

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОУ ВПО «ТАТАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л. У. МАВЛЮДОВА, М. Б. ФАРДЕЕВА

СИСТЕМАТИКА ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСУ БОТАНИКИ
С ОСНОВАМИ ФИТОЦЕНОЛОГИИ

Рекомендовано УМО Министерства образования и науки РФ
по специальностям педагогического образования
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 050102.65 (032400) — биология

КАЗАНЬ
2011

УДК 58 : 373.167.1
ББК 28.5 я73
М12

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор КФУ
Е. Л. ЛЮБАРСКИЙ

доктор биологических наук, профессор ТГГПУ
Н. В. МОРОЗОВ

Научный редактор:

доктор биологических наук, профессор ТГГПУ
Ф. Г. СИТДИКОВ

Мавлюдова Л. У., Фардеева М. Б.

М12 Систематика высших растений: Учебно-методическое пособие.— 3-е изд. дополн.— Казань: Издательство «Оста», 2011.— 178 стр. с рис.
ISBN 978-5-904898-02-1

Учебно-методическое пособие предназначено для организации и проведения лабораторных занятий со студентами биологического отделения ТГГПУ. Пособие содержит большой фактический материал, характеризующий важнейшие таксоны высших растений. Много внимания уделено флоре Республики Татарстан.

Пособие составлено в соответствии с программой для педагогических университетов, рекомендованной министерством образования и науки Российской Федерации.

ISBN 978-5-904898-02-1 © Мавлюдова Л. У., Фардеева М. Б., 2011

ВВЕДЕНИЕ

Систематика растений — это раздел ботаники, занимающийся классификацией растений Земли и выяснением их эволюционных взаимоотношений. Основной задачей систематики растений является создание упорядоченной системы растений, отражающей историческое развитие растительного мира. К. Линней называл систематику «Ариадниной нитью ботаники, без которой — хаос».

Для классификации растений у систематики имеются свои понятия, символы, свой язык. Каждая система состоит из последовательно соподчиненных друг другу систематических единиц. В 1950 году на Международном ботаническом конгрессе для обозначения систематических единиц любого ранга был принят термин «**таксон**». В систематике растений таксоны разного ранга, соподчиняясь друг другу, образуют следующий ряд (в нисходящем порядке): **царство** (Regnum) — **отдел** (Divisio) — **класс** (Classis) — **порядок** (Ordo) — **семейство** (Familia) — **род** (Genus) — **вид** (Species). В этом ряду могут быть промежуточные таксоны, их обозначают, присоединяя приставки «над» или «под» (например, подцарство, надсемейство). Таким образом, каждое растение рассматривается как представитель определенного ряда соподчиненных друг другу таксонов.

Правила наименования таксонов регулируются Международным кодексом ботанической номенклатуры. Латинские названия таксонов выше рода имеют специальные окончания: отдел — *phyta*, класс — *psida*, подкласс — *idae*, порядок — *ales*, семейство — *aseae*. Следовательно, по окончанию названия таксона можно судить о его ранге (например, *Pinophyta* — отдел, *Ranunculaceae* — семейство).

Видовое название растения состоит из двух слов, из которых первое — название рода, а второе — видовой эпитет (например, *Ranunculus acris* — лютик едкий). Это называется *бинарной номенклатурой*. После названия растения в научной литературе приводятся начальные буквы фамилии автора,

впервые описавшего под этим названием данный вид растения. Например, *Ranunculus acris* L. (Линней), *Larix europaeae* D. (Декандоль).

Задачей практического курса «Систематика высших растений» является ознакомление с наиболее распространенными или имеющими практическое значение представителями высших растений. Пособие содержит краткое теоретическое описание изучаемых таксонов, в котором рассматривается их анатомо-морфологическое строение, особенности размножения, экология, филогенез, систематическое положение. Большое внимание уделено флоре Татарстана.

На занятиях изучаемые объекты рассматриваются и зарисовываются в альбом. Зарисовка является одним из методов усвоения фактического материала. Кроме этого, выработка графических навыков, умения четко и правильно изображать видимое имеют огромное значение в профессии учителя-биолога. Рисунки должны быть снабжены пояснительными надписями. Для типичных представителей изучаемых таксонов составляется схема цикла развития с указанием смены ядерных фаз и поколений.

Для каждого занятия составлены контрольные вопросы для самостоятельной подготовки студентов и проверки их знаний.

ЗАНЯТИЕ I

Тема занятия: ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ (Bryophyta)
КЛАСС ПЕЧЕНОЧНЫЕ МХИ (Marchantiopsida,
или Hepaticopsida)

Краткая характеристика

Моховидные — это древняя группа высших растений, насчитывающая около 25 тыс. видов (по некоторым данным, от 22 000 до 27 000). Экологически моховидные приурочены к жизни во влажной среде.

Среди высших растений моховидные образуют наиболее обособленную группу. Главнейшей особенностью этого отдела является преобладание *гаметофита* в цикле развития. Эта особенность отличает моховидные от других отделов высших растений, эволюция которых шла по линии совершенствования спорофита, как более приспособленного к наземному существованию.

Гаметофит моховидных представляет собой зеленое травянистое многолетнее растение. Однолетние мхи очень редки. Вегетативное тело моховидных или в виде таллома (слоевища) или имеет побеговое строение. Стебель и листья моховидных не гомологичны таковым у других высших растений, т.к. являются органами гаметофита. Поэтому стебель правильной называть *каулидием*, а листья — *филлидиями*. Мхи никогда не имеют корней, их функцию выполняют ризоиды. Размеры тела колеблются в пределах 10—15 см.

Гаметофиты моховидных имеют сравнительно простое анатомическое строение. Хорошо развиты покровная и ассимиляционная ткани, другие ткани (проводящая, механическая, запасающая) слабо выражены.

Гаметофиты могут быть однодомными и двудомными. На них образуются половые органы — антеридии и архегонии, которые имеют типичное для высших растений строение. Антеридии и архегонии располагаются или на специальных подставках, или погружены в ткань слоевища, или развиваются в пазухах боковых и верхушечных листьев. Оплодотворение яйцеклетки подвижными сперматозоидами осуществляется только при наличии капельно-жидкой среды.

Спорофит моховидных называется *спорогоном*. Развитие молодого спорогона происходит внутри брюшка архегония. Покровы и стенки архегония защищают молодой спорогон от высыхания. Остатки архегония — *калиптра* — прикрывают и взрослый спорофит. Питание спорофита полностью или частично осуществляется за счет гаметофита, с которым спорогон связан до полного созревания и рассеивания спор, после чего он отмирает.

Спорофит моховидных устроен довольно просто. Он состоит из коробочки, ножки и гаустория. Гаусторий — это утолщенная в виде присоски нижняя часть ножки, с помощью которого спорофит прочно соединяется с тканями гаметофита.

В коробочке спорогона находится спорангий со спорами. При созревании спор коробочка открывается, и споры разносятся ветром. Споры высыпаются только в сухую погоду, для этого у моховидных имеются различные приспособления. Споры морфологически все одинаковые, то есть моховидные — *равноспоровые* растения. Но у многих моховидных наблюдается *физиологическая разнопоровость*. Это явление, когда из одинаковых спор образуются разные гаметофиты. Но перед образованием гаметофитов из спор моховидных развивается протонема.

Протонема — это юношеская фаза развития моховидных (прото — первичный, нема — нить). Наличие протонемы — еще один существенный признак, отличающий моховидных от других высших растений.

Протонемы могут быть первичными и вторичными. Первичные вырастают из споры, вторичные — образуются из частей таллома. Протонемы могут быть нитчатыми или пластичными и по внешнему виду обычно сильно отличаются от взрослого растения. Чаще всего встречается нитчатая протонема. Внешне она похожа на нитчатую зеленую водоросль, что послужило поводом для предположения о происхождении моховидных от зеленых водорослей. На протонеме образуются ризоиды, при помощи которых она всасывает воду и минеральные вещества.

На протонеме образуется много почек, из которых вырастает взрослое растение. Таким образом, протонема способствует вегетативному размножению моховидных, а также их плотному произрастанию в виде подушечек — дерновинок. Подобное плотное произрастание растений создает особый микроклимат внутри дерновинки, удерживая влагу и пары

воды, необходимые для обеспечения полового процесса. Протонема также питает молодое растение, так как фотосинтезирует и имеет ризоиды.

Отдел моховидные подразделяется на три класса: **антоцеротовые, печеночные и листостебельные мхи**.

КЛАСС ПЕЧЕНОЧНИКИ (Marchantiopsida, или Hepaticopsida)

Класс печеночники насчитывает около 7000 видов, которые встречаются как в холодных, умеренных, так и в тропических областях. Наряду с талломными формами тела, встречаются и типично листостебельные растения, однако сохраняется дорзентральное строение. Имеются маслянистые тельца и слизевые клетки. Ризоиды одноклеточные, проводящая система отсутствует. Протонема слабо развита и недолговечна, как правило, имеет пластинчатую форму. Спорогон развивается без колонки, в спорангии кроме спор содержатся элатеры.

В классе выделяют 2 подкласса — маршанциевые (Marchantiidae) и юнгерманниевые (Jungermanniidae).

Цели занятия:

- Изучить особенности строения, размножения, экологии моховидных.
- Выделить отличительные систематические признаки класса печеночников.
- Ознакомиться с основными представителями класса.

Материалы и оборудование:

Микроскопы, оборудование для приготовления временных препаратов, фиксированный материал маршанции, постоянные микропрепараты, гербарный материал, таблицы.

Работа 1. ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ, РАЗМНОЖЕНИЕ МАРШАНЦИИ МНОГООБРАЗНОЙ (Marchantia polymorpha)

Систематическое положение:

Подкласс: Маршанциевые (Marchantiidae). Вегетативное тело талломного типа и имеет довольно сложное анатомическое строение.

Порядок: Маршанциевые (Marchantiales)

Семейство: Маршанциевые (Marchantiaceae)

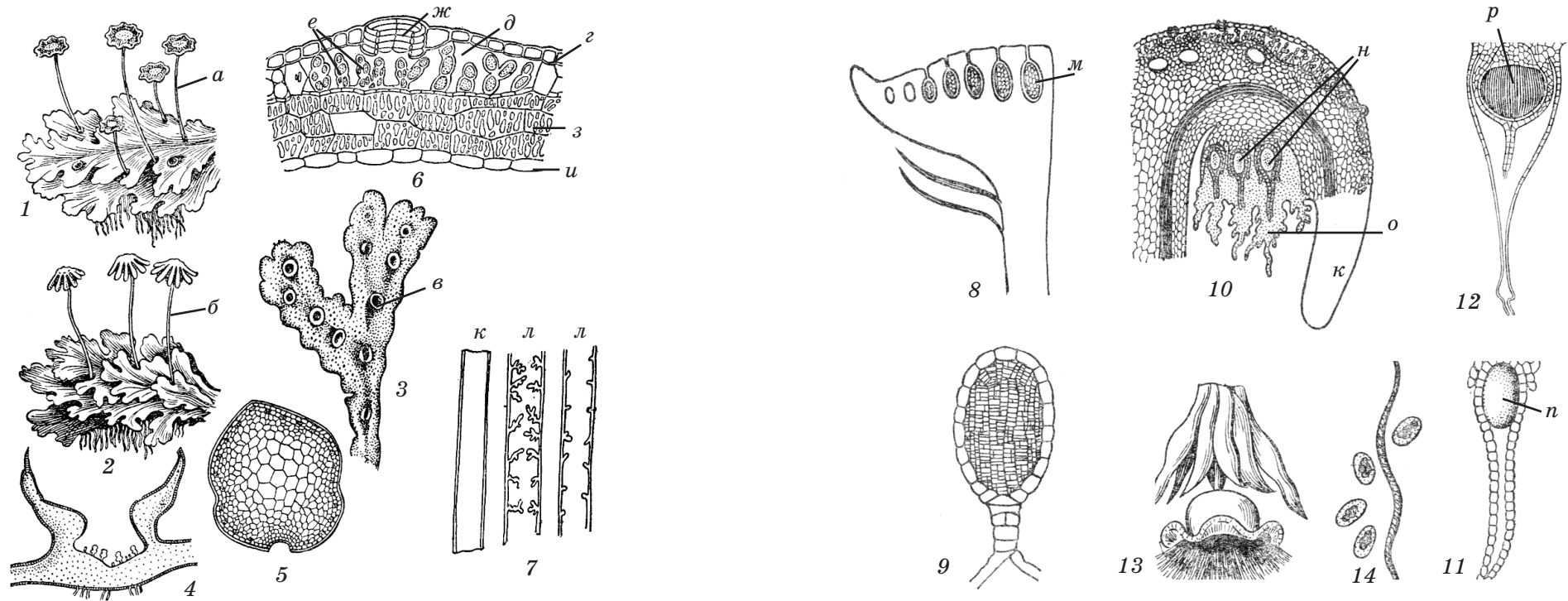


Рис. 1. Цикл развития маршанции многообразной (*Marchantia polymorpha*):

1 — внешний вид мужского гаметофита: *a* — мужская подставка; 2 — внешний вид женского гаметофита: *b* — женская подставка; 3 — часть таллома: *v* — выводковая корзиночка; 4 — поперечный срез выводковой корзиночки; 5 — выводковая почка; 6 — поперечный срез таллома: *z* — верхняя эпидерма, *d* — воздушная камера; *e* — ассимиляторы, *ж* — устьице, *з* — паренхимные

клетки, *u* — нижняя эпидерма; 7 — ризоиды: *к* — простые, *л* — язычковые; 8 — продольный срез через мужскую подставку: *м* — антеридиальная камера с антеридием; 9 — антеридий; 10 — продольный срез через женскую подставку: *н* — архегонии, *о* — перихеций; 11 — архегоний: *п* — яйцеклетка; 12 — развитие спорогония внутри архегония: *р* — спорогон; 13 — зрелый спорогон; 14 — споры и элатера

Вид: Маршанция многообразная (*Marchantia polymorpha*). Это обычное растение для умеренной зоны, встречается в сыроватых лесах, оврагах, предпочитает глинистые и торфяные почвы (рис. 1).

Гаметофит представлен дихотомически ветвящимся дорзо-вентральным талломом. Тело покрыто *верхней и нижней эпидермой*. В верхней эпидерме располагаются *устьица*, состоящие из 4-х рядов клеток, сложенных бочонком. Устьица не регулируют интенсивность транспирации, так как всегда открыты. Под устьицами находятся *воздушные камеры*, которые

друг от друга отделяются бесцветными круглыми клетками. Со дна воздушных камер поднимаются нити — *ассимиляторы*, состоящие из округлых клеток, в которых располагаются хлоропласты. Под воздушными камерами имеется слой паренхимных клеток, в них накапливается крахмал, а также масла, слизи, характерные для печеночников.

От нижней эпидермы отходят ризоиды двух типов: *язычковые*, у которых от стенок отходят выросты в виде язычков, и *простые*, а также *амфигастрии* — брюшные чешуйки. Функцией простых ризоидов является прикрепление к субстрату и

водоснабжение, функцией язычковых — только водоснабжение. Они скручиваются в тяжи и по ним, как по фитилю, проводится вода к различным частям таллома. Амфигастрии прижимают тяжи к таллому.

У маршанции имеются специальные органы вегетативного размножения. Это — *выводковые корзиночки*, ко дну которых на тонких ножках прикрепляются *выводковые почки*, которые представляют собой пластинки с выемками по бокам, где располагаются две точки роста. Дождем они переносятся на новые места, где разрастаются в слоевища.

Половые органы располагаются на особых *подставках (гаметангиофорах)*. Подставки — это выросты слоевища, которые имеют такое же анатомическое строение, как и таллом. У маршанции внутри подставки протягиваются 2 тяжа язычковых ризоидов. *Мужская подставка (антеридиофор)* имеет форму лопастного диска, сидящего на тонкой ножке. На верхней поверхности диска имеются многочисленные колбовидные вместилища (*антеридиальные камеры*), узкая часть которых открывается наружу. В них на небольших ножках сидят *антеридии*. Каждая клетка *спермагенной ткани* антеридия образует два двужгутиковых сперматозоида.

Женская подставка (архегиофор) состоит из ножки и сидящего на ней многолучевого звездчатого диска. В промежутках между лучами располагаются *архегонии*, находящиеся на разных стадиях развития. Брюшко архегония обращено кверху, а шейка — вниз. Самые молодые архегонии располагаются у ножки, а более зрелые — у края диска. Архегонии имеют защитные образования. Это частное покрывало — *перианций* (кольцевидный валик вокруг брюшка архегония). Также имеется общее покрывало — *перихеций* — вырост слоевища, защищающий от высыхания группу архегониев.

Маршанция — растение двудомное, имеются, следовательно, мужские и женские растения (мужские и женские гаметофиты).

Оплодотворение происходит рано весной, когда растения покрыты водой. *Спорогон* развивается под лучами женской подставки. Он имеет простое строение, состоит из коробочки, ножки, гаустория. Коробочка округлая, при раскрытии стенка ее разрывается на 4 равные части. При созревании спор ножка спорогона сильно вытягивается и выносит его из защитных покровов архегония. Одновременно разрастается и ножка подставки, а лучи его поднимаются кверху и расходятся.

У маршанции на одной подставке образуется 7 млн. спор. Кроме спор в коробочке имеются особые нити — *элатеры*. Зрелые элатеры — это удлиненные мертвые клетки с заостренными краями и со спирально утолщенными стенками. Элатеры гигроскопичны и, в зависимости от влажности воздуха, они то скручиваются, то раскручиваются. Функция элатер сводится к разрыхлению споровой массы и их рассеиванию. Наличие элатер — это характерная черта всех печеночников, их нет больше ни в какой другой группе моховидных. Споры произрастают в *протонеме* сразу же после рассеивания. Протонема слабо развита и недолговечна.

Ход работы

1. На фиксированном препарате маршанции рассмотреть внешнее строение таллома. Обратит внимание на его дихотомическое ветвление, дорзовентральное строение, наличие ризоидов. Найти мужские и женские подставки, а также выводковые корзиночки. Зарисовать внешнее строение мужских и женских растений с подставками.

2. На постоянном микропрепарате или по таблице изучить анатомическое строение таллома маршанции. Зарисовать его, указав все детали строения.

3. На постоянном микропрепарате изучить строение антеридиофора. Найти антеридиальные камеры, антеридии. При большом увеличении рассмотреть строение антеридия. Зарисовать, указав все детали строения.

4. На постоянном препарате изучить строение архегониофора. Найти группу архегониев, созревающий спорогон, перианций, перианций. Зарисовать, указав детали строения.

5. На постоянном микропрепарате рассмотреть строение спорогона. Зарисовать его, указав все детали строения.

6. Написать схему цикла развития маршанции.

Работа 2. ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ, РАЗМНОЖЕНИЯ ЮНГЕРМАННИЕВЫХ (*Jungermanniidae*)

Подкласс Юнгерманниевые охватывает большую часть всех печеночников — около 50 семейств, 250 родов и свыше 5000 видов (по некоторым данным, более 7000). В основном юнгерманниевые обитают в тропиках, значительно реже они встречаются в умеренных широтах.

Гаметофит у юнгерманниевых дорзовентрального строения, он может быть как слоевищный (порядок метцгериевые), так и листостебельный (порядок юнгерманниевые). У листостебельных форм дорзовентральность строения сохраняется за счет стелющегося роста стебля и расположения листьев двумя боковыми рядами. От стебля и листьев отходят простые ризоиды. Антеридии развиваются чаще в пазухе видоизмененных боковых листьев, близ верхушек побегов. Архегонии формируются на верхушке побегов из верхушечной клетки, и рост побега прекращается.

Юнгерманниевые имеют простое анатомическое строение. Хорошо развита только покровная ткань, остальные клетки стебля и листьев одинакового строения и содержат хлоропласты.

Наиболее известными представителями подкласса являются роды радула (*Radula*), пеллия (*Pellia*).

Ход работы

1. По гербарным материалам и таблице рассмотреть строение радулы и пеллии (рис. 2). Зарисовать их внешнее строение.

Контрольные вопросы

1. Какие особенности строения и размножения характеризуют моховидные как высшие растения?
2. Какие особенности в цикле развития моховидных отличают их от остальных высших растений?
3. Какова классификация отдела моховидные?
4. Какие особенности организации и развития печеночников свидетельствуют об их примитивности?
5. Назовите отличительные признаки подкласса маршанциевых и юнгерманниевых.
6. Чем представлен гаметофит в цикле развития печеночников? Каково его строение?
7. Чем представлен спорофит в цикле развития печеночников? Каково его строение?
8. Что такое протонема? Каковы ее функции? Как она развита у печеночников?
9. Как осуществляется водоснабжение у печеночников?

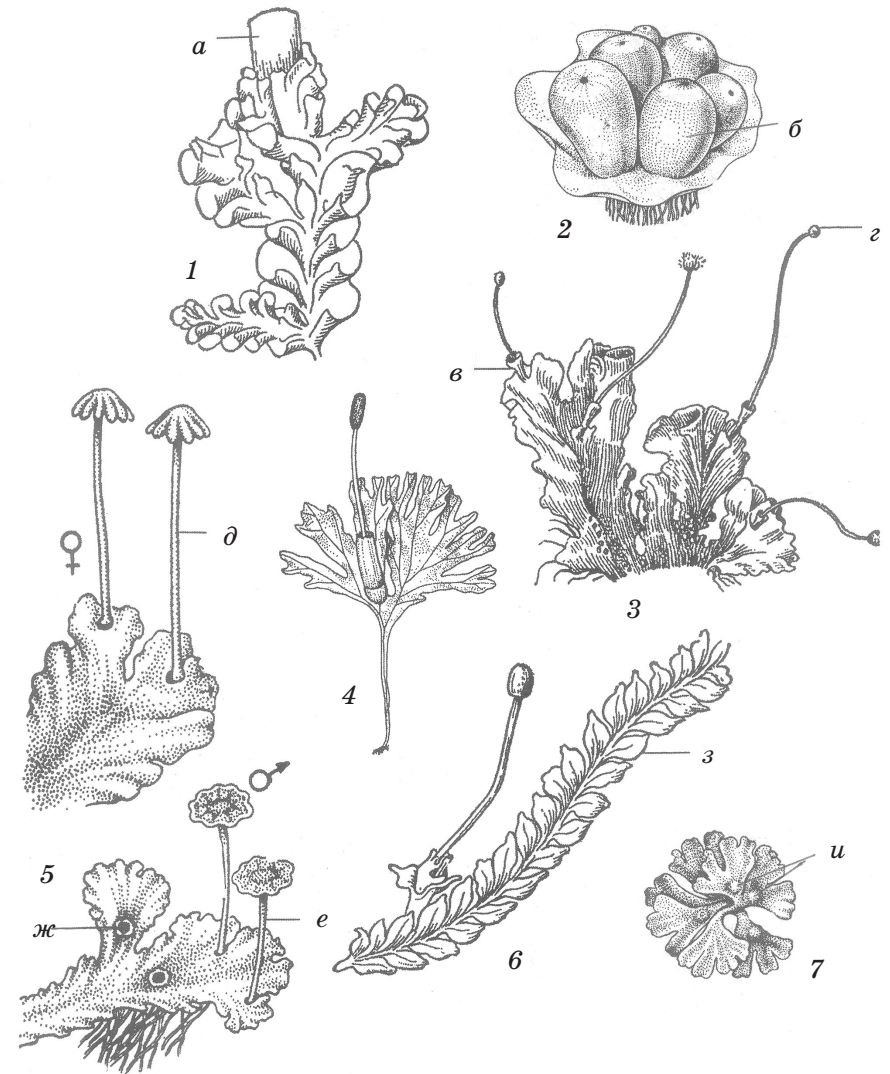


Рис. 2. Многообразие печеночников:

1 — радула (*Radula*): а — видоизмененные листья, покрывающие гаметангии; 2 — сферокарпус (*Sphaerocarpus*): б — вырост таллома, внутри которого располагаются гаметангии; 3 — пеллия (*Pellia*): в — трубочка, внутри которой находился архегоний, з — спорогон; 4 — гимнофитум (*Gymnophytum*); 5 — маршанция (*Marchantia*): д — женская подставка, е — мужская подставка, ж — выводковая корзиночка; 6 — хилосцифус (*Chylosciaphus*): з — боковые листья; 7 — риччия (*Riccia*): и — углубления, в которых располагаются гаметангии и спорогонии

ЗАНЯТИЕ 2

Тема занятия: ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ (Bryophyta)
КЛАСС ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ МХИ (Bryopsida)

Краткая характеристика

Листостебельные мхи — это самый крупный класс моховидных, который состоит из 700 родов и более 14 500 видов. Представители этого класса встречаются в холодных, умеренных и теплых широтах обоих полушарий.

Морфологическое строение гаметофита, коробочек листостебельных мхов очень разнообразно.

Отличительными признаками листостебельных мхов являются: расчленение тела на стебель и листья, радиальная симметрия тела, сложное строение спорофита, наличие перистомы — приспособления для рассеивания спор, хорошее развитие протонемы, многоклеточные ризоиды, наличие проводящих тканей.

Класс листостебельные мхи подразделяется на три подкласса: **андреевые мхи** (Andreaeidae), **бриевые мхи** (Bryidae) и **сфагновые мхи** (Sphagnidae).

Цели занятия:

- Познакомиться с систематическими особенностями класса листостебельные мхи.
- Изучить морфологическое и анатомическое строение тела различных представителей этого класса.
- Изучить особенности размножения и экологии листостебельных мхов.

Материалы и оборудование:

Микроскопы, оборудование для приготовления временных препаратов, фиксированные препараты, постоянные микропрепараты, гербарный материал, таблицы.

Работа 1. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ КУКУШКИНА ЛЬНА (Polytrichum commune)

Систематическое положение:

Класс: Листостебельные мхи (Bryopsida)

Подкласс: Бриевые (Bryidae), или Зеленые мхи

Бриевые мхи — самый обширный и полиморфный подкласс, в нем насчитывается около 700 родов и 14 000 видов. Это многолетние и однолетние мхи обычно зеленые, реже бурые, красно-бурые, иногда даже черные, размером от нескольких миллиметров до 30—50 и более сантиметров. Встречаются чаще группами и дерновинками на почве, коре стволов и ветвей, гнилой древесине, на горных породах, в достаточно влажных местообитаниях.

Порядок: Политриховые (Polytrichales)

Семейство: Политриховые (Polytrichaceae)

Вид: Политрихум обыкновенный или кукушкин лен (Polytrichum commune). Довольно крупный мох, распространенный в лесах и на болотах умеренной и холодной зоны (рис. 3).

Стебель простой, неветвистый, прямостоячий от 20 до 40 см. Стебель густо покрыт линейно-шиловидными листьями, от нижней части стебля отходят многоклеточные ризоиды.

В центре находится концентрический *проводящий пучок* — зачаточная стель. В центре пучка расположена ксилема, состоящая из клеток — *гидроидов*. Гидроиды функционально соответствуют трахеидам других высших растений, но морфологически отличаются от них отсутствием пор. Гидроиды окружены кольцом флоэмы. Флоэма состоит из клеток *лептоидов*, которые функционально соответствуют ситовидным трубкам, но морфологически от них отличаются.

Между флоэмой и ксилемой располагается *крахмалоносное влагалище*. Проводящий пучок окружает *кора*. В ней видны листовые следы. Снаружи стебель покрыт *эпидермой* без устьиц.

У кукушкина льна лист многослойный со средней жилкой. Однослойность сохраняется только по краю листа и у основания. На верхней стороне листа находится рыхлая ассимиляционная ткань, состоящая из многих нитей-*ассимиляторов*.

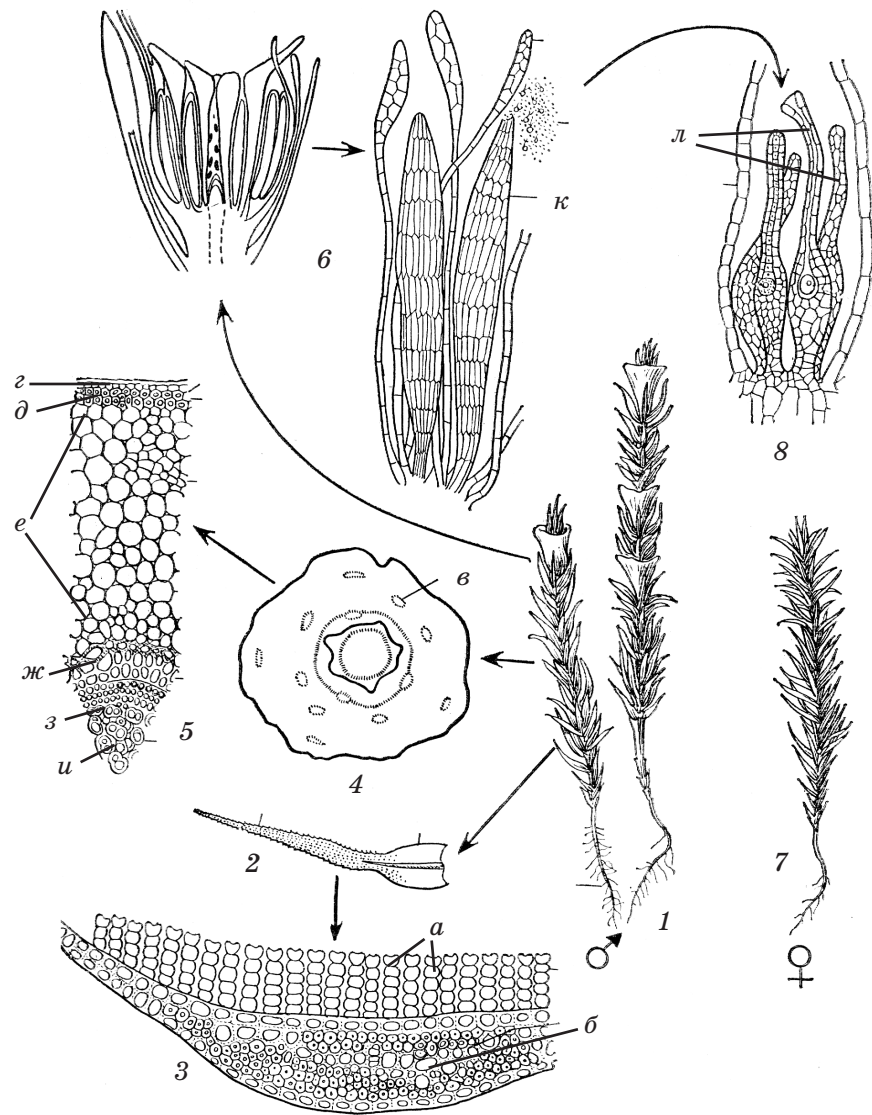
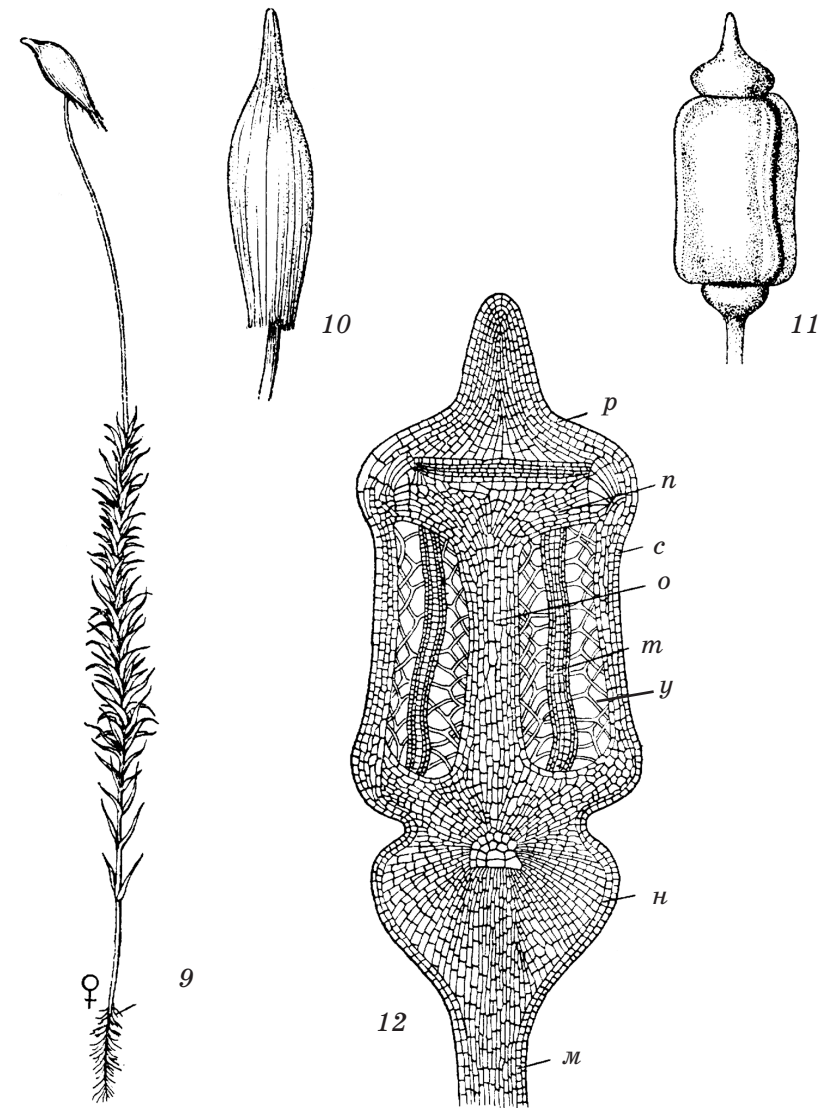


Рис. 3. Цикл развития кукушкина льна (*Polytrichum commune*):
 1 — внешний вид мужского гаметофита; 2 — лист; 3 — поперечный срез листа: а — ассимиляторы, б — жилка; 4 — поперечный срез стебля: в — листовые следы; 5 — анатомическое строение стебля: г — эпидерма, д — склеродерма, е — кора, ж — лептоиды, з — крахмалоносное влагаллице, и — гидроиды;



ды; 6 — верхушка мужского гаметофита: к — антеридий; 7 — женский гаметофит; 8 — верхушка женского гаметофита: л — архегонии; 9 — женский гаметофит со спорогоном; 10 — коробочка, покрытая калиптрой; 11 — коробочка; 12 — строение коробочки: м — ножка спорогона, н — апофиза, о — колонка, п — эпифрагма, р — крышечка, с — стенка урночки, т — спорангий, у — ассимиляторы

Каждая нить составлена из 5—8 округлых клеток, содержащих хлоропласты. Между нитями-ассимиляторами имеются небольшие просветы. Вода, попавшая в эти просветы, испаряется очень медленно. Таким образом, у ассимиляционной ткани здесь 2 функции: ассимиляционная и водозапасающая. Поэтому кукушкин лен, также как и сфагнум, способствует заболачиванию почвы, подготавливая условия для появления сфагновых мхов. Под ассимиляционной тканью находится многоклеточная расширенная жилка. В жилке имеются ксилема, флоэма и механические клетки.

Кукушкин лен — двудомное растение. Антеридии и архегонии располагаются группами на верхушке побега. *Антеридии* окружены буроватыми покровными листьями, поэтому верхушка мужского растения имеет бурый цвет. *Архегонии* окружены мелкими зелеными листочками. Между антеридиями и архегониями располагаются стерильные нити — *парафизы*. Половые органы появляются весной или ранним летом.

Оплодотворение происходит при наличии воды. При попадании воды на зрелый антеридий, он вскрывается, и двуугутиковые сперматозоиды выходят наружу. Архегоний выделяет сахара и этим привлекает сперматозоиды. Несмотря на то, что одновременно развивается несколько архегониев, оплодотворяется только один и, соответственно, развивается один спорогон.

После выхода сперматозоидов верхушка мужского побега продолжает нарастать в длину, поэтому на нем можно увидеть 5—6 розеток. Женские растения по всей длине стебля имеют одинаковые листья. После оплодотворения на верхушке женского растения образуется *спорогон*, который достигает зрелости летом следующего года.

Спорогон состоит из гаустория, ножки и коробочки. Ножка спорогона при созревании спор сильно удлиняется и выносит спорогон из покровных листьев. Вместе с коробочкой выносятся остатки брюшка архегония — *калитра*.

Коробочка кукушкина льна имеет сложное строение. Расширенная часть ножки называется *апофиза*. Далее расположена *урночка* — это та часть коробочки, где развиваются споры. Урночка покрыта *крышечкой*. Между урночкой и крышечкой имеется тонкая пластинка — *эпифрагма* и выросты в виде зубчиков — *перистом*.

Центральная часть коробочки занята *колонкой* — бесплодной тканью из паренхимных клеток. Вокруг колонки расположен *спорангий*, подвешенный к стенкам и к колонке тонкими нитями — *ассимиляторами*, в которых имеются хлоропласты. Таким образом, спорогон имеет ассимиляционную ткань и отчасти питается самостоятельно.

Снаружи коробочка покрыта *эпидермой*. В эпидерме нижней половины урочки и шейки находится много *устьиц*. Они имеют типичное для высших растений строение.

При созревании спор колонка и стенки спорангия разрушаются, крышка падает, но урочка закрыта тонкой пленкой — *эпифрагмой*, поддерживаемой зубцами перистома.

Зубцы перистома гигроскопичны, во влажную погоду они набухают, заворачиваются внутрь коробочки и прижимают эпифрагму к стенке урочки, вследствие чего вода не попадает на споры. В сухую погоду зубцы ссыхаются, отгибаются назад, и между эпифрагмой и перистоном появляется зазор, через который при покачивании ветром коробочки споры высыпятся.

Попав в благоприятные условия, споры прорастают в нитчатую *протонему*. На протонеме возникают почки, из которых вырастают побеги.

Ход работы

1. На гербарном и фиксированном материале рассмотреть внешнее строение кукушкина льна. Зарисовать внешнее строение мужского и женского растения, указав детали строения.

2. На постоянном микропрепарате изучить строение верхушки мужского растения. Найти антеридии, парафизы, покровные листочки. Зарисовать их, указав детали строения.

3. На постоянном микропрепарате изучить строение верхушки женского растения. Найти архегонии, покровные листочки. Зарисовать их, указав детали строения.

4. На постоянном микропрепарате изучить строение коробочки спорогона кукушкина льна. Зарисовать его, указав все детали строения.

5. Написать схему цикла развития кукушкина льна.

Работа 2. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ СФАГНУМА (*Sphagnum*)

Систематическое положение:

Класс: Листостебельные мхи (*Bryopsida*)

Подкласс: Сфагновые мхи (*Sphagnidae*)

К этому подклассу относят крупные, мягкие, беловато-зеленые, бурые и красноватые мхи, произрастающие на болотах и влажных местах, которые обычно образуют подушковидные дерновинки. В подклассе один **порядок Сфагновые** (*Sphagnales*), одно **семейство Сфагновые** (*Sphagnaceae*) и один **род Сфагнум** (*Sphagnum*), имеющий около 300 видов. Сфагновые мхи — важнейшие торфообразователи.

Сфагнум — небольшое растение высотой до 15—20 см, беловатого цвета, с прямостоячим разветвленным стеблем (рис. 4). Боковые ветви располагаются мутовчато и густо покрыты мелкими листьями. Ризоидов нет. Воду всасывает нижней частью побега, который ежегодно отмирает.

В строении сфагновых мхов наблюдаются черты более упрощенной организации. У сфагнума центральная часть стебля занята *сердцевинной*, образованной широкими паренхимными клетками, — это основная ткань. В клетках основной ткани находятся хлоропласты, кроме того, они служат местом накопления запасных питательных веществ. Далее идет *кора*, которая делится на внутреннюю и внешнюю. Внутренняя кора представлена механической тканью, которая состоит из механических клеток — *стероидов*. Внешняя кора образована несколькими слоями широких мертвых прозрачных клеток (*гиалиновые клетки*), стенки которых имеют спиральные утолщения и поры. Через поры соседние клетки сообщаются между собой. Стебель покрыт снаружи *эпидермой* без устьиц. Слой внешней коры и эпидермиса часто называют *гиалодермой*, — это водопроводящая ткань.

Листья однослойные, без жилок, состоят из 2-х типов клеток: узкие длинные *хлорофиллоносные* клетки и широкие бесцветные мертвые клетки со спирально и кольчато утолщенными стенками и крупными порами — водоносные клетки (*гиалиновые клетки*). Поры бывают различной величины и формы, их число и расположение в клетке является систематическим признаком. На долю водоносных клеток приходится 2/3 листа — это обеспечивает быстрое всасывание и проведение

воды и объясняет высокую гигроскопичность сфагнума. При помощи гиалиновых клеток растения могут всасывать воду объемом, почти в 40 раз превышающим его собственную массу. Этим объясняется быстрое заболачивание мест, где поселяются сфагновые мхи. Сфагновые мхи еще называют белыми мхами, т. к. в листьях и стеблях их очень мало хлоропластов, основная масса листа и стебля занята гиалодермой.

У сфагнума имеются виды как однодомные, так и двудомные. В верхней части стебля на верхушках коротких веточек образуются антеридии и архегонии. Ветви с антеридиями булавовидно-вздутые и ярко окрашенные, антеридии располагаются по одному в пазухе покровного листа. Архегонии формируются на верхушке крупнолистных и коротких веточек в числе 1—5.

Коробочка спорогона шаровидная с крышечкой, покрыта эпидермой с устьицами. Вначале коробочка зеленая, но ко времени созревания спор становится буроокрашенной. Ножка спорогона очень короткая, она внедряется в верхушку стебля. В период созревания спор коробочка поднимается над облиственной частью побега на ложноножке — удлинённой верхней части стебля гаметофита, лишённой листьев.

В центре коробочки имеется широкая колонка, сверху которой расположен куполообразный спорангий. При созревании спор внутренние ткани коробочки сморщиваются, внутрь нее втягивается воздух, и при увеличении внутреннего давления крышечка отскакивает. Споры округло-тетраэдрической формы. Протонема пластинчатая, лопастная, краевые клетки могут развивать нити, дающие новые пластинчатые протонемы (вегетативное размножение).

Ход работы

1. На гербарном материале рассмотреть внешнее строение сфагнума, найти антеридиальные и архегониальные веточки, спорогоны. Зарисовать внешнее строение сфагнума.

2. Сделать временный препарат листа сфагнума в капле воды, рассмотреть хлорофиллоносные и гиалиновые клетки, зарисовать строение листа.

3. По таблице изучить анатомическое строение стебля сфагнума и зарисовать его.

4. На постоянном микропрепарате рассмотреть строение спорогона сфагнума, зарисовать его, указав детали строения.

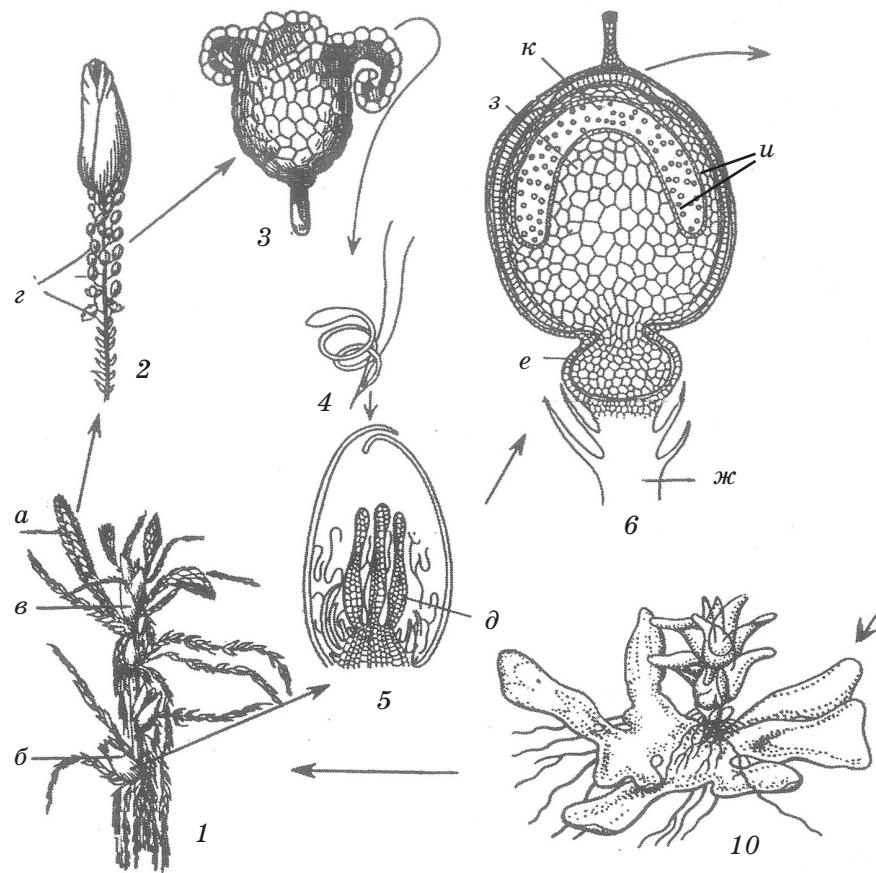
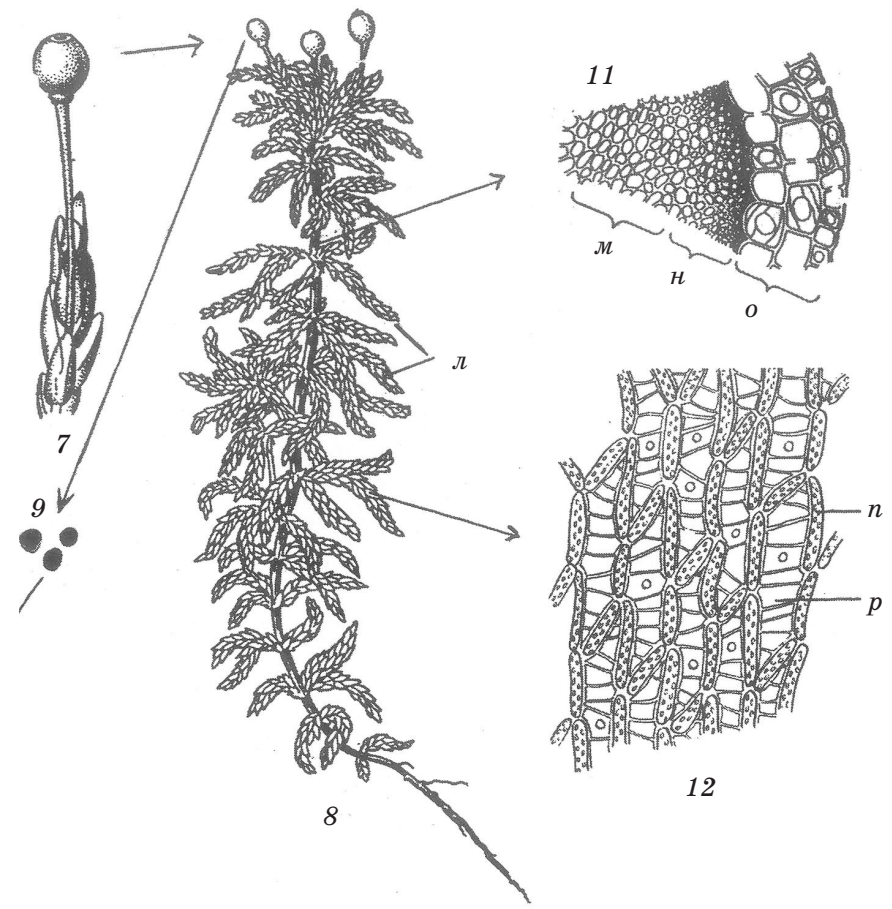


Рис. 4. Цикл развития сфагнома:

1 — часть гаметофита: *a* — побег с антеридиями, *б* — побег с архегониями, *в* — стеблевые листья; 2 — антеридиальная веточка: *z* — группа антеридиев; 3 — вскрывшийся антеридий; 4 — сперматозоид; 5 — группа архегониев: *д* — отдельный архегоний; 6 — строение спорогона: *е* — ножка, *ж* — ложная



ножка, *з* — колонка, *и* — спорангий, *к* — споры; 7 — внешний вид спорогона; 8 — гаметофит со спорогонами: *л* — боковые веточки; 9 — споры; 10 — протонема; 11 — анатомическое строение стебля: *м* — сердцевина, *н* — внутренняя кора (склеродерма), *о* — гиалодерма; 12 — анатомическое строение листа: *п* — хлорофиллоносные клетки, *р* — гиалиновые клетки

Работа 3. ЗНАКОМСТВО С НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫМИ МХАМИ ФЛОРЫ ТАТАРСТАНА

Ход работы

1. Рассмотреть гербарии и коллекции мхов (рис. 5). Найти среди них фунарию (*Funaria*), дикранум (*Dicranum*), плевроций (*Pleurozium*), мниум (*Mnium*). Обратите внимание на строение спорогонов.

2. Зарисовать внешнее строение этих мхов.

Контрольные вопросы

1. Каковы отличительные признаки листостебельных мхов?
2. Назовите морфологические и анатомические особенности листостебельных мхов, свидетельствующих об их более прогрессивном развитии по сравнению с печеночниками.
3. Какова классификация класса листостебельные мхи?
4. Для какого подкласса листостебельных мхов характерна проводящая система стебля? Из каких элементов она состоит?
5. В чем состоит своеобразие анатомического строения сфагновых мхов?
6. Сравните строение спорогонов кукушкина льна и сфагнума.
7. Какие имеются приспособления для рассеивания спор у листостебельных мхов?
8. Каково значение мхов в природе и хозяйственной деятельности человека? Какова роль сфагновых и бриевых мхов в торфообразовании?
9. Назовите основные виды листостебельных мхов, встречающихся в нашей республике.
10. Заполните следующую таблицу:

Признаки	Класс печеночники		Класс листостебельные	
	Подкласс маршанциевые	Подкласс юнгерманиевые	Подкласс бриевые	Подкласс сфагновые
1	2	3	4	5
Морфологическое строение гаметофита				
Анатомическое строение гаметофита				
Строение спорогона				

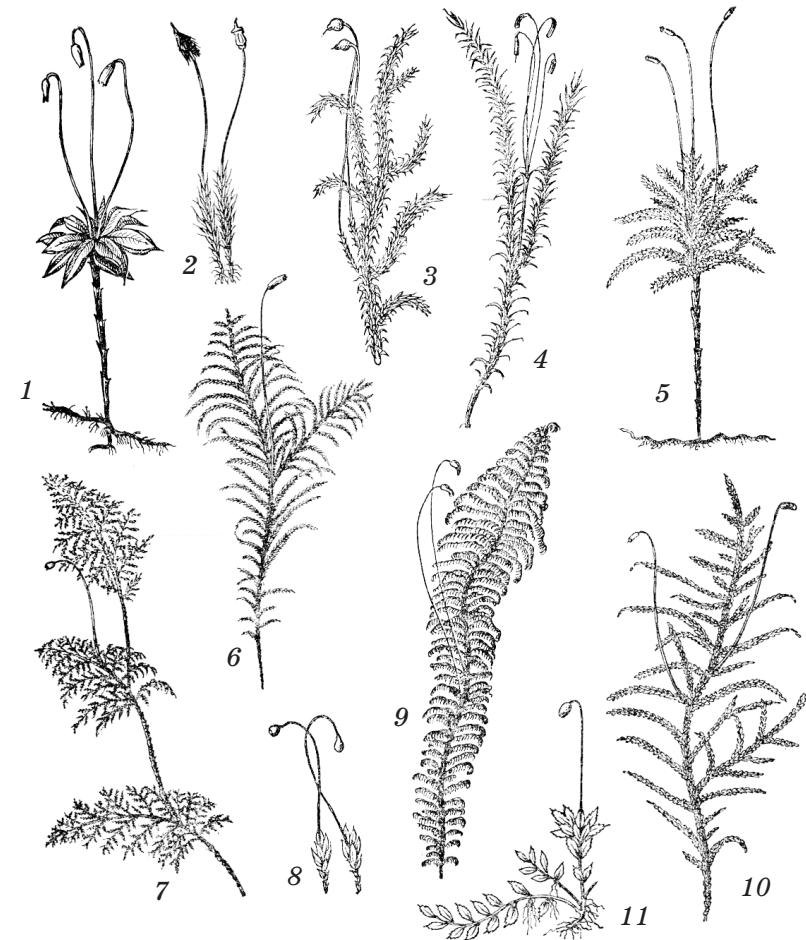


Рис. 5. Многообразие листостебельных мхов

1 — родобий розетковидный; 2 — кукушкин лен волосконосный; 3 — ритидиладельф трехгранный; 4 — дикран метловидный; 5 — клемаций древовидный; 6 — плевроций Шребера; 7 — гилокомий блестящий; 8 — асылма поляя; 9 — птили гребенчатый; 10 — абиетинелла елообразная; 11 — мний остроконечный

Продолжение

1	2	3	4	5
Приспособления для рассеивания спор				
Развитость протонемы				
Основные представители				

ЗАНЯТИЕ 3

Тема занятия: ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ (Lycopodiophyta)

Краткая характеристика

Отдел плауновидные — древняя группа растений, ведущая начало с силура. Время наибольшего развития плауновидных приходится на каменноугольный период. В условиях влажного тропического климата, господствовавшего в те времена на Земле, бурно развивались леса из плауновидных, хвощевидных и древних папоротниковидных. Основу их составляли гигантские плауновидные — лепидодендроны и сигиллярии. Впоследствии они вымерли, их остатки наряду с хвощами и папоротниками образовали мощные залежи каменного угля. А до наших дней дожили только травянистые плауновидные — плауны, селлагинеллы, полушник.

В жизненном цикле плауновидных преобладает спорофит. Это травянистое, обычно вечнозеленое многолетнее растение. Листья мелкие, расположенные спирально, реже мутовчато или супротивно. Листья плауновидных правильней называть *филлоидами*, так как они произошли как выросты (энации) теломов. По происхождению листьев плауновидные относятся к микрофильной линии эволюции.

Подземные части плауновидных представлены корневищем с придаточными корнями либо образуют своеобразный орган — *ризофор*. Это безлистный вырост стебля, на котором по спирали располагаются придаточные корни. Нарастание подземных и надземных побегов осуществляется с помощью верхушечной меристемы, ветвление — дихотомическое. Проводящая система представлена разными типами протостелы (актиностела, плектостела и гаплостела), причем в процессе онтогенеза наблюдается закономерный переход от одного типа к другому.

Бесполое размножение осуществляется с помощью спор. Спорангии расположены одиночно в пазухах спороносных листьев — спорофиллов или на стебле выше пазухи листа. Спорофиллы могут быть собраны в спороносные колоски (стробилы), реже спорофиллы не образуют колосков, а чередуются с вегетативными стерильными листьями, формируя на протяжении стебля спороносные зоны.

У одних плауновидных все споры, образующиеся в спорангиях, одинаковые. Такие растения называются *равноспоровыми*, а явление — *моноспорией*. У другой группы плауновидных в одних спорангиях образуются микроспоры, в других — макроспоры. Такие растения называются *разноспоровыми*, а явление называется *гетероспорией*.

Из спор развиваются гаметофиты. Микроспора прорастает в мужской гаметофит, а макроспора — в женский. Гаметофиты плауновидных называют также *заростками*.

Размер, форма, типы питания гаметофитов различны у равноспоровых и разноспоровых представителей. Гаметофиты равноспоровых растений подземные, мясистые, 2—20 мм длиной. Они обоеполые, ведут сапрофитный или полусапрофитный образ жизни, вступая в симбиоз с грибами, и созревают в течение 1—15 лет.

Гаметофиты разноспоровых плауновидных однополые, незеленые, развиваются обычно в течение нескольких недель за счет питательных веществ, содержащихся в спорах. Они чаще всего не выходят за пределы оболочки споры или слегка выступают наружу и даже начинают прорастать внутри спорангия. Таким образом, гаметофиты разноспоровых плауновидных сильно редуцированы.

Редукция гаметофитов тесно связана с разноспоровостью и всегда ей сопутствует. *Сильная редукция гаметофита является основным направлением эволюции высших растений и хорошо прослеживается в ряду плауновидные — папоротниковидные — голосеменные — покрытосеменные.*

Биологическое значение редукции гаметофитов состоит в возможности лучшей защиты гаметофитов и молодого растения от высыхания и других неблагоприятных факторов. Это стремление к защите гаметофитов проявляется у многих растений. В процессе эволюции можно проследить усовершенствование степени защиты гаметофитов оболочками спор (плауновидные), спорангиев (папоротниковидные, голосеменные) и стенками завязи (у покрытосеменных). Кроме того, редукция гаметофитов позволяет сэкономить растительный строительный материал и значительно ускоряет сроки развития гаметофитов.

Разноспоровость способствует образованию раздельнополых гаметофитов, а это увеличивает вероятность перекрестного оплодотворения, при котором в зиготе возникает новая комби-

нация генов. В результате увеличивается внутривидовое разнообразие, что дает дополнительный материал для приспособительной эволюции.

Половые органы плауновидных, как и у всех высших растений, — антеридии и архегонии, которые обычно имеют типичное для высших растений строение. Для оплодотворения необходима вода. Из зиготы без периода покоя вырастает новое растение — спорофит.

Отдел плауновидные подразделяется на 2 класса: плауновые и полушниковые.

Цели занятия:

- Изучить особенности строения, размножения, экологии плауновидных.
- Выделить отличительные признаки строения спорофита и гаметофита равно — и разноспоровых плауновидных, изучить различия в их размножении и жизненном цикле.
- Познакомиться с экологией видов, распространенных в Татарстане.

Материалы и оборудование:

Микроскопы, оборудование для приготовления временных препаратов, готовые микропрепараты, гербарный материал, таблицы.

Работа 1. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ РАВНОСПОРОВЫХ ПЛАУНОВИДНЫХ НА ПРИМЕРЕ ПЛАУНА БУЛАВОВИДНОГО (*Lycopodium clavatum*)

Систематическое положение:

Класс: Плауновые (*Lycopodiopsida*)

Это равноспоровые многолетние растения с цельными листьями без язычка. Побеги не имеют камбия, тип стелы протостела и плектостела. Спорангии располагаются в пазухе листа или на его внутренней стороне, спорофиллы чаще собраны в спороносные колоски — стробилы, реже образуют спороносные зоны. Гаметофиты обоеполые, мясистые, подземные или полуподземные сапрофитные или полусапрофитные, симбиотически связаны с грибами. Созревают долго: от 5 до 15 лет.

Порядок: Плауновые (*Lycopodiales*)

Семейство: Плауновые (*Lycopodiaceae*). В семействе два рода: **род плаун** (*Lycopodium*) насчитывает около 200 (иногда указывают до 500) видов и **род филлоглоссум** (*Phylloglossum*), представленный всего одним видом, обитающим в Австралии и Новой Зеландии.

Вид: Плаун булавовидный (*L. clavatum*) — произрастает в хвойных и смешанных лесах умеренной зоны. Это вечнозеленое, многолетнее, травянистое растение с ползучими и приподнимающимися побегами, которые густо покрыты маленькими линейно-шиловидными листьями (рис. 6). От ползучих побегов отходят придаточные корни. Стелющийся побег достигает в длину 1—3 м, а высота приподнимающегося побега достигает 20 см. Ветвление неравновильчатое. На верхушке приподнимающихся побегов по 1—2 располагаются спороносные колоски.

Стебель снаружи покрыт эпидермой с устьицами. Для плауна характерно наличие широкой первичной коры. Наружные слои коры (эктодерма) представлены механической тканью, далее располагаются вытянутые радиальные клетки паренхимы коры, внутренние слои коры также состоят из механической ткани. В центре располагается центральный цилиндр. У молодых растений она в виде гаплостели, у взрослых стеблей образуется плектостела, здесь ксилема располагается в виде лент, соединяющихся друг с другом. Ксилема состоит из кольчатых, спиральных и лестничных трахеид, флоэма представлена длинными клетками с ситовидными участками на продольных стенках. Особенностью современных плаунов является отсутствие камбия.

Анатомическое строение листьев плауновидных примитивное. Листья покрыты эпидермисом. Устьица расположены на нижней и верхней поверхности листа. Многоклеточный рыхлый мезофилл состоит из одинаковых клеток, богатых хлоропластами. Клетки разделены воздухоносными полостями.

Спорофиллы отличаются от вегетативных листьев, они широкояйцевидные, заостренные, окрашены в желтоватый цвет. Спорангий имеет почковидную форму и прикреплен к спорофиллу короткой ножкой. Споры округло-тетраэдрической формы, имеют наружную (экзоспорий) и внутреннюю (эндоспорий) оболочку. Споры богаты маслами.

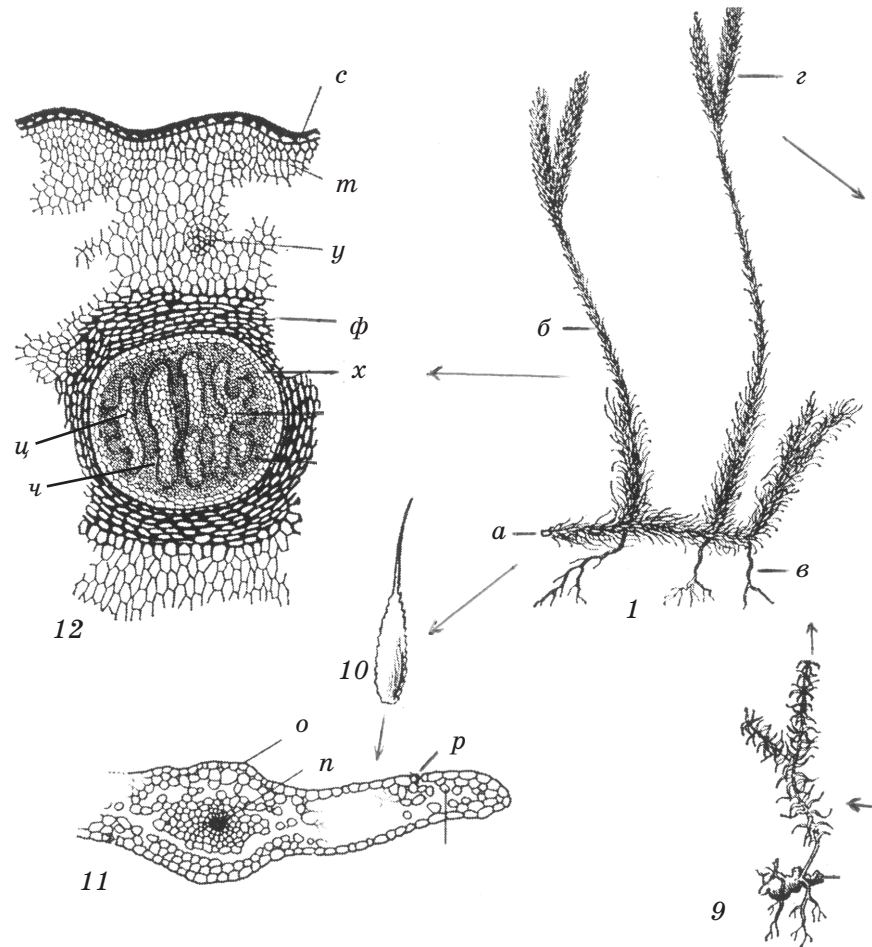
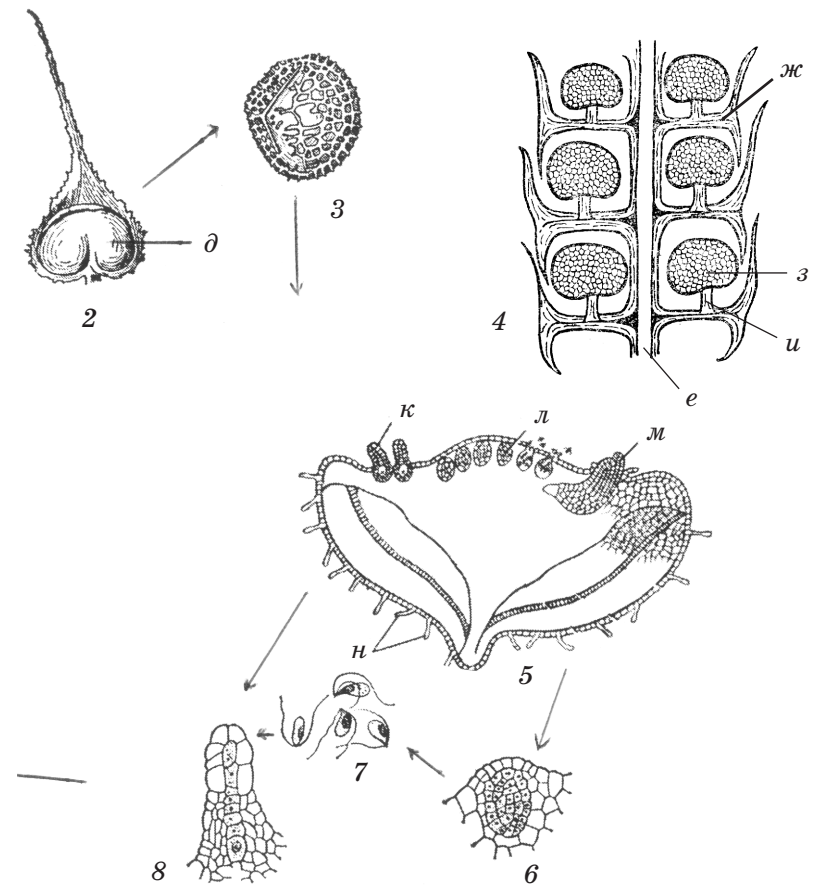


Рис. 6. Цикл развития плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum*):

1 — внешний вид спорофита: а — стелющийся побег, б — приподнимающийся побег, в — придаточный корень, г — спороносный колосок; 2 — спорофилл: д — спорангий; 3 — спора; 4 — строение спороносного колоска: е — ось, ж — спорофилл, з — спорангий, и — ножка; 5 — поперечный срез гаметофита: к — архегоний, л — антеридий, м — зародыш, н — ризоид; 6 — антеридий;



7 — сперматозоид; 8 — архегоний; 9 — молодой спорофит; 10 — лист; 11 — анатомическое строение листа: о — эпидерма, n — жилка, p — устьице; 12 — анатомическое строение стебля: с — эпидерма, т — паренхима коры, у — листовая след, ф — механическое кольцо, х — эндодерма, ц — островки ксилемы, ч — флоэма

Гаметофит 2—5 мм в диаметре, напоминает игрушечный волчок, обоеполюй, не содержит хлорофилл, образует эндотрофную микоризу с гифами гриба (сапрофитное, симбиотическое питание). Антеридии погружены в ткань заростка, в них развиваются многочисленные двужгутиковые сперматозоиды. Архегонии погружены в заросток только брюшком. Антеридии обычно созревают раньше архегониев, что повышает возможность перекрестного оплодотворения.

После оплодотворения на заростке формируется зародыш спорофита. От прорастания споры до формирования молодого спорофита проходит более 15 лет.

В Татарстане встречаются 4 вида плауна: плаун обыкновенный, или баранец (*L.selago*), плун сплюснутый (*L.complanatum*), плаун годичный (*L.annotinum*) и плаун булавовидный. Плаун булавовидный занесен в Красную книгу Татарстана.

Ход работы

1. На гербарном материале рассмотреть внешний вид плауна булавовидного, отметить дихотомическое ветвление стеблей, форму и расположение листьев, спороносные колоски и корни.

2. На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля изучить анатомическое строение стебля. Зарисовать, отметив все детали строения.

3. На постоянном микропрепарате продольного среза спороносного колоска изучить его строение. Зарисовать, отметив все детали строения.

4. По таблице изучить строение гаметофита плауна и зарисовать его.

5. Рассмотреть гербарные образцы плаунов, произрастающих в Татарстане, отметить их отличительные признаки.

6. Составить схему жизненного цикла плаунов.

Работа 2. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ РАЗНОСПОРОВЫХ ПЛАУНОВИДНЫХ НА ПРИМЕРЕ СЕЛАГИНЕЛЛЫ СЕЛАГОВИДНОЙ (*Selaginella selaginoides*)

Систематическое положение:

Класс: Полушниковые (*Isoetopsida*). Разноспоровые многолетние травянистые растения с цельными листьями, близ основания которых имеется небольшой вырост — *язычок*

(*лигула*). Гаметофиты однополые, сильно редуцированные, особенно мужские.

В классе 2 порядка: селлагинелловые (700 видов) и полушниковые (более 60 видов).

Порядок: Селлагинелловые (*Selaginellales*). Представлен одним семейством Селлагинелловые (*Selaginellaceae*) и одним родом Селлагинелла (*Selaginella*). Селлагинеллы произрастают в тропических и субтропических областях, реже в умеренных зонах, предпочитают влажные тенистые места. Часто культивируются в оранжереях и в качестве комнатных растений.

Побеги обладают как равной, так и неравной дихотомией, бывают стелющимися, ползучими, восходящими, лазающими, почти прямостоячими (рис. 7). Большинство видов имеют дорзовентральное строение побега, вследствие своеобразного расположения листьев: имеются два ряда мелких спинных и два ряда крупных боковых листьев. Реже встречаются виды с радиально-симметричными побегами и спирально расположенными листьями. Корни отходят от подземного стебля — ризофоры.

Стебель покрыт эпидермой без устьиц. Кора состоит из однородных клеток. Центральный цилиндр типа *гапlostели* расположен в воздушной полости и подвешен к клеткам внутреннего слоя коры на нитях, состоящих из одного ряда зеленых клеток. Они называются *трабекулярными нитями* и являются клетками эндодермы. У некоторых видов имеются сосуды.

Стробилы располагаются на концах боковых ветвей. Спорофиллы внешне сходны с вегетативными листьями. Мегаспорофиллы с мегаспорангиями и микроспорофиллы с микроспорангиями находятся на оси одного и того же стробила, однако занимают разные его части. В микроспорангиях развиваются многочисленные мелкие оранжевые микроспоры. В каждом мегаспорангии образуется по 4 крупные желтоватые мегаспоры.

Прорастание микро- и мегаспор в заростки может происходить как на земле, так и внутри спорангия. Мужской гаметофит сильно редуцирован и не покидает оболочку микроспоры. Он состоит из двух клеток: проталлиальной и антеридиальной. Из антеридиальной клетки в дальнейшем возникает единственный антеридий. Гаметофит, увеличиваясь в размерах, разрывает оболочку микроспоры, и из него высвобождаются двужгутиковые сперматозоиды.

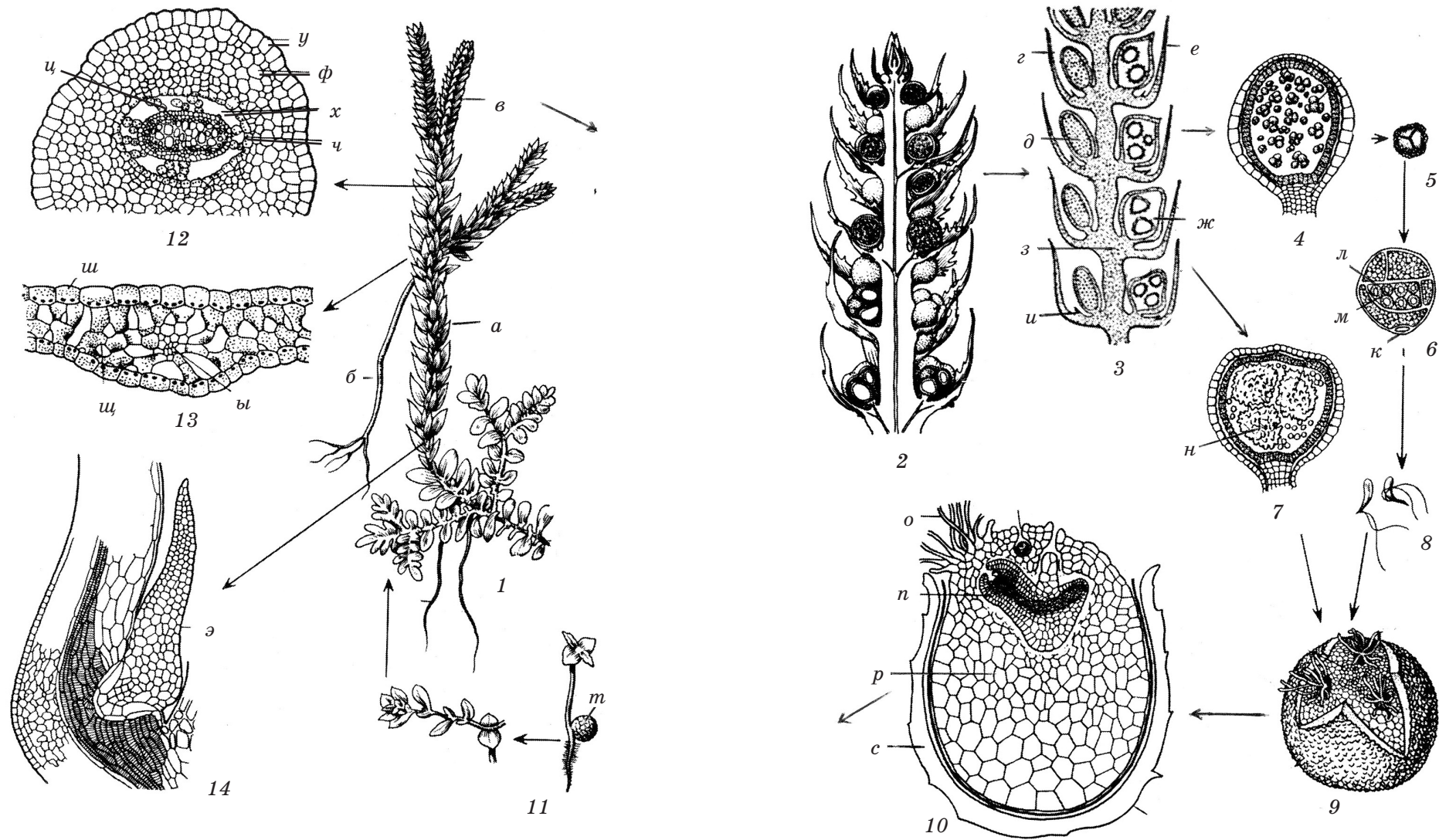


Рис. 7. Цикл развития селлагинеллы:

1 — внешний вид спорофита: *a* — побег, *б* — придаточные корни, *в* — споросносный колосок; 2 — споросносный колосок; 3 — строение колоска: *з* — микроспорофилл, *д* — микроспорангий, *е* — мегаспорофилл, *ж* — мегаспорангий, *з* — ось колоска, *и* — язычок; 4 — микроспорангий; 5 — микроспора; 6 — мужской гаметофит: *к* — вегетативная клетка, *л* — антеридий, *м* — спермагенные клетки; 7 — мегаспорангий: *н* — мегаспора; 8 — сперматозоид;

9 — женский гаметофит внутри мегаспоры; 10 — строение женского гаметофита: *о* — ризоид, *п* — зародыш, *р* — ткань гаметофита, *с* — оболочка мегаспоры; 11 — молодой спорофит: *т* — гаметофит; 12 — анатомическое строение стебля: *у* — эпидерма, *ф* — кора, *х* — воздушная полость, *ц* — трабекулярные нити, *ч* — центральный цилиндр; 13 — анатомическое строение листа: *ш* — эпидерма, *щ* — мезофилл, *ы* — жилка; 14 — основание листа: *э* — язычок

Внутри оболочки мегаспоры в результате деления ее протопласта образуется многоклеточный женский гаметофит. По мере роста гаметофита оболочка мегаспоры разрывается, и ткань гаметофита высовывается наружу. На этой части гаметофита образуются ризоиды и немногочисленные архегонии.

После оплодотворения яйцеклетки развивается зародыш, состоящий из стебелька, листочков, ножки и ризофора. Он некоторое время питается веществами женского гаметофита, а после внедрения корешка зародыша в землю переходит к самостоятельной жизни.

Ход работы

1. На гербарном или живом материале рассмотреть внешний вид селлагинеллы. Обратит внимание на дорзовентральность побегов, дихотомический тип ветвления, диморфизм листьев, их расположение на побеге, ризофоры. Зарисовать внешний вид селлагинеллы.

2. На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля изучить строение стебля. Зарисовать, указав детали строения.

3. На постоянном микропрепарате продольного среза спороносного колоска найти ось колоска, спорофиллы, микро- и мегаспорангии с микро- и мегаспорами, язычки. Зарисовать строение.

4. По таблице изучить строение гаметофитов селлагинеллы, зарисовать их.

5. Составить схему жизненного цикла селлагинеллы.

Работа 3. ВНЕШНЕЕ СТРОЕНИЕ ПОЛУШНИКА ОЗЕРНОГО (*Isoetes lacustris*)

Систематическое положение:

Класс: Полушниковые (*Isoetopsida*).

Порядок: Полушниковые (*Isoetales*)

Порядок представлен одним семейством **Полушниковые** (*Isoetaceae*) и двумя родами — **Полушник**, или **Шильник** (*Isoetes*), и **Стилитес** (*Stylites*), обитающий в Перу и Колумбии.

Полушник внешне очень похож на лук или ситняг. Это многолетнее травянистое растение. **Полушник озерный** (*Isoetes lacustris*) растет в озерах европейской части России под водой.

Стебель простой, неветвящийся, укороченный. Тип центрального цилиндра — гаплостель. В стебле имеется камбий. Корень представлен сильно укороченным ризофором с многочисленными придаточными корнями. На стебле спирально располагаются листья с язычком. Листья цельные, прямые, длинные. Внизу широкие, кверху суживаются, т. е. имеют форму шила, отсюда второе название класса — шильниковые. Внутри листьев почти по всей их длине проходит 4 воздухоносных канала.

Листья у полушника двух типов — спорофиллы и трофофиллы. Наружные листья обычно являются макроспорофиллами, далее следуют микроспорофиллы, а в центре стебля располагаются трофофиллы, образуя точку роста. Спорофиллы ежегодно отмирают, и сохраняющиеся листья на следующий год становятся макроспорофиллами. На внутренней стороне основания спорофиллов в небольшой ямке располагаются микро- и макроспорангии. Ткань листа по краю ямки разрастается в пленчатое образование, нависающее над спорангиями в виде покрывала.

Спорангии не имеют приспособлений для вскрывания. Стенки их сгнивают вместе с листьями, и споры высвобождаются. Споры распространяются водой, возможно, червями, птицами, животными.

Женские и мужские гаметофиты полушника редуцированы еще сильнее, чем у селлагинеллы и также прорастают внутри спор. Сперматозоиды многожгутиковые. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш, который также еще некоторое время располагается на женском гаметофите.

Вследствие промышленного загрязнения многих водоемов, полушники сейчас очень редки и нуждаются в охране. Полушник озерный занесен в Красную книгу Татарстана и находится в списке исчезнувших в республике растений.

Ход работы

1. Рассмотреть и зарисовать по таблице общий вид полушника озерного.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности внешнего строения современных плауновидных?

2. Назовите отличительные признаки морфологического строения плауна и селлагинеллы.
3. Каково происхождение листьев плауновидных?
4. Каковы особенности анатомического строения современных плауновидных?
5. Назовите отличительные признаки анатомического строения плауна и селлагинеллы.
6. Какие растения называются равноспоровыми и разноспоровыми?
7. Каково строение спороносных колосков плауновидных? Назовите отличительные признаки строения спороносных колосков плауна и селлагинеллы.
8. Опишите особенности развития гаметофита равноспоровых плауновидных.
9. Опишите особенности развития гаметофитов разноспоровых плауновидных.
10. Какова классификация отдела?
11. В какое геологическое время плауновидные переживали период своего расцвета? Назовите известных вам представителей девона и карбона, укажите их систематическое положение.
12. Укажите черты высокой организации и относительной примитивности палеозойских плауновидных — лепидодендронов и сигиллярий. В чем можно видеть узкую специализацию этих растений, приведшую к их вымиранию?
13. Назовите вымерших плауновидных, которые по строению мегаспорангиев более всего напоминают семенные растения.
14. Заполните таблицу.

Название растения	Систематическое положение	Время появления, расцвета и вымирания	Особенности строения
Астероксилон			
Дрепанофикус			
Протолепидодендрон			
Лепидодендрон			
Сигиллярия			

15. Каковы возможные эволюционные связи между представителями плауновидных?

ЗАНЯТИЕ 4

Тема занятия: ОТДЕЛ ХВОЩЕВИДНЫЕ (Equisetophyta)

Краткая характеристика

Хвощевидные — древняя группа высших растений, появившаяся в девоне. Так же, как и плауновидные, они достигли расцвета в карбоне, а затем начали постепенно вымирать. Из огромного разнообразия родов и видов хвощевидных в настоящее время существует только один род — *хвоц* (*Equisetum*).

В цикле развития преобладает спорофит. Это многолетнее травянистое растение (рис. 8). Самой характерной чертой хвощевидных является четкое расчленение стебля на узлы и междоузлия. На узлах мутовчато располагаются листья и боковые побеги. При основании междоузлий часто развивается интеркалярная меристема, которая у зрелых стеблей теряет способность к делению и дифференцируется в постоянные ткани.

Листья хвощевидных по происхождению — это настоящие теломные листья (макрофильная линия эволюции листьев). Они редуцированные, пленчатые, бурые и обычно сростаются в трубчатое влагалище (за исключением верхних частей, имеющих зубчики). Форма влагалища, зубчиков, их цвет различны у разных видов и являются систематическим признаком. На внутренней стороне пластинки или влагалища имеются водяные устьица — *гидатоды*, которые выделяют капельки воды (гуттация).

Вследствие редукции листьев органом фотосинтеза является стебель, в нем хорошо развита ассимиляционная ткань. Стебель хвощей ветвится моноподиально. Зачатки боковых побегов первоначально прикрыты основаниями листовых влагалищ, но при своем дальнейшем развитии прорывают их.

Стебель ребристый, возвышенные участки чередуются с ложбинками. На поперечном срезе стебля, проведенном в области междоузлия, стебель имеет следующее строение. Стебель покрыт эпидермой, клеточные оболочки которой пропитаны кремнеземом, что придает хвощам прочность и жесткость. Далее располагается кора. Под ребрышками имеются участки механической ткани, а под ложбинками расположена

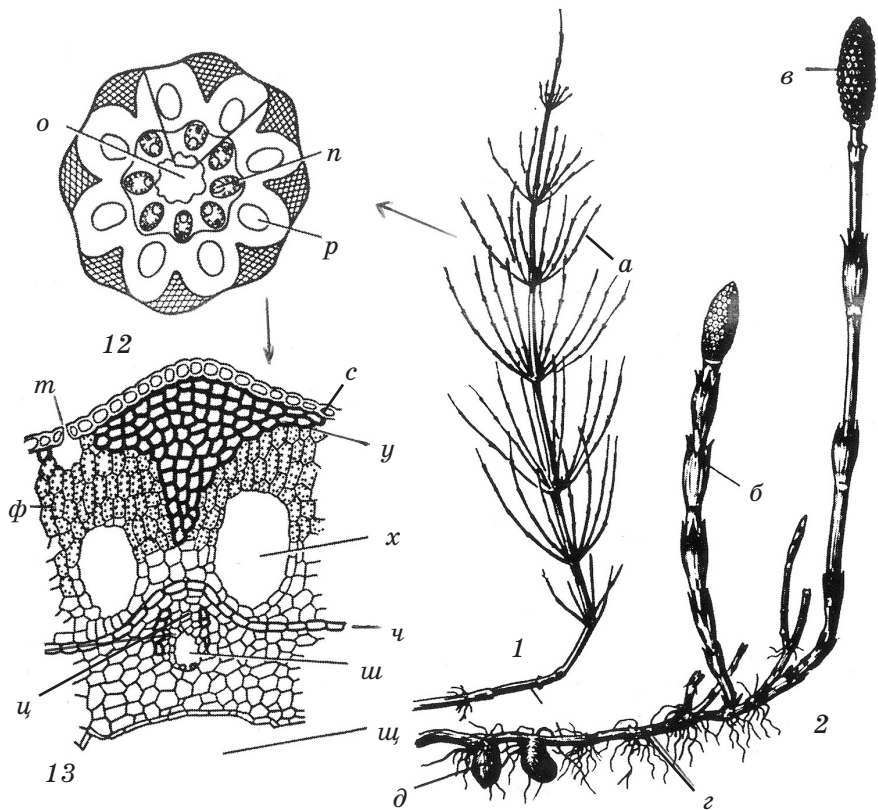
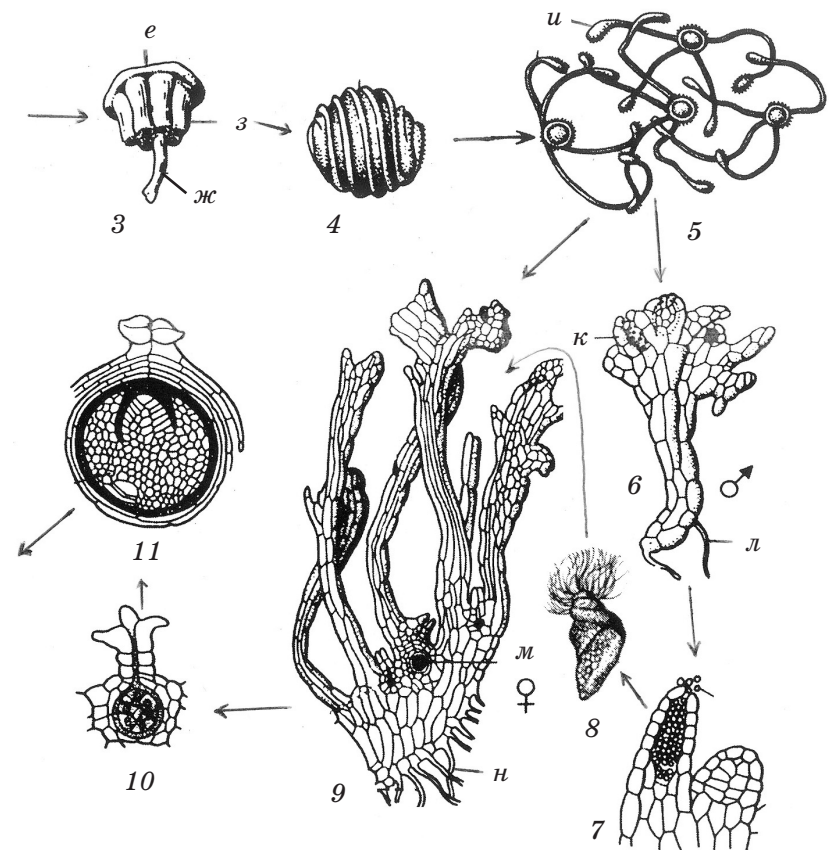


Рис. 8. Цикл развития хвоща полевого (*Equisetum arvense*):

1 — летний побег: а — боковой побег; 2 — весенний побег: б — листья, в — спороносный колосок, г — корневище, д — клубеньки; 3 — спорангиофор: е — диск, ж — ножка, з — спорангий; 4 — спора; 5 — группа спор: и — элатеры; 6 — мужской гаметофит: к — антеридий, л — ризоид; 7 — антеридий; 8 — сперматозоид; 9 — женский гаметофит: м — архегоний, н — ризоид;

ассимиляционная ткань. Под каждым участком ассимиляционной ткани находится коровая или *валлекулярная полость*, которая вначале заполнена водой, потом — воздухом. Под механической тканью расположены закрытые коллатеральные проводящие пучки с *каринальными полостями*, проводящими воду. В середине стебля имеется центральная полость (разрушившаяся сердцевина). Узлы стебля хвоще-



10 — дробление зиготы внутри архегония; 11 — зародыш; 12 — поперечный срез стебля на уровне междоузлий (схема): о — сердцевина, п — проводящий пучок, р — валлекулярная полость; 13 — анатомическое строение стебля: с — эпидерма, т — устьица, у — механическая ткань, ф — ассимиляционная ткань, х — валлекулярная полость, ц — проводящий пучок, ч — эндодерма, щ — каринальная полость, щ — сердцевина

видных заполнены паренхимной тканью. Ребра соседних междоузлий чередуются друг с другом.

Тип центрального цилиндра хвоща — *артростель*, то есть стель, имеющая разное строение в узлах и междоузлиях. В междоузлиях — это эустель. В узлах проводящая система после отхождения листовых следов имеет вид короткой трубочки — сифоностель.

Подземные органы хвощевидных — длинные, членистые корневища, которые проникают на глубину 50—100 см и даже глубже. На корневище мутовчато располагаются придаточные корни и образуются клубеньки, богатые крахмалом.

Спороносные колоски (стробилы) хвощей возникают обычно на концах стеблей, реже — боковых ветвей. Число их на одном побеге варьирует от одного (у большинства видов) до сотни (у хвоща многощетинкового — *E. myriochaetum*). Стробилы эллипсоидальные, от 2 до 80 мм в длину, желтовато-бурые.

На оси спороносного колоска мутовчато располагаются *спорангиофоры*. По происхождению спорангиофор отличается от спорофиллов других высших растений, так как является видоизмененным боковым побегом, несущим спорангии, а не листом. Спорангиофор состоит из ножки и щитковидного диска, обычно имеющего шестигранную форму. На нижней стороне диска, вокруг ножки, располагается 5—13 мешковидных спорангиев.

Подавляющее большинство хвощевидных — равноспоровые растения, и лишь некоторые ископаемые растения были разноспоровыми. У многих равноспоровых хвощевидных наблюдается физиологическая разноспоровость. Считают, что это связано с питательными веществами почвы, водоснабжением, условиями освещения или с количеством питательных веществ в самой споре. При благоприятных условиях из споры вырастает женский гаметофит, при менее благоприятных — мужской. Доказано, что если поливать питательным раствором мужской заросток хвоща полевого, то на гаметофите, на котором уже начали возникать антеридии, можно добиться появления архегониев.

Но у некоторых видов физиологическая разноспоровость является постоянной, то есть генетически закрепленной. Это может быть отголоском разноспоровости предков хвощевидных.

Споры хвощевидных, в отличие от спор других высших растений, имеют три оболочки: *эндоспорий*, *экзоспорий* и еще наружную оболочку — *эписпорий*. Эписпорий состоит из 2-х спирально закрученных лент (*элатер*), каждая из которых еще глубоко разделена на 2 части с расширенными концами. Элатеры — это гигроскопические пружинки, во влажной среде они закручиваются, в сухой — раскручиваются. Функцией элатер

является распространение спор, а также соединение спор в группы, чтобы обеспечить совместное произрастание женского и мужского гаметофитов.

При созревании спор ось стробила слегка вытягивается, щитки спорангиофоров отходят друг от друга, спорангии быстро подсыхают и вскрываются продольной трещиной.

Гаметофиты хвощевидных могут быть обоеполыми, но чаще всего однополые. Это маленькие (величиной в несколько мм), недолговечные, зеленые растения, живущие обособленно от спорофита. Половые органы хвощевидных — антеридии и архегонии, они имеют типичное для высших растений строение. Антеридии полностью погружены в ткань гаметофита, в них развиваются многожгутиковые сперматозоиды. Зрелый архегоний погружен в ткань гаметофита только своим брюшком. Для оплодотворения необходима водная среда. Образовавшаяся зигота прорастает в молодое растение без периода покоя.

По характеру надземных побегов, их функциональной морфологии виды хвощей можно разбить на 2 группы: 1) все надземные побеги однотипные, жесткие, вечнозеленые и развивают верхушечные стробилы, 2) побеги двух типов: одни спороносные, буроватые или зеленые, а другие вегетативные, зеленые.

Развитие спороносных и вегетативных побегов у видов второй группы идет по-разному. Например, у хвоща полевого (*Equisetum arvense*) спороносные побеги появляются первыми ранней весной, они буровато-розовые, неветвистые и после спороношения погибают. У хвощей лесного (*E. sylvaticum*) и лугового (*E. pratense*) оба вида побегов появляются одновременно. И те и другие вначале бледно-розовые, а затем зеленеют. После спороношения побеги функционируют как вегетативные. У хвощей болотного (*E. palustre*), приречного (*E. fluviale*), зимующего (*E. hiemale*) оба вида побегов одинаковые, зеленые. Их можно различить только по наличию на спороносном побеге стробила.

Хвощи можно встретить в разных растительных сообществах, но в любом случае вблизи воды или в местах с неглубоким залеганием грунтовых вод.

Хвощи входят в состав пионерных растительных группировок, образуют чистые заросли там, где другие растения не могут жить из-за обилия воды или ее недостатка, истощения

почвы. Благодаря наличию мощных корневищ хвощи успешно противостоят неблагоприятным условиям внешней среды, таким как засухи, потопа, лесные пожары. В то же время хвощи являются злостными сорняками на полях, особенно кислых.

Известно 32 вида хвоща, из них в Татарстане произрастает 7 видов. На полях трудноискоренимым сорняком является хвощ полевой. В лесах, на лугах произрастают хвощ лесной, хвощ луговой, хвощ зимующий. На болотистых лугах, по берегам озер обильно встречается хвощ болотный, хвощ приречный. Хвощ ветвистый (*E. ramosissimum*) растет на песках, обнаженных оврагах.

Цели занятия:

- Изучить особенности морфологического и анатомического строения, размножения и экологии хвощевидных.
- Ознакомиться с разнообразием хвощей Татарстана.

Материалы и оборудование:

Микроскопы, оборудование для приготовления временных препаратов, постоянные микропрепараты, гербарии, таблицы.

Работа 1. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ХВОЩЕВИДНЫХ НА ПРИМЕРЕ ХВОЩА ПОЛЕВОГО (*Equisetum arvensis*)

Систематическое положение:

Класс: Хвощовые (*Equisetopsida*)

Класс содержит один **порядок Хвощовые** (*Equisetales*), в котором имеется одно **семейство Хвощовые** (*Equisetaceae*) с единственным **родом Хвощ** (*Equisetum*).

Вид: Хвощ полевой (*Equisetum arvense*)

Ход работы

1. На гербарных образцах рассмотреть внешний вид хвоща полевого. Найти весенние и летние побеги. Обратит внимание на листья, сросшиеся в трубку (влагалище) в основании междоузлий, ребристость стебля, членистое корневище с придаточными корнями и клубеньками. Зарисовать внешнее строение хвоща.

2. На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля в зоне междоузлий изучить строение стебля хвоща. Зарисовать, отметив все детали строения.

3. На постоянном микропрепарате продольного среза спорозночного колоска изучить строение стробила хвоща. Зарисовать схему строения колоска, отдельный спорангиофор.

4. На временном препарате рассмотреть под микроскопом споры во влажном и сухом состоянии. Зарисовать строение споры.

5. По таблице изучить строение мужского и женского гаметофитов хвоща и зарисовать их, отметив расположение антеридиев и архегониев.

6. Составить схему жизненного цикла хвоща.

Работа 2. ЗНАКОМСТВО С РАЗНООБРАЗИЕМ ХВОЩЕЙ ТАТАРСТАНА

Ход работы

1. Рассмотреть гербарные образцы хвощей, произрастающих в Татарстане.

2. Заполнить таблицу.

Название вида	Морфологические особенности	Особенности развития спорозночных колосков	Условия произрастания	Значение

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности строения побега у современных хвощей?
2. Опишите анатомическое строение стебля хвоща. В чем наиболее существенное его отличие от стебля плауна?
3. Каковы особенности строения спор хвощей?
4. Каковы особенности строения и развития гаметофитов хвощевидных ?
5. Назовите виды хвощей, у которых спорозночные побеги морфологически отличаются от вегетативных.
6. Какое практическое применение имеют хвощи?
7. Какова классификация отдела хвощевидные?

8. Заполните таблицу:

Название растения	Систематическое положение	Особенности морфологического и анатомического строения	Особенности размножения	Время появления, расцвета и вымирания
Гиения				
Каламофитон				
Клинолист				
Каламит				

9. Каковы возможные эволюционные связи между вымершими и ныне живущими хвощевидными?

ЗАНЯТИЯ 5 И 6

Тема занятий: ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ (Polypodiophyta)

Краткая характеристика

Одна из наиболее древних групп высших растений, насчитывающая в современной флоре около 300 родов и более 10 000 видов. Папоротники широко распространены по всему земному шару, встречаются в самых различных местообитаниях — в пустынях, болотах, озерах, полях, лугах и др. Но наибольшего разнообразия они достигают во влажных тропических лесах, где они растут как на почве, так и на стволах деревьев, как эпифиты.

В жизненном цикле преобладает спорофит. Это многолетнее травянистое или древовидное растение.

Корни у папоротников придаточные, у травянистых папоротников они отходят от корневища. У древовидных папоротников придаточные корни развиваются и на наземных стволах, образуя вокруг ствола войлочный чехол, удерживающий воду. Только у очень немногих папоротников (например, у сальвинии) нет корней, где они редуцированы.

Стебли папоротников очень разнообразны как по внешней форме, так и особенно по внутреннему строению. Большинство папоротников имеют слаборазвитый укороченный стебель, который чаще всего представлен корневищем. Но есть и древовидные папоротники, которые до сих пор произрастают во влажных тропических лесах Австралии, Новой Зеландии, Африки. Например, у альзофилы, циатеи (остров Ява) стебли достигают высоты 20 м и более. Такие папоротники иногда составляют целые рощи, а в тропических лесах часто играют роль подлеска.

Анатомическое строение стебля папоротниковидных разнообразно, особенно разнообразно устройство стелы (протостель, сифоностель, диктиостель, эустель).

Листья папоротниковидных по происхождению отличаются от листьев других высших растений, поэтому их называют *вайями*. Вайи морфологически соответствуют крупным ветвям риниофитов. Вайи — это гомологи стеблей, это стеблевидные листья, то есть *кладодии* (видоизмененные уплощенные побеги, выполняющие функцию фотосинтеза). Об этом говорит факт длительного и почти неограниченного роста листьев папоротников своей верхушкой, как это характерно для стеблей.

Листья папоротников отличаются большим разнообразием, их размеры колеблются от нескольких миллиметров до 30 м (у тропической лианы лигодиума), средние размеры от 1 до 3 м. В большинстве случаев листья совмещают две функции — фотосинтез и спороношение. У некоторых родов (страусник, оноклея, дринария) имеются стерильные (фотосинтезирующие) и фертильные (спороносные) листья.

Как правило, листья состоят из черешка и пластинки. Пластинка может быть цельной или лопастной, но чаще она однажды, дважды или многократно перисторассеченная. В таком случае в листе различают черешок, рахис, перья 1, 2 и 3 порядков, перышки. Перья могут быть цельными или в разной степени изрезанными. Молодые листья свернуты улиткообразно и развертываются от основания к верхушке, в отличие от листьев семенных растений.

Имеются как равноспоровые, так и разноспоровые папоротники. Многие вымершие папоротники были разноспоровыми растениями. Среди современных папоротников разноспоровыми являются 3 семейства — сальвиниевые, марсилиевые, азолловые.

Спорангии чаще образуются на нижней поверхности листа. В большинстве случаев они собраны группами (*сорусами*) и защищены покрывалом (*индузием*). Развитие спорангиев проходит двумя способами: 1) из группы эпидермальных и субэпидермальных клеток плаценты, спорангии при этом имеют многослойную стенку (*эуспорангиатные папоротники*); 2) из одной эпидермальной клетки, обладают однослойной стенкой (*лептоспорангиатные папоротники*).

По характеру созревания спорангиев в пределах соруса различают *простые* и *градатные сорусы*. В простых сорусах все спорангии созревают одновременно. Более совершенными являются градатные сорусы, в которых созревание спорангиев и рассеивание спор растягивается на длительный период.

У примитивных папоротниковидных спорангии раскрываются щелью на верхушке. У более высокоорганизованных папоротниковидных имеется специальное приспособление для вскрывания спорангиев и рассеивания спор — это так называемое *механическое кольцо*, окружающее спорангий снаружи.

Большая часть клеток кольца имеет неравномерно утолщенные стенки: внутренние и радиальные стенки их утолщены, а наружные — нет. Такие клетки занимают 2/3 поверхности кольца. Эта часть кольца плотно соединена с ножкой спорангия. 1/3 часть кольца состоит из тонкостенных клеток, составляющих *устье*. По мере созревания спорангия клетки кольца в результате испарения постепенно теряют воду. Наружные стенки вдавливаются внутрь, радиальные — сближаются, вследствие чего кольцо сильно деформируется. Возникает сильное механическое напряжение, равное давлению в 300 атм. При дальнейшей потере воды наступает момент, когда кольцо разрывается в области устья и выворачивается наружу. Так как кольцо скреплено с ножкой, оно быстро возвращается в исходное положение. Но в этот момент прилипшие к кольцу споры как бы получают щелчок и отлетают на расстояние до 1 м.

Гаметофиты у большинства равноспоровых папоротников в виде зеленых пластинок с ризоидами. У разноспоровых папоротников заростки сильно редуцированы.

У папоротников широко распространено вегетативное размножение. Стебли многих папоротников легко укореняются и могут распадаться на отдельные части, продолжающие жить самостоятельно. На листьях или на особых побегах некоторых

папоротников образуются выводковые почки, которые, опадая на землю, развиваются в новые растения.

В отделе папоротниковидные выделяют 7 классов. Ныне живущие папоротники относятся к трем классам: **ужовниковые** (Ophioglossopsida), **мараттиевые** (Marattiopsida), **полиподиопсиды** (Polypodiopsida).

Цели занятия:

- Изучить особенности морфологического и анатомического строения, размножения и экологии папоротниковидных.
- Ознакомиться с папоротниковидными флоры Татарстана.

Материалы и оборудование:

Микроскопы, постоянные микропрепараты, гербарии, таблицы.

Работа 1. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ УЖОВНИКОВЫХ (Ophioglossopsida)

Систематическое положение:

Отдел: Папоротниковидные (Polypodiophyta)

Класс: Ужовниковые (Ophioglossopsida). Это древняя и примитивная группа папоротниковидных, расцвет которой был в прежние геологические периоды. Занимает в отделе изолированное положение, так как значительно отличается от других папоротников по внешнему виду, внутреннему строению и биологическим особенностям.

Порядок: Ужовниковые (Ophioglossales). Порядок представлен одним **семейством Ужовниковые (Ophioglossaceae)**. В семействе три **рода: Гроздовик (Botrychium), Ужовник (Ophioglossum) и Гельминтостахис (Helminthostachys)**. Гроздовик и ужовник (рис. 9) широко распространен по земному шару. Гроздовники больше приурочены к умеренной зоне северного полушария, а виды рода ужовник чаще характерны для тропического пояса. Единственный вид гельминтостахиса обитает в тропических лесах восточного полушария.

Свое название таксоны получили по роду Ophioglossum, что в переводе с латинского означает «змеиный язык», так как самый распространенный в Европе вид — ужовник обыкновенный действительно своим внешним обликом напоминает его.

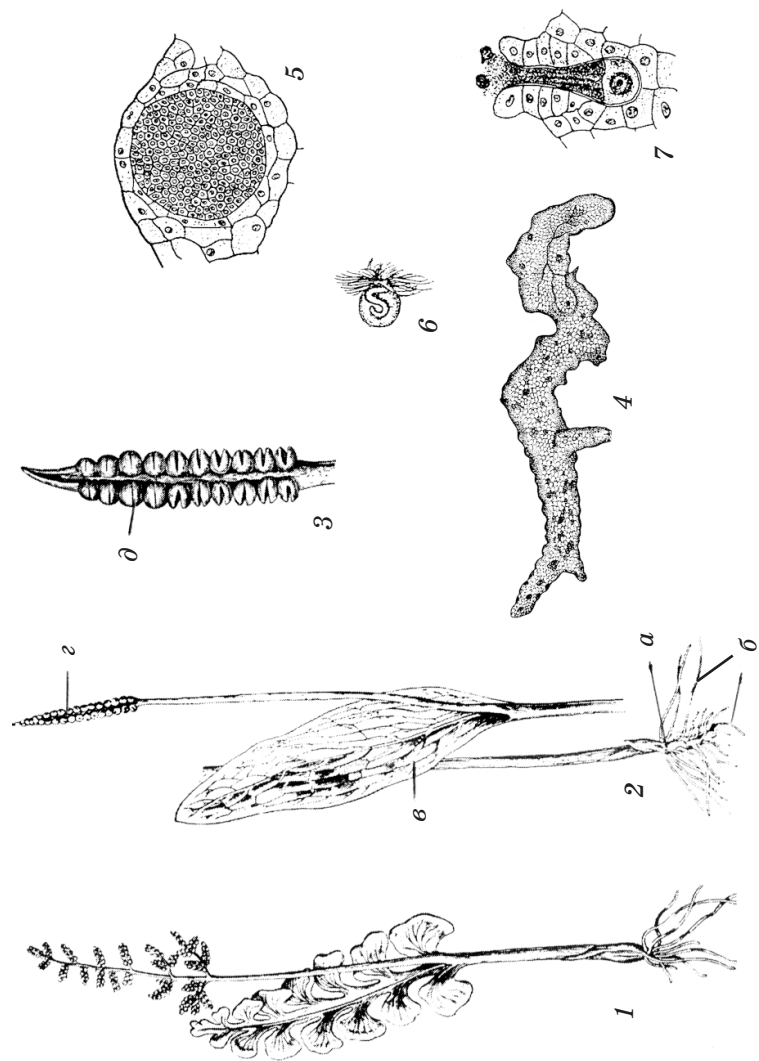


Рис. 9. Ужовниковые (Ophioglossaceae):

1 — гроздовник полулунный (*Botrychium lunaria*); 2 — ужовник обыкновенный (*Ophioglossum vulgatum*): а — стебель, б — придаточный корень, в — вегетативная часть листа, г — спороносная часть листа; 3 — группа спорангиев; 4 — гаметофит; 5 — спорангий; 6 — антеридий; 7 — архегоний

Среди ужовниковых встречаются крупные эпифиты и значительно более мелкие геофиты. В основном ужовниковые — это небольшие или средних размеров (высотой от 20—40 см) многолетние, иногда вечнозеленые травы, растущие на рыхлой влажной почве, тропические виды являются эпифитами (самый крупный — ужовник повислый (*Ophioglossum pendulum*) от 1,5 м до 4 м длиной).

Стебли ужовниковых — это короткие прямостоячие или горизонтальные корневища, несколько мясистые, часто без механической ткани. Проводящая система представлена эктофлойной сифоностелью или диктиостелью (ужовник). Корни ужовников толстые, мясистые, иногда втягивающиеся, без корневых волосков, вступают в симбиоз с грибами, образуя микоризу.

Листья ужовниковых отличаются от большинства папоротников отсутствием улиткообразного скручивания в почкостелении. Для листьев характерен очень медленный рост, развивающийся лист выходит на поверхность на 4-ый, 5-ый год развития.

Листья вильчато разделены на две резко различающиеся по форме и функции части — вегетативную и спороносную. Вегетативная часть листа у гроздовника — многократно или тройчатоперисторассеченная, у ужовника — цельная или лопастная, у гельминтостахиса многократно-пальчаторассеченная.

Спороносная часть листа несет спорангии, у ужовника они срастаются между собой в синангии. Споры прорастают после периода покоя. Ужовниковые — равноспоровые растения. Гаметофит (заросток) бесцветный, мясистый, ведет подземный образ жизни, величина его 5—6 см в длину и 0,5—1,5 см в толщину. На заростке образуются архегонии и антеридии. Сперматозоиды многожгутиковые. Развитие зародыша происходит медленно, в течение 5—6 лет.

Род ужовник включает в себя 45 видов, из них в Татарстане произрастает только один вид — **ужовник обыкновенный** (*Ophioglossum vulgatum*). Встречается в северо-западных районах республики на сырых лесных полянах. Род гроздовник состоит из 35 видов, в Татарстане на лугах, в кустарниках обитают два вида — **гроздовник полулунный** (*Botrychium lunaria*) и **гроздовник многораздельный** (*B. multifidum*). Все три вида ужовниковых занесены в Красную книгу Татарстана.

Ход работы

1. По гербарию рассмотреть внешний вид уховника обыкновенного и зарисовать его.
2. По гербарию рассмотреть внешний вид гроздовника полулунного и зарисовать его.
3. По таблице изучить и зарисовать строение гаметофита уховниковых.

Работа 2. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ЩИТОВНИКА МУЖСКОГО (*Dryopteris filix-mas*)

Систематическое положение:

Класс: Полиподиопсиды (*Polypodiopsida*)

В классе 3 подкласса: полиподииды, сальвинииды, марсиллиды.

Подкласс: Полиподииды (*Polypodiidae*). Он включает в себя 11 семейств, 234 рода и свыше 9 000 видов. К этому подклассу принадлежит подавляющее большинство современных папоротников. К подклассу относятся равноспоровые растения, ведущие наземный образ жизни.

Несмотря на большое разнообразие видов, папоротники этого подкласса имеют много общего в строении и цикле развития.

Порядок: Циатейные (*Cyatheales*)

Семейство: Асплениевые (*Aspleniaceae*)

Подсемейство: Щитовниковые (*Dryopteridoideae*)

Род: Щитовник (*Dryopteris*). Род насчитывает около 150 видов, произрастающих повсеместно вплоть до тропиков.

В нашей флоре наиболее распространен **щитовник мужской** (*D. filix-mas*), растущий в сырых листовых лесах по тенистым местам. Это многолетнее травянистое растение (рис. 10). Толстое корневище немного возвышается над поверхностью земли. На нем спирально расположены крупные, до 1,5 м длиной дваждыперисторассеченные длинночерешковые листья. Черешки покрыты коричневыми пленчатыми чешуйками. Молодые листья улиткообразно скручены. Листья развиваются медленно, они появляются над землей лишь на третий год после их заложения на верхушке корневища.

Взрослые листья ежегодно отмирают, их черешки остаются на корневище. Тип центрального цилиндра щитовника — диктиостель.

На нижней стороне листа вдоль средней жилки листочков образуются почковидные сорусы, покрытые индузием. Овальные спорангии на длинной ножке располагаются на плаценте — массивном выросте нижней стороне листа. Сорусы щитовника градатные, спорангий имеет механическое кольцо. Спора одета двумя оболочками — эндоспорием и экзоспорием. Из спор вырастает зеленый пластинчатый гаметофит округло-сердцевидной формы диаметром 0,5—0,9 см. От нижней стороны пластинки отходят многочисленные ризоиды.

На нижней поверхности зрелого гаметофита образуются антеридии (ближе к заостренному концу пластинки) и архегонии (ближе к выемке). Антеридии возвышаются над поверхностью гаметофита, в них развиваются немногочисленные спирально закрученные многожгутиковые сперматозоиды. Архегонии брюшком погружены в ткань гаметофита. Оплодотворение происходит при наличии воды, образовавшийся зародыш некоторое время питается за счет гаметофита.

Щитовник мужской как глистогонное средство входит в государственную фармакопею страны.

В республике встречаются еще три вида щитовника: щитовник австрийский (*D.austriaca*), щитовник ланцетогребенчатый (*D.lanceolato-cristata*), щитовник гребенчатый (*D.cristata*). Последний вид занесен в Красную книгу Татарстана.

Ход работы

1. По гербарию рассмотреть внешнее строение щитовника мужского, зарисовать его, отметив детали строения.
2. По таблице изучить строение соруса щитовника и зарисовать его.
3. Из заспиртованного материала сделать временный препарат спорангия щитовника мужского в капле глицерина. Изучить созревший спорангий, найти механическое кольцо и устье. Пронаблюдать вскрытие спорангия. Зарисовать строение спорангия.
4. Рассмотреть по таблице строение гаметофита щитовника мужского. Зарисовать, отметив детали строения.

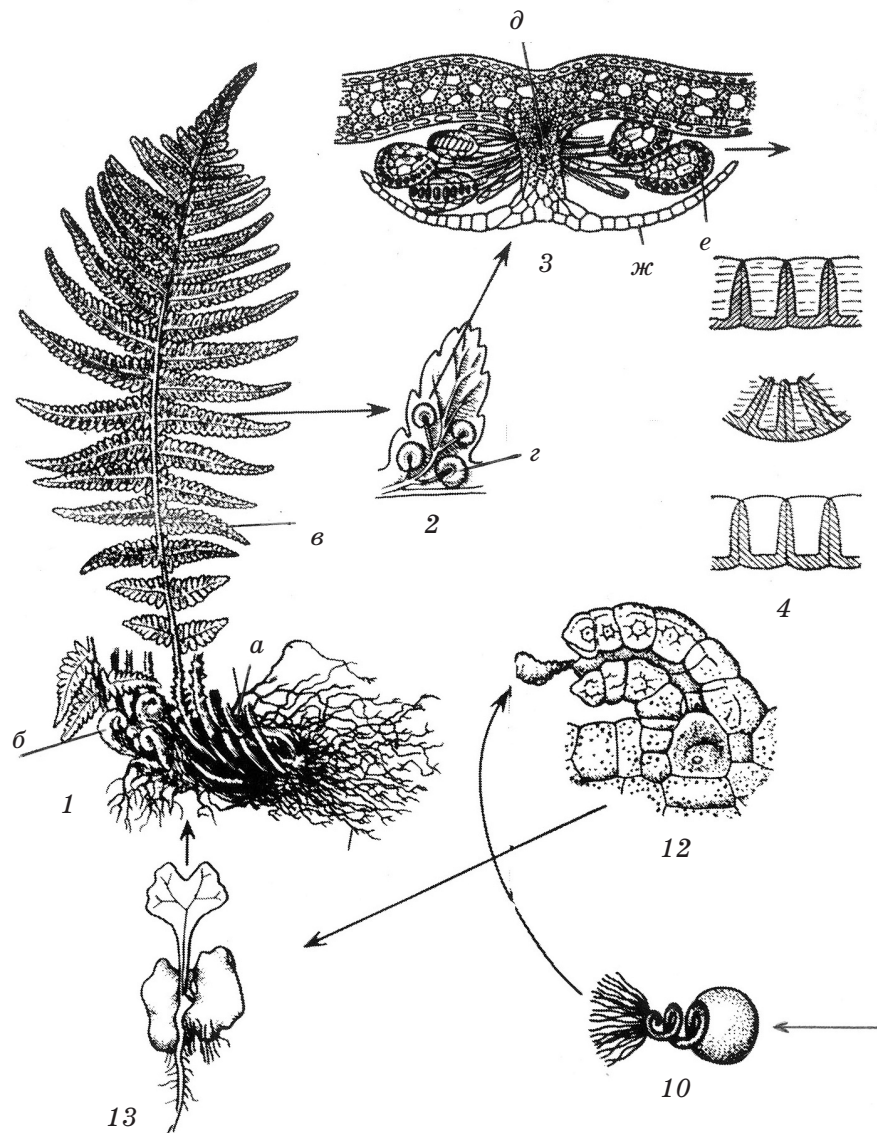
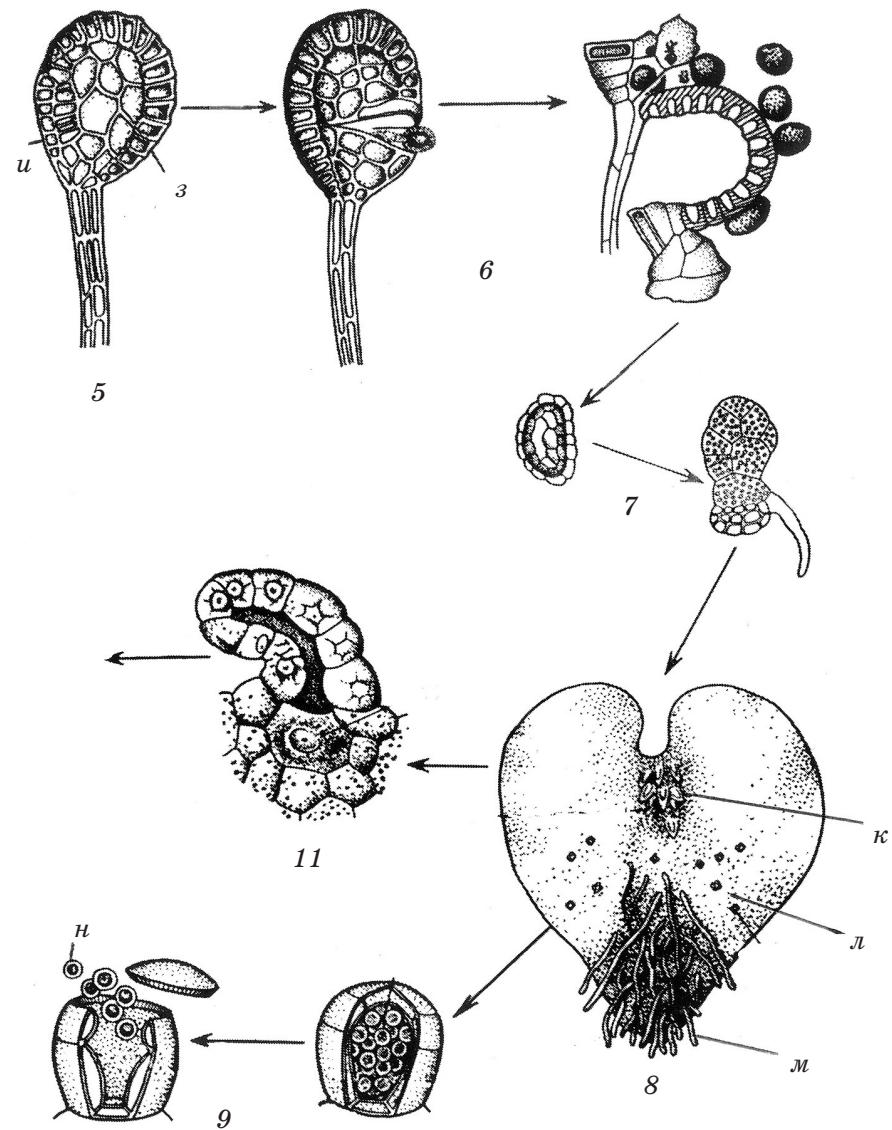


Рис. 10. Цикл развития щитовника мужского (*Dryopteris filix-mas*):
 1 — спорофит: а — корневище, б — молодые листья, в — ая; 2 — часть листа:
 z — сорус; 3 — поперечный срез соруса: д — плацента, е — спорангий, ж — ин-
 дузий; 4 — клетки механического кольца; 5 — спорангий: z — механическое



кольцо, u — устье; 6 — раскрытие спорангия; 7 — прорастание споры;
 8 — гаметофит: к — архегоний, л — антеридий, м — ризоид; 9 — антеридий:
 n — сперматозоид; 10 — сперматозоид; 11 — архегоний; 12 — образование
 зародыша; 13 — зародыш

**Работа 3. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ,
ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ СТРАУСНИКА
ОБЫКНОВЕННОГО (*Matteuccia struthiopteris*)**

Систематическое положение:

Класс: Полиподиопсиды (*Polypodiopsida*)

Подкласс: Полиподииды (*Polypodiidae*)

Порядок: Циатейные (*Cyatheales*)

Семейство: Асплениевые (*Aspleniaceae*)

Род: Страусник (*Matteuccia*) состоит из 2—3 видов. В Татарстане встречается один вид.

Страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris*) — растение тенистых лесов, берегов рек и ручьев, окраин болот, пойменных лесов, полян. Один из самых красивых папоротников наших лесов (рис. 11).

Имеет листья 2-х видов — трофофиллы и спорофиллы. Vegetирующие листья крупные, перистые, длиной до 1,7 м, они образуют правильной формы воронку. В центре воронки располагаются однаждыперистые спороносные листья, напоминающие страусиное перо, откуда и название рода. Спорофиллы страусника сначала светло-зеленые, затем становятся темно-коричневыми. Края сегментов спороносных листьев загибаются вниз до средней жилки, чем обеспечивается защита сорусов. Осенью вегетирующие листья отмирают, а спороносные остаются зимовать. Их темно-коричневые верхушки часто можно видеть торчащими из-под снега. Весной края листа разворачиваются и споры высвобождаются.

Ход работы

1. Рассмотреть по гербарии внешний вид страусника, зарисовать вегетирующий и спороносный листья.

2. На постоянном микропрепарате рассмотреть строение соруса страусника и зарисовать его.

**Работа 4. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ,
ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ОРЛЯКА
ОБЫКНОВЕННОГО (*Pteridium aquilinum*)**

Систематическое положение:

Класс: Полиподиопсиды (*Polypodiopsida*)

Подкласс: Полиподииды (*Polypodiidae*)

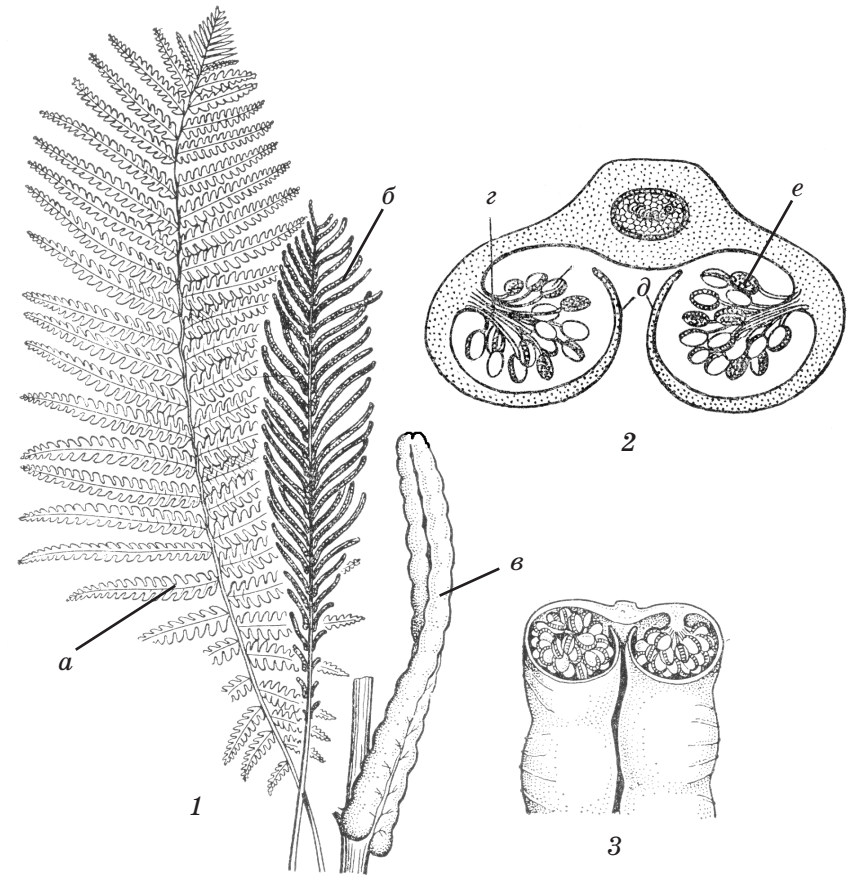


Рис. 11. Страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris*):
1 — внешний вид: а — вегетативный лист, б — спорофилл, в — сегмент спорофилла, 2 — строение соруса: з — плацента, д — индустий, е — спорангий;
4 — разрез через сегмент спорофилла

Порядок: Циатейные (*Cyatheales*)

Семейство: Циатейные (*Cyatheaceae*)

Род: Орляк (*Pteridium*). Род орляк включает в себя только один вид — **Орляк обыкновенный** (*Pteridium aquilinum*). Он является космополитным видом, распространен повсеместно, вплоть до тропиков. В нашей флоре орляк произрастает в светлых сосновых лесах, где образует целые заросли (рис. 12).

На длинном разветвленном корневище располагаются одиночные крупные листья с длинным черешком и широкой тройчато-рассеченной пластинкой, каждая из трех крупных долей имеет перистое строение. Сорусы развиваются на краях листа. Лист при этом сворачивается внутрь и тонким краем покрывает сорусы.

Благодаря длинному, глубоко залегающему корневищу, орляк может осваивать места пожарищ, заброшенные поля и иногда становится трудноискоренимым сорняком. В некоторых странах (Японии, Новой Зеландии и др.) молодые листья орляка употребляют в пищу. Корневища орляка содержат очень много крахмала, в голодные годы из высушенных корневищ орляка пекли хлеб. В медицине орляк употребляют как противоглистное средство, а также для лечения рахита у детей. Зола орляка содержит большое количество поташа (карбоната калия), она обладает моющими и отбеливающими свойствами.

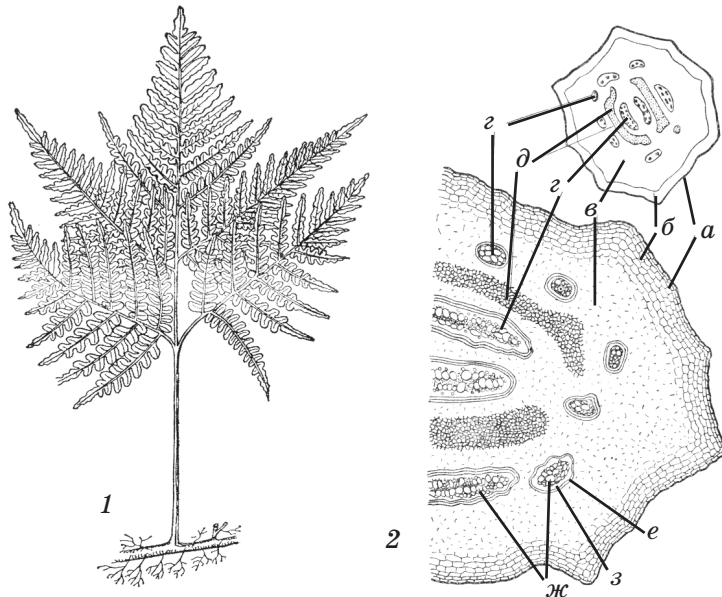


Рис. 12. Орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*):

1 — внешний вид; 2 — анатомическое строение корневища: а — эпидерма, б — механическая ткань внешней коры, в — паренхима коры, г — проводящий пучок, д — механическая ткань внутренней коры, е — эндодерма, ж — ксилема, з — флоэма

Ход работы

1. На постоянном микропрепарате поперечного среза корневища орляка рассмотреть строение стебля папоротников. Центральная цилиндрическая часть представляет собой дициклическую диктиостелу. Зарисовать, показав на схеме эпидермис, кору, два кольца меристел, между которыми в паренхиме расположены два крупных тяжа склеренхимы, а также многочисленные мелкие ее тяжи. Рассмотреть при большом увеличении строение меристелы. Зарисовать, указав эндодерму, перицикл, флоэму, ксилему.

Работа 5. МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ И АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ САЛЬВИНИИ ПЛАВАЮЩЕЙ (*Salvinia natans*)

Систематическое положение:

Класс: Полиподиопсиды (*Polypodiopsida*)

Подкласс: Сальвиниевые (*Salviniidae*). К подклассу относятся разноспоровые папоротники, ведущие водный или водно-болотный образ жизни. Он включает в себя 2 семейства: **Сальвиниевые** (*Salviniaceae*) и **Азолловые** (*Azollaceae*).

Род: Сальвиния (*Salvinia*) насчитывает 8 видов, обитающих в основном в субтропических и тропических областях. В наших пресноводных водоемах произрастает **сальвиния плавающая** (*Salvinia natans*). Это небольшое (до 15 см) плавающее на поверхности воды растение (рис. 13). В узлах тонкого стебля мутовчато располагается 3 листа. Два листа овальные, зеленые, плавающие, третий лист подводный, сильно рассеченный, заменяет растению корни. На поверхности плавающих листьев имеются сосочки, состоящие из округлых клеток, стенки которых покрыты воском. Сосочки придают листу светло-зеленую окраску и способствуют удалению воды с поверхности листа. С нижней стороны листа и стебель покрыты буроватыми волосками.

Спорофит приспособлен к водному образу жизни: слабо развиты проводящие ткани, отсутствуют корни, в вегетативных органах (стебле, листьях) имеются крупные воздухоносные полости.

У основания подводных листьев, на коротких боковых ответвлениях, образуются шаровидные сорусы, называемые

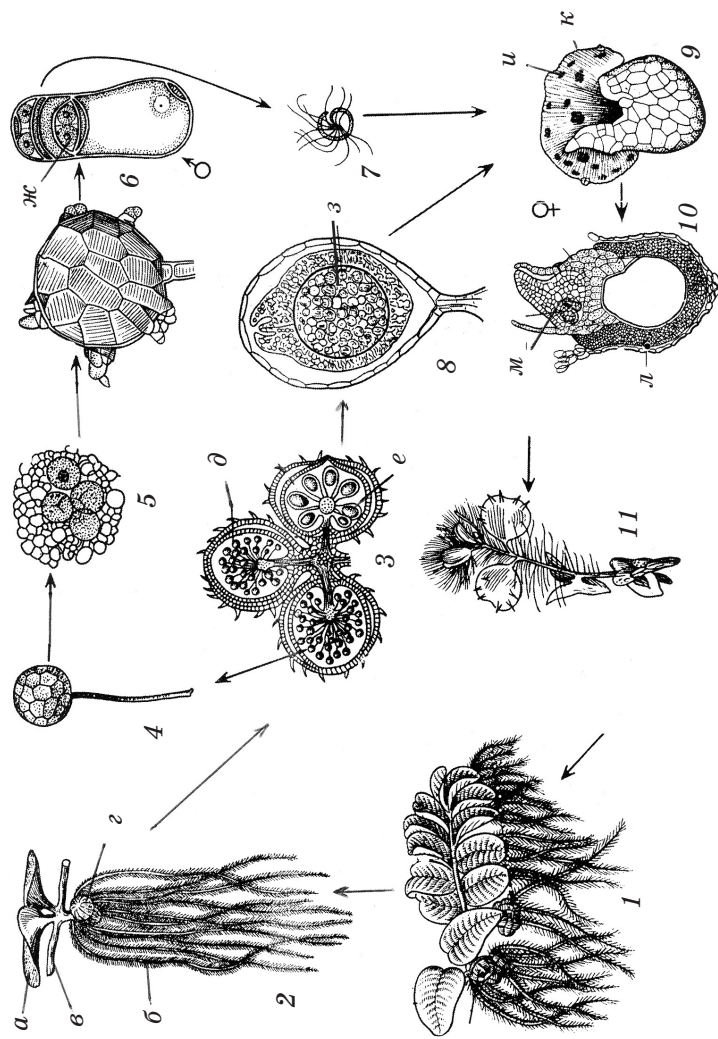


Рис. 13. Цикл развития сальвинии плавающей (Salvinia natans):

1 — спорофит; 2 — часть побега; 3 — надводные листья, 6 — подводный лист, 6 — стебель, 2 — спорокарпий; 3 — разрез через спорокарпий; 4 — микроспоркарпий; 5 — мегаспорангий; 6 — микроспорангий; 7 — мужской гаметофит; 8 — сперматогенные клетки; 9 — сперматозоид; 10 — мегаспорангий; 11 — мегаспора; 12 — женский гаметофит; 13 — архетоний, 14 — ткань женского гаметофита; 15 — продольный срез женского гаметофита; 16 — оболочка мегаспорангия, 17 — зародыш; 18 — молодой спорофит

здесь *спорокарпиями*. Спорокарпии 2-х видов: микро- и мегаспорокарпии. Они снаружи покрыты 2-мя слоями индусия, между которыми имеется воздухоносная полость.

В микроспорокарпиях на сильно разветвленной плаценте располагаются многочисленные микроспорангии, в каждом из них образуется 64 микроспоры. Созревшие микроспоры по 4 погружены в отвердевшую массу — массулу, образовавшуюся из расплывшихся клеток тапетума.

В мегаспорокарпиях на менее разветвленной плаценте располагаются более крупные немногочисленные мегаспорангии. В мегаспорангии созревает лишь одна мегаспора, ее окружает пенная масса.

Спорокарпии осенью опадают и перезимовывают на дне водоема. Весной после сгнивания их оболочек микро- и мегаспорангии всплывают на поверхность. Микроспора прорастает в сильно редуцированный мужской гаметофит, развивающийся внутри микроспорангия. Мужской гаметофит состоит всего из нескольких клеток, на нем образуется два сильно упрощенных антеридия, каждый из которых формирует по 4 спирально закрученных многожгутиковых сперматозоида. Разрастающиеся мужские гаметофиты разрывают стенки микроспорангия, и сперматозоиды выплывают наружу.

Мегаспора прорастает в женский гаметофит, так же не покидающий оболочки мегаспорангия. Женский гаметофит состоит из зеленых клеток, в верхней части он разрывает оболочку мегаспорангия и выступает наружу в виде веерообразной пластинки. На ней развиваются погруженные в ее ткань 3—5 архегониев. После оплодотворения созревает только один зародыш, который еще долгое время связан с женским гаметофитом.

Вследствие загрязнения водоемов, сальвиния плавающая встречается все реже, она занесена в Красную книгу Татарстана.

Род Азолла (Azolla) — маленький нежный разноспоровый папоротник. Обитает в стоячих или слабопроточных тропических водоемах. Азолла вступает в симбиоз с сине-зеленой водорослью анабеной, которая способна фиксировать атмосферный азот. Поэтому азоллу выращивают на рисовых полях для обогащения их азотом. Азоллу каролинскую часто разводят в аквариумах.

Подкласс Марсилиевые (Marsileidae) включает в себя один порядок и одно семейство **Марсилиевые (Marsileaceae)** с 3 родами.

Марсилея четырехлистная (*Marsilea quadrifolia*) — многолетний разнospоровый папоротник, обитающий в дельте Волги и в Нижнем Поволжье. Высота растения 10—20 см. На тонком ветвящемся корневище расположены листья с длинными тонкими черешками. Листья состоят из 4 листочков, тесно сближенных попарно. Листья способны к никтинастическим движениям, т. е. на ночь складывают свои листочки. Спорокарпии по 2—3 сидят на одной ножке у основания черешка. Цикл развития похож на цикл развития сальвинии.

Ход работы

1. На фиксированном материале и по таблице рассмотреть внешний вид сальвинии плавающей. Найти плавающие и подводные листья, спорокарпии. Обратить внимание на поверхность плавающих листьев. Зарисовать, указав детали строения.

2. На постоянном микропрепарате рассмотреть поперечный срез стебля сальвинии плавающей. Обратить внимание на волоски, отходящие от наружного слоя коры, кору с крупными воздухоносными полостями и однорядными клеточными перемычками между ними, на протостелический центральный цилиндр со слабо развитой ксилемой.

3. На постоянном микропрепарате рассмотреть срезы микро- и мегаспорокарпиев. Зарисовать их, отметив детали строения.

4. По таблице рассмотреть строение женского гаметофита сальвинии и зарисовать его.

5. По таблице рассмотреть внешнее строение марсилеи четырехлистной и зарисовать его.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности внешнего строения папоротников?
2. В чем состоит своеобразие происхождения и роста листьев папоротников? Укажите пути эволюции листьев.
3. Каковы особенности анатомического строения стебля папоротников?
4. Назовите особенности спороношения папоротников.
5. Укажите пути эволюции органов спороношения папоротников.
6. Сравните развитие гаметофитов у жовниковых и щитовника мужского.

7. Назовите особенности развития гаметофитов равноспоровых и разнospоровых папоротников.
8. Какова классификация отдела папоротниковидные? Назовите основных представителей классов.
9. Назовите несколько представителей местной флоры.
10. Как были представлены в палеозойской флоре папоротниковидные?

ЗАНЯТИЕ 7

Тема занятия: КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ «ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ»

При подготовке к коллоквиуму выполнить следующие задания:

- Заполнить таблицу 1 и 2.
- Ответить на контрольные вопросы.
- Решить тесты по теме «Высшие споровые растения» (из приложения к методическому указанию).

Таблица 1

Признаки/ Отделы	Ринио- фиты	Мохо- видные	Плауно- видные	Хвоще- видные	Папорот- нико- видные
Преобладающее в цикле воспроизведения поколение					
Типы корней					
Происхождение листьев					
Тип стелы					
Наличие вторичного утолщения органов					
Равно- и разнospоровость					
Время появления и наибольшего расцвета					
Возможные предки					
Классификация					

В приведенной ниже таблице 2 укажите время появления и вымирания следующих представителей высших споровых растений: *риния, астeroxилон, лепидодендрон, сигиллярия, миадесмия, лепидокарпон, гиения, клинолист, каламит, протоптеридиум, археоптерис, зигоптерис.*

Таблица 2

Эры	Периоды	Риниофиты	Плауновидные	Хвощевидные	Папоротниковидные
Кайнозой					
Мезозой	Мел				
	Юра				
	Триас				
Палеозой	Пермь				
	Карбон				
	Девон				
	Силур				

Контрольные вопросы

- Какие растения являются возможными предками высших растений? Каковы доказательства этого?
- В какое геологическое время произошли высшие растения?
- Каковы условия обитания первых наземных высших растений?
- Назовите морфологическое расчленение тела первых наземных растений на примере ринии.
- Назовите особенности анатомического строения ринии.
- Каково происхождение и эволюция корней?
- Какие имеются способы происхождения листьев у высших растений?
- Какие растения относятся к микрофильной и макрофильной линиям эволюции? В чем состоит своеобразие происхождения листьев папоротников?
- Каковы пути дальнейшей эволюции листьев в связи с их специализацией?
- Каковы причины возникновения побега и корня?
- Каковы особенности анатомического строения высших растений?
- Каковы причины усложнения анатомического строения высших растений?

- Какова эволюция стелы? Какие типы стел характерны для каждого отдела высших растений? В чем причина подобной эволюции стелы?
- Каково разнообразие жизненных форм высших споровых растений?
- Укажите черты высокой специализации и относительной примитивности палеозойских высших споровых растений? В чем можно видеть узкую специализацию этих растений, приведшую к их вымиранию?
- Назовите основные морфологические и анатомические признаки, объединяющие моховидных, плауновидных, хвощевидных, папоротниковидных в группу высших растений.
- Назовите приспособления высших споровых растений к воздушно-наземной среде обитания.
- Особенности цикла воспроизведения высших растений.
- Соотношение гаметофита и спорофита в цикле воспроизведения разных отделов высших растений.
- Каково значение чередования поколений для освоения высшими растениями воздушно-наземной среды обитания?
- Какова причина и биологическое значение прогрессивного развития спорофита у большинства высших растений?
- Объясните биологическую сущность и эволюционное значение разнospоровости. Проследите появление и распространение разнospоровости в эволюции высших растений.
- Проследите эволюцию гаметофитов в ряду высших споровых растений.
- Каковы особенности развития гаметофитов равноспоровых и разнospоровых растений?
- Каково биологическое значение редукции гаметофитов?
- Гаметофиты какого пола претерпели наиболее глубокую редукцию у разнospоровых растений? Как это можно объяснить?
- Каково строение мужских и женских половых органов высших растений? Проследите степень их развития у равноспоровых и разнospоровых растений.
- Какова классификация высших растений?
- Каковы эволюционные связи между отделами высших растений?
- Назовите наиболее известных представителей высших споровых растений, обитавших в силуре, девоне, карбоне палеозойской эры. Какие из них дали начало семенным растениям?