножке. В нём отсутствует верхний коровой слой в блюдцевидной части. Вместо него мы видим типичный гимениальный слой, присущий сумчатым дискомицетам. Сумки вытянуты в длину и стоят вертикально, чередуясь с многочисленными более узкими парафизами. В каждой сумке находится по 8 спор. Споры двуклеточные.

Итак, лишайники обнаруживают ряд типичных черт строения гриба, но в то же время имеют в составе своего слоевища и зелёные водоросли. Долгое время природа лишайников оставалась непонятной. Предполагали, что это особый вид грибов, выработавших в себе хлорофилл. Лишь в 1867 г. русские учёные А. С. Фаминцын, а затем И. В. Баранецкий доказали экспериментально, что лишайники представляют сложные организмы, состоящие из гриба и водоросли. Из грибов в состав лишайников входят большей частью дискомицеты, а из водорослей — протокотковые или сине-зелёные водоросли. Из совместной жизни гриб и водоросль извлекают обоюдную пользу. Гриб пользуется сахаром, синтезируемым водорослью, а водоросль получает от гриба воду и защиту от испарения и высыхания (а быть может, частично и азотистые органические вещества). Как единый организм, лишайник ведёт борьбу с другими организмами, он выработал свои собственные приспособления, отсутствующие у грибов и водорослей, позволяющие лишайнику жить в таких условиях, где каждый из компонентов в отдельности существовать не может. В результате нового типа обмена веществ возник новый тип организма, занявший своё место в природе.

Все изученные типы низших растений характеризуются сравнительно простым внешним и внутренним строением.

У многих тело состоит всего из одной клетки; у многоклеточных часто отсутствует чёткая дифференцировка органов. Более высоко стоящие представители низших слоевых растений имеют специализированные органы, но устройство последних не достигает высокой организации и сложности, и разнообразие их по специализации невелико.

Наибольшей сложности и специализации достигают органы полового размножения, в то время как органы питания остаются не дифференцированными или очень мало дифференцированными (характерные и красные водоросли).

Отмеченная относительная простота организации низших растений стоит в связи с большой древностью их происхождения в сравнении с высшими растительными организмами.

Жизнь и развитие большинства низших автотрофных растений протекала в водной среде, не отличающейся особым разнообразием факторов, воздействующих на организм.

В силу отсутствия резких противоречий между низшими растениями и средой, их окружающей, изменчивость в этой группе организмов проявилась, главным образом, в разнообразии формы и размера, а не во внутренней их организации.

«Выход на сушу» резко изменил как условия существования автотрофных растений, так и темп их эволюции.

Воздушная среда, сама по себе несравненно более разнообразна по факторам воздействия на организмы, значительно менялась как во времени, т. е. в различные геологические периоды и эпохи, так и в пространстве, т. е. в различных участках земного шара. Между организмами и средой возникали резкие противоречия, вызывавшие или изменение организмов, или их гибель.

Изучая высшие растительные организмы, мы убедимся, что разнообразные условия существования, предоставленные им воздушной средой, привели прежде всего к расчленению их тела на органы, специализированные как по строению, так и по функциям (стебель, лист и корень), а затем к громадному разнообразию формы и устройства этих органов, а также и к их метаморфозам.

За последние 50 лет найдено немало ископаемых форм растений, в частности псилофитов, которые по общему мнению являются предками ряда высших растений, т. е. первенцами сухопутной флоры. До наших дней они не дожили, но сохранились виды, близкие к ним.

ТИП МОХООБРАЗНЫЕ (BRYOPHYTES)

Мохообразные — травянистые растения, не достигающие больших размеров. По способу питания и условиям жизни это — растения автотрофные. Настоящих корней они не имеют, но большинство имеет стебли и листья.

Обитают в воздушной среде, в условиях большой влажности (есть водные формы мхов). Растут всегда большими скоплениями, нередко образуя сплошной моховой покров.

КЛАСС МХИ (MUSCI)

Порядок листостебельные мхи (Bryales)

Кукушкин лён (*Polytrichum commune*). Это один из самых распространённых мхов. В средней полосе Союза его можно встретить и в хвойных, и в лиственных лесах на влажной почве. В заболоченных местах он нередко растёт на кочках и старых пнях, образуя густые подушки. Растение двудомное — на одних экземплярах развиваются мужские половые органы, а на других женские.

Материал для занятий надо заготавливать ранней весной и летом, фиксируя его спиртом и приготавливая гербарий.

Кукушкин лён (рис. 33,1) имеет размер в среднем от 10 до 15 см. Его тонкий стебелёк густо покрыт небольшими листочками; к основанию стебля их меньше, а к верхушке — больше.

На самой верхушке листочки видоизменены, и ранней весной, когда ещё полностью не сошёл снег, они образуют плотную розетку красновато-коричневого цвета, в которой скрыты органы размножения мха (рис. 33,3).

Удалим пинцетом осторожно верхушечные листочки так, чтобы обнажилась верхушка стебля. Она расширена, и на ней сидят мужские половые органы — антеридии.

Так же осторожно разделим их иголками и приготовим микроскопический препарат. Можно сделать и продольный разрез, ведя его на середину стебля. Лучший из срезов изучим под малым увеличением микроскопа в капле воды (рис. 33,4).

Мы видим целую группу антеридиев, имеющих форму вытянутых мешков. Каждый антеридий окружён парафизами. Стенка антеридия состоит из одного слоя паренхимных клеток, в которых имеются, помимо ядра и протоплазмы, хлоропласты. Внутренность антеридия заполнена материнскими или спермагенными клет-

ками, из которых развиваются двужгутиковые сперматозоиды. По созревании антеридия на его верхушке образуется отверстие, через которое сперматозоиды выйдут наружу.

Парафизы имеют вид нитей, нередко расширенных на верхнем конце в виде пластинки.

Антеридии соединены со стеблем при помощи ножки.

Верхушка стебля представляет собой конус нарастания, состоящий из образовательной ткани. По отмирании антеридиев из конуса нарастания вырастает молодой участок стебля с листьями. Он отличается от старого участка светлозелёной окраской листьев (см. гербарий).

Женские половые органы — архегонии — развиваются на других экземплярах кукушкина льна. Последние отличаются от мужских экземпляров по внешнему виду тем, что не имеют на верхушке стебелька красновато-коричневых видоизменённых листочков и похожи на растения кукушкина льна в их вегетативном состоянии летом. Наблюдается лишь некоторая утолщённость почки, содержащей архегонии, в сравнении с вегетативной почкой. Микроскопический препарат готовится как и предыдущий. Развитый архегоний имеет форму графина или колбы (рис. 34). Стенка архегония состоит из паренхиматических клеток. Расширенное основание образует

В основании брюшка архегония лежит яйцеклетка, или женская половая клетка. На препарате архегонии могут быть разного возраста — и зрелые, и ещё молодые, незрелые.

В зрелом архегонии с готовой к оплодотворению яйцеклеткой канальцевые клетки ослизняются, и слизь выделяется из отверстия наружу. Процесс оплодотворения происходит в воде, которая, образовавшись весной от таяния снега, покрывает моховой ковёр.

Сперматозоиды обладают положительным хемотаксисом. Выйдя в воду, они, привлечённые выделяющейся слизью, направляются к архегониям, входят в канал, и один из них оплодотворяет яйцеклетку. Яйцеклетка прорастает, но развивается очень медленно, оставаясь в течение лета и до следующей весны скрытой между верхушечными листочками. Прироста стебелька, как это было у мужского экземпляра, не происходит. Весной следующего года развитие продолжается, и из зародыша вырастает спорогон.

Спорогон (рис. 33, с) является непосредственным продолжением женского растения кукушкина льна. Он состоит из длинной и тонкой ножки, которая несёт корбочку, прикрытую остроконечным колпачком. Колпачок — это остаток архегония, впоследствии он отпадает. Остриё колпачка соответствует шейке архегония, а расширение — его брюшку.

Сняв колпачок, мы увидим корбочку. Сверху она прикрыта крышечкой, которая на верхушке заострена; у зрелой корбочки крышечка легко снимается.

Под крышечкой мы обнаружим полость корбочки, заполненную спорами.

Для ознакомления со строением корбочки приготовим микроскопический препарат из молодой, незрелой корбочки, сделав продольный срез и положив его в каплю воды на предметное стекло (рис. 35).

Крышечка состоит из прозрачных паренхимных клеток. От полости корбочки она отделена более тёмным слоем клеток — эпифрагмой.

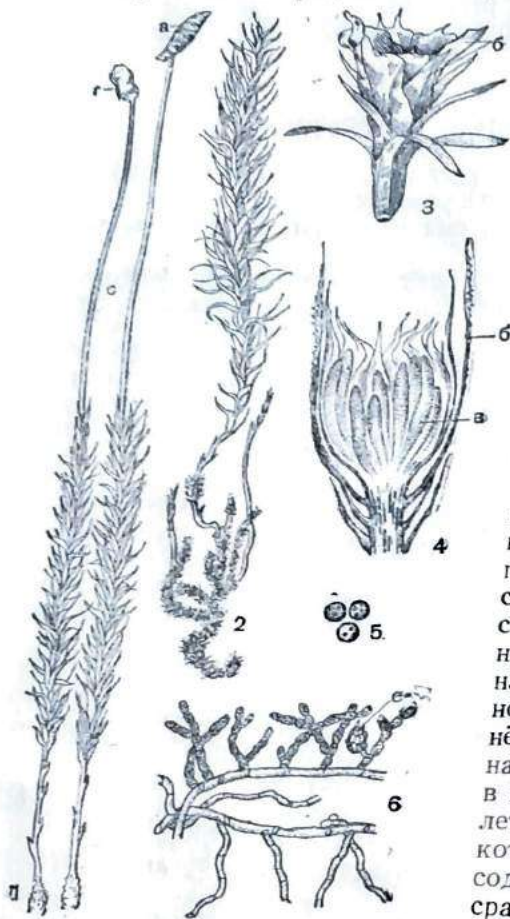


Рис. 33. Кукушкин лён (*Polytrichum commune*):

1 — растения, образовавшие спорогоний — с, а — корбочка спорогония с колпачком, г — колпачок опав; 2 — растение с антеридиями на верхушке; 3 — верхушка растения с антеридиями (увеличено); 4 — то же в продольном разрезе; б — верхушечные листья, в — антеридии со спермогенными клетками, позади них — парафизы; 5 — споры; 6 — протонема, е — почка.

брюшко, а суженная верхушка — его шейку.

На верхушке архегония имеется отверстие, которое ведёт в узкий канал, проходящий по шейке в брюшко. Клетки шейки, образующие канал, называются канальцевыми клетками.

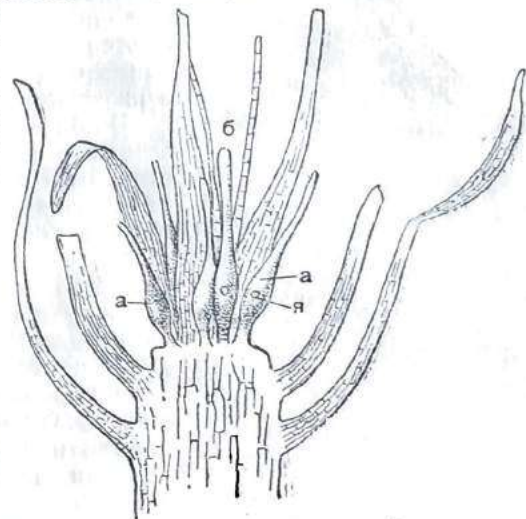


Рис. 34. Верхушка растения мха *Aulacomnium* с архегониями в продольном разрезе: а — архегонии, б — парафизы, я — яйцеклетка.

Эпифрагама доходит до стенок коробочки и прикрывает всю её полость сверху.

В центре полости коробочки проходит колонка, наверху она переходит в эпифрагму, а внизу упирается в апофизу, т. е. в основание коробочки. На препарате видно, что колонка как бы делит полость коробочки пополам.

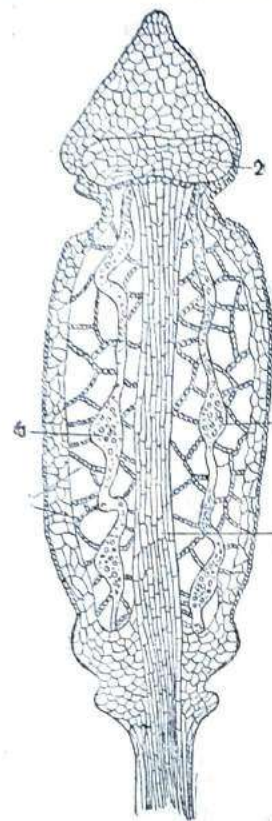


Рис. 35. Коробочка кукушкина льна в продольном разрезе:

1 — спорангий; 2 — эпифрагама; 3 — колонка; 4 — поддерживающие нити-перемычки.

но идущих клеток, содержащих хлорофилл. В дальнейшем часть нитей внедряется в субстрат, а на воздушных частях, в тех или иных местах, образуются почки. Из каждой почки вырастает облиственный стебелёк кукушкина льна (рис. 33, б).

Рассмотренная нами фаза в развитии мха носит название протонемы, или проростка.

Протонемы можно собрать для занятий и в естественных усло-

Апофиза соединяет коробочку с почкой спорогона. Стенки коробочки слагаются из паренхимных клеток, у основания они также переходят в апофизу, а на вершине образуют ряд зубчиков.

В полости коробочки лежит споровой мешок — спорангий. Он не прилегает к стенкам коробочки, но соединён с ними перемычками из нескольких клеток. В зрелой коробочке споровой мешок заполнен зеленоватыми спорами.

Сделав поперечный разрез через коробочку и приготовив препарат, дополним виденное.

В центре расположена колонка. Между колонкой и стенками лежит спорангий. От него как к стенкам коробочки, так и к колонке отходят перемычки. Клетки перемычек содержат хлоропласты.

Споры мха имеют форму пирамиды, основание которой закруглено. Кроме протоплазмы и ядра, в ней имеются хлоропласты и запасные питательные вещества. Оболочка споры двуслойная.

Попав в благоприятные условия, спора прорастает.

Молодые споры со свежесобранного материала можно прорастить в лаборатории, посеяв их на влажный торф в чашку Петри или иной сосуд, закрывающийся стеклом.

Из споры вырастает ростовая трубочка. Она ветвится, образуя тонкие нити. Нити слагаются из последователь-

ных. Они покрывают почву в виде тончайшего зелёного налёта. Так как протонемы среди травы и мхов различить невозможно, то следует их искать и собирать на обнажённой сырой почве: по откосам канав, на лесных дорогах, на торфяных разработках и т. п. Изучим анатомическое строение вегетативных органов кукушкина льна.

Стебель. Возьмём среднюю часть стебелька растения, очистим от листьев, зажмём в бузину или пробку и сделаем несколько поперечных срезов. Целый и наиболее тонкий срез положим в каплю воды на предметное стекло, покроем покровным стеклом и рассмотрим под микроскопом. Так как окружность стебелька мала, применим большое увеличение.

Прежде всего отметим, что стебель состоит из различных тканей, которые, группируясь, образуют участки в стебле.

В центре проходит проводящий пучок, окружённый корой. Середина его занята округлыми клетками, проводящими воду. Кроме утолщённой оболочки, в них имеются тонкие перегородки, делящие клетку наискось поперёк. В последнем можно убедиться, рассмотрев продольный разрез стебля.

Вокруг клеток, проводящих воду, имеется 1—2 ряда клеток, богатых зёрнами крахмала. Наружный слой проводящего пучка состоит из угловатых клеток, заполненных протоплазмой; их функция — проведение пластических веществ.

Кора в свою очередь разделяется на два слоя: внутреннюю кору, состоящую из тонкостенных паренхимных клеток, и наружную кору, образованную толстостенными механическими клетками в 2—3 слоя. Снаружи стебелёк покрыт однослойным эпидермисом, от клеток которого в нижней части стебля отходят одноклеточные ризоиды.

В коре встречаются отдельные группы мелкоклеточной ткани, это листовые следы, т. е. перерезанные проводящие пучки, идущие от листьев к центральному пучку стебля.

Лист кукушкина льна линейно-заострённой формы, к основанию несколько расширен и по краям несёт неровные зубчики.

Приготовим поперечный разрез листа, для чего отрезем верхушку стебелька с почкой, зажмём её в бузину и сделаем ряд тонких поперечных срезов. Лучшие из них рассмотрим под микроскопом. Если материал свежий, желательно выдержать срезы в глицерине, чтобы удалить воздух.

От поверхности листа, обращённой к стебельку, отходят вверх как бы волоски, образующие род частокола. Это ассимиляторы. Каждый ассимилятор состоит из одного ряда клеток паренхиматической формы. В срединных ассимиляторах по 5—7 клеток. К краям листа ассимиляторы укорачиваются, и в них остаётся по 2—3 клетки, а по самому краю они отсутствуют; здесь эпидермис нижней стороны листа заворачивается слегка на верхнюю сторону. Клетки ассимиляторов содержат хлоропласты. Под ассимиляторами лежит верхний эпидермис. Мезофилл составлен паренхимными клетками, в

центре проходит проводящий пучок того же строения, что и пучок стебелька.

Ассимиляторы, находясь в воздухе, легко усваивают кислород и углекислый газ, а также световую энергию. Кроме того, они могут воспринимать осмотически воду выпадающей росы, дожди. Таким образом, в стебле и листе мха мы видим довольно сложную дифференцировку тканей, специализацию и приспособленность к окружающим условиям.

Порядок сфагновые (белые) мхи (Sphagnales)

Сфагнум (*Sphagnum*). Сфагновые мхи относятся к классу листовых мхов, так как имеют вполне развитые стебли и листочки, но отличаются от рассмотренного представителя большим своеобразием строения и условий жизни.

Сфагнумы поселяются на болотах, вода которых бедна растворимыми солями (особенно кальциевыми). В таких условиях сфагновые мхи растут очень обильно, образуя сплошные заросли на протяжении многих километров (в тундре).

Отдельные участки сфагнума можно встретить в заболоченных мелколиственных лесах.

Однородность условий существования, к которым приспособились сфагнумы, отражается на их внешней и внутренней организации.

Все виды этого мха имеют между собой большое сходство, и требуется большой навык и знание деталей строения сфагнумов, чтобы уметь их отличать друг от друга.

На основании отмеченного сходства строения сфагновые мхи объединяются в один род единственного семейства.

Для изучения можно взять растения любого вида в свежем или загербаризированном состоянии (рис. 36, 1).

Высота сфагновых мхов в среднем 10—12 см. Тонкий стебелек несёт на своей верхушке многочисленные веточки. Как стебель, так и веточки покрыты мелкими линейной формы листочками; на верхушке они сидят особенно часто, образуя подобие мохнатой головки.

Верхушечные веточки стебля направлены косо вверх, а нижележащие по стеблю — свешиваются вниз. Кроме функции ассимиляции, они выполняют и функцию всасывания воды: верхушечные — воды атмосферных осадков, а низовые — почвенной воды.

Одна-две веточки нередко развиваются в стебель, сходный с основным стеблем.

Ризоидов у сфагнумов нет, и вода поступает в растение через стебель и веточки. Ежегодно верхушка стебля нарастает, а часть основания его отмирает.

Сфагнум обладает большой гигроскопичностью.

Поставим одно сухое растение сфагнума в стакан с водой. Через несколько минут стебелек пропитается водой и головка его свисает через край стакана, а ещё через некоторое время с головки начи-

нают капать время от времени капли воды на стол. Сфагнум действует как сифон.

Возьмём листочек сфагнума, положим его в каплю воды на предметное стекло, покроем покровным и рассмотрим под микроскопом (рис. 36, 2).

Лист имеет узколанцетную, заострённую форму и состоит из одного слоя клеток. Клетки двух родов: одни из них крупные, вытянутые и широкие, другие — узкие и тонкие. И те и другие имеют извилистые очертания и тонкие оболочечки.

Первые клетки — мёртвые, не содержат протопласта и наполнены водой. Стенки их имеют утолщения в виде спирали, идущей по внутренней стороне клеточной оболочки от одного конца клетки до другого. В отдельных местах заметны округлые или овальные поры (рис. 36, в); через них вода свободно переходит из одной клетки в другую.

Более узкие и тонкие клетки — живые, их функция — ассимиляция. Они содержат мелкозернистую протоплазму, ядро и хлоропласты.

Стебель сфагнума устроен проще стебля кукушкина льна. Сделаем несколько поперечных срезов через стебель,

зажав его в бузину, и приготовим препарат обычным способом.

Под микроскопом мы увидим, что стебель состоит из трёх слоёв. Наружный слой, или кора, слагается из таких же клеток, проводящих воду, как и лист; они имеют кольчатые и спиральные утолщения, а в оболочках — поры. Второй слой относится к древесине, но по существу выполняет механические функции; клетки этого слоя довольно толстостенные и мелкие, имеют коричневато-жёлтый цвет. Третий, внутренний слой — сердцевинный, состоит из округлых клеток. Первый и третий слои, повидимому, выполняют проводящую функцию; второй, как отмечалось, — механическую. В целом ткани стебля сфагнума слабо дифференцированы, они не образуют

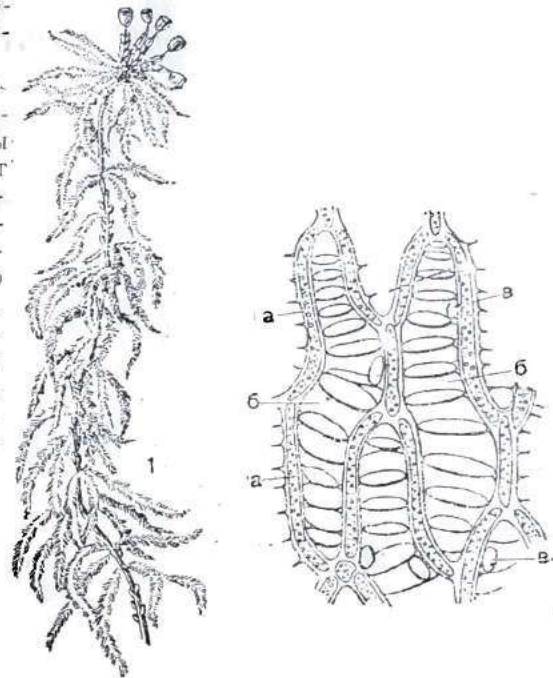


Рис. 36. Сфагновый мох (*Sphagnum*):

1 — растение со спорогониями; 2 — часть листа под большим увеличением: а — хлорофиллоносные клетки, б — водоносные клетки, в — поры.

центрального цилиндра (стели) подобно стеблю кукушкина льна.

Процесс размножения сфагнумов сходен с размножением кукушкина льна и других мхов, и изучение его к тому, что мы уже знаем, ничего нового не прибавит.

КЛАСС ПЕЧЁНОЧНИКИ (HEPATICAЕ)

Порядок маршанциевые (Marchantiales)

Маршанция (*Marchantia polymorpha*). На глинистой или торфянистой почве, лишённой растительности, в лесах и на болотах нередко можно встретить растение, по внешнему виду напоминающее пластинчатый лишайник, но отличающееся от него прежде всего яркозелёной окраской. Это печёночный мох — маршанция.

В благоприятных условиях маршанция образует сплошные покровы, например, по откосам канав и кюветов на торфоразработках или на местах лесных пожаров.

Для занятий необходимо иметь гербарные экземпляры маршанции и зафиксированные спиртом кусочки слоевища и подставки с мужскими и женскими половыми органами мха.

Взятая с куском торфа и помещённая на тарелку под стеклянный колпак, маршанция может хорошо жить и в лаборатории.

Слоевище маршанции состоит из довольно плотной и толстой, дихотомически ветвящейся пластинки с неровными, волнистыми краями. Слоевище стелется по земле и имеет дорзовентальное строение, т. е. нижняя сторона резко отличается от верхней. На верхней стороне сильно выделяется средняя жилка, заметны светлые точки — устьица и образующиеся органы бесполого и полового размножения — выводковые почки, мужские и женские подставки. На нижней стороне листа вдоль жилки расположены густо сидящие ризоиды.

Кроме ризоидов, на нижней стороне слоевища можно заметить буроватые мелкие чешуйки, образующие два правильных ряда вдоль жилки; это брюшные чешуйки, или амфигастрии. Их считают недоразвитыми листьями.

Для изучения внутреннего строения маршанции приготовим поперечный разрез слоевища; желательнее, чтобы срез прошёл через одно из устьиц (рис. 37).

Возьмём несколько слоевищ, сложим их вместе, зажмём в бузину и сделаем ряд срезов. Выбрав лучшие из них, имеющие устьица, положим в каплю воды на предметное стекло и, покрыв покровным стеклом, рассмотрим под малым увеличением.

Если препарат готовится из свежего материала, то необходимо предварительно удалить из него подогриванием воздуха.

Первый ряд клеток верхней стороны соответствует эпидермису; они содержат небольшое количество хлорофилловых зёрен. Под эпидермисом (как и в листочке кукушкина льна) расположены воздушные камеры, заполненные ассимиляторами.

Под большим увеличением видно, что ассимиляторы образованы нижележащим слоем клеток основной паренхимы. Ассимилятор состоит из двух-трёх клеток неправильной округлой формы, в которых содержатся в большом количестве хлоропласты.

Боковые стенки воздушных камер окружены одним-двумя рядами хлорофиллоносных клеток.

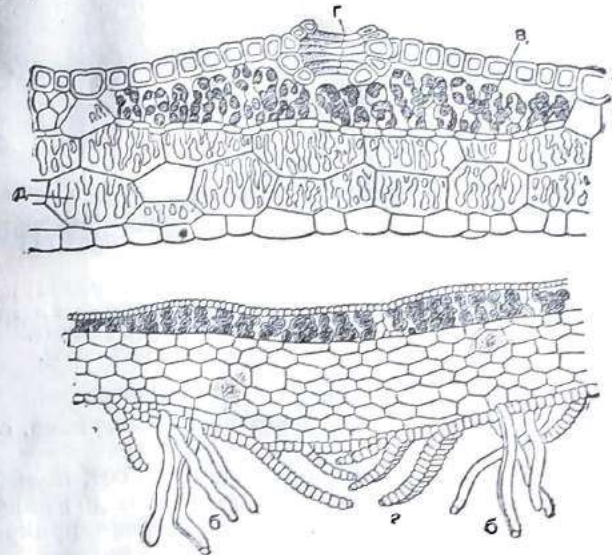


Рис. 37. Поперечный разрез через слоевище маршанции (*Marchantia polymorpha*):

вверху — под большим увеличением, внизу — под малым увеличением: а — амфигастрия, б — ризоиды, в — ассимиляторы с хлоропластами, г — устьице, д — поровые отверстия в проводящих клетках.

На препарате, имеющем в разрезе устьице (рис. 37, г), видно, что последнее представляет собой канал, образованный клетками эпидермиса и ведущий в воздушную полость с ассимиляторами. Устьичный канал заполнен рядом плоских клеток, лежащих правильной стопкой. Таким образом, описанное образование имеет лишь некоторые общие черты с устьицами семенных растений, отличаясь от них существенно по строению.

Основная паренхима слоевища состоит из многоугольных слегка вытянутых клеток, верхние 1—2 ряда их содержат, кроме ядра и протоплазмы, хлоропласты и крахмал.

Около жилки клетки основной паренхимы более вытянуты, лежат плотнее друг к другу. Оболочки их имеют утолщения, чередующиеся с более тонкими участками; последние, по видимому, выполняют функцию пор. Описанные клетки образуют проводящую ткань.

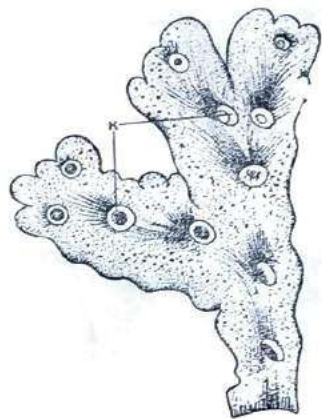


Рис. 38. Слоевище маршанции с выводковыми корзинками — к.

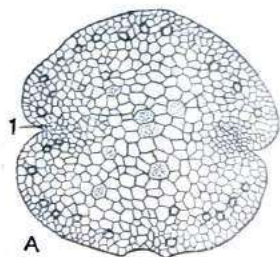


Рис. 39. Выводковая почка маршанции: А — в плане и Б — в разрезе. 1 — точка роста.

Снизу слоевище покрыто слоем нижнего эпидермиса, от клеток которого отходят ризоиды.

Ризоид представляет собой трубчатый вырост, полый внутри или имеющий перегородки, которые образованы выпячиванием стенки ризоида. С помощью ризоидов маршанция прикрепляется к почве, откуда получает воду и минеральные вещества.

Размножение маршанции осуществляется бесполом и половым путём. Для бесполого размножения служат особые выводковые почки. Они образуются на верхней стороне слоевища в специальных углублениях — корзинках (рис. 38). Родоначальницами выводковых почек являются клетки эпидермиса. В одной корзинке образуется несколько почек; по времени образования они неодинаковы, а следовательно, могут быть различного размера и различной степени развитости.

Препаровальной иглой вынем несколько выводковых почек и наиболее развитую и сформировавшуюся рассмотрим под микроскопом.

Выводковая почка имеет чечевицеобразную форму с выемками на двух противоположных сторонах (рис. 39). Средняя часть, более утолщённая, состоит из нескольких слоёв клеток, края же однослойные. Некрупные клетки округло многоугольной формы содержат мелкие хлоропласты. В некоторых клетках заметно более тёмное содержимое, состоящее из масла и дубильных веществ.

Молодые почки соединяются со слоевищем при помощи бесцветной клетки — ножки, которая у взрослых почек ослизняется и не препятствует, таким образом, выпадению почек наружу.

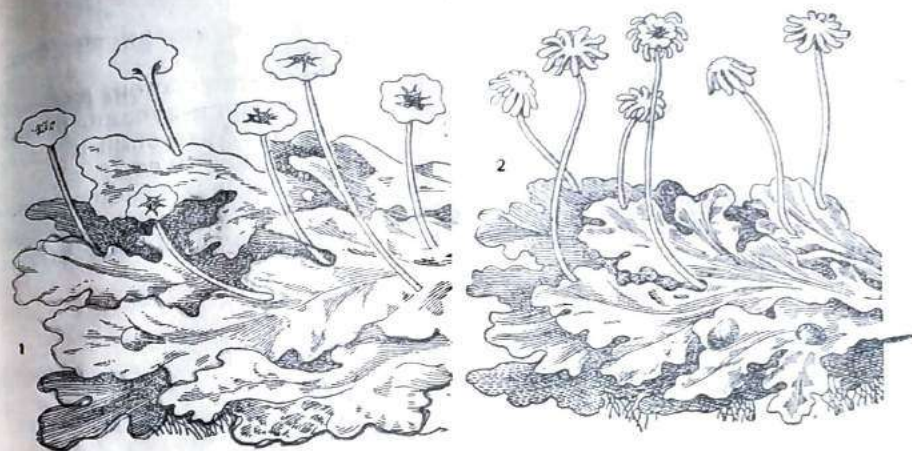


Рис. 40. Слоевище маршанции: 1 — с мужскими подставками, 2 — с женскими подставками.

На сыром торфе, песке почки развиваются во взрослое растение маршанции. В двух выемках, имеющихся на почке, находятся участки образовательной ткани. Таким образом, рост маршанции происходит в двух направлениях.

Органами полового размножения являются знакомые нам архегонии и антеридии, развивающиеся на так называемых подставках. Мужские и женские подставки возникают на разных слоевищах, следовательно, маршанция — растение двудомное. Подставки по внешнему виду напоминают зонтик на длинной ножке.

У антеридиальной подставки зонтик довольно плотный, цельный, со слегка волнистым краем, с верхней стороны

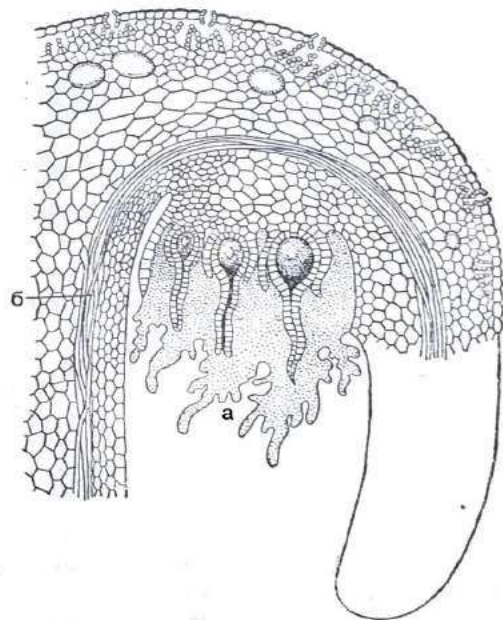


Рис. 41. Вертикальный разрез через женскую подставку:

а — группа архегониев, покрытая общим покрывалом, видны шейка архегония и брюшко с яйцеклеткой; б — пучок ризоидов.

имеются углубления, в которых находятся антеридии (рис. 40, 1).

У архегониальной подставки зонтик состоит из 8—10 лучей (рис. 40, 2). С нижней стороны, чередуясь с лучами, располагаются группы архегонии (рис. 41; 42, 1). Архегонии и антеридии маршанции сходны с таковыми кукушкина льна.

Из оплодотворённой яйцеклетки архегония развивается спорогон, представляющий в зрелом виде коробочку на ножке со спорами внутри; молодые коробочки прикрыты колпачком — остатком архегония.

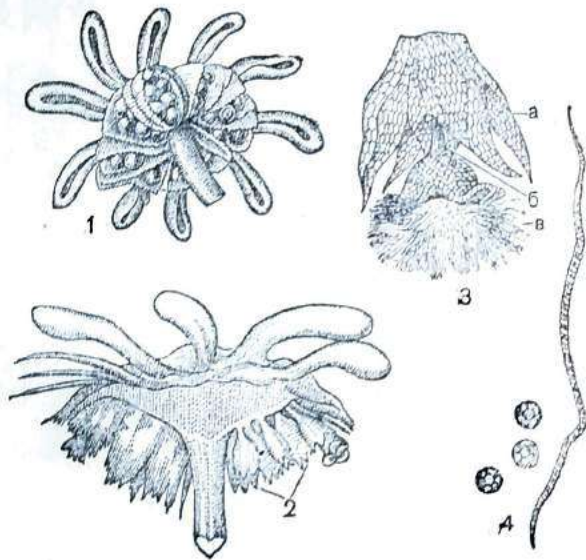


Рис. 42. Зрелая женская подставка маршанции (1).

Из оплодотворённых яйцеклеток развились спорогонии (2); 3 — отдельный спорогоний: а — покрывало, б — ножка, в — коробочка, из которой высвобождаются споры и пружинки; 4 — пружинка и споры.

Зрелые спорогонии мелкие, но видны невооружённым глазом. Для изучения их надо брать с женских подставок, у которых лучи зонтика начали уже подсыхать и отогнулись кверху (рис. 42, 1).

Созревание коробочек происходит неодновременно, поэтому при желании можно видеть их в разных стадиях созревания. Наиболее зрелые будут находиться по краям лучей.

С помощью препаровальных игл осторожно вынем спорогон из подставки, положим на предметное стекло в каплю воды и рассмотрим под малым увеличением микроскопа, вначале без покровного стекла. Коробочка спорогона (рис. 42, 3) имеет округлую форму и переходит в короткую ножку, которая соединяется с подставкой. У основания ножки имеется покрывало (перигоний), оно у зрелого спорогона обычно разорвано; края коробочки зубчатые.

Покроем препарат покровным стеклом и нажмём слегка на его поверхность ручкой препаровальной иглки, от этого коробочка лопается и в воду выходят споры маршанции. Вместе со спорами выходят так называемые пружинки, или элатеры (рис. 42, 4). Пружинки — это длинные узкие клетки с заострёнными концами. На их стенках с внутренней стороны имеются спиралевидные утолщения. Пружинки способствуют рассеиванию спор. Споры маршанции округлые, внутри содержат протоплазму, ядро, хлоропласты и капли масла.

ВЫВОДЫ

1. Мохообразные — наиболее просто устроенные представители побегоносных растений. У листостебельных мхов имеется вполне развитый побег, у печёночных — тело представлено слоевищем, на котором имеются лишь зачаточные листья и проводящая ткань. У всех мхов отсутствуют корни, и у большинства форм имеются ризоиды.

2. Хотя мхи и сухопутные растения, но по своей природе они тесно связаны с водой.

3. Ясно выражено чередование полового и бесполого поколений, причём половое поколение (гаметофит) является более развитым и самостоятельным, а бесполое (спорофит) имеет слабое развитие и связано с гаметофитом, получая от него всё необходимое.

4. Наличие в цикле развития мхов нитчатой протонемы указывает на близкую их связь в филогенезе с зелёными водорослями.

5. Мхи — растения автотрофные, хотя нередко поселяются на стволах деревьев и других органических субстратах.

ТИП ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫЕ (PTERIDOPHYTA)

КЛАСС ПЛАУНОВЫЕ (LYCOPSIDA)

Порядок плауны (Lycopodiales)

Плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*). Плауны — растения тенистых хвойных лесов. В глухих, малопосещаемых местах они иногда занимают значительную площадь, но всё же никогда не образуют сплошного покрова, как мхи.

У нас в средней полосе обычно встречаются плаун сплюснутый (*L. complanatum*) и плаун булавовидный (*L. clavatum*). Последний является более обычным.

Для занятий надо иметь гербарные экземпляры и спиртовой материал для приготовления срезов. Ещё лучше пользоваться готовыми постоянными препаратами.

Плаун булавовидный обладает стелющимся стеблем, от которого вверх поднимаются ветки со спороносными колосками (рис. 43, 1). Высота растения не превышает 20—25 см, длина же стеблей очень неопределённая в зависимости от возраста растения (2—3 м).

Стебель имеет округлую форму, образует моноподиально или дихотомически боковые веточки, которые густо покрыты листьями.

Листочки мелкие, шиловиднозаострённые на конце, жесткие, с единственной средней жилкой посредине.

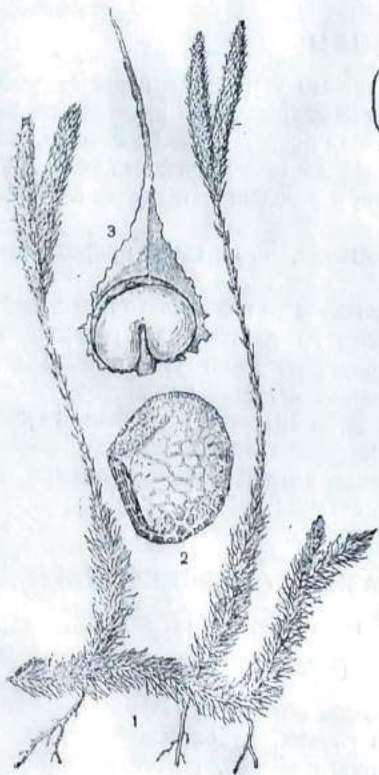


Рис. 43. Плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum*):

1 — общий вид растения, а — спороносные колоски; 2 — спора; 3 — отдельный спорофилл со спорангием.

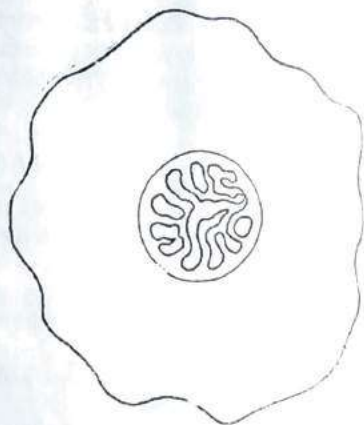


Рис. 44. Поперечный разрез стебля плауна:

1 — ксилема; 2 — флоэма; 3 — эндодерма; 4 — механическая ткань; 5 — коронная паренхима; 6 — эпидермис.

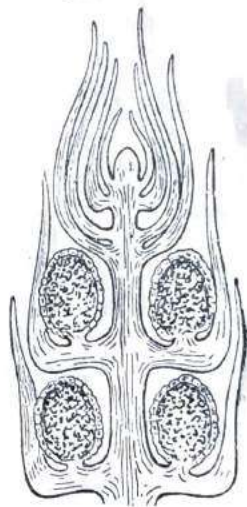
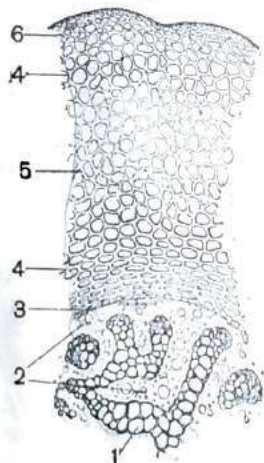


Рис. 45. Верхушка спороносного колоска плауна в продольном разрезе.

От стебля в почву отходят корни, которые ветвятся также дихотомически.

Стебель. Рассмотрим препарат поперечного разреза стебля плауна¹ под малым увеличением. Мы увидим, что стебель плауна имеет довольно сложное внутреннее строение (рис. 44). В центре проходит один сосудистый пучок (стель); стенки сосудов ксилемы (трахеид) на препарате окрашены в красный или жёлтый цвет и утолщены. Участки ксилемы расположены радиально. Между ними и вокруг них лежит флоэма, оболочки её клеток окрашены в синий цвет, а полости прозрачны. Стель окружена кольцом эндодермы, за которой следует механическая ткань из толстостенных, угловатых клеток буровато-коричневого цвета. Далее идёт довольно широкий слой основной паренхимы, построенной из прозрачных тонкостенных клеток. Затем повторяется механическая ткань. Снаружи стебель покрыт эпидермисом, клетки которого мелкие и имеют толстые оболочки.

Спороносный колосок покрыт кругом густо сидящими спорофиллами.

Сделаем через ось молодого колоска бритвой продольный срез, приготовим препарат и рассмотрим его под малым увеличением микроскопа. По обе стороны от оси располагаются спорофиллы, образующие с осью прямой угол (рис. 45). На внутренней стороне каждого из них находится по одному спорангию округлой (в разрезе) формы. В спорофиллы из оси отходят сосудистые пучки.

Оторвём от колоска один спорофилл со спорангием, положим его на предметное стекло в каплю воды и, прикрыв покровным стеклом, рассмотрим под малым увеличением. Спорофилл имеет широкое основание и вытянутую, заострённую верхушку. В основании его лежит почковидный спорангий; через оболочку спорангия просвечивают споры.

Спора плауна по форме напоминает спору мха, но крупнее её. Наружная толстая и сетчатая оболочка споры нередко лопается, тогда видна внутренняя более тонкая и прозрачная оболочка. Содержимое споры состоит из протопласта и капелек масла. Размер и форма всех спор одинаковые.

У папоротникообразных, в том числе и у плаунов, происходит закономерное чередование поколений бесполого и полового, иначе — спорофита и гаметофита. Изученное нами растение плауна является спорофитом.

¹ Лучше пользоваться готовым окрашенным препаратом из серии «Стебель».

Споры в спорангии созревают в конце лета. Спорангий лопаются, и споры выпадают наружу. Токами дождевой воды споры выносятся в трещины почвы и там прорастают, образуя заросток.

Заросток плауна имеет грушевидную форму, размер его равен нескольким миллиметрам. Клетки заростка не содержат хлоропластов, питание происходит сапрофитически.

На заростке развиваются антеридии и архегонии. В результате слияния двужгутиковых сперматозоидов с яйцеклеткой архегонии образуется зигота, из которой в дальнейшем вырастают плауны.

Развитие заростка плауна протекает чрезвычайно медленно, под землёй и только в природных условиях. Наблюдать это развитие удаётся очень редко.

Интересным растением является селягинелла (*Selaginella*), относящаяся к тому же классу плаунов.

Порядок селягинелловые (Selaginellales)

Селягинелла (*Selaginella*). Виды селягинеллы растут у нас на Кавказе, на Кольском полуострове и в некоторых районах Сибири. В средней полосе селягинелла не встречается, поэтому изучать её приходится на постоянных фиксированных препаратах¹.

Стебель селягинеллы густо в четыре ряда покрыт мелкими листочками. На препарате поперечного разреза стебля, под малым увеличением микроскопа видно, что в центре находится один сосудистый пучок. Он расположен в полости и соединяется с периферическими слоями стебля с помощью перемычек — трабекул. Последние состоят из одного ряда клеток.

Ксилема занимает центральную часть пучка, она слагается из лестничных трахеид (рис. 46). Ситовидные трубки флоэмы со всех сторон окружают ксилему. В состав пучка входит перичикл, охватывающий флоэму одним рядом клеток, и, наконец, клетки эндодермы, примыкающие к полости, соединяются с перемычками пучка. Кора стебля состоит из паренхимы, клетки которой в наружных слоях несут хлоропласты. Снаружи кора покрыта эпидермисом.

¹ Из серии «Стебель» и «Половое размножение».

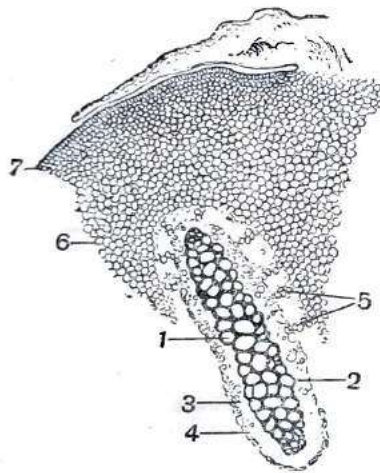
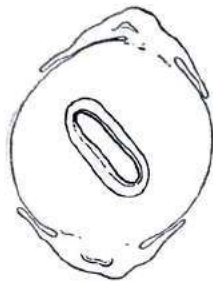


Рис. 46. Поперечный разрез стебля селягинеллы (*Selaginella*):

1 — ксилема, 2 — флоэма, 3 — перичикл, 4 — эндодерма, 5 — трабекулы, 6 — паренхима, 7 — эпидермис.

Новым и важным в развитии селягинеллы, отличающим это растение от плауна, является образование разных спор, так называемых микро- и мегаспор.

На готовом препарате рассмотрим продольный разрез колоска селягинеллы (рис. 47).

Колосок крупный, четырёхгранной формы, состоит из четырёх рядов спорофиллов.

В поле зрения уместается лишь незначительная часть колоска, поэтому препарат приходится передвигать по мере его рассмотрения.

У основания спорофиллов, с верхней их стороны, на ножках сидят спорангии, по одному на каждом спорофилле. С первого же взгляда видно, что содержание разных спорангиев различно.

Обычно по одну сторону от оси колоска все спорангии содержат многочисленные мелкие споры, или микроспоры, а по другую сторону все спорангии содержат по 1—3—4 крупных мегаспоры.

Бывает и так, что верхняя часть колоска содержит микроспорангии с микроспорами, а нижняя часть колоска несёт мегаспорангии с мегаспорами. Последние во много раз крупнее микроспор, имеют толстую бугорчатую оболочку. Мегаспорангии немного крупнее микроспорангиев и несколько иной формы.

В отличие от плаунов, у селягинелл споры прорастают и образуют заросток ещё до выпадения из спорангия на землю, т. е. на материнском растении. (Дальнейший путь развития заростков смотри в теоретическом курсе ботаники.)

КЛАСС ПАПОРОТНИКИ (PTEROPSIDA)

Порядок настоящие папоротники (Filicales)

Папоротники — красивейшие растения нашего леса. В иных местах их листья — вайи, смыкаясь, образуют сплошной кружевной покров. В нашей флоре представлены исключительно травянистые виды папоротников. Большинство из них поселяется в сырых и сыроватых местах, и лишь папоротник орляк растёт в сосновых борах на песчаной почве.

В средней полосе наиболее распространённым видом является папоротник щитовник мужской (*Dryopteris filix mas*, рис. 48).

Щитовник мужской (*Dryopteris filix mas*). Для изучения этого вида папоротника необходимо иметь гербарные экземпляры, кусочки вай с сорусами в спирту и заспиртованные отрезки корневища (если нет постоянных препаратов поперечного разреза через корневище).

На поверхности почвы находится обычно верхняя часть корневища, из которой выходят пучком взрослые и молодые вайи.

Вайя состоит из основной ветви, от которой отходят перисто в обе стороны боковые веточки, несущие хлорофиллоносную ассимиляционную ткань. На верхней вершине вайи находится точка роста.

Таким образом, вайя растёт не основанием, как лист, а верхушкой, как стебель. Основание вайи покрыто суховатыми коричневыми



Рис. 47. Продольный разрез колоска селягинеллы.

плёнками — рудиментарными листьями. Такими же плёнками покрыты молодые вайи. Они имеют очень характерную для папоротников скрученную форму — форму улитки (рис. 48).

Корневище щитовника толстое, короткое, твёрдое. Снаружи оно покрыто кругом бурыми основаниями отмерших вай. К нему от него отходят тонкие, чёрные корни.

Корневище многолетнее, а вайи отмирают ежегодно.

В середине лета на нижней стороне вай появляются спорангии со спорами. Спорангии собраны по нескольку штук, кучками, образуя сорусы. Последние располагаются вдоль жилки и имеют коричневатый цвет (рис. 48, 2).

Внутреннее строение папоротника сложно.

В наборе готовых препаратов («Ботаника» и «Стебель») имеется препарат поперечного разреза через корневище папоротника орляка. Займёмся его изучением (рис. 49).

Под малым увеличением видно, что основная масса корневища состоит из коровой паренхимы, замкнутой и защищённой снаружи эпидермисом. Клетки паренхимы некрупные, тонкостенные, содержат мелкие крахмальные зёрна; межклетники хорошо выражены. Среди основной паренхимы проходят несколько сосудистых пучков-стеблей и, кроме того, отдельные участки механической ткани.

Два сосудистых пучка расположены в центре стебля, они имеют вытянутую форму. Их охватывает подковой механическая ткань. Далее, снаружи от механической ткани, разбросано ещё несколько пучков различной формы.

Рассмотрим под большим увеличением отдельный пучок (рис. 49, 4).

В центре пучка находятся перерезанные трахеи¹. Полости их

¹ У орляка проводящая ткань образована сосудами трахеями, у остальных папоротников имеются лишь трахеиды.



Рис. 48. Щитовник мужской (*Dryopteris filix mas*).

1 — общий вид растения, 2 — долька вайи с сорусами.

пусты, а стенки утолщены и окрашены в красновато-жёлтый цвет (одревесневшие). Трахеи отделены друг от друга прослойками мелких клеток древесинной паренхимы.

Водопроводящая ткань окружена одним или двумя рядами довольно крупных ситовидных трубок, полых внутри. Это флоэмная часть пучка, в неё входит также один ряд паренхимных клеток, окружающих ситовидные трубки.

Снаружи пучок охватывается кольцом перицикла и кольцом эндодермы.

Подковообразные участки механической ткани образованы толстостенными мелкими клетками коричневого цвета.

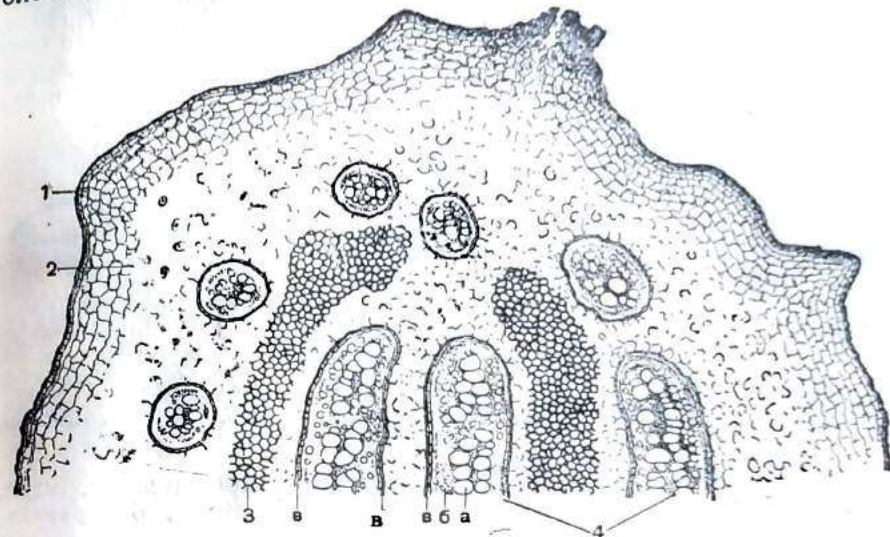


Рис. 49. Поперечный разрез корневища папоротника:

1 — эпидермис; 2 — коровая паренхима; 3 — участки механической ткани; 4 — сосудистые пучки, а — трахеи, б — ситовидные трубки, в — перицикл, г — эндодерма.

Эпидермис и прилегающие к нему слои паренхимы имеют нередко тот же буровато-жёлтый цвет, что объясняется частичным опробкованием этих участков.

Как уже отмечалось, на нижней стороне долек вайи летом образуются спорангии со спорами.

Возьмём кусочек дольки вайи мужского папоротника, выдержанной и обесцвеченной в спирте, положим на предметное стекло в каплю воды нижней стороной вверх и, накрыв покровным стеклом, рассмотрим под малым увеличением.

В поле зрения мы, помимо ткани листочка, увидим скопление спорангиев, или сорус.

Спорангии в сорусе прикрыты чешуйкой округлопочковидной

формы и коричневатого цвета — это так называемое покрывало, индустрия.

Спорангии (от 10 до 15 штук) выходят примерно из одной точки листа; это место носит название п л а ц е н т ы. Спорангий имеет округлую форму, несколько вытянутую в сторону ножки, которой он соединяется с плацентой. Посередине через спорангий проходит ряд механических клеток, образуя гребень. Механические клетки начинаются от ножки спорангия с одной стороны, но не доходят до конца с другой стороны, переходя здесь в обычные тонкостенные клетки. Две боковые и внутренняя стенка каждой из этих механических клеток сильно утолщены, наружная же остаётся механической клеткой, приобретающей форму подковы. Клетки гребня при подсыхании сжимаются, гребень натягивается и в месте перехода в тонкие клетки лопается. Зрелые споры при этом выбрасываются из спорангия. Боковые стенки спорангия выпуклые и складываются из одного ряда тонкостенных, удлинённых клеток.

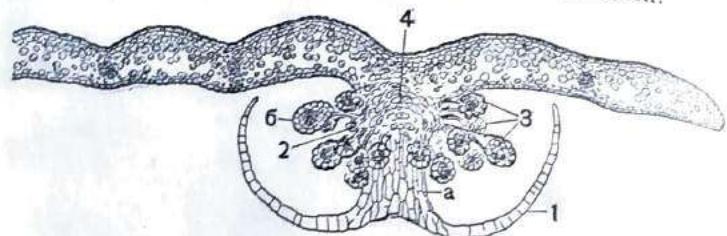


Рис. 50. Поперечный разрез вайи папоротника с сорусом:
1 — покрывало (индустрия), а — его ножка; 2 — плацента; 3 — спорангии, б — гребень спорангия;
4 — жилка.

Спора имеет овальную форму, содержит протоплазму, ядро, пластиды и капли масла. Оболочка спор плотная, бугорчатая, почти чёрного цвета.

Дополним виденное, рассмотрев листочек и сорус в поперечном разрезе (рис. 50).

Срез и препарат готовится обычным способом. Листочек на поперечном разрезе представляется довольно узкой полёской. Мезофилл образован однородными паренхимными хлорофиллосными клетками с прозрачными межклетными ходами. Однослойный эпидермис покрывает листочек с верхней и нижней стороны; в клетках его имеются хлоропласты. В мезофилле видны жилки, перерезанные поперёк, ответвление одной из них входит в ножку индустрия. Ножка индустрия, или колонка, отходит от бугорка плаценты, с ней же связаны и ножки спорангиев.

Покрывало индустрия, отходя от колонки, охватывает спорангии почти до самой пластинки листочка. В целом индустрия имеет вид зонтика.

У папоротников, как и у плаунов (и мхов), имеется в цикле развития чередование бесполого и полового поколения.

Рассмотренное нами растение папоротника является спорофитом.

Выпавшие из спорангия зрелые споры прорастают, вначале образуя ростовую трубочку в виде зелёной нити, а затем, путём дальнейшего деления клеток, пластинку сердцевидной формы — заросток.

Заростки можно получить в лабораторных условиях¹. Для этого несколько цветочных горшков небольшого диаметра наполняются почвой (желательно брать лесную почву). Затем из зрелых спорангиев (с нижней стороны вай) вытряхиваются на лист гладкой бумаги споры. Споры рассеиваются равномерно в приготовленные горшки. Последние накрываются стёклами и

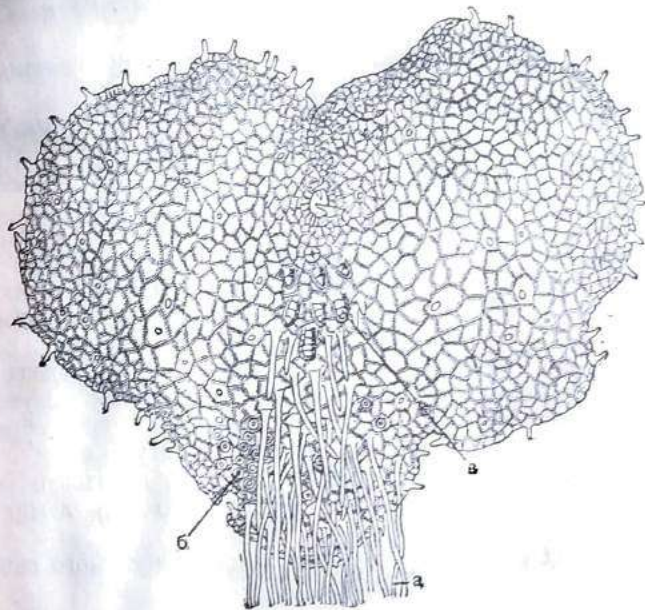


Рис. 51. Заросток папоротника:
а — ризоиды, б — антеридии, в — архегонии.

ставятся на поддонники. Уход заключается в поддержании влажности почвы, для чего производится поливка водой, первое время на поддонник.

Рекомендуют выращивать заростки также и на влажном песке или на агар-агаре в чашках Петри.

Беря материал из горшков через некоторые промежутки времени, можно наблюдать постепенные фазы развития заростка.

¹ Проведение этой работы следует поручить членам ботанического кружка.

Как отмечалось, первоначально проросток имеет вид нити, клетки которой содержат хлоропласты. От проростка вниз отходит бесцветный ризоид, растущий в почву.

Верхушечная клетка нити делится двумя косо стоящими перегородками на три клетки. Средняя из них продолжает делиться продольно, вследствие чего образуется пластинка клиновидной формы. Теперь уже делится не одна верхушечная клетка, а несколько, они отделяют новые клетки вправо и влево от середины. В конечном счете заросток приобретает форму сердцевидной пластинки с углублением наверху (рис. 51), в котором находятся инициальные (делящиеся) клетки. От узкой нижней стороны пластинки отходят ризоиды, прикрепляющие её к почве. Все клетки пластинки паренхимные, более или менее одинаковые, содержат хлоропласты.

Половые органы образуются с нижней стороны пластинки: в её верхней части — архегонии, а в нижней антеридии.

Антеридий слагается одним рядом довольно крупных паренхимных клеток; в центре его имеется полость, заполненная шестигральными сперматогенными клетками, из каждой в дальнейшем образуется сперматозоид.

Сперматозоиды также можно наблюдать под микроскопом. Для этого заростки с антеридиями надо немного подсушить, например, уменьшив поливку, а затем поместить заросток в каплю воды на предметное стекло. От этого антеридии лопаются, и сперматозоиды выходят в воду. С помощью многочисленных жгутиков они быстро плавают в воде. Остановить их можно, добавив под покровное стекло каплю раствора формалина или спирта. Под большим увеличением видно, что сперматозоид представляет собой штопорообразную клетку, на его переднем конце имеется пучок жгутиков.

Архегоний имеет колбовидную форму, образован также одним слоем клеток. В брюшной части архегония лежит одна крупная яйцеклетка.

Таково в общих чертах строение заростка мужского папоротника.

КЛАСС КЛИНОЛИСТЫ (SPHENOPSIDA)

К типу папоротникообразных относится также класс клинолистов (*Sphenopsida*), представителями которых в нашей флоре являются хвощи (*Equisetales*).

Порядок хвощевые (*Equisetales*)

Как и остальные, рассмотренные нами выше папоротникообразные, хвощи — растения сырых мест. В своём развитии они связаны с водной средой.

Побег хвощей внешним и внутренним строением в значительной степени отличается от вегетативных органов плаунов и папорот-

ников, но способ размножения, с образованием антеридиев и архегониев, и цикл развития, с чередованием бесполого и полового поколения, остаются теми же.

В нашей флоре встречается несколько видов хвощей: хвощ полевой (*Equisetum arvense*), хвощ луговой (*E. pratense*), хвощ лесной

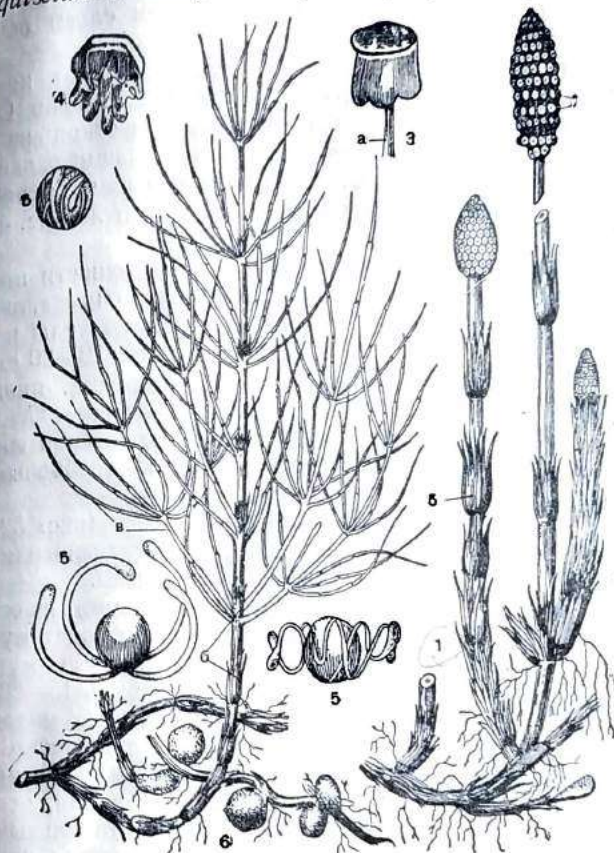


Рис. 52. Хвощ полевой (*Equisetum arvense*):

1 — споронный побег; 2 — мутовки спорофиллов; 3 и 4 — спорофиллы, а — их ножки; 5 — споры с элатерами скрученными и раскрученными; 6 — вегетативный побег; 7 — мутовки листьев, 8 — ветви 1-го и 2-го порядка.

(*E. silvaticum*), хвощ болотный (*E. palustre*), хвощ топяной (*E. limosum*), хвощ зимующий (*E. hiemale*).

Все перечисленные виды хвощей имеют сходное строение и могут в одинаковой степени служить объектом для изучения характерных черт всего класса.

Хвощ полевой (*Equisetum arvense*). В качестве примера рассмотрим хвощ полевой (рис. 52). Побеги этого вида хвоща появляю-

ся рано весной (в средней полосе СССР в конце апреля — первых числах мая) и, следовательно, могут быть изучены свежими.

Распространён полевой хвощ по всей средней полосе СССР, особенно на севере. Его можно встретить как на песчаных, так и на глинистых почвах, разрыхлённых обработкой: на паровых полях, по склонам со смывым поверхностным слоем почвы, по откосам дорог и канав и т. п.

Под землёй, иногда довольно глубоко, залегает корневище хвоща с ответвлениями, располагающееся горизонтально. От узлов отходят многочисленные корни. В отдельных участках на корневище образуются клубневидные выросты, содержащие запасные питательные вещества. Вверх от корневища поднимаются побеги. У полевого хвоща побеги двух типов — весенние и летние. Вначале рассмотрим весенние побеги.

Весной, сразу после стаяния снега, на поверхности почвы появляются прямые неветвящиеся побеги желтоватого цвета, лишённые хлорофилла. Стебли имеют хорошо выраженные узлы и междоузлия. Высота их 10—20 см. В узлах, в виде коронки, прикрепляются мутовки листьев. Основаниями листья сростаются и лишь наверху остаются свободными, образуя зубчики.

Каждый побег (рис. 52, 1) заканчивается спороносным колоском яйцевидной формы.

Колосок состоит из оси колоска, от которой отходят мутовчато спорофиллы; в одной мутовке в среднем может быть 15—20 спорофиллов (рис. 52, 2). У молодых колосков спорофиллы тесно смыкаются друг с другом, у более старых, вследствие подсыхания, между рядами мутовок и отдельными спорофиллами образуются щели.

Перейдём к микроскопическому изучению строения колоска и спорофиллов. Для этого приготовим

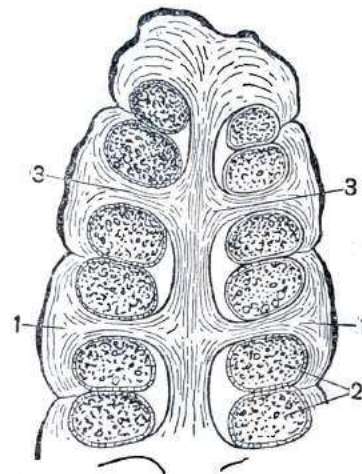


Рис. 53. Продольный разрез колоска хвоща:

1 — спорофиллы; 2 — спорангия и споры; 3 — сосудисто-волоконные пучки.

продольный срез колоска или воспользуемся готовым препаратом. Срезы лучше готовить не из свежих колосков, а из фиксированных предварительно крепким спиртом.

Заспиртованный колосок разрезается вдоль по оси, и с одной из половинок делается ряд продольных срезов. Лучшие из них рассматривают в капле воды под покровным стеклом (рис. 53).

На продольном разрезе колоска видно, что стенки оси образованы различной формы паренхиматическими клетками, ближе к

краю они довольно сильно вытянуты. В центре имеется полость, не заполненная тканью. От оси в правую и левую стороны отходят ножки спорофиллов, переходящие в пластинки. На пластинке по направлению к оси (по бокам ножки) расположено два спорангия (в разрезе). Видна тонкая оболочка спорангия и внутри — многочисленные споры.

Вдоль оси колоска проходят сосудисто-волоконные пучки, от которых отходят боковые ответвления в каждый спорофилл.

С помощью препаровальных иголок отделим от оси колоска несколько спорофиллов и рассмотрим их под лупой, положив на предметное стекло (рис. 52, 3, 4). Каждый спорофилл состоит из шестиугольной пластинки, от середины её отходит ножка, которая соединяет пластинку с осью колоска. По краям пластинки вокруг ножки расположены спорангии светложёлтого цвета.

Интересными приспособлениями для распространения обладают споры хвощей.

Собирать споры надо в конце лета (в июле) и фиксировать спиртом.

При рассмотрении под микроскопом видно, что спора представляет собой довольно крупную округлую зелёную клетку (рис. 52, 5). От верхнего слоя оболочки отходят две или четыре спирально скрученные и расширенные на концах нити — элатеры.

Элатеры обладают гигроскопичностью. Если рассматриваемый материал был фиксирован спиртом, то по мере подсыхания его на предметном стекле (без покровного) элатеры начнут раскручиваться и вытягиваться. В воде или в сыром воздухе элатеры скручиваются. Обычно с помощью элатер масса спор сцепляется вместе и в таком виде выпадает на землю. Прорастая, споры образуют раздельнопольные заростки — антеридиальные (мужские) и архегониальные (женские). Благодаря тому, что споры выпадают кучкой, раздельнопольные заростки всегда вырастают по соседству друг с другом, чем облегчается процесс оплодотворения.

Теперь рассмотрим строение вегетативных летних побегов хвоща полевого, которые вырастают из тех же корневищ, но после того, как спороносные колоски погибнут. Вегетативные побеги полевого хвоща чаще всего имеют прямой стебель с отходящими от него веточками первого порядка. В поймах рек на песках можно встретить стелющуюся форму этого вида; нередко встречаются экземпляры с веточками второго порядка (рис. 52, 6).

Вегетативный побег, как и спороносный, имеет членистый стебель, состоящий из хорошо выраженных узлов и междоузлий; в узлах расположены мутовки листьев, сросшихся основаниями. Боковые ветки первого и второго порядков, несколько уплощённые, повторяют строение главного стебля. Всё растение зелёное, содержит в клетках паренхимы стеблей и листьев хлорофилл. Понятно, что функцию фотосинтеза у хвоща выполняют, главным образом, его боковые веточки и стебель. Листья же, будучи недоразвитыми, имеют второстепенное значение.

Несмотря на то, что представители рассмотренных классов папоротникообразных довольно различны в своём строении, они обладают, несомненно, рядом общих характерных черт, которые объединяют, с одной стороны, рассмотренные классы между собой, а с другой стороны, указывают на связь их с нижестоящими и вышестоящими типами растений.

1. Характерной чертой папоротникообразных, отличающей их от систематически нижестоящих групп растений, в частности, мохообразных, является наличие у папоротникообразных хорошо развитых вегетативных органов, в частности, корней. Эта черта особенно выражена у класса собственно папоротников.

2. Среди папоротникообразных впервые встречаются растения, обладающие сложными сосудистыми пучками, в которых хорошо развиты сосуды — трахеи.

3. Папоротникообразные — первые наземные растения, достигшие крупных размеров и имеющие древесные формы.

4. Отмеченные черты указывают на то, что папоротникообразные в филогенезе растительного мира представляют собой группу, сделавшую значительный шаг вперёд по пути дальнейшего развития и приспособления к жизни в условиях суши. Однако ряд черт в их строении и индивидуальном развитии роднит их с нижестоящими группами, и в частности, с мхами.

5. У всех папоротникообразных мы наблюдаем чередование и смену поколений полового и бесполого (гаметофита и спорофита). В отличие от мохообразных, у папоротникообразных спорофит всегда крупнее и более мощно развит в сравнении с гаметофитом. Гаметофит (заросток) значительно мельче спорофита; у некоторых представителей, например у плаунов, он ведёт сапрофитический образ жизни.

6. Наблюдается разноспоровость (селягинелла) или разнополость заростков (хвощи).

7. Папоротникообразные — растения сырых мест, и для осуществления процесса оплодотворения им требуется водная среда. В этом проявляется история развития папоротникообразных — связь их предков с водной средой. Сперматозонды папоротников передвигаются к яйцеклеткам с помощью пучка жгутиков.

8. На заростках папоротникообразных развиваются половые органы — архегонии и антеридии, следовательно, папоротникообразные так же, как мохообразные и голосеменные (см. ниже), — архегониальные¹ растения. Архегонии папоротникообразных устроены проще, нежели у мохообразных, но сложнее, чем у голосеменных.

9. В настоящее время папоротникообразные не играют большой роли в природе, но во флоре каменноугольного периода они являлись доминирующими растениями.

¹ До палеоботанических открытий многочисленных ископаемых папоротникообразных мохообразные, папоротникообразные и голосеменные объединялись в тип архегониальные.

Важной чертой голосеменных является значительная редукция их гаметофитов (заростков). Микроспоры, называемые здесь пыльниками, и мегаспоры, называемые за р о д ы ш е в ы м и м е ш к а м и, не покидают материнского растения.

Микроспоры прорастают внутри микроспорангиев, которые сидят на микроспорофиллах, называемых тыч и н к а м и. Из проросшей микроспоры вырастает м у ж с к о й бесцветный заросток. Мегаспора прорастает внутри мегаспорангия, который называется с е м я п о ч к о й, и из неё вырастает ж е н с к и й заросток.

Из зиготы, получившейся в результате полового процесса, развивается з а р о д ы ш. Женский заросток содержит в клетках запас питательных веществ, его называют э н д о с п е р м о м. Зародыш и эндосперм, защищённые снаружи оболочками, представ-

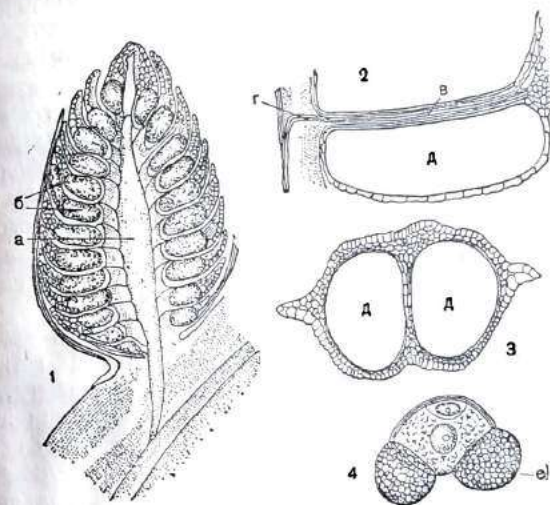


Рис. 54. Мужская шишка сосны (*Pinus silvestris*):

1 — продольный разрез: а — стержень шишки, б — микроспорофиллы; 2 — микроспорофилл в продольном разрезе: а — пластинка микроспорофилла, г — ответвление сосудистого луча, д — спорангий; 3 — тангентальный разрез микроспорофилла с двумя спорангиями (d-d); 4 — пыльник, e — воздушные пузырьки.

ляют семя. Семена отделяются от материнского растения и, попав в благоприятные условия внешней среды, прорастают. Вначале проросток питается веществами эндосперма. В дальнейшем молодое растение, развив вегетативные органы, начинает самостоятельное существование.

Не менее важной чертой голосеменных является то, что их семена не находятся в плоде (как у покрытосеменных — см. ниже),

т. е. не заключены в плодую оболочку, а сидят открыто, егосе на семенных чешуях (мегаспорофиллах).

Голосеменные являются дальнейшим, высшим этапом развития архегониальных. Такие их особенности, как прорастание спор в спорангиях, редукция гаметофита и утрата им самостоятельности, половой процесс без участия воды, зависимость зародышности развития от материнского растения (образование семени), — являются приспособлениями к жизни в воздушной среде.

Во флоре СССР представителями голосеменных будут хвойные — сосна, ель, пихта, можжевельник и др. Хвойные обладают всеми типичными признаками голосеменных.

Хвойные имеют большое значение в природе и в хозяйстве человека. Наиболее важными из них являются ель, сосна, пихта, лиственница. Представители этих родов хвойных образуют в северном полушарии обширные леса. Последние оказывают большое влияние не только непосредственно на климат территории, занятой лесными массивами, но и на прилегающие к ним области. Влияя на климат, хвойные леса оказывают значительное воздействие на жизнь живых существ — растений, животных и человека.

Древесина хвойных широко используется в промышленности в качестве сырья для изготовления бумаги и в качестве строительного материала для изготовления мебели. Из хвойных добываются смолы, бальзамы, дубильные и другие вещества. Наибольшее значение из хвойных имеет порядок еловые. К этому порядку принадлежит до 3, всех родов и видов хвойных, а в пределах этого порядка наиболее обширным и важным является род сосна (*Pinus*). У нас наиболее широко распространены два вида сосны — сосна лесная и сосна кедровая.

Сосна лесная (*Pinus silvestris*). Одно из обычных хвойных деревьев. Материалом для занятий служат 3—5-летние ветки сосны, укороченные веточки с хвоей, молодые удлиненные побеги, мужские соцветия, собранные весной перед цветением, женские шишки первого и второго года, пыльца. Собранный материал фиксируется спиртом, отдельные ветки в период цветения засушиваются и монтируются в виде гербария; пыльца в сухом виде сохраняется в пробирке.

Начнём изучение сосны с её генеративных органов.

Мужские и женские спорофиллы со спорангиями у сосны находятся на одних и тех же растениях, но собраны в разные шишки. Молодые шишки появляются весной, обычно в мае — июне.

Мужские шишки сосны. Мужские шишки, в свою очередь, собраны во вторичное колосовидное соцветие (рис. 54). Шишки располагаются спирально на главной оси колоса. Ось является непосредственным продолжением ветки. Молодые мужские шишечки имеют зеленовато-жёлтый цвет и овальнозастрённую форму. Они состоят из плотно прилегающих друг к другу микроспорофиллов, располагающихся по спирали вокруг стерженька шишки.

Препаровальными иглами раздвинем микроспорофиллы и отделим несколько штук от стерженька.

Пользуясь лупой, рассмотрим внешний вид микроспорофилла и зарисуем его строение. От основания к верхушке спорофилл расширяется и заканчивается остриём зеленоватого цвета, загнутым вверх. С нижней стороны микроспорофилла (рис. 55, 1) находятся два микроспорангия жёлтого цвета, которые выступают по сторонам средней жилки; разорвав спорангии иголкой, обнаружим большое количество мелкой пыльцы, высыпавшейся из повреждённого спорангия.

Зажмём шишку в бузину и сделаем продольный срез, проходящий через середину стерженька шишки (рис. 54, 1). Рассматривая разрезанную шишку под лупой, отыщем микроспорофиллы, разрезанные вдоль и не повреждённые срезом. Поместим такой микроспорофилл в каплю воды под покровное стекло и рассмотрим под малым увеличением.

Пластинка микроспорофилла тонка и состоит из прозрачных паренхимных клеток; из оси шишки в неё входит ответвление проводящего пучка. Верхушка микроспорофилла загнута вверх, от чего весь спорофилл приобретает на разрезе вид блюдца (рис. 54, 2). Нижняя сторона спорофилла занята сильно выступающим спорангием. Стенка спорангия однослойная.

Проведём тангентальный разрез через шишку, при этом микроспорофиллы со спорангиями окажутся разрезанными поперёк. Рассматривая один из таких поперечных срезов микроспорофилла под малым увеличением микроскопа, мы увидим, что микроспорофилл действительно несёт на нижней стороне два спорангия (рис. 54, 3). Несколько мелких клеток в центре микроспорофилла являются проводящими клетками сосудистого пучка. Сделаем зарисовки микроспорангиев.

Пыльца (микроспора) хвойных устроена своеобразно. Под большим увеличением микроскопа можно рассмотреть её строение. Пылинка имеет две оболочки: внешнюю толстую — экзину и внутреннюю тонкую — интину. Экзина с двух сторон образует сетчатые выросты в виде пузырей (рис. 54, 4). Хвойные опыляются с помощью ветра, и пузыри по бокам пылинки, наполненные воздухом, облегчают её полёт и перенос на женские шишки.

Прорастание микроспоры, как было отмечено выше, начинается ещё в микроспорангии (в пыльцевых гнёздах тычинки). При этом сбоку, около оболочки, образуется 1—3 мелких клетки. Это — клетки заростка, к ним примыкает одна значительно более крупная клетка — антеридиальная. Клетки заростка обычно скоро разрушаются, и в пылинке остаются основная вегетативная клетка и антеридиальная клетка.

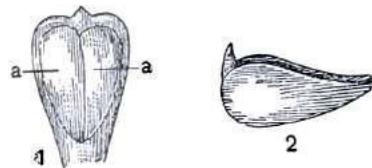


Рис. 55. Микроспорофиллы сосны:
1 — снизу, 2 — сбоку; а — микроспорангии.

в спорогле
клетки
всего
узел
гор
антеро
гло
сперм

На этом развитие приостанавливается до момента опыления. Созревшие пылинки открываются продольными трещинами, пыльца высыпается первоначально на нижележащий микроспорофилл, а затем сдувается с него ветром. По окончании цветения мужские соцветия засыхают и осыпаются. Верхушка ветки, на которой было мужское соцветие, продолжает рост. (Рост ветки начинается одновременно с образованием мужских шишек, но протекает сначала довольно медленно.)

Женские шишки сосны. Женские (плодушие) шишки сосны образуются позже мужских, в средней полосе СССР в июне — июле, на концах удлиненных побегов по несколько штук. Молодые шишечки красного цвета, позднее они становятся зелёными.

Отделим, с помощью препаровальных игл и скальпеля, несколько мегаспорофиллов, или чешуек. Плодушие чешуйки женских

шишек толстые и крупные, они прикрепляются к центральной оси и располагаются на ней спирально. На верхней стороне чешуйки, у её основания, находятся два мегаспорангия (семяпочки) в виде белых продолговатых зёрнышек. В каждом мегаспорангии находится одна мегаспора (зародышевый мешок). Плодущая чешуйка сидит в пазухе тонкой кроющей чешуи. Зарисовав внешнее строение женской шишки (схематично) и отдельной плодущей чешуи с семяпочками, перейдём к изучению строения семяпочки (рис. 56).

Получить хороший продольный срез, сделанный бритвой, очень трудно — необходимо пользоваться постоянными фиксированными препаратами, изготовленными с помощью микротомы.

Как уже отмечалось, прорастание мегаспоры совершается так же, как и микроспоры, на материнском растении. Проросшая мегаспора образует

многоклеточный бесцветный заросток, называемый эндоспермом. Клетки его тонкостенные, с крупным ядром. На вершине эндосперма (заростка) образуются два архегония (или один). Каждый из них состоит из крупной яйцеклетки с крупным же ядром, меньшей брюшной канальцевой клетки, которая вскоре разрушается, и маленькой шейковой клетки. Клетки стенки архегония примыкают непосредственно к клеткам эндосперма, но отличаются от них формой и размером ядер. Снаружи эндосперм окружён клет-

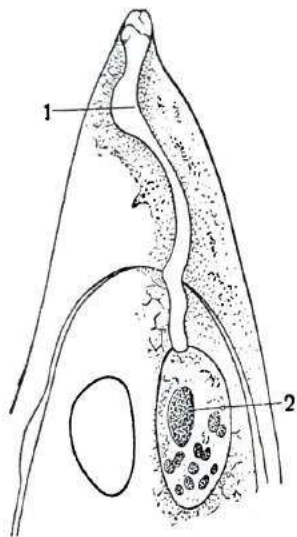


Рис. 56. Продольный разрез семяпочки сосны: 1 — пыльцевая трубка, 2 — яйцеклетка.

ками нуцеллуса, а поверх него покровом — интегументом. В нижней части нуцеллус и интегумент срастаются. На верхушке со стороны архегониев края интегумента не сходятся, оставляя небольшую щель, ведущую внутрь семяпочки. Это так называемый пыльцевход, или микропиле. Сюда, на вершину нуцеллуса попадает разносимая ветром созревшая пыльца. Зарисуем строение семяпочки и поставим соответствующие обозначения у отмеченных её частей.

Вегетативная клетка пылинки, попавшей на семяпочку, прорастает, т. е. образует ростовую пыльцевую трубочку (рис. 56, 1). Пыльцевая трубочка растёт по направлению к архегониям, в конце её находится продвигающееся вперёд вегетативное ядро пылинки, а затем двигаются две генеративных клетки, образовавшиеся в результате деления антеридиальной черта хвойных). Подойдя к архегонию, пыльцевая трубочка лопаётся, и одна из генеративных клеток сливается с яйцеклеткой. Другая генеративная клетка и вегетативное ядро разрушаются.

Из зиготы развивается зародыш, который располагается в центре эндосперма (заростка). Развитие его заканчивается образованием семени.

Рассмотрим зрелую шишку сосны с семенами.

В центре шишки проходит её ось, на которой спирально расположены толстые, тупые на концах плодушие чешуи. На верхней стороне каждой чешуи находятся по два семени. Семя снабжено тонким, прозрачным крылышком. Раскрывание зрелых шишек происходит зимой. Семени, кружась, падают на снежный наст и, подхваченные ветром, далеко разносятся по его гладкой поверхности.

Для знакомства со строением семени лучше брать семени кедровой сосны — кедровые орешки (рис. 57).

Строение семени сосны. Снаружи семя покрыто твёрдой кожурой, она образовалась из покрова семяпочки — интегумента. Расколом осторожно кожуру, под ней находится тонкая прозрачная, желтоватая плёнка — это остаток нуцеллуса. Сняв плёнку, обнаружим эндосперм (заросток), который содержит запасные питательные вещества, главным образом масло.

Разрежем эндосперм скальпелем вдоль, но не через середину, а несколько отступя от неё, чтобы не повредить зародыш. На продольном разрезе видно, что зародыш лежит в середине эндосперма и обращён корешком к узкому концу семени. Препаровальными иглами извлечём зародыш и положим его на предметное стекло. Слегка нажмём иглами на верхний конец зародыша, при этом листочки зародыша — семядоли — несколько разойдутся. Сосчитаем их. Про-

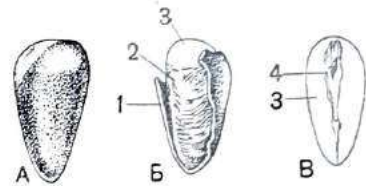


Рис. 57. Семя кедровой сосны:

А — общий вид, Б — часть кожуры (1) удалена, 2 — остаток нуцеллуса, 3 — эндосперм; В — продольный разрез, 4 — зародыш.

тивоположный конец зародыша является его корешком. Зародыш семя со вскрытыми покровами и отдельно в разрезе с зародышем.

Изучим особенности строения вегетативных органов сосны. Сосна — прямоствольное дерево. Прямоствольность особенно выражена у деревьев, выросших в лесу, не на открытом месте. Рост побегов ежегодно происходит из верхушечной почки, поэтому должен рост побега предыдущего года (моноподиальный рост).

Растущие побеги носят название у д л и н ё н н ы х, на них развиваются у к о р о ч е н н ы е побеги, на которых располагаются игольчатые листья (хвоя); у сосны лесной — по две хвоинки, у сосны кедровой — по пяти. Хвоя расположена тесно, как бы пучками, на самом деле расположение её спиральное. Между двумя пучками лесной сосны при помощи лупы можно обнаружить конус нарастания побега в виде небольшого светлого бугорка. Однако дальнейшего роста из конуса нарастания укороченных побегов не происходит.

Укороченные побеги сидят в пазухах плёнчатых, суховатых, сильно редуцированных листочков, которые имеют коричневатый цвет и вскоре опадают.

Многолетние ветки и ствол сосны покрыты толстой корой. Наружные слои старой пробковой ткани слущиваются в виде тонких пластинок.

Рассмотрим строение стебля сосны.

Анатомическое строение стебля сосны. Для изучения анатомического строения стебля сосны воспользуемся готовым препаратом поперечного разреза ветки сосны¹.

Под малым увеличением микроскопа хорошо видны границы основных участков ветки: 1) кора, 2) камбий, 3) древесина, 4) сердцевина (рис. 58). Наружный слой коры буроватого цвета образован пробкой. Под ней расположена коровая паренхима, в которой видны крупные овальные смоляные ходы. Глубже за коровой паренхимой располагается сплошным кольцом луб, в нём видны полоски более тёмных клеток, содержащих крахмал и кристаллы. Склеренхимных волокон механической ткани луб сосны не содержит. Радиально луб пересекается многочисленными сердцевинными лучами.

Камбий отграничен от луба не резко, но хорошо отличается от древесины, особенно осенью.

Древесина состоит из довольно однородных прозрачных клеток проводящей ткани — т р а х е и д. Хорошо выражены годовичные слои, так как осенняя древесина резко отличается от весенней. В древесине по радиусам проходят паренхимные сердцевинные лучи и перерезанные поперёк округлые смоляные ходы.

Серцевина имеет вид круга с неровными краями, она образована паренхимными клетками, живыми в молодой ветке.

Под большим увеличением можно рассмотреть некоторые детали, не замеченные под малым увеличением.

Прежде всего между пробкой и коровой паренхимой можно заметить феллоген (пробковый камбий). Пробка слагается двумя видами клеток: одни из них — толстостенные, тёмные, другие — тонкостенные, прозрачные; по границе этих двух слоёв проходит разрыв ткани и отслоение вышеописанных характерных пластинок коры на стволе дерева.

Смоляные ходы образованы стенками живых клеток, которые выпячиваются в смоляной ход и выделяют из него смолу (эпителиальный слой клеток). В клетках паренхимы заметны мелкие

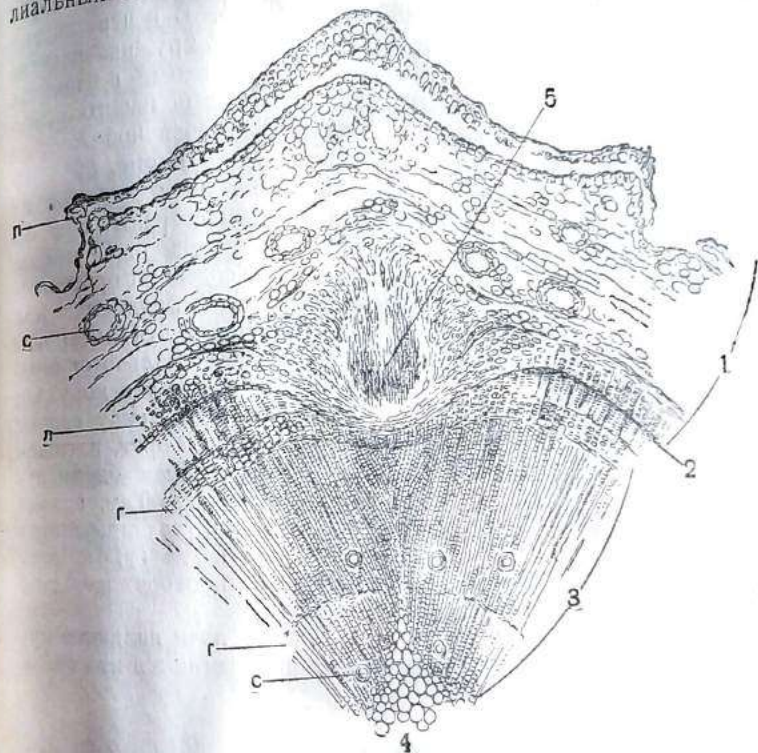


Рис. 58. Поперечный разрез ветки сосны.

1 — кора; 2 — камбий; 3 — древесина; 4 — сердцевина; п — пробка; с — смоляные ходы; а — луб; 2 — годовичные кольца; 5 — выход боковой ветки.

зёрнышки крахмала и столь же мелкие кристаллики соли шавелевокислого кальция.

В лубе хорошо заметны участки ситовидных трубок и пересекающие их радиально сердцевинные лучи, а также поперечные ряды клеток с крахмалом и кристаллами.

В древесине видны более мелкие округлые смоляные ходы, выстланные изнутри клетками эпителия. В молодой древесине последнего к камбию слоя можно видеть возникающие смоляные ходы, состоящие из четырёх клеточек.

¹ Из серии «Ботаника».

Радиальный срез древесины сосны. На радиальном срезе, проведенном через ветку сосны, хорошо видно строение древесины.

Древесина образована однородными клетками — трахеидами. Трахеиды отсутствуют. Трахеиды — прозенхимные клетки с прямыми продольными стенками — имеют заостренные концы с прямыми продольными стенками — имеют заостренные концы, которыми один ряд трахеид вклинивается между клетками следующего ряда. Трахеиды — мертвые клетки, не содержат протоплазмы. В оболочке клетки, в продольном направлении, расположен ряд окаймленных пор. В центре поры в виде небольшого кружка заметны отверстия — оно ведет в полость трахеиды. Граница большого кружка соответствует первичной оболочке клетки внутри поры (рис. 59).

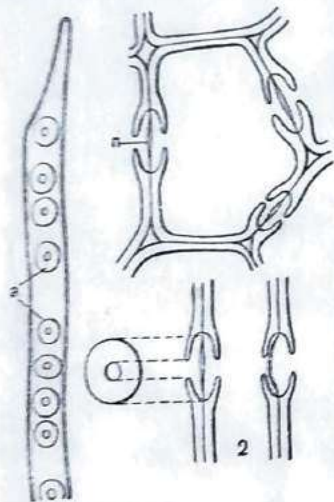


Рис. 59. Трахеида сосны:

1 — общий вид, а — поры; 2 — проекция поры, б — первичная оболочка трахеиды.

Сердцевинные лучи видны с широкой боковой стороны. Они состоят из 3—6 рядов паренхимных клеток, которые содержат протоплазму, ядро и зёрна крахмала. Как видно, сердцевинный луч имеет вид полоски, идущей радиально от сердцевины через древесину в кору. Он не пересекает всю древесину сверху донизу по стволу, наоборот, площадь древесины, пересекаемая одним лучом, весьма ограничена. Там, где нет сердцевинного луча, трахеиды плотно примыкают друг к другу, и вода беспрепятственно проходит из одной клетки в другую.

Сердцевинные лучи являются путем, по которому пластические вещества передвигаются из коры в древесину и сердцевину¹.

ВЫВОДЫ

Изучение голосеменных, проведенное нами на примере сосны лесной, убеждает нас прежде всего в правильности определений, сделанных вначале, при описании общих характерных черт голосеменных.

1. В филогенезе растительного мира голосеменные представляют дальнейший и высший этап развития архегониальных растений.

2. В цикле индивидуального развития голосеменных наблюдается

¹ Желание подробнее изучить представителей голосеменных могут возникнуть со строением можжевельника, описание которого см. в руководстве В. Л. Комарова, Типы растений, АН СССР, 1934.

типичная для архегониальных смена поколений — полового и бесполого.

3. Половое поколение — гаметофит — представлено чрезвычайно редуцированными заростками: мужскими — антеридиальными и женскими — архегониальными, утратившими полностью свою самостоятельность (отсутствие хлорофилла и питание соками, доставляемыми материнским растением — спорофитом).

4. Бесполое поколение — спорофит — представляет мощно развитые растения, во всех своих органах проявляющие сложность строения и приспособленность к жизни в изменчивых условиях воздушной среды.

5. У хвойных приспособленность к жизни в воздушной среде при недостаточном притоке воды выражена особенно резко. Это находит отражение прежде всего в микрофиллии, т. е. листья хвойных имеют сильно уменьшенную листовую пластинку в виде хвоя или в виде чешуек, испаряющую в зимнее время очень мало воды. Далее, смолистые вещества, вырабатываемые хвойными, также служат препятствием к испарению; зимой, когда приток воды прекращается, смолы закупоривают устьица, чечевички, поры. У хвойных хорошо развиты проводящие ткани, обеспечивающие быстрое передвижение воды и растворов органических веществ. Однако древесина голосеменных образована трахеидами, а не трахеями, как у покрытосеменных. Трахеиды являются более совершенными и приспособленными клетками для проведения воды.

Наконец, микроспоры голосеменных разносятся ветром и прорастают не в воде, как у предыдущих групп архегониальных, а в воздушной среде.

Мужские гаметы лишены жгутиков и доставляются к яйцеклеткам не водой, а специальными пыльцевыми трубочками, в связи с этим их называют не сперматозоидами, а спермиями.

6. Несмотря на ряд отмеченных характерных черт и особенностей голосеменных, последние не отделены от архегониальных резкой чертой. Наоборот, изучение прорастания спор указывает на тесную связь голосеменных с другими архегониальными.

Голосеменные — разноспоровые растения (вспомним разноспоровость селлагинелл). Микроспоры в микроспорангиях образуются в большом количестве. В мегаспорангии находится всего одна мегаспора. Далее, из микроспор развиваются мужские заростки, а из мегаспор — женские заростки (вспомним хвоши).

7. Семя надо рассматривать как образование качественно новое, однако подготовленное филогенезом предшествующих голосеменным групп архегониальных.

Как мы видели, все части семени, кроме нуцеллуса, могут быть гомологизированы с соответствующими образованиями, имевшимися у папоротников (мегаспорангий — семяпочка; оболочка мегаспорангия — наружный покров семени; мегаспора — зародышевый мешок, заросток — эндосперм). Но у голосеменных они имеют иное строение и функции.

ТИП ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ, ИЛИ ЦВЕТКОВЫЕ (ANGIOSPERMAE)

Покрытосеменные растения характеризуются рядом чётко выраженных признаков и прежде всего тем, что их семена скрыты внутри замкнутых со всех сторон плодов (плодооколопочек). Плодовые оболочки и заключённые в них семена (или одно семя) называются плодом. Кроме этого основного признака, все покрытосеменные характеризуются наличием тычинок и плодника (пестика). В большинстве цветков имеется, кроме того, околоцветник. Морфологическое и анатомическое строение вегетативных органов покрытосеменных также имеет ряд важных и своеобразных черт; их строение изучалось в разделе общей ботаники.

Защищённость семян плодами и ряд других признаков делает покрытосеменные наиболее высокоорганизованными растениями, приспособленными к жизни в воздушной среде при её современных условиях; они завершают собой на данном этапе филогенетическое развитие растительного мира.

Для человека и его хозяйственной деятельности покрытосеменные имеют исключительно важное значение. Преобладающее большинство пищевых растений, кормовые, овощные, технические, лекарственные растения относятся к покрытосеменным.

Знание важнейших представителей отмеченных хозяйственных групп растений, их свойств, принадлежности к той или иной систематической единице является необходимым для учителя-биолога. Эти знания получают на экскурсиях, где студент видит растения в соответствующем природном окружении, и путём определения собранного гербария.

Определить растение — это значит найти его место в филогенетической системе растительного мира.

Для определения растений пользуются определителями. Определители обычно составляются для какой-либо определённой географической или административной территории, например, определитель флоры Московской области, средней полосы СССР, Кавказа и т. п.

Определитель построен по принципу тезы и антитезы, т. е. включения и исключения, например: растения со стеблями и листьями, окрашенными в зелёный цвет (теза), — или растения, не имеющие зелёной окраски (антитеза). Определяющий должен выбрать либо включение, либо исключение, в зависимости от того, к которому из них подходят признаки определяемого растения.

Определитель составлен по нисходящим ступеням, т. е. от общих признаков к частным. Например, на первых ступенях становится ясным, относится ли определяемое растение к споровым или к семенным растениям, к голосеменным или к покрытосеменным, далее (если это покрытосеменное растение), по признакам строе-

ния цветка устанавливается семейство; найдя семейство, главным образом, по признакам строения цветка и плода, отыскивается род; и, наконец, в пределах данного рода, на основании деталей строения цветка и плода, а также вегетативных органов (листья, стебли и корни), находит вид растения.

Как видно, распознавание и определение растений базируется в первую очередь на морфологических признаках. В отдельных случаях приходится прибегать к признакам анатомического строения и привлекать и учитывать экологию, например, растения болот или растения прибрежные, и т. п.

Из сказанного ясно, что определяющий должен хорошо разбираться в морфологических особенностях органов растений.

Для получения соответствующих навыков рекомендуется не браться сразу за определитель, а вначале подробно рассмотреть определяемое растение и составить его описание.

Описание лучше вести по определённому плану (см. план описания растения, стр. 104). Такая система в работе по определению выработывает наблюдательность, умение подмечать детали и характерные признаки, способствует запоминанию их.

Ниже, в помощь начинающему работать с определителем, приводятся некоторые особенности представителей важнейших семейств цветковых растений. При изучении внутреннего строения цветка — тычинок, плодника, а также при изучении мелких цветков (например крестоцветных, зонтичных) необходимо пользоваться лупой ($\times 10$).

Для исследования всегда надо брать молодые, нераспустившиеся цветки. У многих растений (например, зонтичные) тычинки очень быстро опадают и при подсчёте их можно легко ошибиться.

Части цветка в большинстве случаев бывают прикреплены к верхушке цветоножки (к цветоложу). Не следует рвать цветок препаровальными иглами, надо освободить все части цветка. Для этого положите цветок на препаровальное стекло и, придерживая его иголкой, сделайте скальпелем разрез немного отступя от цветоножки, отрезанную цветоножку отодвиньте, а цветок разверните иглами (рис. 61). Если цветки фиксированы спиртом или формалином, то расправлять цветок надо в капле воды, чтобы избежать слипания его частей.

Начинающему определению знаков следует воспользоваться при описании растений особым планом (см. стр. 141).

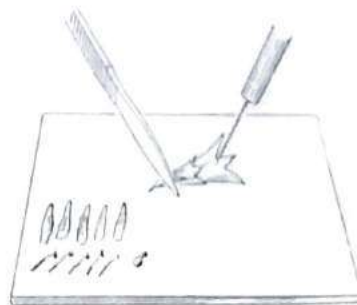


Рис. 60. Препарирование цветка.

Вегетативные органы

Корень

1. По форме — нитевидный, бичевидный, стержневой, утолщённый, корневые шишки.
2. По происхождению — главный, боковой, придаточный.

Стебель

А. Подземный: корневище, клубень, луковица.

Б. Надземный:

1. По долговечности — однолетний, травянистый, многолетний, деревянистый.
2. По ветвлению — неветвистый, ветвистый на верхушке, ветвистый от основания, цветочная стрелка.
3. По форме поперечного сечения — округлый, бороздчатый, гранистый (трёх-, четырёх-, пятигранный); полый внутри или плотный.
4. По устройству поверхности — голый, опушённый (волоски жёсткие или мягкие, прижатые к стеблю или оттопыренные, редкие или густые).
5. По расположению в пространстве — прямой, приподнимающийся, выющийся, цепляющийся, лежащий, ползучий.

Лист

1. По степени сложности — лист простой или сложный, в последнем случае пальчатосложный, тройчатый, парноперистый, непарноперистый, заканчивается усиком, остриём.

2. Расчленение листовой пластинки:

а) нерасчленённая;

Генеративные органы

Цветок

1. По расположению на стебле — одиночные, по 2—3 в пазухах листьев, собраны в соцветие: кисть, серёжка, простой колос, сложный колос, метёлка, простой зонтик, сложный зонтик, головка, корзинка, завиток, извилина.

2. По прикреплению — сидячий или на цветоножке.

3. По строению цветоложа — цветоложе плоское, выпуклое, коническое, вогнутое; его поверхность голая, волосистая, ямчатая, покрыта плёнками, прицветниками.

4. Околоцветник: а) простой — лепестковидный или чашечковидный; б) двойной — имеется чашечка и венчик.

5. Чашечка — свободнолистная, сростнолистная; число чашелистиков или долей, зубцов, их форма, цвет.

6. Венчик — свободноплепестный или сростноплепестный; число лепестков или долей, зубцов, их форма, цвет, место прикрепления (прикрепляются к цветоложу, к верхушке завязи, к чашелистикам).

7. Пол цветка — обоеполый, раздельнополый, бесполоый, растение двудомное.

8. Цветок правильный или не правильный.

9. Андроцей: количество тычинок, свободные или сросшиеся, степень срастания, место прикрепления.

Вегетативные органы

- б) лопастная (пальчатолопастная или перистолопастная);
- в) раздельная (пальчатораздельная или перистораздельная);
- г) рассечённая (пальчаторассечённая, перисторассечённая, дважды-трижды перисторассечённая, прерывчатоперистая).

3. Форма листовой пластинки (а для сложных листьев — её дольки): игольчатая, линейная, ланцетная, эллиптическая, овальная, округлая, яйцевидная, сердцевидная, почковидная, копьевидная, ромбическая, лировидная.

4. Края листовой пластинки — цельные, волнистые, городчатые, зубчатые, колючезубчатые, пильчатые.

5. Жилкование пластинки — перистое, пальчатое, параллельное, дуговое.

6. Поверхность листовой пластинки — голая, покрыта волосками (волоски жёсткие или мягкие, прижатые или отстоящие, редкие или густые, простые или сложные, звёздчатые).

7. Расположение листьев на стебле — очередное, супротивное, мутовчатое, листья прикорневые.

8. Способ прикрепления листьев к стеблю (сидячие, черешковые).

9. Видоизменения листа: колючки, усики.

10. Наличие или отсутствие прилистников и их форма.

Генеративные органы

10. Гинецей: количество плодников, количество столбиков и рылец на одном плоднике; завязь верхняя или нижняя, цельная или лопастная, её поверхность — голая или опушённая.

Плод

1. Плод простой:

а) сухой односеменной — зерновка, семянка, орех, орешек, жолудь;

б) сухой многосеменной — боб, стручок, стручочек, листовка, коробочка (её разновидности);

в) сочный односеменной — костянка;

г) сочный многосеменной — ягода.

2. Плод сложный: сложная костянка, сложная листовка, двукрылатка, двусемянка.

3. Плод ложный — ложная ягода.

4. Поверхность плода — голая или покрыта волосками, колючками, шипами, прицепками, другими приспособлениями для распространения плодов.

Для изучения цветковых нужны засушенные растения, как для демонстрации на занятиях, так и для определения. С этой целью могут быть использованы отчасти растения, собранные студентами во время летних экскурсий, но главным образом — материал, заго-

Растение, намеченное к сбору, следует искать и брать в естественной для него природной обстановке, например, растения луговые — на дугу, а не в лесу или на его опушке, где луговые растения часто встречаются, но обычно бывают слабые, сильно вытянутые в длину.

Найденное растение подкапывается специальной копалкой кругом на некотором расстоянии от основания стебля и вынимается с комом земли. Вся приставшая земля отряхивается до полной очистки от нее корней. В тех случаях, когда окружающая корни земля слишком влажна или по другим причинам плотно пристала к корням, её следует отмыть по возможности здесь же на месте сбора в каком-либо водоёме, так как носить с собой в папке лишний груз, пачкающий бумагу и соседние растения, нецелесообразно. Отрывать такие комки земли ни в коем случае не следует, так как при этом неизбежно будут оборваны корни растения.

Очищенные от земли, а также от сухих листьев, веток, хвои, мха и других посторонних предметов, растения закладываются в папку между листами гербарной бумаги и слегка расправляются.

В тех случаях, когда собираемое растение имеет нежные, сильно рассечённые и быстро вянущие листья или цветки, следует здесь же, на месте сбора, окончательно расправить растение с тем, чтобы в лаборатории, не выкладывая его из листа бумаги, сразу заложить в пресс-сетку.

Крупные растения, не укладываемые в сетку и превышающие стандартный размер больше чем втрое, разрезаются на части; в сушку поступает корень с нижним участком стебля и одним или несколькими прикорневыми листьями и верхняя часть растения с цветками и несколькими стеблевыми листьями. Средняя часть стебля выбрасывается.

Когда же растение превышает стандартный размер незначительно, его стебель сгибается 2—3 раза (не более) с тем расчётом, чтобы каждая часть не превышала этого размера, в противном случае растение будет торчать из гербарного листа.

Для того чтобы такое растение сразу зафиксировать в приданном ему положении, на местах сгиба надеваются бумажные бандажики, не дающие возможности растению разгибаться и топорщиться.

Собирание водяных растений требует особой осторожности и тщательности, так как многие водяные растения обладают чрезвычайно нежной листвой, сразу склеивающейся на воздухе.

Выбранное растение выпутывается из общей массы растений (если растёт большими скоплениями), корни его отделяются от почвы при помощи особого крючка или крючковатой палки; затем под него подводится лист плотной бумаги, на котором оно и расправляется (в воде). С листом бумаги растение вынимается на воздух. Воде дают стечь, после чего его кладут в папку между несколькими листами фильтровальной бумаги.

товляемый работниками кафедры. К каждому загербаризированному виду должны отдельно быть собраны цветки и плоды.

Техника гербаризации очень несложна и изложена в целом ряде руководств¹.

Каким требованиям должно отвечать высушенное растение.

1. Растение должно быть собрано со всеми подземными органами, стеблями, листьями и цветками.

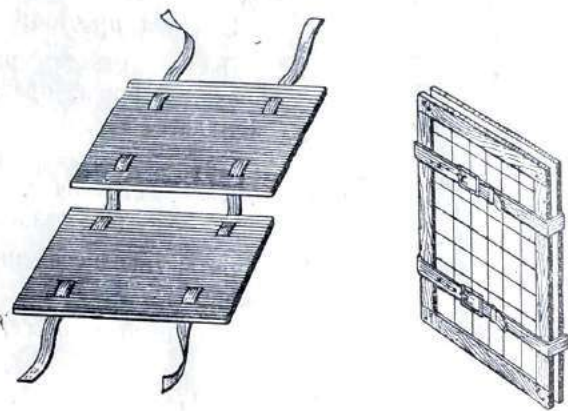


Рис. 61. Фанерная папка (слева) и пресс-сетка (справа), употребляемые при сборе и сушке растений.

2. Всё растение должно быть хорошо очищено от посторонних предметов — хвои, сухих листьев, пыли; с корней удаляется земля.

3. Растение должно сохранить естественную форму стеблей и листьев.

4. Растение должно быть тщательно расправлено, листья и цветки не должны налегать друг на друга.

5. Растение должно иметь свой естественный цвет.

6. Растения должны быть здоровые, т. е. не повреждённые грибами, насекомыми, животными и пр.

7. Собираемые для гербариев растения должны быть нормально развитыми. Следует избегать растений недоразвитых, угнетённых, а равно и чрезмерно разросшихся и пышных экземпляров.

8. Высушенное растение (гербарный экземпляр) не должно превышать установленного стандартного размера гербарного листа, т. е. 28 × 45 см, укладываясь на него с корнями и листьями.

¹ Например, М. П. Бедингауз, Засушивание растений с сохранением естественной окраски, Учпедгиз, 1951, и др.

От кустарниковых и древесных растений следует резать и брать цветущие ветки с типичными листьями.

Сбор растений можно производить только в сухую погоду — мокрые от дождя или росы растения долго сохнут, легко загнивают и чернеют.

В лаборатории нерасправленные и незаложенные растения разбираются и окончательно подготавливаются к сушке; с них счищаются последние остатки земли и посторонние предметы; крупные дернины злаков, осок и некоторых других растений разделяются на несколько частей с таким расчётом, чтобы каждый экземпляр не был чересчур толстым и не образовывал в сетке бугра своей корневой системой и прикорневыми листьями.

У толстостебельных растений (например, дудника) половина стебля и корня отрезается вдоль и сушится только одна половина с прикорневыми листьями. То же следует сказать и о луковичных и толстокорневищных растениях (например, лук, борец, цикута). Следует избегать налегания листа на лист и цветка на цветок; если же это неизбежно, то между листьями прокладываются кусочки бумаги.

Можно поступить и по-другому: сочные части растения, прежде чем класть в бумагу, окунуть в горячий раствор борной кислоты на 1—2 минуты. Вынутому из кипятка растению дают обсохнуть, или вода с него просто стирается ватой или тряпкой, после чего его уже кладут в бумагу.

У всех растений с большим количеством воды в стеблях необходимо проводить короткие продольные надрезы в стебле и черешках листьев (1—2 см длины), на расстоянии 2—6 см один от другого. При высыхании эти надрезы становятся незаметными.

Крупные, сочные цветки или соцветия, как, например, у лилейных, сложноцветных, окружаются слоем ваты, который не снимается до полного высыхания растения.

Ни в коем случае не допускается, чтобы корни и стебли торчали за пределами листа бумаги.

После того, как все собранные растения будут обработаны вышеописанными способами и заложены в листы бумаги, последние складываются в пачки, в среднем по 30 листов в каждой.

Между листами, содержащими растения, закладывается по 2—3 пустых листа в качестве прокладки, и вся пачка кладётся под пресс. Прессом могут служить две доски, по размеру покрывающие пачку с растениями. Сверху на доску кладётся груз, например, кирпичи. Растение, расправленное на листе бумаги, не следует после пребывания под прессом перекаладывать на другой лист, меняется только слой прокладочной бумаги.

Чем больше воды содержится в растении, тем меньше следует его держать под прессом (от 2 до 8 часов для разных растений). От первой перекладки до следующей можно сделать более длительный перерыв (около 12 часов). После прессовки пачка закладывается в гербарную сетку.

На ту и другую половинку сетки следует положить несколько пустых листов бумаги с тем, чтобы предохранить растения от опечатки на них формы проволоки сетки. После этого кладутся листы с растениями.

За каждым листом с растениями следует лист пустой бумаги, — этим увеличивается впитывающий влагу материал. Направление корневых частей растений в сетке и стеблевых с цветками должно чередоваться так, чтобы в конце закладки сетка была со всех сторон равномерной толщины.

Заложив нужное количество растений, нужно пресс-сетку стянуть ремнём, верёвкой или тесьмой в двух местах по концам её.

Сушку лучше всего производить на воздухе, на солнце и ветру, на чердаке. В дождливую погоду приходится сушить в помещении у плиты или печи. Последний способ требует осторожности и бдительности. Температура не должна превышать 40°С. От сильного жара растения быстро сохнут, масса сжимается, пресс ослабевает и растения в бумаге морщатся и скручиваются. При сильно наполненной сетке с сочными растениями бумага пропитывается водой, не успевает испарять её в воздух, растения сгорают и чернеют. Во избежание этого следует через 3—4 часа просмотреть сетки, сырую бумагу заменить сухой или раскидать бумагу с растениями по полу на некоторое время, следя, чтобы растения не начали морщиться.

В зависимости от влажности прокладки, её меняют 2—3 раза за время сушки.

О степени сухости растения можно судить, приложив наиболее толстую и сочную часть его к губам. Если получается ощущение холода, такое растение ещё не вполне высохло, его следует досушить. Стебель хорошо просушенного растения не должен сгибаться.

Сохранение голубой, синей, фиолетовой и розовой окраски лепестков цветка достигается быстрой сушкой. Через 2 часа пребывания под прессом цветки надо положить между двумя листами бумаги и сушить утюгом или небольшими (тонкими) пачками в гербарных сетках над огнём.

Цветки при этом должны быть отделены от стебля и монтироваться отдельно. Сохранить окраску лепестков цветка, не отрезанного от стебля, очень трудно. Цветки жёлтой и красной окраски сохраняются хорошо. Белые цветки лучше сохраняют окраску при слабой прессовке и медленной сушке.

Фиксация цветков и плодов производится в 70° спирту. Собранный материал складывается в материальную банку, заливается заранее разведённым до 70° спиртом и закрывается пробкой. Такой материал может храниться несколько лет. Если по каким-нибудь причинам желательно сохранить окраску лепестков, то материал можно залить насыщенным раствором поваренной соли; верхний слой материала потеряет окраску, а остальная часть может храниться в течение года.

В случае отсутствия достаточного количества материальных банок или спирта, весь материал для анализа цветков и плодов

может быть высушен обычными способами гербаризации; такой материал по мере надобности можно разварить в ложке воды на водяной бане или облить кипятком за несколько минут до начала занятий.

При хранении гербарного материала следует применять для защиты от гербарного жучка, который является хорошей защитой от мышей. При долгом хранении гербарного материала нафталин надо возобновлять ежегодно.

ОПИСАНИЕ ПРИЗНАКОВ ВАЖНЕЙШИХ СЕМЕЙСТВ

КЛАСС ДВУДОЛЬНЫЕ (DICOTYLEDONEAE)

Отдел раздельнолепестные (*Choripetalae*)

Семейство гвоздичные (*Caryophyllaceae*).

Правильный цветок семейства гвоздичных является очень хорошим материалом для ознакомления со строением цветка. В качестве объектов для разбора цветка могут быть использованы следующие виды данного семейства: куколка (*Agrostemma Githago*), виды рода смолёвки (*Silene*), кукушкин цвет (*Coronaria vesiculi*), дрёма липкая (*Viscaria viscosa*), мыльнянка (*Saponaria officinalis*), виды рода гвоздики (*Dianthus*), виды рода звездчатки (*Stellaria*), виды рода ясколки (*Cerastium*) или рода песчанки (*Arenaria*). Нужны гербарные экземпляры и фиксированные цветки.

Семейство *Caryophyllaceae* принадлежит к порядку центро-семенных, который характеризуется согнутым зародышем и наличием перисперма (место отложения запасных питательных веществ в семени; перисперм развивается из клеток нуцеллуса). Это семейство в нашей флоре представлено 40 родами с большим количеством видов. Большинство из них травянистые растения, но есть и полукустарники. Некоторые растения культивируются как лекарственные и декоративные. На лугах и пастбищах в большинстве случаев гвоздичные не поедаются. Среди растений разбираемого семейства встречается много видов, засоряющих посева, некоторые из сорняков содержат ядовитое начало в семенах и, попадая в корм вместе с овсом или ячменём, могут вызвать отравление у животных (семена куколки).

На примере цветка куколки (рис. 62, 1) познакомимся с частями цветка. Отрежем цветок от цветоножки. Снаружи цветок окружён зелёной чашечкой из 5 сросшихся чашелистиков, длинные зубцы которых превышают длину лепестков. Скальпелем или препаровальной иглой сделаем надрез от основания чашечки до зубцов и снимем чашечку. Лепестки имеют узкую бесцветную или слабоокрашенную часть — ноготок и широкий яркоокрашенный отгиб. Удалив лепестки, увидим тычинки. 5 из них — длинные и 5 — более короткие; разница в длине тычиночных нитей хорошо заметна на молодом, не

полностью распустившемся цветке. В центре цветка расположен плодник, или пестик, состоящий из цельной завязи (сросшейся из 5 плодников, или пестиков, состоящий из пяти столбиков, заканчивающихся рыльцами. Сделав поперечный разрез завязи, обнаружим, что она одногнездная, с центральной семяносец, на котором расположены многочисленные семяпочки. Плод куколки — коробочка, вскрывающаяся пятью зубчиками.

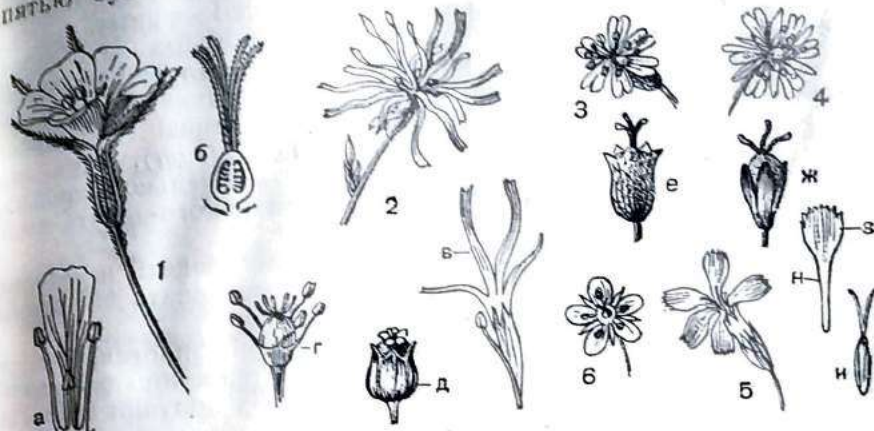


Рис. 62. Семейство гвоздичные:

1 — цветок, у которого листочки чашечки срастаются до половины и превращают венчики а — лепестки и тычинки прикрепляются к ножке плодника, б — плодник с пятью столбиками и рыльцами на ножке; 2 — пятизубчатая чашечка не превышает венчика, в — лепесток четырёхраздельный с коронкой; 2 — плодник с 5 столбиками и рыльцами, без ножки, д — коробочка пятистворчатая; 3 — лепестки двураздельные, е — столбик и рылец; 4 — лепестки глубокопятистворчатая; 5 — листочки чашечки, сросшиеся лишь у основания; 6 — чашечка при основании одета прицветными чешуйками, з — отгиб и и — ноготок лепестка, и — плодник с двумя столбиками; б — чашечка пятираздельная, лепестки венчика нитевидные.

В цветке гвоздики (*Dianthus*, рис. 62, 5) замечаем двойную чашечку: наружная состоит из одной-двух или трёх пар прицветников, внутренняя — собственно чашечка, сросшаяся из 5 чашелистиков, — трубчатая. Удалив чашечку, видим 5 лепестков с зубчатыми отгибами. Тычинки в числе 10. Завязь одна с 2 столбиками. Плод — коробочка, вскрывающаяся зубчиками.

В цветке звездчатки жестколистной (*Stellaria Holostea*) видим раздельнолистную чашечку, глубоко двураздельные лепестки венчика (рис. 62, 4), 10 тычинок, 1 плодник с 3 столбиками. Плод — шаровидная коробочка, вскрывающаяся зубчиками.

Переходя к ознакомлению с вегетативными органами, следует обратить внимание на характерные признаки для этого семейства: листорасположение, ветвление.

Семейство лютиковые (*Ranunculaceae*)

Для проведения занятия по ознакомлению с семейством *Ranunculaceae* нужно собрать гербарный материал разных форм лютиковых: какой-либо вид рода ветреница (*Anemone*), чистяк (*Ficaria*)

ranunculoides) или печёночницу (*Hepatica triloba*), вид рода лютик (*Ranunculus*), купальницу (*Trollius*), водосбор (*Aquilegia vulgaris*), вид борца (*Aconitum*) и живокости (*Delphinium*), водосбор колосистый (*Actaea spicata*) и мышехвостник (*Myosurus minimum*). Необходимо также иметь для демонстрации плоды — семянка (лютичка или ветреница), листовки (борца или живокости) и ягоду воронца. Последние должны быть зафиксированы в спирте или формалине. Семянки и листовки надо собирать недозревшими.

В качестве материала для определения лютиковых надо зафиксировать цветки и плоды двух видов ветреницы, падо зафиксированной (*Caltha palustris*), четырёх-пяти видов лютика, калужницы болотичного (или печёночницы), одного-двух видов лютика, чистяка лютикового (или печёночницы), одного-двух видов борца (или живокости), одного-двух видов василистника (*Thalictrum*), один вид ломоноса (*Clematis*). Для степных районов желателен использовать в качестве материала для определения какого-нибудь вида рода *Adonis* («златоцвет» или «горичвет»).

На примере лютиковых можно хорошо проследить некоторые этапы эволюции цветка; при этом надлежит использовать диаграммы цветков главных родов этого семейства.

Семейство *Ranunculaceae* принадлежит к числу филогенетически рано возникших покрытосеменных. Оно относится к порядку многоплодных; в последнее время этот порядок получил название *Ranales* (лютикоцветных).

Представители этого семейства содержат в листьях, стеблях и корнях, а многие и в семенах, ядовитые начала. Считается, что ядовитость лютиковых послужила хорошим защитным приспособлением от поедания их животными. Ядовитость у большинства лютиковых носит сезонный характер, но некоторые представители этого семейства не теряют своих ядовитых свойств в течение всего периода вегетации. При высушивании трав на сено большинство лютиковых становится доступным для поедания, так как при сушке ядовитые вещества разрушаются. Обилие лютиковых на пастбищных территориях снижает ценность пастбища. Некоторые лютиковые находят широкое применение как лекарственные растения (*Adonis vernalis* — златоцвет весенний, *Aconitum Napellus* — борец синий), многие используются в народной медицине и в настоящее время изучаются и испытываются в ряде лабораторий. Ряд видов культивируется как декоративные (пеон, шпорник), многие виды медоносы.

Принадлежа к числу древнейших цветковых растений, лютиковые частично сохранили примитивный тип строения цветка: спиральное расположение частей цветка, неопределённое большое количество тычинок и апокарпный гинецей, т. е. группу отдельных, не срастающихся плодников. Другая же часть лютиковых в процессе эволюции совершила ряд переходов от спирального расположения частей цветка к циклическому и от большого количества тычинок и плодников к ограниченному, а также переход от правильного цветка к неправильному.

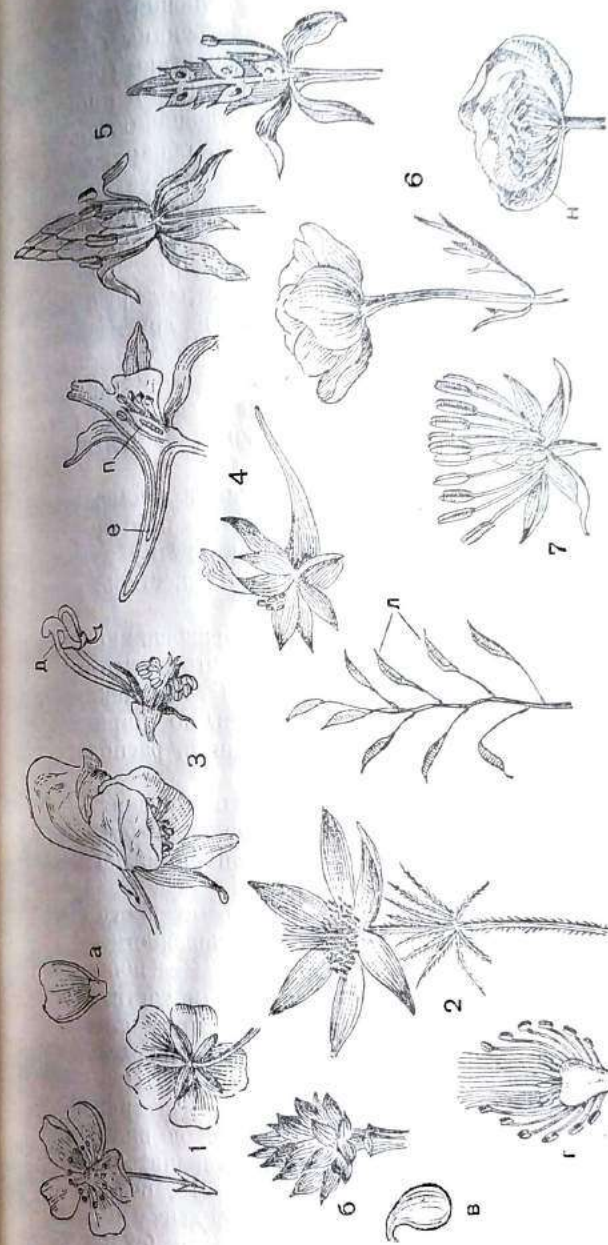


Рис. 63. Семейство лютиковые:

1 — цветок актиноморфный с двояким околоцветником, а — цветок пестука, б — цветок медуницы, в — цветок медуницы, г — цветок медуницы, д — цветок медуницы, е — цветок медуницы, ж — цветок медуницы, з — цветок медуницы, и — цветок медуницы, к — цветок медуницы, л — цветок медуницы, м — цветок медуницы, н — цветок медуницы, о — цветок медуницы, п — цветок медуницы, р — цветок медуницы, с — цветок медуницы, т — цветок медуницы, у — цветок медуницы, ф — цветок медуницы, х — цветок медуницы, ц — цветок медуницы, ч — цветок медуницы, ш — цветок медуницы, щ — цветок медуницы, 1 — плод семени, 2 — плод семени, 3 — плод семени, 4 — плод семени, 5 — плод семени, 6 — плод семени, 7 — плод семени, 8 — плод семени, 9 — плод семени, 10 — плод семени, 11 — плод семени, 12 — плод семени, 13 — плод семени, 14 — плод семени, 15 — плод семени, 16 — плод семени, 17 — плод семени, 18 — плод семени, 19 — плод семени, 20 — плод семени, 21 — плод семени, 22 — плод семени, 23 — плод семени, 24 — плод семени, 25 — плод семени, 26 — плод семени, 27 — плод семени, 28 — плод семени, 29 — плод семени, 30 — плод семени, 31 — плод семени, 32 — плод семени, 33 — плод семени, 34 — плод семени, 35 — плод семени, 36 — плод семени, 37 — плод семени, 38 — плод семени, 39 — плод семени, 40 — плод семени, 41 — плод семени, 42 — плод семени, 43 — плод семени, 44 — плод семени, 45 — плод семени, 46 — плод семени, 47 — плод семени, 48 — плод семени, 49 — плод семени, 50 — плод семени, 51 — плод семени, 52 — плод семени, 53 — плод семени, 54 — плод семени, 55 — плод семени, 56 — плод семени, 57 — плод семени, 58 — плод семени, 59 — плод семени, 60 — плод семени, 61 — плод семени, 62 — плод семени, 63 — плод семени, 64 — плод семени, 65 — плод семени, 66 — плод семени, 67 — плод семени, 68 — плод семени, 69 — плод семени, 70 — плод семени, 71 — плод семени, 72 — плод семени, 73 — плод семени, 74 — плод семени, 75 — плод семени, 76 — плод семени, 77 — плод семени, 78 — плод семени, 79 — плод семени, 80 — плод семени, 81 — плод семени, 82 — плод семени, 83 — плод семени, 84 — плод семени, 85 — плод семени, 86 — плод семени, 87 — плод семени, 88 — плод семени, 89 — плод семени, 90 — плод семени, 91 — плод семени, 92 — плод семени, 93 — плод семени, 94 — плод семени, 95 — плод семени, 96 — плод семени, 97 — плод семени, 98 — плод семени, 99 — плод семени, 100 — плод семени.

Для ознакомления с основными этапами эволюции цветка посмотрим некоторые типичные формы. Цветок ветреницы (*Anemone*) или прострела (*Pulsatilla*) имеет простой околоцветник (рис. 63, 2), очень большое и непостоянное количество тычинок и плодников. Если мы подсчитаем число тычинок или число плодников у нескольких цветков одного и того же вида ветреницы, обнаружим очень значительные колебания. Каждый из плодников образует отдельный плод — семянку. Ветреница приспособлена к опылению и ветром, и насекомыми.

Взяв для сравнения цветок лютика (*Ranunculus*, рис. 63, 4) заметим, что эта форма значительно более приспособлена к определённому типу опыления и к защите от холода и других неблагоприятных факторов. Цветок имеет опадающую раздельнолистную чашечку из 5 чашелистиков, 5 раздельных лепестков; при небольшом увеличении хорошо заметна маленькая медовая ямка у основания лепестка; присутствие нектарника свидетельствует о специализированной форме опыления.

Между цветком ветреницы и лютика имеются промежуточные формы — печёночница, чистяк, златоцвет. На этих примерах виден переход от цветка с простым околоцветником к цветку с двойным околоцветником и ограниченным количеством лепестков, каждый из которых несёт нектарник.

Другая ветвь эволюции приводит к образованию форм с циклическим расположением частей цветка; этот путь идёт от ветреницы к купальнице, у которой цветок гемциклический (рис. 63, 6), т. е. все части цветка расположены по спирали, а узкие лепестки, метаморфизированные в нектарники, располагаются по кругу.

Далее мы уже видим цветок циклического строения — водосбор. У водосбора 5 плоских лепестков чередуются с 5 мешковидными, снабжёнными особыми выростами — «шпорцами», где скапливается нектар.

Наличие лепестков такого типа даёт нам возможность вывести происхождение зигоморфных цветков борца и живокости.

Для примера проанализируем цветок борца. Зелёной чашечки нет; её функции несут лепестковидные окрашенные части; верхний лепестковидный окрашенный чашелистик имеет форму шлема (рис. 63, 3) или колпака; ниже прикреплены 4 более или менее сходных по форме и окраске плоских лепестковидных листочка. Под шлемом обнаруживаем 2 весьма своеобразно изогнутых нектарника; они получили название «шпорцев» и представляют собою видоизменённые лепестки этого цветка. Количество тычинок значительно меньше, чем у цветков ветреницы и лютика, до 13—15, редко до 20. Плодников 3 или 4, но каждый из них содержит большое количество семяпочек и образует так называемую «листовку» (сухой плод, раскрывающийся по шву).

Сравнивая цветок живокости (рис. 63, 4) с цветком аконита, увидим, что внутри верхнего мешковидного окрашенного чашели-

стика вложены 2 сросшихся нектарника, число тычинок ограничено, а гинедей представлен всего одним плодolistиком.

Сделав зарисовки типов нектарников («медовая ямка» у лютика, узкие лепестки у купальницы, шпорцы у борца и живокости), можно переходить к определению растений из этого семейства.

По окончании определения следует просмотреть гербарии главнейших форм и дать характеристику их в отношении строения, распространения и практического значения.

Семейство крестоцветные (*Cruciferae*)

Для определения растений семейства крестоцветных надо приготовить гербарии, фиксированные цветки и плоды: видов рода сердечник (*Cardamine*), горчицы (*Sinapis*), репы полевой (*Brassica campestris*), горчицы сарептской (*Brassica juncea*), вьжечки гладкой (*Turritis glabra*), сурупки обыкновенной (*Barbarea vulgaris*), свербиги восточной (*Bunias orientalis*), ярутки полевой (*Thlaspi arvense*), икотника (*Berteroa incana*), бурачка горного (*Alyssum montanum*). Растения этого семейства с более мелкими цветками следует определять во вторую очередь.

При сборе материала для сушки следует брать плоды в средней фазе развития, когда створки ещё зелены. Из собранных материалов надо изготовить демонстрационную коллекцию. В неё войдут: 1) стручок с носиком (*Sinapis* или *Brassica*), 2) стручок без носика (*Erysimum*), 3) разламывающийся стручок (*Raphanus raphanistrum*), 4) стручок, сплюснутый параллельно шву (*Berteroa*), 5) стручок, сплюснутый перпендикулярно перегородке (*Capsella*), 6) нераскрывающийся орешковидный стручок (*Bunias orientalis*).

Среди растений семейства крестоцветных имеется много полезных — пищевых, кормовых, лекарственных, технических и медоносных. Наряду с полезными растениями встречаются и вредные для животноводства. По строению цветка все представители семейства имеют много общего, и для определения рода и вида надо очень тщательно ознакомиться с характерными особенностями в строении плодов.

Плоды у растений этого семейства сухие, большею частью многосеменные, разделённые продольной перегородкой на 2 камеры (гнёзда) — так называемые стручки (рис. 64, 3). Если длина плода превышает его ширину в 4 раза или более, плод называется стручком. Если же плоды изодиаметричны или длина превышает ширину не более чем в 2—3 раза, плоды называются стручками (рис. 65). Плоды у большинства растений раскрываются по створкам, но у некоторых представителей встречаются и нераскрывающиеся плоды. Если они односеменные (при недоразвитии одного из гнёзд), то они опадают целиком; многосеменные же разламываются поперечно на отдельные сегменты. У некоторых представителей семейства плод продолжен в округлый или сплюснутый придаток — «носик», не со-

держат семя; величина этого носика по отношению к нижней части стручка сильно варьирует у разных родов и видов. Створки стручка имеют заметные жилки, число которых имеет значение при распознавании родов и видов. Если у разбираемого растения плод — стручок, то надо обратить внимание на форму плода и на его сдавленность; у одних родов стручок бывает сплюснут параллельно перегородке, у других — перпендикулярно последней.

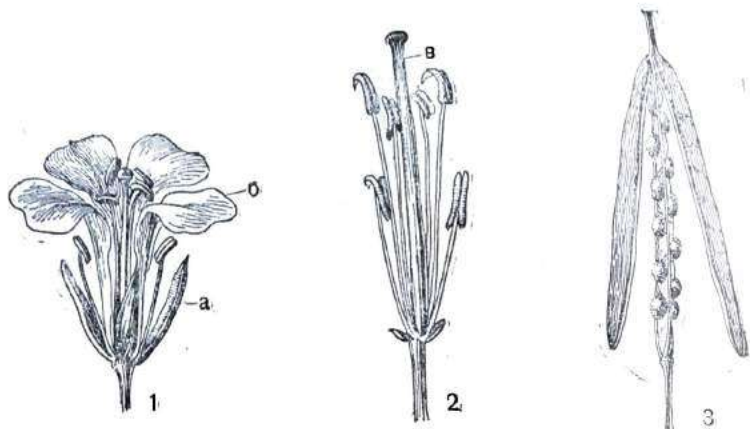


Рис. 64. Цветок крестоцветных:

1а — чашечка, 1б — венчик; 2 — андроцей из 6 тычинок (4 длинных и 2 коротких) и гинецей из одного плодика, в — плодик; 3 — плод — стручок.

Перейдём к строению цветка. За немногими исключениями у цветков имеется опадающая раздельнолистная чашечка с 4 чашелистиками. При знакомстве со строением чашечки следует обратить внимание на то, что одна пара чашелистиков отличается от другой величиной, характером опушения или формой листочков; эти признаки хорошо заметны у молодого, ещё не распустившегося цветка (бутона).

За чашелистиками расположены 4 одинаковых лепестка; у разных видов они отличаются формой, размерами и окраской (рис. 64, 1).

Сняв лепестки, познакомимся со строением тычинок; их бывает 6, причём 4 длиннее двух остальных. У некоторых растений этого семейства тычиночные нити снабжены придатками в виде зубцов. При десятикратном увеличении лупы можно видеть, что тычиночные нити окружены зеленоватым кольцом при основании: это медовые железки-нектарники. У некоторых, очень немногих видов этого семейства наблюдается редукция тычинок и лепестков.

На цветоложе остаётся плодик. Завязь верхняя, свободная — не срастающаяся с другими частями цветка, которые прикреплены на цветоложе у основания завязи. Сделав поперечный разрез завязи, обнаруживаем наличие перегородки, что указывает на сра-

стание двух плодolistиков, образовавших одну завязь. Столбик заканчивается двулопастным или головчатым рыльцем.

Листовые пластинки у многих видов сильно варьируют. Это надо иметь в виду при сличении описания вегетативных органов в определителе и на определяемом экземпляре.

Зарисовав части цветка и плод и составив описание растения по вегетативным органам, можно приступить к определению.

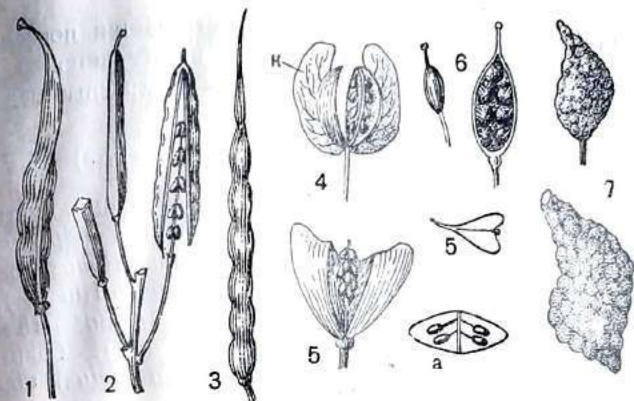


Рис. 65. Плоды крестоцветных: 1, 2 и 3 — линейные стручки, 4, 5, 6 и 7 — стручки.

1 — стручок округлый с носиком; 2 — стручок четырёхгранный без носика, раскрывающийся двумя створками; 3 — стручок разламывающийся (четковидный); 4 — стручок сплюснутый со спинки (со стороны шва), с 2 крыльями (к); 5 — стручок треугольной формы, сплюснутый со стороны шва, без крыльев (а); 6 — стручок эллиптический, сплюснутый с боков (параллельно шву); 7 — стручок грушевидный.

По окончании работы с определителем следует подвести итоги, составив краткий общий обзор главнейших хозяйственно важных представителей семейства.

1. Род *Brassica*. К нему относятся репа, капуста, турнепс (огородные двулетние растения), рапс яровой и озимый (кормовые, масличные и иногда применяемые на зелёное удобрение), сарептская горчица (лекарственное и «вкусовое» растение).

2. Род *Sinapis*. Из числа видов его культивируются как лекарственные, масличные и вкусовые *Sinapis alba* (белая горчица) и *Sinapis nigra* (французская горчица). Третий вид этого рода — *Sinapis arvensis* (горчица полевая) — растение, засоряющее посеvy яровых культур, преимущественно на чернозёмных и песчаных почвах.

3. Род *Raphanus* (редька). Один из видов этого рода введён в число огородных культур, другой представляет собою очень распространённый сорняк яровых и пропашных культур, причиняющий вред молочному хозяйству, так как портит вкус молока.

4. Род *Erysimum* (желтушник). Один из видов этого рода — *Erysimum cheiranthoides* — широко распространённый сорняк, является ценным лекарственным растением.

5. Род *Capsella* (сумочник). У нас встречается очень часто *Capsella bursa pastoris* — пастушья сумка, сорное растение, которое в весеннее время заготавливается в качестве лекарственного сырья.

6. Род *Thlaspi* (ярутка). Один из видов этого рода — *Thlaspi arvense* — распространённый сорняк, вреден в животноводстве и молочном хозяйстве, так как портит вкус молока и молочных продуктов.

7. Род *Berteroa* (никотник). У нас встречается повсеместно, засоряет посевы многолетних трав. Скотом не поедается.

Многие растения семейства *Cruciferae* — прекрасные медоносы.

Семейство розоцветные (*Rosaceae*)

Для изучения семейства розоцветных необходимо иметь гербарные экземпляры следующих растений: спирея (*Spiraea crenifolia* и др. виды) роза (*Rosa sp.*), малина, ежевика (*Rubus idaeus*, *R. caesius*), земляника (*Fragaria sp.*), лапчатка (*Potentilla sp.*), гравилат речной (*Geum rivale*), яблоня лесная (*Malus silvestris*), рябина (*Sorbus aucuparia*), ирга (*Amelanchier*), боярышник (*Crataegus*), вишня (*Cerasus*), черёмуха (*Prunus padus*), бобовник (*Amygdalus nana*).

Кроме отмеченных видов, служащих материалом для определения, необходимо изготовить демонстрационный гербарий, содержащий важнейшие виды яблонь (китайку — *Malus prunifolia*, сибирскую — *M. pallasiana*, райскую — *M. pumila*), используемых в садоводстве в качестве исходных форм при выведении новых сортов путём скрещивания и в качестве подвоев; виды абрикоса, персика, миндаля, мушмулы, груши, черешни и др. Необходимо иметь для демонстрации на занятиях муляжи плодов всех плодовых и ягодных розоцветных и, в частности, муляжи сортов, выведенных Мичуриным и оригинаторами-мичуринцами.

Семейство розоцветных включает более 2 000 видов, отличающихся большим разнообразием. Среди них большинство — травы; имеются также кустарники и деревья. Цветки правильные, обоеполые, чашелистиков и лепестков по пяти; при удвоении числа чашелистиков у некоторых видов образуется подчашие. Тычинок обыкновенно много, между собою не сросшихся. Как лепестки, так и тычинки прирастают к краю цветоложа. Цветоложе выпуклое, плоское или вогнутое (чашевидное), в последнем случае плодники обычно срастаются со стенками цветоложа, и цветоложе в дальнейшем принимает участие в образовании плода (рис. 67). Плоды разнообразные — одно- и многосеменные, сухие и сочные (рис. 68). Листья часто с прилистниками, сложные или рассечённые, реже цельные (рис. 66).

Семейство розоцветных является весьма важным как в систематическом, так и в хозяйственном отношении. С одной стороны, розоцветные связываются с порядком многоплодниковых, из ко-

торых нами были рассмотрены лютиковые (сравнить строение цветка); с другой стороны, они связываются с бобовыми (переход

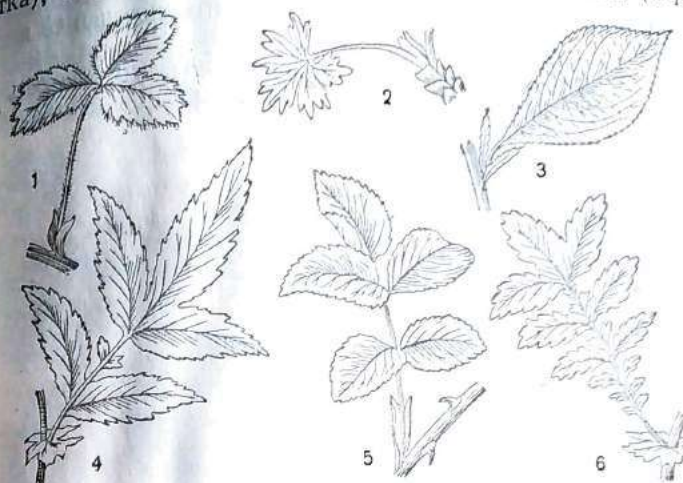


Рис. 66. Формы листьев в семействе розоцветных: 1 — тройчатый; 2 — пальчатораздельный; 3 — простой, яйцевиднозострый; 4 — перычатоперистый; 5 — непарноперистосложный; 6 — непарноперистый с чередующимися долями.

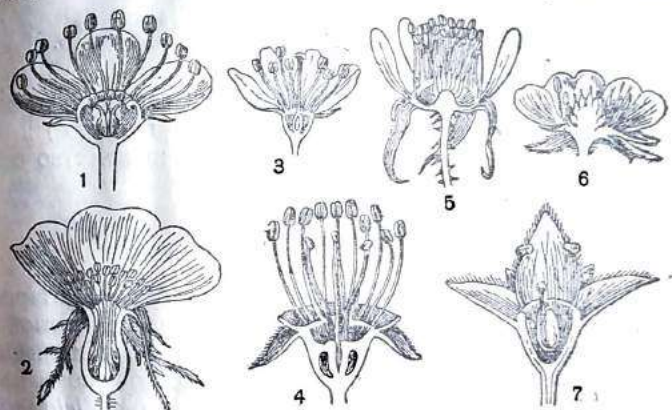


Рис. 67. Примеры строения цветков розоцветных:

1 — цветок с 3—5 пестиками, расположенными в вогнутом цветоложе, плоды листовки; 2 — пестиков много, они погружены в чашковидное цветоложе, делающееся по созреванию сочным; 3 — пестик один, плод — костянка; 4 — цветоложе бокаловидное, срастается с пестиками, образуя нижнюю завязь (1—5-гнездную), плод — дожный, сочный; 5 и 6 — пестиков много, цветоложе поднятое или вытянутое, плод — сложная, сочная костянка (5) или плоды — сухие семечки, орешки (6); 7 — пестик один, погружен в отвердевающее, бокальчатое цветоложе (околоцветник простой).

к неправильному цветку). К розоцветным близко примыкают такие важные семейства, как камнеломковые (смородина, крыжовник), толстянковые, миртовые, померанцевые.

Практическое значение розоцветных велико потому, что среди представителей этого семейства много ценных пищевых растений.

На представителях семейства розоцветных наш великий учёный И. В. Мичурин открыл ряд важнейших общеприродных законов — законов развития организмов, наследственности и её изменчивости.

При определении розоцветных надо прежде всего отметить общие, характерные для семейства признаки строения цветка, ши-

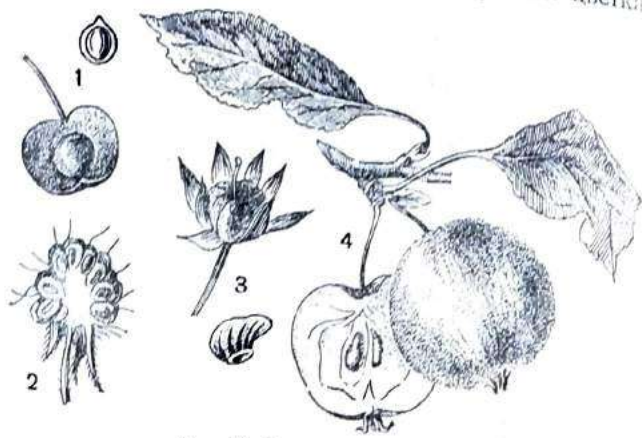


Рис. 68. Плоды розоцветных:

1 — костянка; 2 — сложная костянка; 3 — орешек; 4 — лозная ягода.

санные выше. Затем желательнее рассмотреть строение и форму цветоложа (цветоложе выпуклое, прямое или вогнутое) и разобрать строение плода — характер его стенок, количество семян, сохраняются ли на плоде столбики и пр.

Семейство бобовые (*Leguminosae*)

Для проведения занятия желательны следующие материалы: 1) для демонстрации: гербарные экземпляры жёлтой акации (*Caragana arborescens*), раббитника русского (*Cytisus ruthenicus*), дрока красильного (*Genista tinctoria*), 3—4 видов рода клевер (*Trifolium*), люцерны (*Medicago sativa*), вики посевной (*Vicia sativa*), фиксированный корень какого-нибудь бобового с клубеньками; 2) для разбора цветка: фиксированные цветки чины луговой (*Lathyrus pratensis*) или какого-нибудь другого вида чины; гербарный экземпляр этого растения; 3) для определения: фиксированные цветки, плоды и гербарные экземпляры чины весенней (*Lathyrus vernus*), дрока (*Genista tinctoria*), видов рода горошек (*Vicia*), доника (*Melilotus*), люцерны жёлтой (*Medicago falcata*), лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus*), эспарцета (*Onobrychis sativa*), вязеля разноцветного (*Coronilla varia*), видов рода астрагал (*Astragalus*). Виды клевера лучше продемонстрировать, а не определять.

Значение растений из семейства бобовых огромно. В результате сожительства бобовых с азотфиксирующими бактериями, вызывающими гипертрофию тканей корней («клубеньки»), бобовые строят большое количество белков и накапливают азот в почве. Многие виды растений из этого семейства культивируются как пищевые и кормовые, некоторые виды имеют значение при разведении леса. Боль-

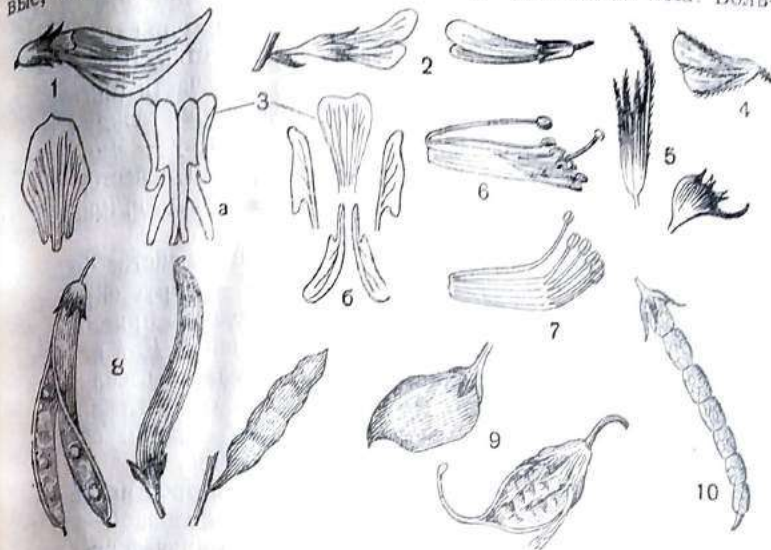


Рис. 69. Семейство мотыльковые (характерные признаки цветка и плода):

1 — лодочка клововидная, заостренная; 2 — лодочка прямая, тупая; 3 — лепестки лодочки и блеса а — срослись между собой и б — свободные; 4 — зубцы чашечки покрывают верх; 5 — нижний зубец чашечки длиннее остальных; 6 — 9 — тычинок срастаются нитями не на одном уровне, линия срастания косая; 7 — тычинки срастаются на одном уровне, линия срастания прямая; 8 — плод — боб ланцетной формы, раскрывающийся двумя створками; 9 — бобы 1—2-семянные; 10 — боб разламывающийся, четковидный.

шинство дикорастущих растений этого семейства представляет собою хорошие кормовые травы, но встречаются и плохо поедаемые виды бобовых, и ядовитые, содержащие, например, алкалоид цитизин и другие ядовитые начала.

Распознавание отдельных видов бобовых имеет очень большое практическое значение при оценке луговых и пастбищных угодий.

Рассмотрим строение цветка какого-нибудь растения из этого семейства. В качестве примера возьмём цветок *Lathyrus pratensis* (чина луговой), растения, весьма часто встречающегося на лугах и лесных полянах лесной зоны. В степной полосе встречается другой представитель этого же рода — *Lathyrus tuberosus* — чина клубеносная (с розовыми цветками). Жёлтые цветки чины луговой собраны в соцветия-кисти. Отделим один цветок из соцветия, ототрежем цветок от цветоножки, снимем препаровальной иглой чашечку. Чашечка сростнолистная; придерживая одной препаровальной иглой чашечку, другую иглой проведём продольный надрез, после чего расправим

чашечку на препаровальном стекле, смочив её каплей воды. Мы увидим, что чашечка срослась из 5 чашелистиков: она имеет 5 зубцов и 5 заметных жилок. Смочив каплей воды остальные части цветка и придерживая их одной иглой, другой иглой или пинцетом осторожно снимем верхний лепесток венчика, расправим его на стекле. Следующие за ним лепестки снимаются несколько труднее, так как у них имеются небольшие лопасти, охватывающие следующую пару лепестков. Сняв и расправив их, увидим, что они сходны друг с другом, но отличаются от первого, верхнего лепестка. Вторая пара лепестков свободна только у основания, в узкой части (ноготках); верхние же части этих лепестков (отгибы) срастаются между собой. Такое строение лепестков дало название семейству — «мотыльковые» (как иначе называют это семейство). Верхний лепесток получил название флага, или паруса, два боковых — крыльев, или вёсел, и два сросшихся называются лодочкой.

Парус и лодочка у разных родов и видов в семействе бобовых отличаются формой; например, у чины, гороха — парус округлый, а у клеверов — узкий, вытянутый, у чины — лодочка прямая, пригнутая, а у лядвенца — острая, загнутая вверх. Для клеверов характерным является срастание лодочки с основанием вёсел и паруса, вследствие чего при анализе цветка его приходится разрывать. У фасоли конец лодочки скручен спиралью. Таким образом, на детали строения цветка надо обратить внимание.

Придерживая иглой конец ноготка лодочки, второй иглой осторожно вынем содержимое мешочка, образованного лодочкой — это тычинки и плодник. Мы видим, что тычинки своими нитями срастаются в трубку; расправим эту трубку и смочим каплей воды; увидим, что тычинок 10, причём только 9 из них срастаются, а десятая свободна.

Тычинки у чины срастаются на равном протяжении, вследствие чего край тычиночной трубочки прямой. (У вики-горошка тычинки срастаются не на равной длине, от чего край тычиночной трубочки косой. Исследовать внимательно под лупой.)

Если рассматриваем молодой цветок, у которого все 10 тычинок несут пыльники, то можно заметить, что 5 более длинных тычинок чередуются с 4 более короткими. Если для анализа попался цветок в более поздней фазе развития, то мы обнаружим, что 5 тычинок уже без пыльников (после высыпания пыльцы пыльники отсыхают и отваливаются), а 4 тычинки, несущие пыльники, не отличаются по длине от остальных, т. е. к моменту высыпания пыльцы короткие тычинки достигают размеров первых пяти. Разновременность цветения длинных и коротких тычинок даёт растению больше шансов на опыление, так как цветок открыт продолжительное время и насекомые могут его долго посещать в поисках нектара. Нектар выделяется основаниями тычиночных нитей.

В середине тычиночной трубки скрыт плодник (пестик). Он состоит из длинной и узкой завязи, короткого столбика и заканчивается рыльцем. Завязь находится внутри цветка; остальные части

цветка прикрепляются к её основанию (завязь верхняя). Сквозь стенки завязи просвечивают семязачки. Рассматривая плод — боб, замечаем, что внутренних перегородок в нём нет, следовательно, завязь одногнездная.

Форма и размер боба имеет важное значение при определении рода. У чины луговой боб прямой, у горошков он на конце загнут вверх и заострён, у люцерны серповидной — изогнут серповидно, а у люцерны посевной — скручен улиткой. У клеверов бобик маленький, однодвусеменной, с очень длинным столбиком.

При определении растений этого семейства надо обратить внимание на форму листьев. Только у немногих представителей бывают простые листья; у большинства сложные: парно- и непарноперистосложные, пальчатосложные и тройчатосложные, с прилистниками, имеющими разную форму у разных видов. Для многих растений этого семейства со слабыми стеблями характерны метаморфозы листовых пластинок в усики, при помощи которых они цепляются за другие растения, вынося свои листья на освещённую солнцем поверхность.

Для определения рода следует тщательно ознакомиться с особенностями строения плода определяемого растения и произвести зарисовку плода и всех частей цветка.

В заключение надо указать на типы опыления, характерные для бобовых: у большинства видов опыление перекрёстное, при помощи насекомых. Получение семенного материала многих растений невозможно без опылителя — насекомого. В семеноводческих хозяйствах, продуцирующих многолетние травы семейства бобовых (люцерна, эспарцет, виды клевера), необходимо разводить полезных опылителей — пчёл. Долгое время не удавалось наладить культуру опыления красного клевера, одной из важнейших кормовых культур. Нектар на дне цветка клевера был недоступен для пчёл. В настоящее время эта проблема разрешена путём подбора длиннохоботковых пчёл, успешно совершающих опыление.

Среди культивируемых бобовых встречаются и самоопыляющиеся формы, у цветков которых высыпание пыльцы из пыльника происходит одновременно с созреванием рыльца того же цветка. При выведении новых сортов самоопылителей удаляют пыльники и переносят пыльцу с других цветков.

У нас культивируются следующие бобовые:

1. Однолетние яровые: горох, фасоль, бобы, чечевица, соя, нут, вика и некоторые другие культуры, не имеющие такого широкого распространения.

2. Озимые: вика мохнатая (кормовое растение).

3. Многолетние: клевер красный, клевер шведский, или розовый, люцерна посевная и гибридная, эспарцет, лядвенец и другие многолетние кормовые травы.

4. Кустарники и деревья: белая акация, чилига, или жёлтая акация (разводятся в лесонасаждениях как декоративные и компоненты живых изгородей), виды раббитника и другие растения — как декоративные.

Семейство зонтичные (*Umbelliferae*)

Для проведения занятия по ознакомлению с семейством *Umbelliferae* и для определения растений из этого семейства необходимы следующие материалы:

1) Гербарный материал видов зонтичных, имеющих общие и частные обёртки, имеющих только частные обёртки, формы с головчатым соцветием (род *Eryngium* — синеголовник) и с простым зонтиком (*Astrantia* — астранция); в случае затруднения в сборе последнего вида, можно его показать на рисунке.

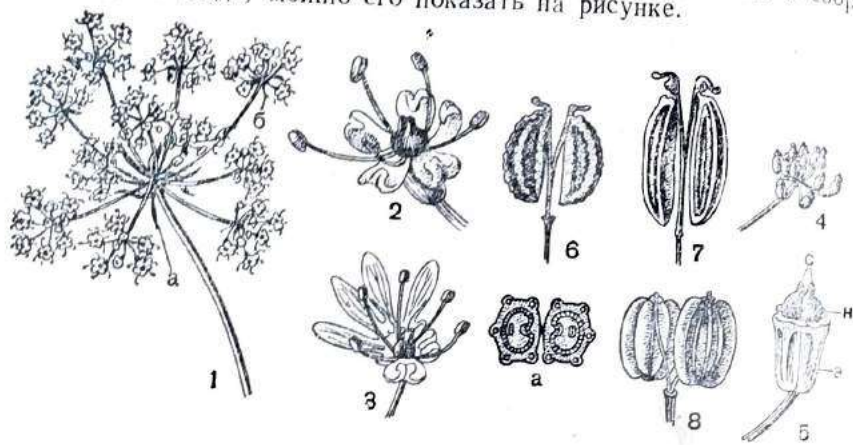


Рис. 70. Семейство зонтичные:

1 — соцветие сложный зонтик; а — общая обёртка, б — частная обёртка; 2 — цветок зонтичного правильный; 3 — цветок зонтичного неправильный; 4 — отдельный простой зонтик с плодами; 5 — цветковый диск — виден нектароносный диск — н и два столбика — с, завязь нижняя — з; 6—8 — плоды — двусемянки: б — округло-яйцевидный с волнистыми ребрышками, а — тот же плод в разрезе; 7 — плод продолговато-яйцевидный, с нитевидными ребрами; 8 — плод овальный, сроснутой со спинки, спинные ребра нитевидные, краевые — крыловидные.

2) Гербарный материал для демонстрации главнейших культивируемых видов этого семейства (морковь — *Daucus carota*, петрушка — *Petroselinum sativum*, кориандр — *Coriandrum sativum*, пастернак — *Pastinaca sativa*, укроп — *Anethum graveolens*) и ядовитых представителей (*Cicuta virosa* — веж ядовитый, *Oenanthe aquatica* — омежник, *Sium latifolium* — поручейник, *Conium maculatum* — болиголов крапчатый, *Aethusa cynapium* — собачья петрушка).

3) Гербарные экземпляры, засушенные или заспиртованные соцветия и плоды различных видов зонтичных для определения.

Представители семейства зонтичных в большинстве случаев травянистые растения, однолетние, двулетние и многолетние, имеющие соцветие в форме сложного зонтика или реже простого зонтика или головки. Цветки у зонтичных мелкие, многочисленны. При анализе цветка следует обратить внимание на наличие или отсутствие чашечки, на форму лепестков и на строение завязи. В качестве примера разберём цветок дудника, или дягиля лес-

ного (*Angelica silvestris*). Чашечка не развита, зубцы её незаметны; цветки правильные; лепестков 5 с загнутыми внутрь верхушками; тычинки в числе 5 чередуются с лепестками; плодник из 2 плодильников с 2 короткими столбиками, расширенными в нектарники («надпестичный диск»), с нижней двугнёздной завязью. На поверхности завязи заметны продольные выступы — рёбра. Знакомясь со строением плода, видим, что он образован двумя семянками, легко отделяющимися и висящими на вильчатой ножке («столбце»). Каждая из семянок имеет 2 боковых ребра — длинных, «крыловидных» и 3 спинных — нитевидных. Сделав поперечный разрез, видим, что центральная часть семянки занята эндоспермом, зародыш нахо-

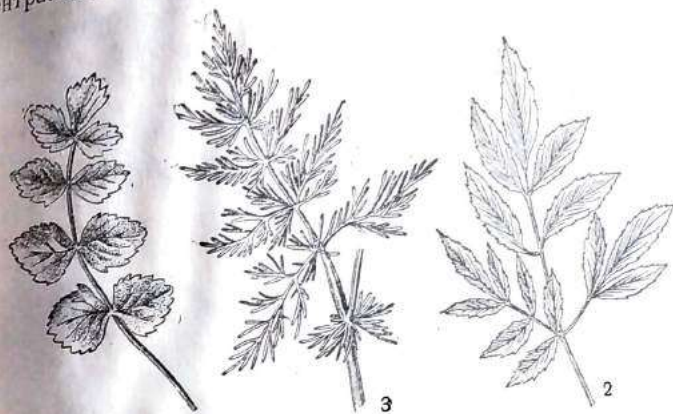


Рис. 71. Листья семейства зонтичных:

1 — перисторассечённый; 2 — дважды перисторассечённый; 3 — трижды перисторассечённый.

дится на внутренней стороне семянки; в каждом ребре заметен сосудистый пучок, а в промежутках между рёбрами расположены резко очерченные эфирные каналы; 2 эфирных канала лежат на внутренней стороне семянки.

Для сравнения проведём анализ цветка моркови (*Daucus carota*). Увидим, что краевые цветки каждого зонтика слегка неправильные, с увеличенными лепестками, остальные цветки правильные, с 5 загнутыми внутрь лепестками и 5 зубцами чашечки; тычинок 5, с 5 загнутыми внутрь лепестками и 5 зубцами чашечки; тычинок 5, с 5 загнутыми внутрь лепестками и 5 зубцами чашечки; завязь двугнёздная, нижняя, покрытая шипиками и несущая 4 длинных ребра. Сделав поперечный разрез плода моркови, замечаем, что сосудистые пучки расположены под небольшими выступами слабо развитых первичных рёбер, а эфирные каналы — под четырьмя резко выступающими вторичными рёбрами.

Для определения растений этого семейства надо обратить внимание на следующие признаки:

- 1) Наличие или отсутствие общих и частных обёрток.
- 2) Наличие или отсутствие зубцов чашечки.
- 3) Окраска и форма лепестков.

4) Строение плода (число рёбер, их форма, количество эфирных каналов, очертание эндосперма на внутренней стороне: плоское, выпуклое, вогнутое). С этой целью необходимо сделать бритвой поперечный срез плода и рассмотреть его под лупой или микроскопом (рис. 70).

Среди растений семейства зонтичных встречаются виды с перистыми листьями и очень много представителей с листьями дважды и трижды перисторассечёнными (рис. 71).

Многие из зонтичных введены в культуру как пищевые и вкусовые растения (морковь, петрушка, сельдерей, пастернак, анис, тмин,

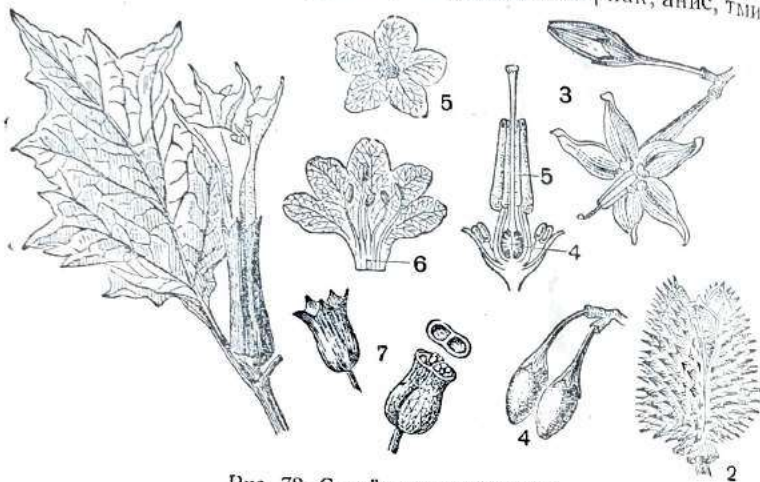


Рис. 72. Семейство паслёновые:

1 — цветок актиноморфный, плод четырёхгнездная коробочка (2); 3 — цветок актиноморфный, плод — двугнездная ягода (4); тычинки срослись с пыльниками (5); 6 — венчик слегка зигоморфный, тычинки приросли к трубке венчика, 7 — плод — двугнездная коробочка с крышечкой.

укроп, кориандр), многие хорошо поедаются крупным рогатым скотом на пастбищах (сныть, дудник лесной, купырь, борщевик), но многие зонтичные ядовиты: болиголов крапчатый (*Conium maculatum*) содержит алкалоид кониин, встречается близ жилья на богатых почвах; собачья петрушка (*Aethusa cynapium*) засоряет огородные культуры; вех ядовитый (*Cicuta virosa*), омежник (*Oenanthe aquatica*), поручейник (*Sium latifolium*) встречаются по берегам водоёмов.

Большинство зонтичных хорошие медоносы. Некоторые виды (анис, тмин и др.) имеют лекарственное значение.

Отдел спайнолепестные (*Sympetalae*)

Семейство паслёновые (*Solanaceae*)

Для определения растений данного семейства нужен гербарный материал и фиксированные цветки и плоды следующих видов: паслён чёрный (*Solanum nigrum*), паслён сладкогорький (*Solanum*

dulcamara), томат (*Solanum lycopersicum*), картофель (*Solanum tuberosum*), белена (*Hyoscyamus niger*), дурман (*Datura Stramonium*), табак махорка (*Nicotiana rustica*).

Представители семейства (рис. 72) богаты разнообразными алкалоидами и находят применение в качестве лекарственного сырья. Многие виды культивируются в качестве пищевых растений.

Рассмотрим цветок картофеля (*Solanum tuberosum*). Цветок состоит из сростнолистной чашечки и сростнолепестного венчика. 5 тычинок, чередующихся с лепестками, имеют короткие нити и длинные пыльники, конусом сближенные вокруг столбика. Завязь верхняя, двугнездная. Плод — ягода.

Другим примером может служить цветок белены со сростнолистной чашечкой и сростнолепестным слегка неправильным венчиком. Тычинки, чередуясь с лепестками, сращены с последними основаниями нитей. Завязь верхняя с 1 столбиком, плод — коробочка, вскрывающаяся крышечкой.

У нас очень распространена культура картофеля, с большим количеством сортов, применяющихся в качестве пищевых, кормовых и технических культур (получение крахмала и спирта). В качестве овощных растений культивируются томат и баклажан, реже красный перец. Широкое значение имеет культура табака. Культивируется лекарственное растение — белладонна.

Семейство губоцветные (*Labiatae*)

Для ознакомления с представителями этого семейства надо иметь гербарные экземпляры и фиксированные соцветия следующих растений: яснотка красная или белая, (*Lamium purpureum* или *L. album*), шалфей луговой (*Salvia pratensis*), будра плющевидная (*Glechoma hederacea*), живучка ползучая (*Ajuga reptans*), чистец болотный (*Stachys palustris*), виды тимьяна (*Thymus sp.*), пикульника (*Galeopsis sp.*), мяты (*Mentha sp.*) и др.

В нашей флоре семейство представлено травянистыми растениями и полукустарниками (*Thymus*). Губоцветные очень распространены и встречаются в различных местообитаниях. Кормового значения не имеют. Содержат большое количество эфирных масел. Многие виды применяются в качестве сырья в парфюмерии и как лекарственные; многие медоносны; многие являются сорняками.

Цветки с двойным околоцветником, неправильные, двугубые, с 4 или 2 тычинками и верхней четырёхлопастной завязью, со столбиком, выходящим из середины лопастей и заканчивающимся двумя рыльцами. Цветки собраны мутовками, образуя иногда вторичные кистевидные, колосовидные, метельчатые или головчатые соцветия. Стебель четырёхгранный, листья супротивные.

Для анализа возьмём цветок яснотки белой (*Lamium album*, рис. 73, 1, 2, 3). Чашечка правильная, сросшаяся, пятизубчатая. Венчик сросшийся, неправильный, двугубый: 2 лепестка образуют верхнюю губу, 3 срастаются в нижнюю. У основания трубки рас-

положено кольцо из волосков. 4 тычинки неравной длины прикрепляются на спайке верхней и нижней губы и между лопастями нижней; нити их сближены под верхней губой. На дне чашечки видна четырёхлопастная завязь, лежащая на подпестичном диске, из середины завязи выходит столбик с двураздельным рыльцем.

Цветок шалфея (*Salvia*) имеет двугубую чашечку, двугубый венчик, 4 тычинки, сближенные под верхней губой. Нити тычинок короткие, с длинным связником. На дне чашечки остаётся четырёхлопастная завязь.

При определении растений этого семейства (рис. 73) следует обратить внимание на:

1) строение чашечки (правильная или неправильная, количество зубцов, наличие опушения);

2) строение верхней губы венчика, которая может быть сводообразной, шлемовидной, прямой или срезанной (в последнем случае венчик одногубый);

3) строение нижней губы — форма лопастей, строение их поверхности (последняя часто бывает ровной, реже несёт выпуклости);

4) наличие волосистого кольца в трубочке венчика;

5) количество тычинок.

Из числа представителей разбираемого семейства у нас введён в культуру ряд эфирно-маслических растений: лаванда, мята перечная, шалфей, змееголовник молдавский, Melissa и некоторые другие. Среди дикорастущих видов отметим — пустырник, чабер, душицу, базилик, собираемые в качестве лекарственного сырья. Виды пикульников (род *Galeopsis*), ясноток (род *Lamium*), чистецов (род *Stachys*) засоряют посевы.

Семейство норичниковые (*Scrophulariaceae*)

Для определения растений семейства норичниковых надо иметь гербарные экземпляры и фиксированные цветки: рода коровьяк (*Verbasicum*), р. марьянник (*Melampyrum*), р. погремук (*Alectorolophus*), р. норичник (*Scrophularia*), р. льялька (*Linaria*) и р. вероника (*Veronica*).

В нашей флоре это семейство представлено травянистыми однолетниками и многолетниками. Среди представителей этого семейства много ядовитых, лекарственных и медоносных растений и растений, засоряющих посевы; имеются полупаразиты с зелёными листьями и слабо развитой корневой системой, присасывающиеся тау-сториями к корням злаков (марьянник, погремук); паразит на корнях орешника — «Петров крест» (*Lathraea squamaria*) также относится к этому семейству.

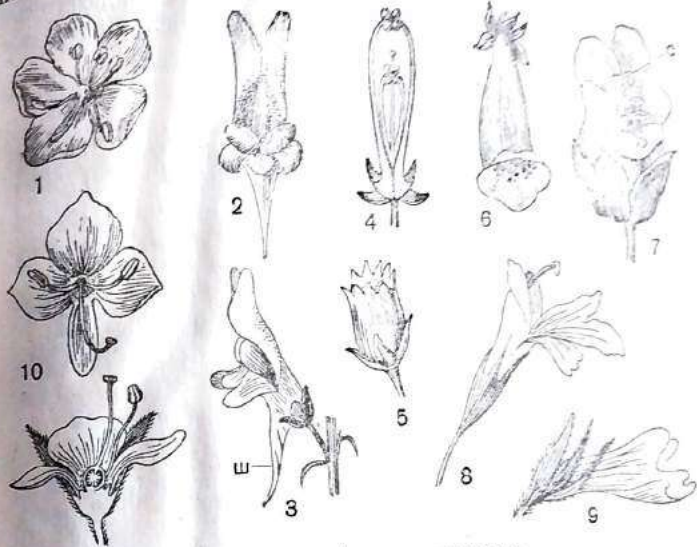


Рис. 74. Семейство норичниковые.

1 — актиноморфный цветок, венчик колесовидный, тычинок 5; 2—3 — зигоморфный цветок, нижний лепесток образует шпорец (ш), 4 — тычинок 4; 5 — плод — коробочка; 6 — венчик колокольчатый; 7 — венчик двугубый, развито 4 тычинки, пятая не развивается, образуя стаминодий; 8—9 — примеры резко неправильных двугубых венчиков; 10 — цветок срослого типа, два верхних лепестка срослись, тычинок 2.

Строение цветка у представителей этого семейства разнообразно (рис. 74): наряду с цветками правильного строения (*Verbasicum*) встречаем цветки неправильные (*Alectorolophus*, *Melampyrum*, *Veronica* и др.). Форма венчика весьма разнообразна — колесовидный, колокольчатый, двугубый. Чашечка у одних родов правильная, пятилистная, у других же неправильная, двугубая. Тычинки у растений с цветками правильными в числе 5, причём нити тычинок мохнатые; у неправильных цветков развиты только 4, иногда 2 тычинки; у р. *Scrophularia* пятая тычинка недоразвита (стаминодий). Завязь верхняя, двугнёздная, плод — коробочка. В строении вегетативных органов следует отметить, что здесь встречаются и округлые и четырёхгранные стебли с листовыми очередным и супротивным; иногда на одном и том же стебле

бывают и очередные и супротивные листья (*Pedicularis, Veronica longifolia*).

Из лекарственных растений этого семейства важное значение имеет наперстянка (*Digitalis*).

Семейство бурачниковые (*Borraginaceae*)

Для ознакомления с семейством *Borraginaceae* необходимы гербарные экземпляры главнейших представителей и фиксированные соцветия.

К этому семейству в нашей флоре относятся почти исключительно травянистые растения. Стебли у них округлые, листья очередные,

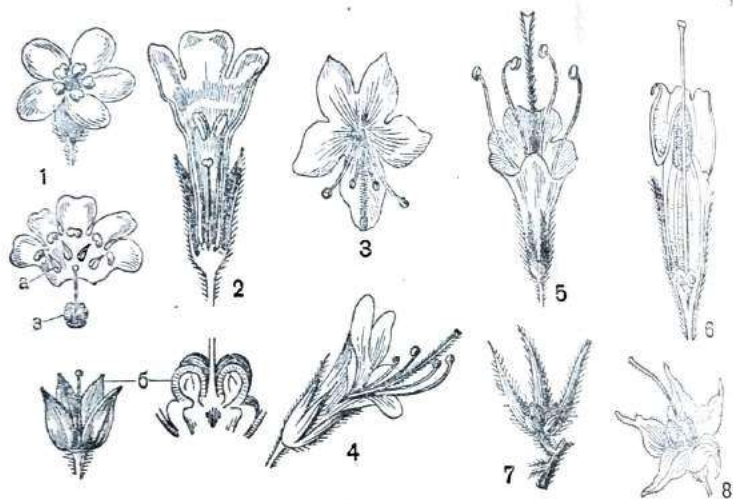


Рис. 75. Семейство бурачниковые:

1 — венчик актиноморфный колесовидный, а — чешуйки, з — четырёхлопастная завязь, б — два четырёххорешковых; 2 — венчик актиноморфный трубчатый; 3 — венчик зигоморфный двублодный; 4 — то же сбоку; 5 — то же сверху; 6 — венчик трубчатоколокольчатый; 7 — 8 — чашечка остаток при плодах.

соцветие завиток. Распространены бурачниковые довольно широко, но большого хозяйственного значения не имеют и в культуру не введены. Среди представителей семейства известно много медоносных, несколько красильных и лекарственных растений. Все бурачниковые на пастбищах скотом не поедаются и засоряют луга и пастбища. Многие виды этого семейства являются сорняками наших полев.

При определении растений семейства бурачниковых (рис. 75) следует обратить внимание на особенности строения чашечки, срастающейся на большем или меньшем протяжении, на формы сросшего венчика, который может быть колесовидно-распростёртым (незабудка, огуречная трава) или трубчатым (медуница, воловик),

или трубчато-воронковидным (синяк). Внутри венчика у многих видов находятся особые выросты, или складки, закрывающие вход в зев венчика от насекомых, не являющихся опылителями данного вида, и хорошо защищающие нектар от испарения. Тычинки чередуются с лепестками и основаниями нитей срастаются с частями венчика. Завязь верхняя, из 2 плодолистиков, с 1 столбиком, заканчивающимся двураздельным рыльцем; завязь образует 4 лопасти, из которых развивается сборный плод из 4 односемянных орешков; столбик выходит из середины лопастей завязи. Нектарники находятся у основания лопастей завязи, образуя «подпестичный диск».

Семейство сложноцветные (*Compositae*)

Для ознакомления с семейством *Compositae* надо иметь демонстрационный материал (гербарии) растений с корзинками, содержащими: 1) только обоеполые язычковые цветки (например, *Leontodon autumnalis* — кульбаба осенняя или *Taraxacum officinale* — одуванчик), 2) только трубчатые цветки (*Arctium tomentosum* — лопух или *Tanacetum vulgare* — дикая рябинка), 3) воронковидные бесполое и трубчатые обоеполые (вид рода *Centaurea* — василёк), 4) язычковые женские и трубчатые обоеполые (*Chrysanthemum leucanthemum* — нивяник). Должны быть зафиксированы корзинки этих видов. Помимо перечисленных растений, следует ознакомиться с тысячелистником обыкновенным (*Achillea millefolium*) и полынями (*Artemisia*) или золотарником (*Solidago virga aurea*), как примерами сложноцветных с мелкими корзинками, собранными во вторичные соцветия.

Для определения растений могут послужить материалом любые виды, собранные в виде гербарных экземпляров и фиксированных корзиночек. В случае фиксации сушкой корзинки надо разварить в кипятке за полчаса до начала занятий.

Семейство *Compositae* охватывает очень большое количество родов и видов. К числу характерных признаков семейства принадлежит тип соцветия «корзинка», т. е. собрание мелких цветков на цветоножке, большей частью расширенном; эта корзинка цветков окружена обёрткой из прицветников.

Для большинства цветков данного семейства (рис. 76) характерны следующие особенности в строении: ч а ш е ч к а редуцирована (или её совсем нет, или вместо неё небольшая оканна — «венец» или «коронка», или же хохолок из волосков (рис. 79); в е н ч и к из 5 сросшихся лепестков: или правильный — трубчатый или воронковидный, или же неправильный — с длинным отгибом, «язычковый»; т ы ч и н к и в числе 5, с короткими нитями и крупными пыльниками, слипающимися друг с другом; п л о д н и к срастается из 2 плодолистиков; завязь нижняя, с длинным столбиком и двураздельным рыльцем. Плод — семянка.

Ввиду того, что цветки у большинства растений этого семейства очень мелкие, таблицы для определения представителей этого се-

мейства составлены на основании характерных признаков строения всего соцветия. Строение цветка также принимается во внимание, но некоторые моменты препаровки цветка пропускаются.

Составив описание вегетативных органов определяемого растения, перейдём к анализу соцветия и цветка. У некоторых представителей семейства сложноцветных стебель (или его разветвления) завершается одной корзинкой (одуванчик, кульбаба осенняя); у других

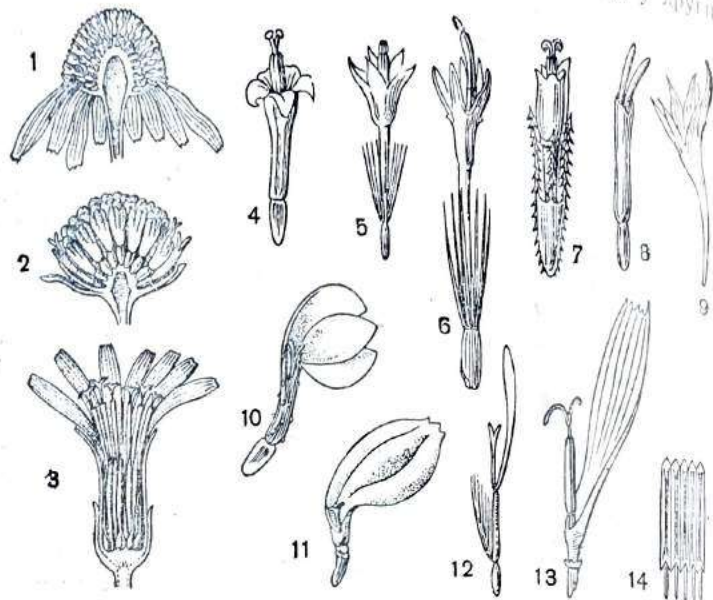


Рис. 76. Семейство сложноцветные:

1 — корзинка с трубчатыми (в центре) и язычковыми (по краю) цветками; 2 — в корзинке все цветки трубчатые; 3 — в корзинке все цветки язычковые; 4, 5, 6, 7, 8 — типы язычковых цветков; 9 — воронковидный цветок; 10, 11, 12, 13 — типы язычковых цветков; 14 — срастание пыльников тычинок в трубочку, нити остаются свободными.

мелкие корзинки бывают собраны во вторичные соцветия: тысячелистник (корзинки собраны в щиток), золотая розга (корзинки собраны в метельчатое соцветие).

Возьмём для анализа одну корзинку кульбабы; снаружи видим обёртку из нескольких рядов листочков (рис. 78). Следует обратить внимание на форму листочков и зарисовать один из них. Разрежем корзинку вдоль и с одной половины иглой или пинцетом удалим все цветки; ознакомимся с характером поверхности цветоложа (рис. 77), которое может быть гладким, голым или покрытым волосками, плёнками, ячейками; форма цветоложа у разных растений разнообразна — от плоской до конической (ромашка).

Вторую половину разрезанной корзинки используем для ознакомления со строением цветков. Вынув из цветоложа и расправив на

стекле цветок в капле воды, увидим, что он неправильный, с язычковым отгибом. В середине сросшейся части венчика заметно продолговатое тёмное пятно пыльников тычинок. Нижняя завязь

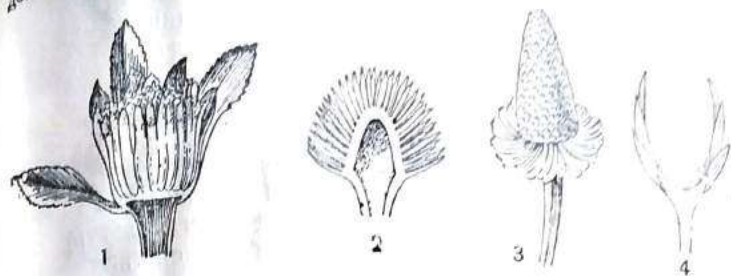


Рис. 77. Типы цветоложа сложноцветных:

1 — прямое голое; 2 — вышуклое с прицветниками; 3 — коническое ямчатое; 4 — вышуклое полаястое.

хорошо заметна под венчиком. К верхушке завязи прикреплены волоски хохолка (редуцированная чашечка). На них следует обратить внимание (пользуясь лупой), так как у одних родов волоски хохолка простые, у других зазубренные, а у некоторых перистые (рис. 79).

У корзинки лопуха имеется многорядная обёртка с крючковидными прицепками — приспособление к распространению семян при помощи переноса животным всей корзинки. Цветоложе покрыто волосками, плоское. Цветки все трубчатые, обоеполые. Волоски хохолка короткие, щетиновидные, легко опадающие.

Познакомившись с корзинками, содержащими только язычковые (кульбаба) и только трубчатые (лопух)

обоеполые цветки, просмотрим корзинку нивяника. Обёртка у неё многорядная, цветоложе плоское, голое. «Краевые» цветки корзинки, расположенные по окружности, имеют белую окраску. Вынув такой цветок, мы не обнаруживаем тычинок в трубке венчика. Нижняя завязь хорошо заметна, что нам указывает на однополость этих цветков; они только пестичные (женские). Срединные цветки мелкие, жёлтые, правильные, трубчатые; они содержат и тычинки и плодник, т. е. это обоеполые цветки.

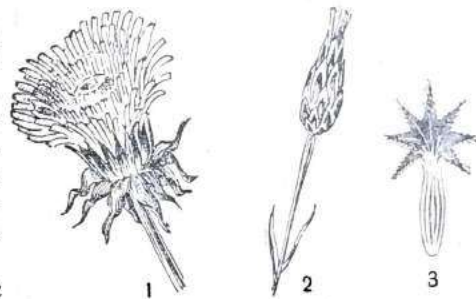


Рис. 78. Примеры общих обёрток сложноцветных:

1 — обёртка двуярусная, листочки наружного ряда отогнуты; 2 — обёртка многорядная, черепичатая; 3 — листочек обёртки несёт на верхушке бахромчатый придаток.

Просматривая корзинку василька, видим, что краевые цветки увеличенные, воронковидной формы, не имеют ни тычинок, ни пестика — это цветки бесполое, несущие только функцию привлечения насекомых-опылителей. Они делают соцветие более заметным.

Срединные цветки обоеполюсы. Наконец, надо учесть, что в пределах семейства есть и двудомные формы, примером которых может быть кошачья лапка (*Antennaria dioica*).

Среди растений этого семейства введены в культуру подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus*), земляная груша (*Helianthus tuberosus*) и одуванчик кок-сагыз (*Taraxacum officinale*). Ряд растений культивируется в качестве лекарственных и декоративных. Среди сложноцветных много медоносов. Поедаемость сложноцветных сельскохозяйственными животными носит сезонный характер (например, полынь поедается только после заморозков).

Со стороны химизма сложноцветных надо отметить наличие запасных углеводов в форме инулина.

КЛАСС ОДНОДОЛЬНЫЕ (MONOCOTYLEDONAE)

Семейство лилейные (*Liliaceae*)

Для изучения этого семейства желательно иметь следующие виды: тюльпан (*Tulipa sp.*), пролеску (*Scilla sp.*), птицемлечник (*Ornithogalum*), рябчик (*Fritillaria sp.*), спаржу (*Asparagus sp.*), ландыш майский (*Convallaria majalis*), купену (*Polygonatum sp.*), вороний глаз (*Paris quadrifolia*), гусиный лук (*Gagea sp.*), лук огородный (*Allium cepa*), шнитт-лук (*A. schoenoprasum*) и другие виды диких луков; чемерицу (*Veratrum sp.*), безвременник (*Colchicum autumnale*).

Семейство лилейных считается в классе однодольных центральным. В нём в наиболее типичной форме проявляются черты, свойственные ближайшим, примыкающим к нему семействам класса однодольных.

Околоцветник у лилейных простой венчиковидный, обычно ярко окрашенный. Цветки обоеполюсы, правильные, довольно крупные. Листочков околоцветника 6 (3+3), свободных или сросшихся, тычинок тоже 6 (3+3), редко 8; плодник один, сросшийся из трёх плодolistиков, степень срастания частей плодника может быть

различной у разных представителей лилейных. Завязь верхняя, трёхгнездная, плод — коробочка, раскрывающаяся створками, или ягода. Семя с одной семядолей и с эндоспермом.

Большинство лилейных — травянистые многолетние и однолетние растения. Под землёй образуют луковицы или корневища, в них откладываются запасные питательные вещества, за счёт которых весной быстро развиваются цветоносные побеги. Служат также для вегетативного размножения.

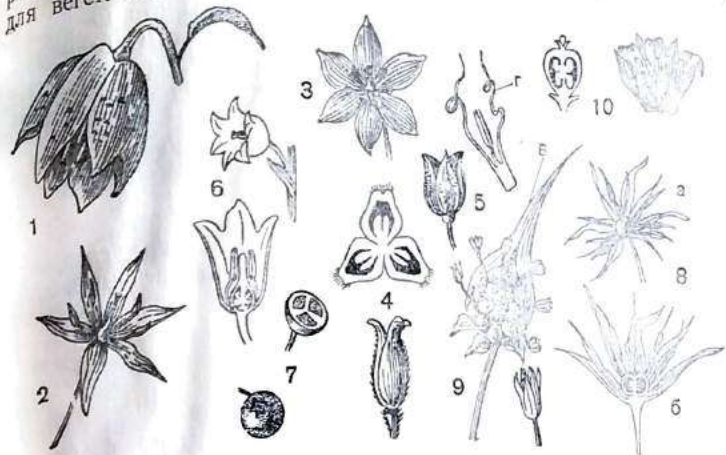


Рис. 80. Семейство лилейные:

1, 2, 8 — цветки трёхчленные со свободноплестным околоцветником, плод — трёхгнездная коробочка (4), раскрывающаяся тремя створками (5); 6 — цветок со сросшимся околоцветником, плод — трёхгнездная ягода (7); 8 — цветок четырёхчленный, а — в плане, б — в разрезе; 9 — в соцветии (зонтик) развиваются луковицы, в — покрывало, г — тычинка с зубцами; 10 — цветок в развёрнутом виде и завязь в продольном разрезе.

Лилейные — обширное семейство, его виды распространены во всех географических зонах. Сравнительно немногие представители, как, например, луки, спаржа, используются в пищу. Животными лилейные не поедаются, многие ядовиты (безвременник, чемерица, ландыш и др.). В соответствующих дозировках применяются в качестве лекарств. Лилии, тюльпаны — декоративные растения.

Семейство лилейные распадается на несколько подсемейств (рис. 80).

Подсемейство лилиевые характеризуется крупными, в большинстве одиночными цветками, с венчиковидным околоцветником; плодник с одним столбиком, плод — коробочка. Луковичные растения. Примеры: лилии (*Lilium*), тюльпаны (*Tulipa*).

Подсемейство спаржевые имеет цветки одиночные, пазушные или собранные в негустые кисти, околоцветник венчиковидный, сросшийся из 6 лепестков (у вороньего глаза околоцветник чашечковидный, долей околоцветника и тычинок по 8, столбиков 4). Плод — ягода. Корневищные растения. Примеры: спаржа (*Asparagus officinalis*), ландыш (*Convallaria majalis*), вороний глаз (*Paris quadrifolia*).

Подсемейство луковые характеризуется довольно мелкими цветками, собранными в зонтик; до раскрытия соцветия последнее обернуто кроющими листьями — покрывалом, околоцветник типичный, плод — коробочка; нередко среди цветков зонтика образуются луковички, служащие для размножения. Имеются луковицы, реже корневище, на котором образуется луковица. Примеры: различные виды луков (*Allium*), гусиный лук (*Gagea*).

Подсемейство зимовниковые имеет цветки, собранные в кистевидное или метельчатое соцветие. Околоцветник типичный. Завязь полунижняя, столбиков — 3, плод — коробочка, раскрывающаяся продольно, имеются клубнелуковицы. Пример: чемерица (*Veratrum Lobelianum*).

Семейство злаки (*Gramineae*)

Для ознакомления с семейством злаков нужны следующие материалы: 1) фиксированные в спирту или высушенные колосья

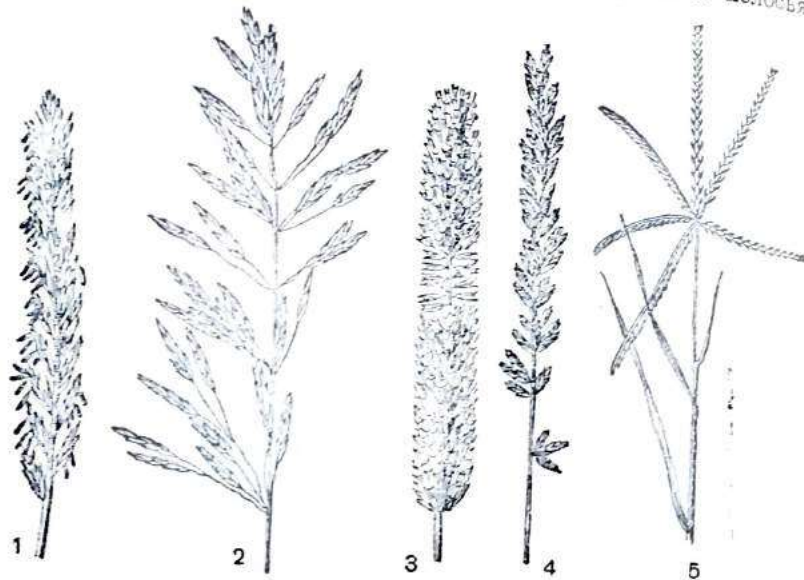


Рис. 81. Соцветия злаков:

1 — сложный колос; 2 — метелка; 3 — ложный колос или султан; 4 — колосовидная метелка; 5 — метелка с пальчато расположенными веточками.

ржи, собранные в начале цветения, метелки овса, соцветия перловника поникшего и тимopheевки (если материал фиксирован сушкой, то за полчаса до начала занятий его надо облить кипятком); 2) гербарные экземпляры видов злаков, упоминаемых в тексте; 3) мате-

риал для определения (гербарии и фиксированные соцветия, собранные в начале цветения).
Начиная изучение злаков, не следует брать видов с очень сложно устроенными колосками — зубровки (*Hierochloa odorata*), райграса (*Arrhenatherum elatior*), видов рода вейник (*Calamagrostis*). При повторном определении можно использовать и эти виды.

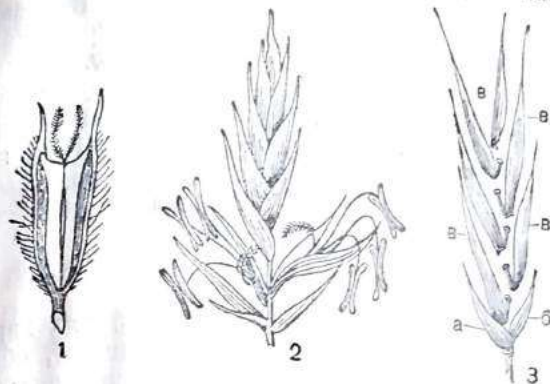


Рис. 82. Одноцветковый (1) и многоцветковые (2 и 3) колоски:

а — нижняя колосковая чешуя, б — верхняя колосковая чешуя, в — цветки, последовательно расположенные на оси соцветия.

Хорошими объектами для первого знакомства с колоском и цветком являются колосья ржи и метелки овса. Разобравшись в их строении, следует зарисовать все части колоска и цветка.

Семейство злаков (*Gramineae*) относится к классу однодольных и к порядку чешуецветных (*Glumiflorae*). В настоящее время их выделяют в порядок *Graminales* (злакоцветные).

Приспособление к ветровому опылению вызвало редукцию околоцветника, образование кистистых рылец и качающихся пыльников: нить прикреплена не к основанию, а к центральной части пыльника. В цветке большинства видов злаков находится завязь с двумя кистистыми рыльцами, три тычинки, две околоцветные пленки (*lodicalae*), очень мелкие чешуевидные листочки, по своим размерам не превышающие размеров завязи.

Все эти части цветка заключены между двумя цветковыми чешуями. Одна из них — внутренняя или верхняя — меньшего размера, обычно пленчатая, полупрозрачная, охватывает завязь и тычинки до раскрытия цветка. Другая — наружная, или нижняя, чешуя — плотная, зеленая, своими краями охватывает внутрен-

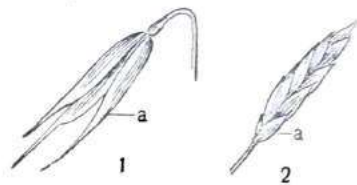


Рис. 83. Колоски злаков:

1 — колосковые чешуи (а) покрывают колосок; 2 — колосковые чешуи не превышают нижнего цветка.

ново чешую. Во время цветения у перекрёстноопыляющихся злаков обе чешуи приоткрываются, давая доступ пыльце.

Цветки злаков собраны в соцветия — колоски, заключённые в колосковые чешуи. Количество цветков, одетых общими колосковыми чешуями, различно у разных злаков: цветков в колоске может быть от 1 до 20—22 (рис. 82, 84).

Колосок — это первичное соцветие злаков. В свою очередь колоски бывают собраны в различные вторичные соцветия (рис. 81): 1) сложный колос — колоски сидят по выступам основного стержня (рожь, пырей), 2) кисть — колоски расположены на ножках (перловых понижий), 3) метёлка — колоски на ножках на разветвлениях главной оси (овёс), 4) султан, или ложный колос, — колоски на коротких ножках, заметны только при отгибании их от оси, располагаются на стержне спирально, закрывая весь стержень (тимофеевка)¹.

Плод злаков — зерновка — односеменной, сухой. Семенная оболочка срастается с оболочкой плода.

Вегетативные органы злаков имеют целый ряд характерных особенностей: стебель полый, с узлами (соломина), обладающий вставочным ростом, листья линейные, влагалищные, с более или менее развитым язычком (плёчатый листочек в месте перехода листовой пластинки во влагалище), корни придаточные, мочковатые.

Злаки по своему происхождению, по мнению большинства исследователей, мыслятся как одна из ветвей лилейных (или ещё некоторых однодольных), приспособившаяся к ветровому опылению. Огромное количество видов и форм говорит о сравнительно недавнем образовании этого семейства. В пределах семейства злаков встречаются растения, имеющие большее количество околоцветных плёнок (ковыль — 3) или большее количество тычинок (6 у риса и бамбука).

Обилие видов представителей этого семейства при очень мало бросающихся в глаза отличиях в строении вегетативных органов заставляет обращать внимание на строение цветка, колоска и тип соцветия. Познакомившись с типом соцветия разбираемого злака, следует выяснить число цветков в колоске. Колосок отгибается на отдельной ножке и закрыт бесплодными колосковыми чешуями. Колосковые чешуи бывают иногда мелкие, не превышающие длины колоска (пырей), а иногда крупные, закрывающие весь колосок (овёс) (рис. 83); они могут быть одинаковыми по форме, величине и числу жлоков, но могут и отличаться одна от другой. Иногда (у р. *Lolium*) развивается только одна колосковая чешуя, иногда колосковых чешуй может быть больше, например, у душистого колоска (*Anthoxanthum odoratum*).

Чрезвычайно важным и характерным признаком является наружная цветковая чешуя (прицветный лист), которая у многих зла-

¹ Echinopsium, Distylos, Symbotus, Anthorogon и Veschnipia имеют соцветия, обладающие от перечисленных четырёх типов.

ков бывает снабжена остью — продолжением средней жилки (рис. 85). Ость бывает разной длины (ковыль, рожь) и может быть прикреплена на верхушке чешуи (рожь), в середине спинки чешуи (овёс) и у основания чешуи (лисохвост); она может быть гладкой (овёс), шероховатой (рожь), волосистой (ковыль), прямой

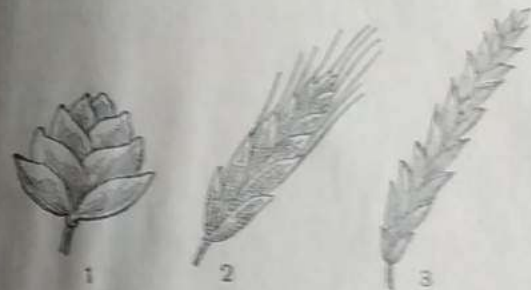


Рис. 84. Формы колосков

1 — округлый, 2 — овальный, 3 — уплощённый.

(рожь) или изогнутой (овёс). У многих злаков ость очень короткая (как сборная) или её совсем нет (трясунка средняя). Число жлоков наружной цветковой чешуи, а также наличие или отсутствие жлоков — также очень характерные признаки отдельных родов и видов злаков. Что же касается строения внутренней цветковой чешуи, то она у всех злаков более или менее однородна в своём строении: срастаясь из двух листочков околоцветника, она всегда имеет 2 жилки и большую часть на вершине двузубчатая.

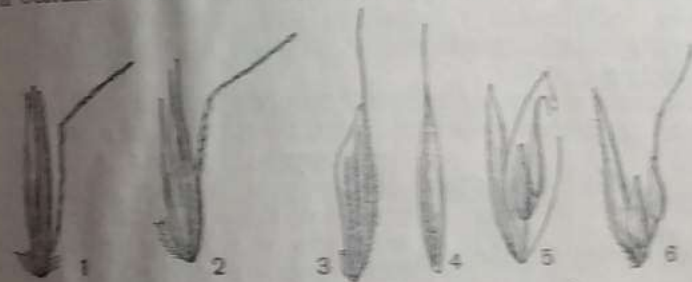


Рис. 85. Место отхождения и формы остей

1 — ость отходит от основания чешуи; 2 — ость отходит от средней спинки чешуи, параллельно средней жилке и на фиг. 10; 3 — ость отходит из вершины чешуи; 4 — ость отходит из середины чешуи, выходя её продолжением; 5 — ость не выходит из чешуи; 6 — ость выходит из чешуи.

Околоцветные плёнки у некоторых видов хорошо заметны при 3—10-кратном увеличении (под лупой), у других слабо развиты и почти не видны.

Для большинства злаков нашей флоры характерно наличие трёх тычинок, но встречаются злаки с меньшим числом тычинок (2 у душистого колоска и 1 у цинны). У некоторых злаков в колосках

цветки неодинаковы: могут быть однополые, тычиночные, и обое-
полые в одном колоске.

Завязь может быть голой или опушённой. Рыльца завязи у
одних видов тесно сближены, у других раздвинуты друг от друга
(рис. 88).

Познакомившись со всеми перечисленными категориями при-
знаков в строении цветка и колоска разбираемого злака, надлежит



Рис. 85. Колосковые чешуи, не
сросшиеся между собой (1) и
сросшиеся от основания (2).

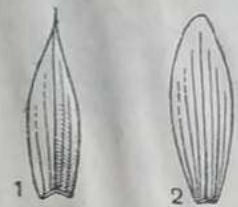


Рис. 87. Цветковые
чешуи:
1 — с килем на спинке и
2 — без киля, округлённая
(уплощённая).

ознакомиться со строением вегетативных органов. Надо обратить
внимание на характер расположения стеблей, на корневище (для
однолетних и озимых форм — на узел кущения). Корневище может
быть длинным, ползучим (пырей), и стебли расположены на некото-
ром расстоянии друг от друга; у рыхлокустовых злаков (тимо-
феевка, ежа) стебли у основания приподнимающиеся; плотно-
кустовые злаки (овсяница овечья, ковыль, щучка) всегда имеют
прямостоячие стебли.

Различия в строении листовой пластинки выражаются в сле-
дующем: листья могут быть плоскими, лентовидными и свернутыми
щетиновидно; средняя жилка резко
выдаётся или же все жилки более
или менее одинаковы; пластинка мо-
жет быть голой или волосистой (с
одних сторон или только с нижней),
или шероховатой по поверхности
(щучка) или по краю пластинки
(ежа). В месте перехода листовой
пластинки во влагалище бывает бе-
лый плёнчатый листочек — «язычок»
(рис. 89); надо обратить внимание на



Рис. 88. Место отхождения
рылец:

1 — рыльца отходят по бокам завязи
(завязь на верхушке опушённая); 2 —
рыльца отходят от верхушки завязи
(завязь на верхушке голая).

его размеры и форму (конический, усечённый, разорванный, рас-
щеплённый на волоски; рис. 90). У некоторых растений язычок не
развивается, и в месте перехода листовой пластинки во влагалище
находятся выступы пластинки, охватывающие стебель, так назы-
ваемые «ушки» (например, овсяница луговая).

Среди растений этого семейства много важнейших пищевых и
кормовых растений как однолетних, так и многолетних. Многие
виды находят применение для плетения и топлива. Встречаются
виды, имеющие лекарственное значение. Наряду с полезными расте-
ниями встречаются и вредные, даже ядовитые.

Зерновые культуры: рожь,
пшеница, полба, ячмень, кукуруза, просо, овёс.
Кормовые культуры: сорго,
суданка, тимофеевка, овсяница, костёр, ежа,
райграсс, лисохвост, мятлик, полевица и др.

ПЛАН ОПИСАНИЯ ЗЛАКОВОГО РАСТЕНИЯ

1. Тип соцветия (сложный колос, ложный
колос, метёлка, в последнем случае метёлка
раскидистая, сжатая, колосовидная) (рис. 81).

2. Количество цветков в колоске, форма и
размер колосков.

3. Количество колосковых чешуй, их длина
по отношению к первому цветку (покрывает его
или не покрывает), форма, количество жилок
(определяется с помощью лупы). Наличие или
отсутствие киля.

4. Строение наружной цветковой чешуи, её
форма, количество жилок, килеватость, наличие
или отсутствие ости. Место отхождения ости и
её форма.

5. Количество тычинок и пол цветков.

6. Строение завязи, место отхождения рылец,
наличие или отсутствие опушения завязи.

7. Наличие или отсутствие прицветных плё-
ночек.

8. Наличие или отсутствие язычка, его раз-
мер и форма (виден хорошо лишь на свежих
растениях).

9. Тип кущения злака: 1) корневищный, 2) рыхлокустовой,
3) плотнокустовой.

Рассмотрим и сделаем описание растения ржи:

1. Соцветие — сложный колос, т. е. многочисленные колоски
сидят на зарубках стержня колоса. Стержень колоса плотный,
неломкий.

2. Колосок двухцветковый, удлинённой формы, третий цветок
недоразвитый.

3. Колосковых чешуек 2, короче цветковых, шиловидно-
заострённой формы, килеватые, с 1 средней жилкой, по жилке
острошероховатые.

4. Цветковых чешуй 2; наружная (нижняя) — ланцетовид-
ная, на верхушке переходит в длинную и прямую ость, являю-

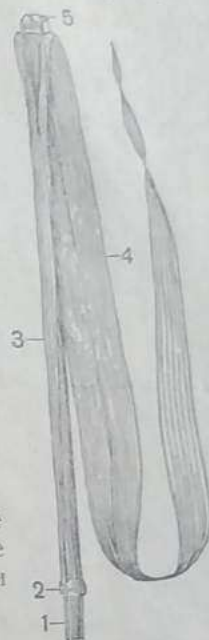


Рис. 89. Участок
стебля злака с ли-
стом:

1 — междоузлие; 2 —
узел; 3 — листовое вла-
галище; 4 — листовая
пластинка; 5 — язычок.

щущая непосредственным продолжением чешуи. Жилок 3, средняя жилка образует киль и несёт ряд ресничек. Внутренняя чешуя плёчатая с 2 жилками, даузубчатая.

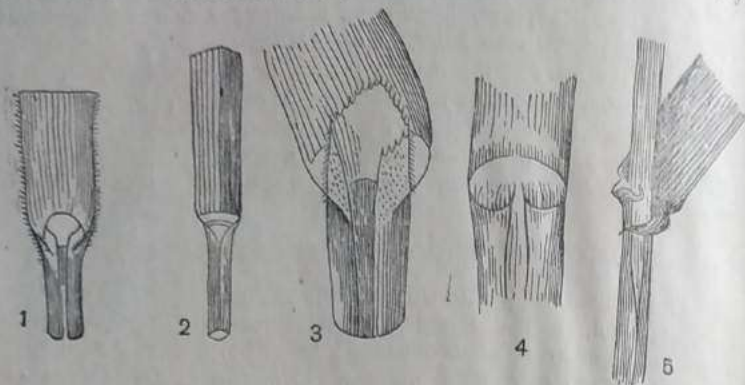


Рис. 90. Различные формы листового язычка злаков:

1 — короткий притуплённый; 2 — в виде выемки; 3 — зубчатый; 4 — с венцом волосков; 5 — ушки, охватывающие стебель.

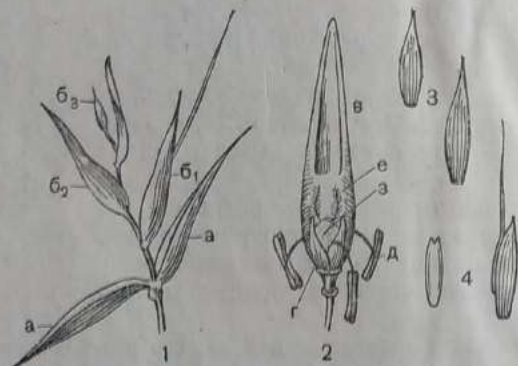


Рис. 91. Строение колоска и цветка овса посевного (*Avena sativa*).

1 — колосок; а — колосковые чешуи, б₁, б₂, б₃ — последовательно расположенные цветки; 2 — цветок, наружная цветковая чешуя удалена, видны: а — внутренняя цветковая чешуя, б — прицветные плёночки (lodiculae), в — тычинки, г — завязь с двумя рыльцами (в); д — колосковые и 4 — цветковые чешуи.

5. Тычинок 3.

6. Завязь эллиптическая, на верхушке опушённая, рыльца перистые.

7. Околоцветных плёнок (lodiculae) 2. Не превышают своим размером завязи.

8. Язычок короткий, тупой, у основания с маленькими ушками.

9. Растение рыхлокустовое. Корни мочковатые, из узла кушения выходят несколько прямых или коленчато приподнимающихся стеб-

лей. Стебель — соломина (полая, с узлами). Листья линейные, очередные, влагалищные, параллельновершинные, шероховатые. Всё растение серовато-зелёного цвета.

Для сравнения рассмотрим колосок овса, взятый из метёлки. Колоски овса трёхцветковые, 3-й цветок большей частью не развит. Колосковых чешуй 2, они крупные, превышающие по размерам колосок, без килья, прозрачные, со многими жилками.

Наружная цветковая чешуя с длинной коленчато согнутой остью, выходящей из спинки чешуи. Жилок много. Внутренняя цветковая чешуя остаётся при плоде, плотно охватывая его (рис. 91).

Семейство осоковые (Cyperaceae)

Представители семейства осоковых в своём строении имеют много общего со злаками.

Цветки лишены околоцветника, или он имеет вид волосков и щетинок (рис. 92), тычинок три или две. Плодник с верхней завязью

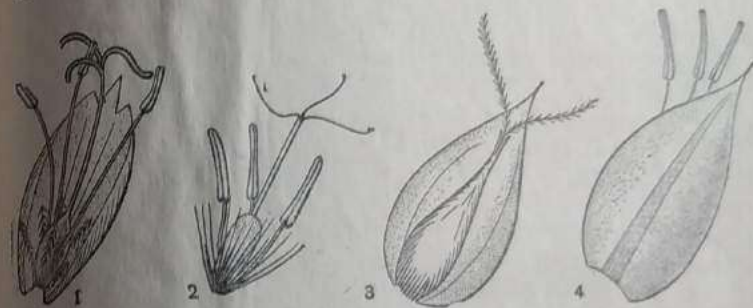


Рис. 92. Семейство осоковые.

Типы цветков: 1 — околоцветник из 6 зубчатых щетинок; 2 — околоцветник из 6 гладких волосков; 3—4 — околоцветника нет, цветки раздельнополые, плод заключён в мешочек.

и 2 или 3 рыльцами, большей частью бывает плотно окружён внутренней прицветной чешуёй, образующей мешочек, и внешней чешуёй. Цветки обычно раздельнополые, собраны в соцветия-колоски, которые в свою очередь образуют сложный колос, метёлку, колосовидную метёлку. Плод — орешек (оболочка плода не срастается с семенем, как у злаков). Стебли большей частью трёхгранные, выраженных узлов не имеют, листья расположены в 3 ряда, имеют короткие замкнутые влагалища, пластинка линейная, иногда тесьмовидная, по жилкам шероховатая. Корни придаточные, отходящие от узлов корневища. Корневище может быть длинным, ползучим, а может быть плотным и коротким и образовывать плотную дернину.

При определении представителей семейства осоковых надо обратить внимание прежде всего на следующие признаки: имеется ли околоцветник в виде волосков или околоцветник совершенно отсутствует; цветки обоеполые или раздельнополые. В последнем

случае надо определить тип соцветия и расположение в нём мужских (тычиночных) и женских (пестичных) цветков. Здесь могут встретиться следующие варианты: 1) Раздельнополые цветки распределяются в разных колосках (верхний колосок состоит из мужских цветков, а нижние колоски — из женских цветков). 2) В каждом колоске имеются и мужские и женские цветки: а) на верхушке колоска — мужские, а у основания — женские; б) у основания — мужские, на верхушке — женские. 3) Раздельнополые цветки распределяются между разными экземплярами растений, т. е. растение двудомное. Далее переходим к изучению деталей строения цветка. Если имелся околоцветник, то следует определить, состоит ли он из 6 коротких щетинок или он расщеплён на многочисленные тонкие и длинные волоски. Если же околоцветник отсутствует, то изучаем строение кроющей чешуи (наличие бороздок, плёнчатого края и т. п.) и мешочка (имеется ли на его верхушке двузубчатый носик (рис. 93), имеется ли опушение, жилки, какова его форма и пр.).



Рис. 93. Строение плодников осок:

1 — завязь с двумя столбиками, мешочек без носика; 2 — завязь с тремя столбиками, мешочек с носиком.

Важным систематическим признаком служит количество рылец — их может быть 2 или 3. Изучив и описав цветок, можно перейти к рассмотрению вегетативных органов.

Осоковые — растения сырых болотистых мест; как и злаки, растут большими скоплениями, нередко образуя чистые заросли. В отличие от злаков обладают низкой питательностью, поедаются скотом плохо (исключение составляют пустынные осоки). Некоторые более съедобны в молодом возрасте, т. е. ранней весной в начале цветения. После цветения быстро грубеют.

В соответствии с намеченными группами для определения желателно иметь следующие растения. Камыши (*Scirpus*): к. озёрный — *S. lacustris*, к. морской — *S. maritimus*, к. лесной — *S. silvaticus*. Пушицы (*Eriophorum*). Осоки (*Carex*): о. двудомная — *C. dioica*, о. шреберова — *C. Schreberi*, о. заячья — *C. leporina*, о. лисья — *C. vulpina*, о. серо-зелёная — *C. canescens*, о. изящная — *C. gracilis*, о. волосистая — *C. pilosa*, о. бутыльчатая — *C. vesicaria*.