

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Брянская государственная инженерно-технологическая академия»

А.В. Скок, И.Ю. Адамович,  
В.Ф. Рий, Е.Н. Самошкин, Г.С. Андриюшин

## **Ботаника**

Систематика растений

Низшие и высшие споровые растения

### **Учебное пособие**

Допущено УМО по образованию в области лесного дела  
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлениям подготовки бакалавров  
250100 «Лесное дело» и 250700 «Ландшафтная архитектура»

Брянск 2013

УДК 581.17 (072)

ББК 28.057

Скок А.В., Адамович И.Ю., Рий В.Ф., Самошкин Е.Н., Андриюшин Г.С.

Ботаника. Систематика растений. Низшие и высшие споровые растения. Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 250100 – Лесное дело и 250700 - Ландшафтная архитектура (степень бакалавр). – Брянск: Брянская государственная инженерно – технологическая академия, 2013. – 74 с.

ISBN – N5 – 230 – 02583

В учебном пособии рассматриваются основные положения систематики растений, дается классификация и описание подцарств, отделов и классов, их отличительные особенности, распространение, циклы развития. Приведены ботанические термины. Илл.34, библиограф. 10 назв.

Утверждено на заседании учебно-методической комиссии по специальности 656200 – «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство» (протокол № 5 от 13.12.2013 г.)

**Рецензент:** доктор биологических наук, профессор О.В. Чернышенко (ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»).

**Авторы:** Скок Анна Витальевна, Адамович Игорь Юрьевич,  
Рий Валерий Федорович, Самошкин Егор Никитич,  
Андриюшин Григорий Сидорович.

© Скок А.В., Адамович И.Ю., Рий В.Ф., Самошкин Е.Н., Андриюшин Г.С.  
2013 г.

© Брянская государственная инженерно-технологическая академия, 2013

## Введение

Ботаника (от греч. «ботанэ» - растение, трава) – наука о растениях, составная часть биологии.

Один из ее разделов систематика изучает видовое многообразие растений. Она основывается на эволюционных принципах, определяет место растений в системе органического мира, позволяет ориентироваться в их огромном многообразии.

В пособии рассматриваются две группы растений: низшие и высшие споровые.

Низшие объединяют разнообразные организмы, у которых тело не расчленено на стебель и листья. У них отсутствуют корни и сосудистые пучки. Однако у бурых и красных водорослей тело напоминает листостебельные растения.

К ним отсутствуют разнообразные бактерии, миксомицеты, грибы, питающиеся органическими продуктами (сапрофиты и паразиты), хлорофиллоносные водоросли (большая часть их живет в воде), лишайники, состоящие из двух организмов: гриба и водоросли.

Высшие споровые растения размножаются спорами, у них существует чередование полового и бесполого поколений, которые разобщены.

К ним относят моховидные, плауновидные, псилофитовидные, хвощевидные, папоротниковидные и вымершие риниевые и зостерофилловые.

Описанные группы растений расположены в определенном порядке с учетом их происхождения, строения, развития и роли.

Отличительные признаки и циклы развития представителей разных групп представлены на рисунках.

## 1 Предмет и задачи систематики

Систематика растений – наука об их разнообразии. Ее задача – описание организмов, выявление сходства и различия, классификация и установление идентичных групп, родственных связей и эволюционных отношений.

Конечная цель - создание системы растений, в которой было бы определено постоянное местоположение каждого вида. Для этого необходимы единые методология и критерии.

Современная систематика строится на данных многих биологических наук. Теоретической основой ее является эволюционное учение.

В ботаническую систематику включают флористику, связанную с описанием растений, таксономию – разделение растений на сопряженные, соподчиненные группы (таксоны) и филогенетическую систематику - установление общности происхождения отдельных групп (категорий) растений – филогенез.

Важным разделом систематики является номенклатура – существующее название таксонов и система правил, регулирующих установленные названия.

Систематика позволяет ориентироваться в многообразии организмов, что необходимо для хозяйственной деятельности человека.

## 2 Методы систематики

Основной метод систематики – **сравнительно - морфологический**. Он основан на сравнении морфологических признаков растений, но этот метод дополняется и другими.

**Сравнительно – анатомический, эмбриологический, онтогенетический** – изучают сходство и различие в строении тканей, зародышевых мешков, особенности образования новых клеток, оплодотворения и развития зародыша, формирования органов.

**Сравнительно - цитологический и кариологический** – анализируют строение клеток, ядра (по числу и морфологии хромосом). Методы позволяют установить гибридную природу растений, изменчивость вида.

**Палинологический** – исследует строение оболочек спор и пыльцевых зерен растений. Анализ данных палеоботаники и геологии позволяет установить особенности древних флор.

**Биохимический** – изучает химический состав первичных и вторичных соединений. С биохимией связаны физиологические особенности: морозоустойчивость, засухоустойчивость, солеустойчивость и т.д.

**Гибридологический** – основан на изучении скрещивания растений разных групп, совместимости и несовместимости родительских пар, что позволяет установить родство.

**Палеонтологический** – может воссоздать по ископаемым остаткам эволюцию отдельных видов, историю их развития, дать материал для установления родства между крупными систематическими единицами: отделами, классами, порядками.

Выбор методов современной систематики определяется задачами и используется для выявления сходства и различия между таксонами (группами) и установление исторической последовательности их происхождения.

### 3 Разнообразие организмов

Для удобства изучения принято делить растения на две большие группы: низшие и высшие.

**Низшие** – возникли на ранних этапах развития органического мира. Это одноклеточные, колониальные и многоклеточные растения. Их тело – слоевище, не расчлененное на органы, имеют бесполое и половое размножение, но половые органы размножения у них – одноклеточные (оогонии и антеридии). Среди них есть автотрофы и гетеротрофы, паразиты и сапрофиты.

**Высшие** – более молодая группа. Это многоклеточные организмы, тело которых расчленено на органы (исключение составляют печеночные мхи). Органы полового размножения у них – многоклеточные. В половом органе – архегонии содержится одна половая клетка (яйцеклетка), в антеридии – много сперматозоидов. По количеству видов они превосходят низшие. По способу питания выделяются автотрофные и гетеротрофные растения.

**Автотрофные** – образуют органические вещества, необходимые для построения своего тела и жизненных процессов из углекислоты, воды и минеральных веществ.

По источникам энергии их делят на фотосинтетики – содержащие хлорофилл и образующие органические вещества при использовании световой энергии, и хемосинтетиков – безхлорофильные организмы, использующие энергию окисления минеральных веществ (сероводород, метан, аммиак, закисное железо и др.) для образования органического вещества.

**Гетеротрофные** – строят свое тело и получают энергию, за счет органического вещества других организмов. Сапрофиты поселяются на мертвых остатках организмов, вызывая их разложение (минерализацию). Паразиты внедряются в ткани других живых организмов и используют их вещества для построения своего тела и получения энергии.

### 4 Классификация организмов

По современной классификации все организмы по строению клетки делят на надцарство прокариоты (Procariota) – доядерные и надцарство эукариоты (Eucariota) – настоящие ядерные.

Прокариоты не имеют обособленного ядра. Его заменяет кольцевая молекула (ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота) без оболочки – нуклеоид. У них нет мембранных структур: пластидов, эндоплазматической сети, аппарата Гольджи: их роль выполняют плазматические мембраны.

Среди этих организмов имеются автотрофные организмы, содержащие хлорофилл или бактериофилл, и фикобиллины (фикоциан и фикоэритрин). Фотосинтез у первых идет с использованием энергии света, водорода воды и углекислоты,

при этом выделяется кислород; другие используют энергию окисления вещества (водорода, сероводорода, метана, аммиака), при этом кислород не выделяется.

Эукариоты – одноклеточные или нитчатые организмы с оформленным ядром и оболочкой. В клетках их имеются все мембранные структуры. К ним относятся и многоклеточные организмы.

Выделяют четыре царства:

Дробянки (Mycota) или Бактерии (Monera). В него входят подцарства: Археобактерии ( Archaeobacteria ), Настоящие бактерии ( Bacteria ), Оксифотобактерии ( Охуphotobacteria).

Грибы (Mycetalia). или (Mycota). Входят подцарства: Настоящие грибы (Mycobionta), Лишайники (Lichenes).

Протоктисты (Protoctista). Подцарства Грибообразные, Водоросли (Algae).

Растения (Vegetabilia, или Plantae), Входит единственное подцарство – Высшие растения (Embryobionta, или Cormobionta).

## 5 Таксономические единицы

Таксоны (греч. таксис – расположение, номос – закон) - систематическая единица соподчиненных, сходных групп растений.

Основная таксономическая единица – вид (Species), совокупность особей, сходных между собой и по потомству по морфологическим, анатомическим признакам и биологическим особенностям. Под видом понимают также совокупность поколений, происходящих от общего предка, и рассматривают его как отдельный этап в процессе эволюции.

Термин «вид» ввел и обосновал шведский ученый Карл Линней в труде «Виды растений» (1753). Он предложил для вида бинарную номенклатуру, состоящую из двух латинских слов: название рода и видового эпитета. Позже в конце названия растения начали ставить фамилию (в сокращенном виде) ученого, впервые описавшего таксон. Например: медуница неясная – *Pulmonaria obscura* Dum. (Dumortier), земляника лесная – *Fragaria vesca* L.(Carl Linne).

Близкие виды объединены в роды (Genus), роды в семейства (Familia), семейства в порядки (Ordo), порядки - в классы (Classis), классы – в отделы (Divisio).

Согласно Международному кодексу, названия рангов имеют определенное окончание: отдел - phyta, класс - psida, порядок - ales, семейство – aceae.

Например: вид – ландыш майский (*Convallaria majalis*), род – ландыш (*Convallaria*), семейство – лилейные (*Liliaceae*), порядок – лилиецветные (*Liliales*), класс – лилиевидные (*Liliopsida*), отдел – цветковые покрытосеменные или магнолиевые (*Magnoliophyta*).

## 6 Создание классификаций растительного мира

Попытки классификации растений предпринимались еще до нашей эры. По наличию тех или иных органов описывали группы лекарственных, съедобных и ядовитых растений.

Выделяют три периода создания систем растений.

Первый период – искусственные системы (1583 – 1789). Строились по одному – двум морфологическим признакам: плодам, семенам, зародышам, частям цветка (чашечка, венчик, количество тычинок).

Первая научная искусственная система была разработана Карлом Линнеем и опубликована в работе «Виды растений» (1753). Он разделил все виды растений на 24 класса по количеству тычинок, строению тычиночных нитей и пыльников. Система основывалась на положении о неизменности видов. Ее недостаток состоял в том, что в один класс попали рис и капуста (шеститычинковые), в другой класс большинство ив и ясеней (двухтычинковые).

Второй период – естественные системы (1789- 1859). Строились на совокупности признаков с учетом родства между ними, при этом использовали признаки не только морфологические, но и анатомические. Все системы также базировались на положении о постоянстве и неизменяемости видов.

Третий период – филогенетические системы разрабатывались во второй половине 19 века, после появления работы Ч. Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора» (1859). Филогенез – история развития видов от их появления.

Ч.Дарвин обосновал теорию эволюции (последовательного развития растительного и животного мира) и разрушил представление о неизменности вида. Он показал, что возникновение конкретных видов есть исторический процесс развития.

## **7 Надцарство Доядерные организмы – Procariota**

### **7.1 Царство Дробянки – (Mycota) или Бактерии (Monera)**

В царство дробянки входят – архебактерии, настоящие бактерии, оксифотобактерии.

#### **7.1.1 Подцарство Архебактерии – Archaeobacteria, или Archaeobacteriobionta**

Представлено мелкими, неподвижными клетками. Клеточные стенки - из полисахаридов. Часть клеток обладает большой термоустойчивостью.

Всего известно 40 видов. Среди них аэробы и анаэробы, хемоавтотрофы и хемогетеротрофы, нейтрофилы и ацидофилы. Живут они в щелочной и кислой среде. Некоторые усваивают атмосферный азот.

Архебактерии восстанавливают углекислый газ молекулярным водородом в анаэробных условиях до метана (метановые бактерии). К ним относятся серовосстанавливающие и сероокисляющие бактерии. Среди них встречаются фотосинтезирующие галлобактерии, живущие в засоленных лагунах, у них имеется пигмент родопсин, улавливающий солнечную радиацию. Возможно, это древнейший из ныне живущих организмов.

### 7.1.2 Подцарство Настоящие бактерии – *Bacteria*, или *Eubacteriobionta*

Настоящие бактерии – древнейшие, одноклеточные организмы. Появились в архейскую эру, свыше 3000-3500 млрд. лет назад. Они имеют разную форму: шаровидную (кокки), палочковидную (бактерии и бациллы), изогнутую (вибрионы), спиралевидную (спириллы и спирохеты).

Оболочка бактерий состоит из азотосодержащих веществ – муреинов (гликопептидов). Вместо ядра у них – нуклеоид (нуклеиновые кислоты), не имеющие мембраны.

Нет пластид. Фотосинтезирующие зеленые бактерии содержат бактериохлорофилл и каротиноиды. Пурпурные бактерии содержат красный пигмент. Они расположены в цитоплазме.

Бактерии не имеют настоящих митохондрий. Их роль выполняют мембранные структуры (мезосомы).

Запасное вещество их – гликоген и жир.

По способу питания их делят на фотоавтотрофные, использующие световую энергию и минеральные вещества, хемоавтотрофные – энергию окисления неорганических соединений и минеральные вещества и гетеротрофы - органические вещества как источник энергии и пищи.

Некоторые получают энергию при бескислородном распаде органических соединений. Процессы называют брожением (молочнокислое, спиртовое, маслянокислое и др.).

По отношению к кислороду настоящие бактерии делятся на аэробы - нуждаются в кислороде, факультативные анаэробы – безразличны к кислороду и облигатные анаэробы – гибнут при кислороде. Размножаются они делением или почкованием, реже конъюгацией - делением протопластов двух равноценных клеток.

Существуют спорообразующие бактерии – анаэробные (кlostридиум), аэробы – бациллы, нефотосинтезирующие – гетеротрофы. Их споры служат не для размножения, а для защиты от воздействия неблагоприятных условий. Споры образуются внутри материнской клетки и переходят в состояние покоя, сохраняя жизнеспособность на десятки и сотни лет.

Бактерии живут в разных средах. Участвуют в разложении лесной подстилки (минерализации), почвообразовательном процессе, круговороте азота, фосфора, серы и других элементов. Азотофиксирующие бактерии (клубеньковые и свободно живущие) поглощают атмосферный азот и делают его доступным для растений.

Человек использует бактерии для получения кисломолочных продуктов, силоса, вина, пива, спирта, лекарственных препаратов.

Бактерии–паразиты приносят вред: разрушают клетки, выделяют токсические вещества, являются возбудителями болезней.

Актиномицеты - самостоятельный класс, включен в подцарство настоящих бактерий. Они имеют сходное с грибами строение, состоят из тонких ветвящихся нитей-гифов и совмещают признаки бактерий и грибов. Среди них имеются аэробы и анаэробы, мезофиты и термофиты, преимущественно сапрофиты, но



есть и паразиты. Участвуют в синтезе и распаде клетчатки, в аммонификации (разложении азотосодержащих органических веществ до аммиака).

Размножаются актиномицеты делением, нити распадаются на клетки. Более совершенные имеют спороносные органы, образующие споры на конидиях (греч.-кониа-нить).

Кроме типичных актиномицетов, к данному классу относятся проактиномицеты (микобактерии - микококки). Молодые нити мицелия у них вскоре распадаются на палочки – микобактерии или на шарики микококки. У них нет настоящего мицелия, хотя встречаются нитевидные элементы. Но в отличие от настоящих бактерий они могут размножаться делением. Поэтому их можно рассматривать как промежуточную форму между актиномицетами и настоящими бактериями. Проактиномицеты образуют колонии.

Актиномицеты принимают участие в разложении - круговороте веществ. Они дают лекарственные препараты – антибиотики. Однако могут вызывать болезни у растений (парша).

### **7.1.3 Подцарство Оксифотобактерии – Oxyphotobacteria, или Oxyphotobacteriobionta**

Подцарство объединяет два таксона, рассматриваемые в качестве самостоятельных отделов: цианобактерии и хлороксибактерии.

#### **7.1.3.1 Отдел Цианобактерии (сине-зеленые водоросли) – Cyanobacteria**

Цианобактерии – фототрофные, хлорофилоносные одноклеточные организмы. Они объединяются в колонии или образуют нити. Клетки округлые, часто выделяют слизь. Оболочка содержит мало целлюлозы, большая часть состоит из других полисахаридов и пектиновых веществ. Хлорофилл «а», каротиноиды, фикоциан, располагаются в периферийной части протопласта – хромоплазме, запасное вещество – гликоген (полисахарид разветвленной структуры).

Цианобактерии - аэробы, их фотосинтетический аппарат с двумя фотосистемами, способен выделять кислород. Многие виды могут усваивать атмосферный азот. У них нет полового размножения. Оно происходит делением. У нитчатых форм имеются особые клетки - гетероцисты без пигментов, они вызывают распад нитей на участки, которые дают новые особи.

## **8 Надцарство Настоящие ядерные организмы – Eucaryota**

### **8.1 Царство грибы – Mycetalia, Fungi, или Mycota**

Царство грибы делится на подцарство Настоящие грибы - Mycobionta, или Eumycota и подцарство Лишайники – Lichenes, или Phycomycota.

### 8.1.1 Подцарство Настоящие грибы – *Mycobionta*, или *Eumycota*

Насчитывают более 120 тыс. видов грибов. Это – гетеротрофные организмы (паразиты и сапрофиты). Среди них нет подвижных форм. Тело грибов называют мицелием (греч. микес – гриб) или грибницей. Оно состоит из тонких переплетенных нитей – гифов. Гифы могут соединяться в тяжи (ризоморфы).

По строению выделяют две группы грибов: низшие и высшие. Низшие грибы имеют мицелий, состоящий из гифов без перегородок (неразделенный на клетки). У высших грибов мицелий клеточный (гифы разделены на клетки перегородками). Гифы покрыты твердой оболочкой. У низших она состоит из пектиновых веществ (лишь у немногих – из целлюлозы), у высших – из хитина (азотсодержащий полисахарид). У грибов нет пластид.

Вегетативное размножение происходит частями мицелия. Гифы распадаются на отдельные хламидоспоры (клетки с толстой оболочкой) или артроспоры (тонкостенные клетки, отделяющиеся от концов гифов).

Бесполое размножение происходит путем образования эндогенных спор внутри специальных органов – спорангиев или экзогенных конидиоспор, которые образуются на концах конидиеносцев (особых гиф). Часто при этом образуется цепочка спор. В цикле развития некоторых грибов бывает несколько форм бесполого спороношения.

Половое размножение заключается в слиянии мужских и женских половых клеток–гамет и образовании зиготы. У низших грибов наблюдается изогамия – слияние одинаковых по величине гамет, гетерогамия – слияние разных по величине гамет (крупной – женской и мелкой – мужской) и оогамия – слияние неподвижной женской клетки и мелкой подвижной мужской. Кроме этого, существует особая форма полового процесса – зигогамия, напоминающая конъюгацию (слияние двух равноценных клеток).

У высших грибов происходит слияние половых органов, не разделенных на гаметы (класс сумчатых грибов), или слияние вегетативных клеток мицелия (класс базидиальных грибов). У них сливаются цитоплазмы, а ядра сближаются попарно, и образуется одно диплоидное ядро, которое после редукционного (уменьшительного) деления дает гаплоидные споры (греч. гаплос – одиночный).

Диплоидная фаза – кратковременная. Гаплоидная и дикарионная (с двумя ядрами) фазы в жизненном цикле основные.

У сумчатых грибов споры образуются внутри особых клеток (сумок), по 8 штук, их называют аскоспорами (греч. аскос – мешок, сумка).

У базидиальных грибов споры образуются по 4 шт. на базидиях (греч. базидион - маленькое основание).

Представители всех классов Настоящих грибов (*Mycobionta*) вызывают болезни древесных растений: гниение, рак, сосудистые некрозные болезни, мумификацию и деформацию плодов, шютте, паршу, ржавчину, пятнистость листьев, мучнистую росу, ведьмину метлу и другие.

К грибам относят четыре таксона - Зигомицеты, Аскомицеты, Базидиомицеты, Дейтеромицеты.

### 8.1.1.1 Класс Зигомицеты – Zygomycetes

Известно около 600 видов этого класса. Большинство – это сапрофитные, наземные организмы, разлагающие растительные остатки.

К ним относятся мукоровые грибы – плесени на органических веществах (головчатая плесень) и энтомофторовые грибы (греч. энтомон - насекомое, фтор – гибель, разрушение) вызывают гниль плодов и поражают насекомых. Мукоровые грибы имеют мицелий из многоядерных гиф, не разделенных на клетки перегородками. Их оболочка содержит хитин. Размножаются бесполом способом. На мицелии развиваются вертикальные спороносцы со спорангиями, содержимое которых распадается на множество многоядерных спор. После созревания оболочка спорангия лопаается, и споры рассеиваются (рисунок 1). Половой процесс наблюдается редко, если встречаются гомоталлические слоевища (греч. гомос – одинаковый, таллос – отпрыск, ветка). Их мицелии образуют отростки, которые растут навстречу друг другу и сливаются. На расширенных концах образуется зигоспора. Ее содержимое и ядра сливаются, образовавшаяся зигота покрывается оболочкой. Зигоспора переходит в покой, затем прорастает в гифу со спорангием, где происходит редукционное деление ядер и образуются споры, которые прорастают и дают физиологически разные мицелии: плюс или минус.

Наряду с разрушающим действием мукоровые грибы служат ценным сырьем для промышленного производства. Они дают разные кислоты: молочную, фумаровую, янтарную, лимонную, щавелевую.

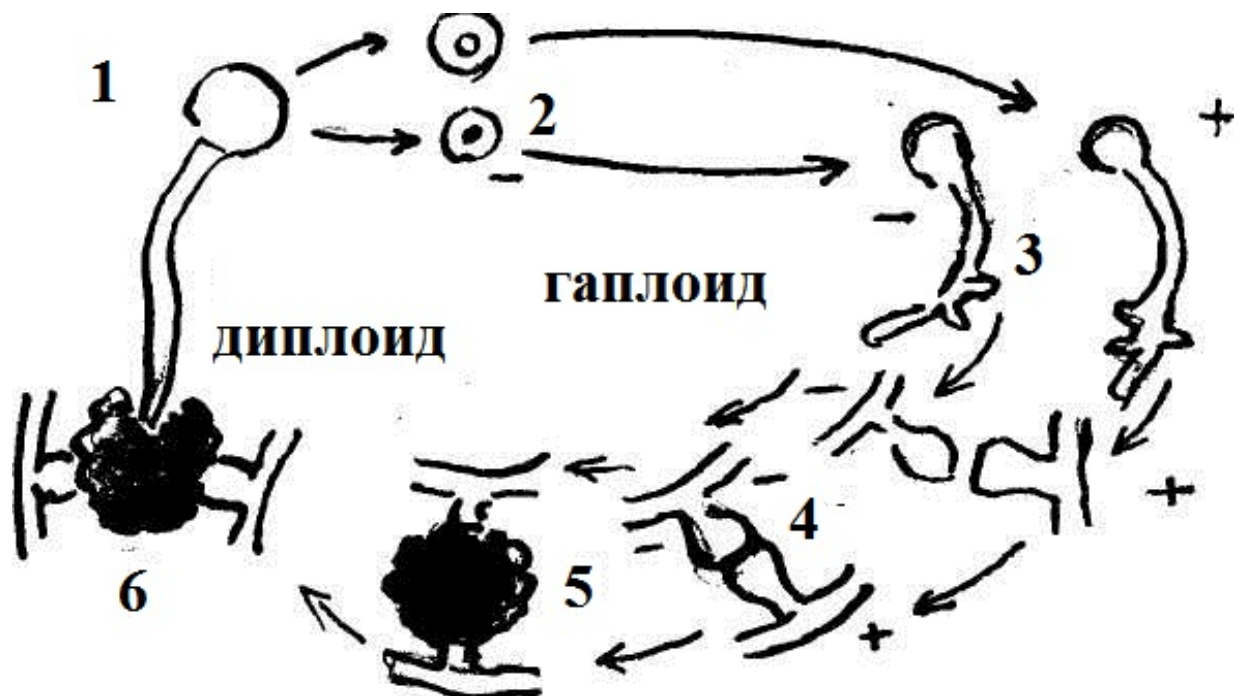


Рисунок 1 – Цикл развития Зигомицетов

1- спорангий, 2-споры, 3-прорастание спор,  
2- 4- копуляция спор и образование зиготы, 5-зигота, 6- прорастание зиготы

### 8.1.1.2 Класс Аскомицеты, или Сумчатые грибы – Ascomycetes

Аскомицетов насчитывается более 30 тыс. видов. Они имеют клеточный разветвленный гаплоидный мицелий. Его клетки могут быть одноядерными и многоядерными. Но в них имеются отверстия, через которые цитоплазма и ядро могут передвигаться. Клеточная стенка содержит хитин, но на его долю приходится 10...25 % полисахаридов. Большинство из них - сапрофиты, участвующие в минерализации органических веществ.

Среди аскомицетов встречаются грибы, тело которых представлено одноклеточными делящимися или почкующимися клетками (дрожжи), и грибы с крупными плодовыми телами (сморчки, строчки, трюфели).

При бесполом размножении на гаплоидном мицелии образуются конидиоспоры. Они отделяются от верхушки конидиеносцев.

Половое размножение – сложное. У большинства высокоорганизованных аскомицетов образуется женский половой орган – архикарп (греч. архе. – начало, карпос – плод), состоящий из двух клеток: нижней крупной, вздутой – аскогона (греч. аскос – сумка, генос – происхождение и верхней цилиндрической – трихогина (греч. трихос – волосок, гине – женщина).

Мужской половой орган – антеридий (греч. антерос – цветущий), одна цилиндрическая клетка его примыкает к верхушке трихогины. Содержимое его переливается в архикарп. Цитоплазмы соединяются, ядра попарно сближаются. Такие пары называют дикарионами.

Из аскогона образуются выросты – аскогенные гифы, в которые переходят дикарионы. Они делятся на новые дикарионы. В гифах возникают перегородки, каждый членик их содержит по дикариону. В заключение полового процесса у верхушечных клеток аскогенных гиф появляются сумки (аски). Ядра в них сливаются, затем происходит редукционное деление, и образуются 8 гаплоидных аскоспор. Аски формируются у высших грибов внутри плодового тела, сложенного из переплетенных гаплоидных гифов. Между ними располагаются бесплодные гифы – парафизы (греч. пара – возле, фио – расту). Плодовые тела могут быть открытыми и иметь блюдцевидную форму – апотеций (греч. апо – отрицание, тене - ящик), кувшинообразную – перитеций (греч. пери - около) и округлую замкнутую – клейстотеций (греч. клейстос - закрытый). Строение плодовых тел см. на рисунках 2, 3, 4.

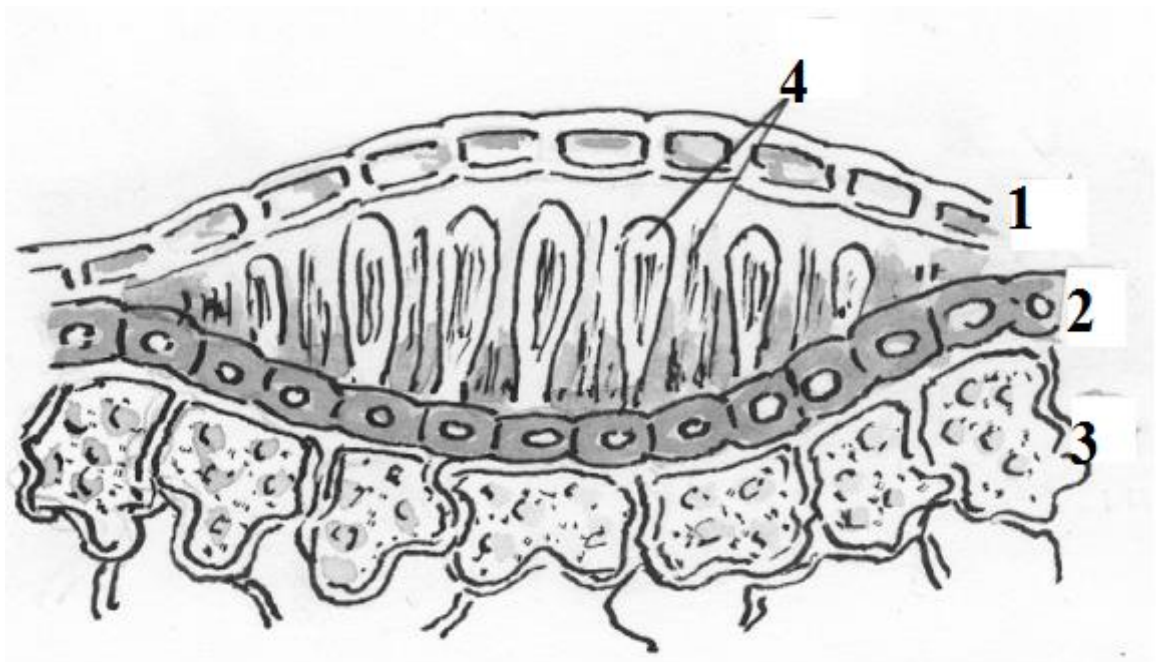


Рисунок 2 – Строение апотеции

Гриб *Lophodermium pinastri* вызывает пожелтение хвои (болезнь Шютте).  
 1- эпидерма хвои, 2-гиподерма, 3-складчатая паренхима, 4- сумки с удлинёнными спорами и нитевидными парафизами.

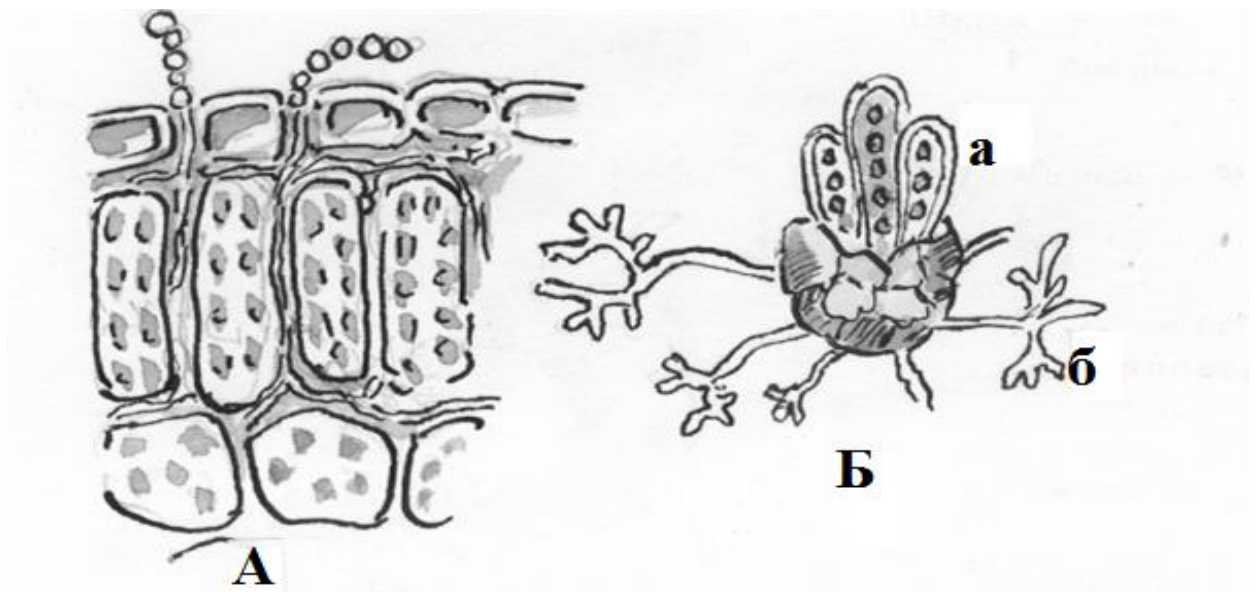


Рисунок 3 – Строение клейстотеция

Гриб *Microsphaera alphitoides*, вызывает мучнистую росу дуба.  
 А – конидиальное спороношение с конидиоспорами,  
 Б – сумчатое спороношение (а-сумки со спорами, б-присоски (апрессории)).

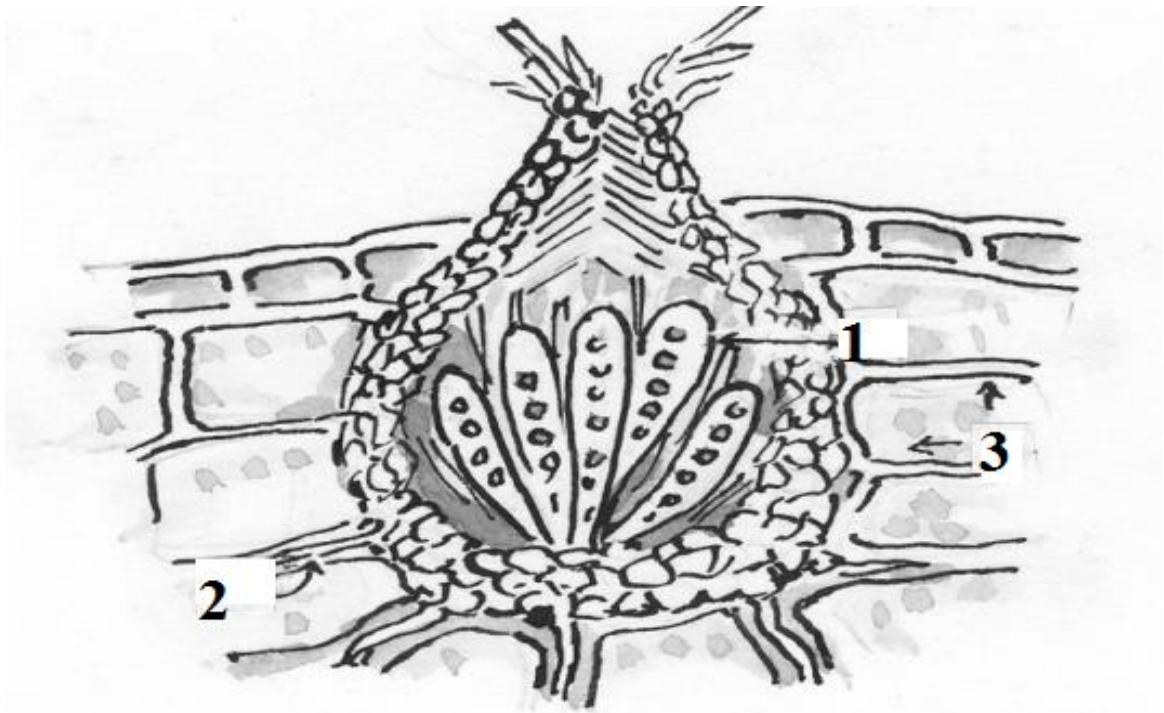


Рисунок 4 – Строение перитеция

Гриб *Venturia inaequalis*, вызывает паршу на листьях и плодах яблони. 1-сумки с парафизами, 2-гифы, внедряющиеся в ткань листа, 3-ткани листа.

Грибы из семейства сахаромицетовых (дрожжи) – одноклеточные организмы, размножаются почкованием с большой скоростью, осуществляют спиртовое брожение.

Сумчатые грибы у древесных растений вызывают ряд болезней: голландскую болезнь ильмовых, мучнистую росу на листьях и плодах дуба и плодовых, пятнистость листьев клена и березы. Поражают хвою сосны – «снежное шютте». Образуют периферийную гниль на концах ветвей дубков.

Грибы порядка спорыньевые паразитируют на однодольных растениях (злаках, осоках). У них на колосках образуются темные твердые склероции (рожки), которые содержат ядовитые алкалоиды, вызывающие токсикоз у человека - эрготизм (известен как «Антонов огонь» и «злые корчи»). Действует на нервную систему, вызывает сокращение гладкой мускулатуры и сосудов. Цикл развития спорыньи показан на рисунке 5.

Перезимовав, склероции прорастают и образуют несколько шаровидных головок на ножках. По периферии их располагаются погруженные в них кувшинообразные перитеции. Со дна их поднимаются сумки с восемью аскоспорами, которые переносятся ветром на цветок злаков. Они образуют мицелий, который проникает в завязь и дает конидиеспоры. Они переносятся насекомыми на новые растения.

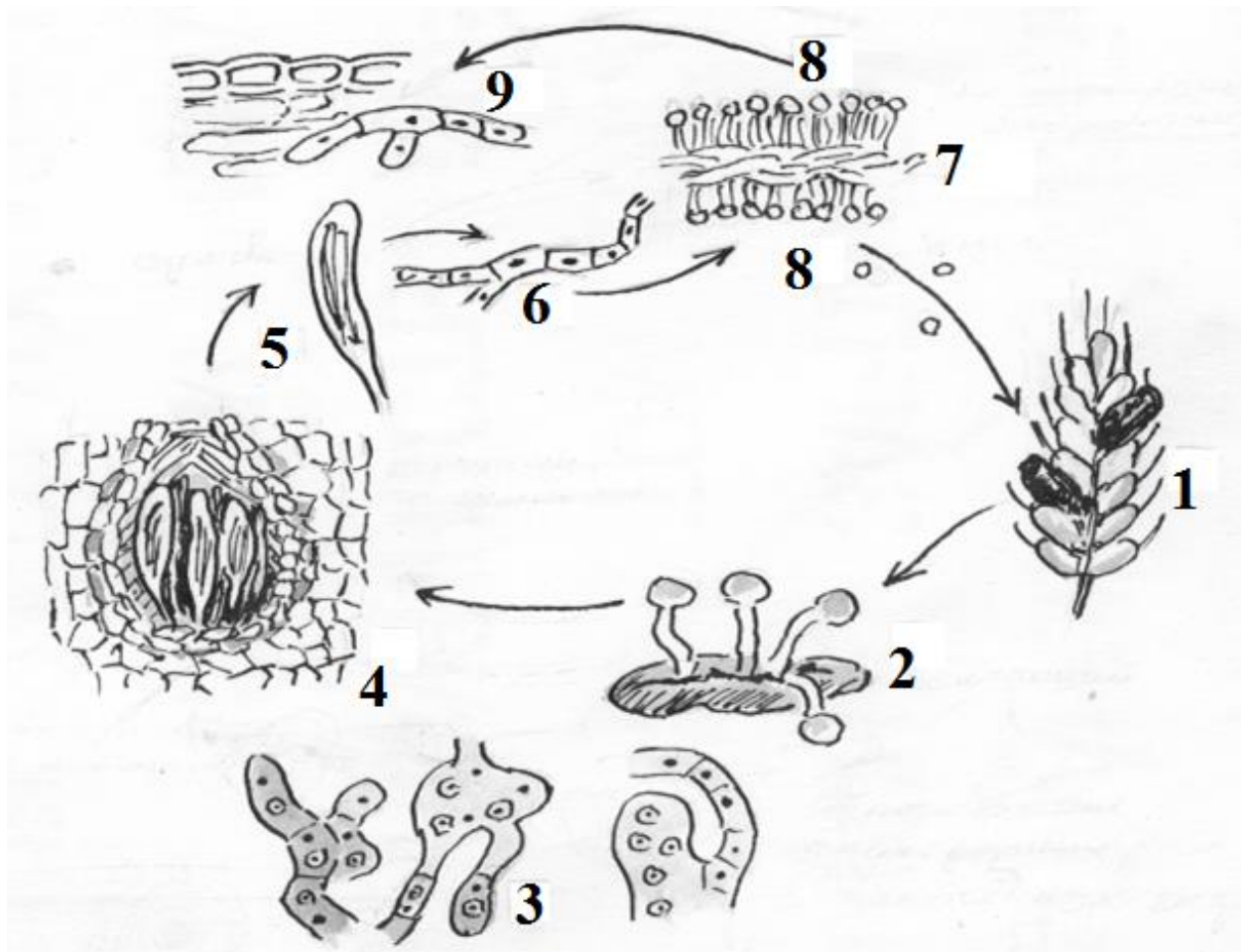


Рисунок 5 – Цикл развития аскомицетов  
(спорынья- *Claviceps purpurea*)

1-колосок со склероциями, 2-проросший склероций со стромами,  
3-образование двухядерных аскогенных гифов, 4-перитеций с сумками (ас-  
ками), 5-сумка со спорами, 6-прораствание аскоспор, 7- конидиальная стадия  
спороношения, 8-конидиоспоры, 9-многократное заражение

У грибов из подкласса тафриновых отсутствуют плодовые тела. Их мицелий распространяется по межклетникам. Они вызывают деформацию листьев (курчавость у клена, граба) поражают цветы и плоды сиреней, тополей. Выделяют вещества, пробуждающие почки и их интенсивный рост, в результате на березах, кленах и др. появляются «ведьмины метлы».

Известны трюфельные грибы – с округлыми подземными или клубневидными замкнутыми плодовыми телами с апотециями и шляпочные – с крупными апотециями на шляпке с ножкой (сморчки и строчки).

### 8.1.1.3 Класс Дейтеромицеты, или Несовершенные грибы – *Deuteromycetes*, или *Fungi imperfecti*

Класс насчитывает около 25 - 30 тыс. видов. Основной признак их – отсутствие полового процесса и диплоидной стадии. Весь жизненный цикл проходит в

гаплоидной стадии. Размножаются они посредством конидиоспор, которые появляются на конидиеносцах. Некоторые образуют кувшинообразные пикниды с пикноспорами. Их мицелий - из гифов, разделенных перегородками. Они объединяют грибы с одиночными конидиеносцами или собранными в коремии (конидиеносцы сближены пучками и иногда срастаются), спородохии (конидиеносцы образуют слой на поверхности выпуклого сплетения гиф в виде подушечки).

Наиболее распространенный порядок – Гифомицеты (*Hyphomycetales*). К ним относятся виды рода фузариум, вызывающие опасное заболевание – фузариоз - полегание сеянцев хвойных и сосудистые болезни у дуба и шелковицы, выделяют сильнодействующие токсины (фузариевую кислоту), нарушающие физиологические функции и водный режим растений.

Среди дейтеромицетов есть полезные виды из рода Пеницилл (*Penicillium*) и Аспергилл (*Aspergillus*). Их иногда рассматривают как Аскомицеты, так как у некоторых представителей известны сумчатые стадии. Они имеют ветвистый многоклеточный мицелий с конидиеносцами. У Пенициллина конидиеносец – клеточный, конидии располагаются в виде кисточки; у аспергилла – одноклеточный со вздутием на верхушке, от которого отходят в разные стороны конидиеносцы со спорами.

У несовершенных встречаются грибы, вызывающие пятнистость листьев дуба, осины, липы, синеву древесины. Древесина окрашивается в сероватый, синеватый, зеленоватый, розоватый, коричневатый цвета, однако она не меняет своей структуры и физиологических свойств, но на смену им приходят базидиальные грибы, которые разрушают древесину.

Несовершенные грибы входят в разные экологические группы: почвенные, обитающие на древесине, паразитные – на других грибах, насекомых, даже на микроскопических животных. Почвенные грибы (гифомицеты) населяют 2 - 3 мм слой почвы, непосредственно примыкающий к корням (ризосферу), вступают в сложные взаимоотношения с корнями высших растений, образуя микоризу у вересковых и орхидных. Непосредственно участвуют в разложении животных и растительных остатков и их минерализации.

#### **8.1.1.4 Класс Базидиомицеты – *Basidiomycetes***

Базидиомицеты объединяют почти все шляпочные. Их насчитывают около 30 тыс. видов. Тело состоит из разветвленного мицелия, его гифы – членистые. У них нет специального органа полового размножения, но они образуют органы полового спороношения – базидии (греч. базидион – маленькое основание). На ней экзогенно (наружно) образуются четыре базидиоспоры.

Базидиоспоры прорастают и сначала дают первичный неклеточный гаплоидный мицелий. Далее он разделяется на одноядерные клетки (членики). Мицелий становится членистым.

Затем происходит слияние содержимого двух члеников–клеток (гологамия). Ядра не сливаются, образуя дикарион (двухядерные клетки). Дикарионные гифы делятся вместе с ядрами синхронно, образуя вторичный мицелий.



Дикарионный мицелий существует длительное время. На нем появляются базидиокарпы – мясистые спорообразующие тела разных размеров. Их называют плодовыми телами. Они имеют разные размеры и форму. Слой, где находятся базидии (он чаще располагается на нижней стороне), называют гимениальным. Он состоит из базидий, псевдопарафиз (отличаются от парафиз сумчатых тем, что имеют двухядерные членики) и цистид (бесплодных клеток). Цистиды играют защитную роль и придают упругость.

Поверхность плодового тела, где находится гимениальный слой, называют гименофором (греч. гимений – кожа, форо – несущий).

Верхушечные клетки гифов вторичного мицелия делятся с образованием пряжек – мостиков против клеточных перегородок. Пряжки обеспечивают распределение ядер между дочерними клетками. Этот мицелий с пряжками называют третичным.

У части верхушечных двухядерных клеток сливаются ядра (происходит кариогамия), половой процесс завершается. Образовавшаяся диплоидная клетка превращается в базидию. Ее ядро дважды редукционно и митотически делится (сначала редукционно, а затем митотически) и дает четыре базидиоспоры с гаплоидными ядрами, которые перемещаются на верхушку базидии (рисунок 6А). Одноклеточную булавовидной формы базидию называют холобазидией. Сложную базидию, разделенную поперечными перегородками на четыре клетки, по бокам которых возникают базидиоспоры, называют фрагмобазидией. Строение и образование их показано на рисунке 6Б.

Базидиомицеты делятся на четыре крупных таксона: Гименомицеты, Гастеромицеты, Гетеробазидиомицеты, Телиоспоромицеты.

Гименомицеты наиболее известны по шляпочным грибам. К ним относятся большинство всем известных съедобных и ядовитых грибов: белый, подберезовик, подосиновик, подосиновик, грузди, сыроежки и т.д. Сюда же относятся рогатиковые, дрожалкловые и трутовики.

Их базидии – одноклеточные, размещенные в трубчатом или пластинчатом гименофоре.

Трубчатый гименофор имеют представители порядков трутовиковых и болетовых, пластинчатый – порядка пластинниковых.

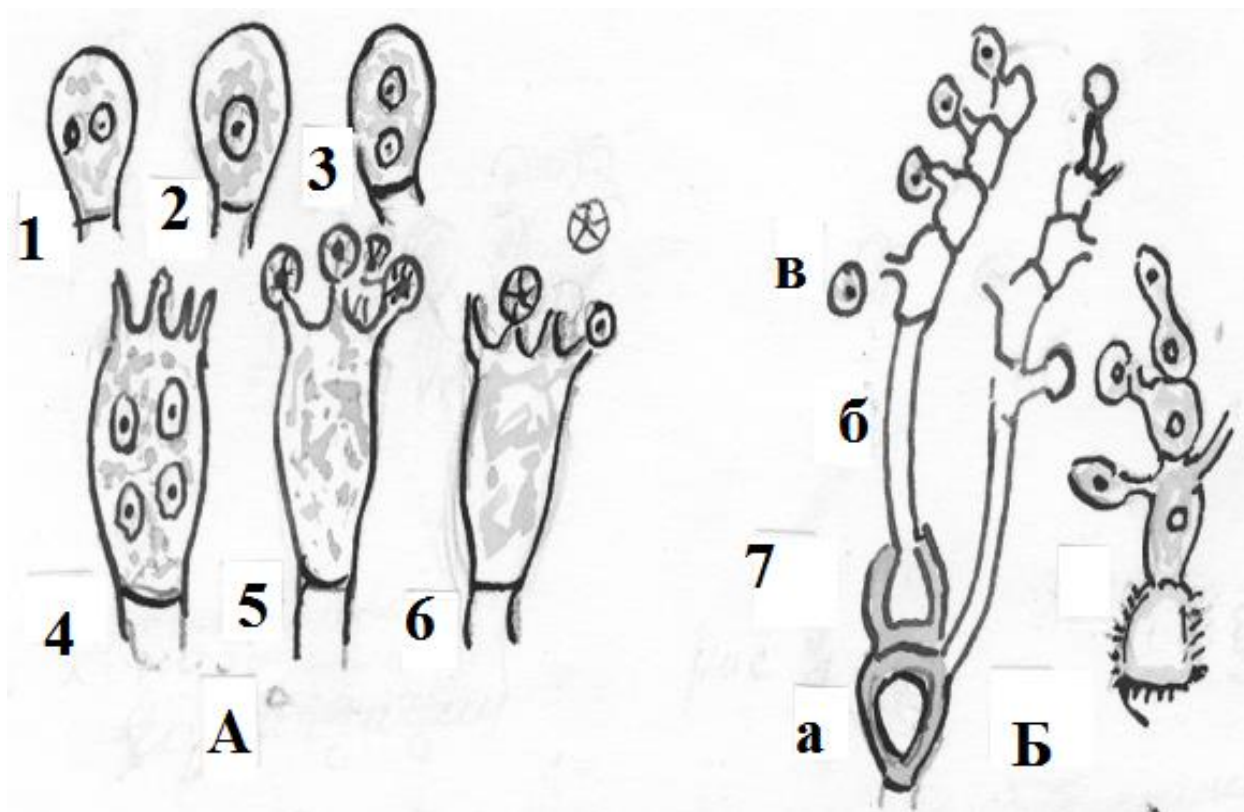


Рисунок 6 – Базидиальные грибы

А-образование холобазидии и базидиоспор.

1-двухядерные гифы (дикарион), 2-соединение ядер, образование холобазидии, 3- первое редукционное деление ядра, 4-второе деление и образование базидиоспор, 5-переход 4 спор в выросты, 6-отчленение базидиоспор

Б-образование фрагмобазидии и базидиоспор.

7-прораствание двухклеточной (осенней) телейтоспоры ржавчинного гриба в фрагмобазидию (а-телейтоспора, б-фрагмобазидия, в –фрагмобазидиоспора),  
8-прораствание споры и образование фрагмобазидии со спорами у головневых грибов.

К трутовикам относятся: домовый гриб настоящий (*Serpula lacrymans*) – разрушитель древесных балок и перегородок, настоящий трутовик (*Fomes fomentarius*) с копытообразным плодовым телом паразитирует на березе, буке; ложный трутовик (*Fomes igniarius*) – паразитирует на осине, ольхе, березе, дубе.

Среди представителей болетовых – много съедобных грибов с трубчатым гименофором: подберезовик (*Leccinum scabrum*), белый гриб (*Boletus edulis*), масленок (*Suillus*) и др.

Пластинчатый гименофор имеют: шампиньон (*Agaricus*), разные сыроежки (*Russula*). Цикл развития представлен на рисунке 7.

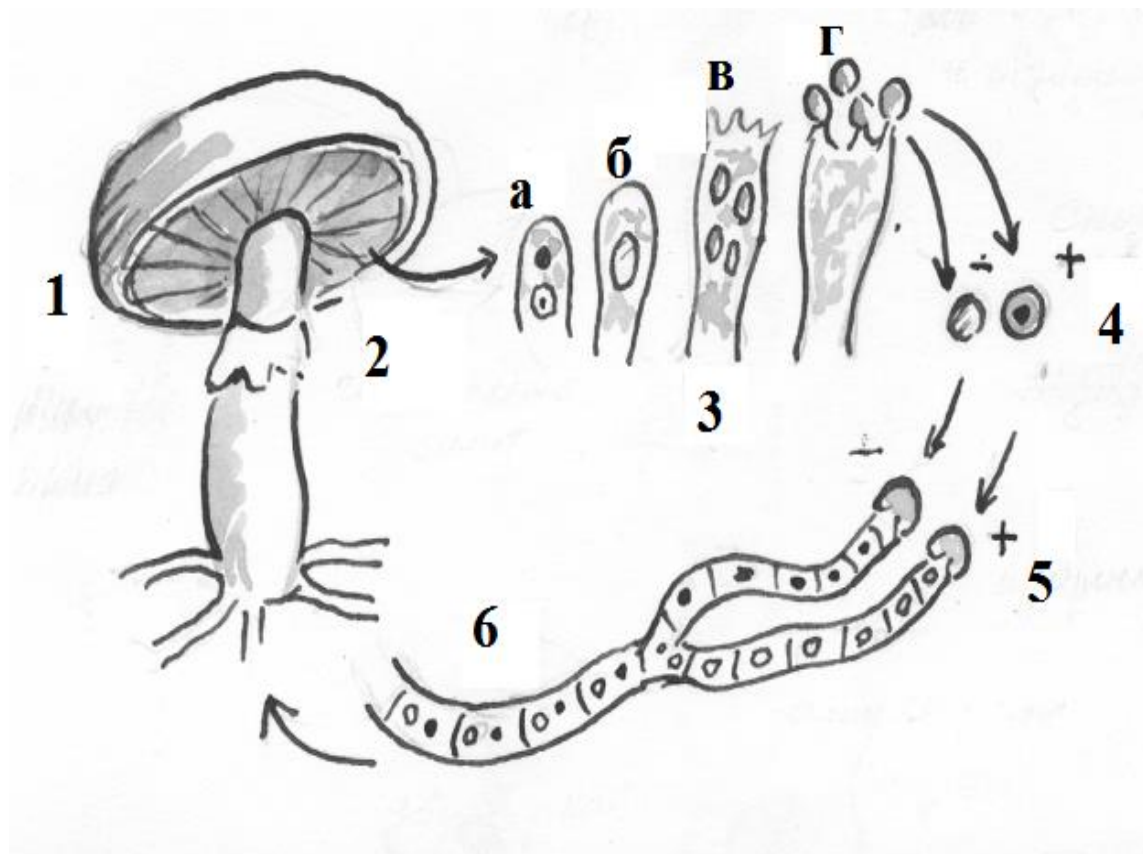


Рисунок 7 – Цикл развития базидиального гриба (шампиньон - *Agaricus campester*)

1-плодовое тело, 2-гимениальный слой, 3-формирование холобазидии и базидиоспор ( а-двухядерные гифы, б-соединение ядер, в-редукционное деление, г-холобазидия с спорами), 4-базидиоспоры – и +, 5-прорастание спор и образование одноядерных гиф (гаплоидного мицелия), 6-образование двухядерных гиф (дикариона - диплоидного мицелия), из которых образуется плодовое тело

Многие грибы вступают в симбиоз с высшими растениями и образуют микоризу (рисунок 8).

Среди холобазидиомицетов есть ядовитые грибы – мухоморы (*Amanita*) и грибы паразиты – опенок (*Armillaria*). Вызывает заболонную гниль корней и стволов древесных растений.

Микориза (греч. микес – гриб, ридза - корень) – видоизмененный корень, в который проникают гифы гриба, распространяются по межклетникам первичной коры и клеткам, часто образуют на поверхности грибной чехол с отходящими от него гифами, выполняющими роль корневых волосков. Они значительно увеличивают всасывающую поверхность корня.

Между двумя организмами устанавливаются симбиотические отношения. Гриб обеспечивает растение водой и минеральными веществами, растение дает грибу органические вещества.

Все это способствует лучшему росту растений.

К гетеробазидиальным грибам относят паразиты высших растений. У них имеются сложные базидии с перегородками (фрагмобазидии) и нет плодовых тел (рисунок 6 Б). Наиболее распространены два порядка: головневых (Ustilaginales) и ржавчинных (Uredinales).

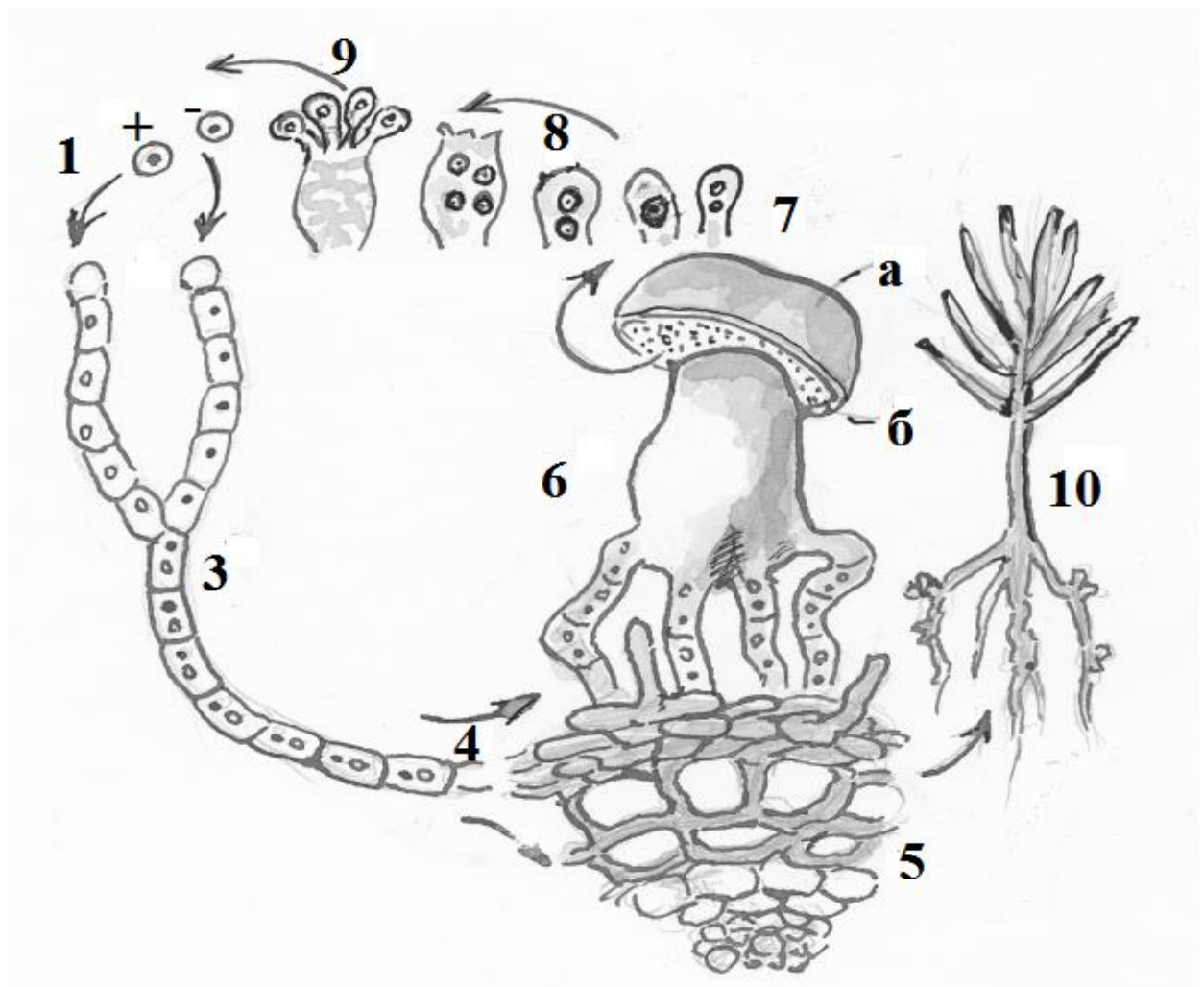


Рисунок 8 – Цикл развития микоризообразующего базидиального гриба (белый гриб – *Boletus edulis*)

1-однойдерные базидиоспоры, 2-проростание базидиоспор и образование однойдерных гиф (гаплоиды), 3-соединение двух однойдерных гетероталлических гиф и образование двухядерных, 4-проникновение гиф в корневое окончание растения и образование микоризы (грибокорня), 5-поперечный срез микоризы, 6-образование плодового тела гриба с гименидиальным слоем, 7-соединение (копуляция) ядер в клетках гименидиального слоя (образование зиготы и формирование базидии), 8-деление ядра зиготы и образование четырехъядерной базидиальной клетки (базидии), 9-базидии с базидиоспорами, 10-сеянец сосны с микоризой на корнях

Головневых насчитывается около 900 видов. Это паразиты, в основном злаковых, реже осоковых и гречишных растений. Поражают тычинки, завязь в цветках, листья, стебли и корни.

Заражение происходит во время прорастания семени. Зерновка часто уже имеет внутри мицелий из двуядерных гиф. При слиянии ядер образуется диплоидное ядро, которое редуционно делится, а клетка превращается в фрагмобазидию с четырьмя базидиоспорами.

Еще до их образования в фрагмобазидии происходит попарное слияние ядер (копуляция). Или две гетероталлические базидиоспоры, отделившись от базидии, сливаются и дают двухядерные клетки. Из них развивается мицелий, который достигает соцветия, распадается и дает массу двухядерных головневых спор, покрытых толстой оболочкой (хламидоспоры).

Цикл развития происходит в течение одного вегетационного периода.

Ржавчинные грибы имеют более сложный цикл развития, который проходит на одном, двух и более хозяинах. Типичным представителем является цикл линейной ржавчины (*Ruscinia graminis*).

Базидиоспоры прорастают на листьях барбариса в одноядерный мицелий и образуют пикниды с пикноспорами. Они разносятся ветром и на нижней стороне листа прорастают. Здесь происходит попарное слияние гифов, образуется эцидия с двухядерными эцидиоспорами. Они переносятся на другого хозяина (злаки), прорастают и дают летние споры – уредоспоры. Это споры бесполого размножения. Они многократно заражают другие растения. На увядших листьях развиваются зимние споры – телеитоспоры с толстой оболочкой. Весной они прорастают в базидию. Ее ядро редуционно делится и образует гаплоидные базидиоспоры, которые попадают на листья барбариса (рисунок 9).

Ржавчинные грибы поражают хвою ели, на ней образуются желтые эцидии, а на листьях багульника развиваются уредо - и телеито споры.

Эцидиальная стадия появляется весной на листьях лиственницы, а на листьях березы образуются уредо - и телеито споры.

У можжевельника встречается ржавчина стволов и ветвей, здесь проходит (телео-стадия), а эцидиальная – на листьях древесных розоцветных.

Известен ржавчаный рак стволов и побегов сосны и пихты.

Гастеромицеты образуют базидиоспоры внутри базидиокарпов, полностью замкнутых на ранних этапах развития. Гастеромицеты в основном почвенные сапрофиты, но некоторые развиваются на гниющей древесине и опаде. Наиболее известны среди них дождевики.

Телиоспоромицеты являются паразитами растений. Плодовых тел они не образуют. К ним относят ржавчинные и головневые грибы.

Головневые грибы – поражают цветки (тычинки, завязи), семена, а также листья, стебли, реже корни, на которых появляются вздутия в виде полос или галлов темного цвета. Разрушенные грибом репродуктивные органы превращаются в темную массу (скопления покоящихся спор), внешне напоминающую обугленную головешку.

Ржавчинные грибы – паразиты многих высших растений. Они распространены по всему земному шару и насчитывают около 5 тыс. видов. Пораженные

растения покрываются подушечками оранжевого или красно-бурого цвета – тканью растения – хозяина, пронизанной гифами гриба – «ржавчиной».

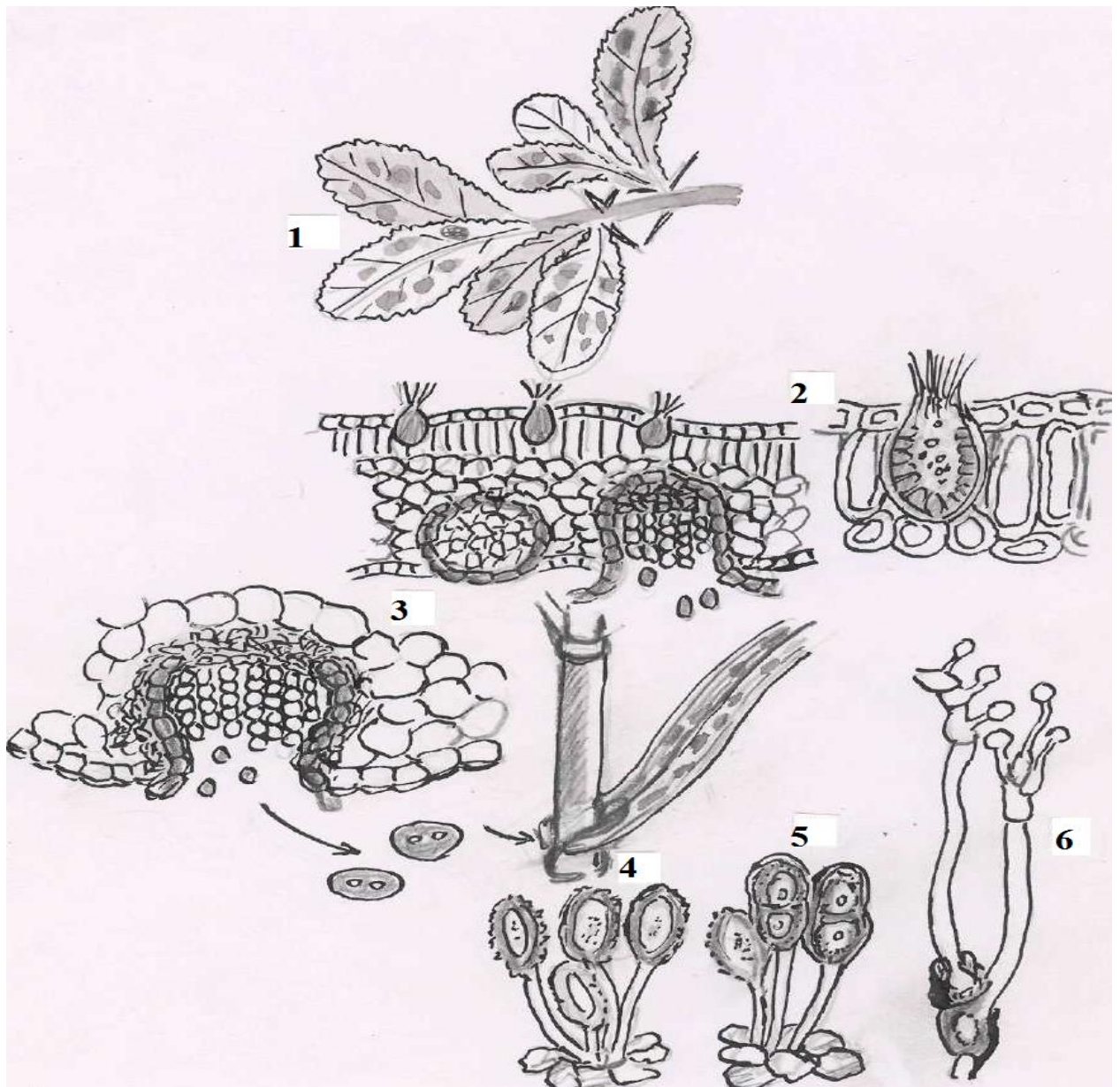


Рисунок 9 – Цикл развития ржавчинного гриба  
линейная ржавчина (*Ruccinia graminis*)

1-веточка барбариса; 2-образование из базидиоспор на листе барбариса пикнид с одноядерными пикноспорами; 3-образование эцидий, попарное слияние клеток и образование двуядерных эцидиоспор; 4-перенос эцидиоспор на злаки, образование двуядерных (летних) уредоспор, многократное заражение злаков; 5-появление на двуядерном мицелии двуклеточных толстостенных телейтоспор (зимних), слияние ядер; 6- после зимовки (весной) прорастание телейтоспор, двукратное деление диплоидного ядра, образование четырех клеточных фрагмобазидий с базидиоспорами, которые переносятся на барбарис.

### 8.1.2 Подцарство Лишайники – Lichenes или *Phycomycota*

Отдел насчитывает до 26 тыс. видов. Это комплексные, симбиотические организмы, состоящие из двух компонентов: гетеротрофного (гриб) и автотрофного (одноклеточные водоросли или цианобактерии). Двойственную природу установил в 1867 г. А.С. Фаминцын.

Взаимоотношения между компонентами – сложные. Водоросли и цианобактерии поставляют грибу органические вещества. Грибы дают воду, минеральные вещества и создают условия для жизни. В 1936 г. был обнаружен третий компонент – бактерии, усваивающие молекулярный азот и обеспечивающие лишайник азотистыми веществами.

Грибы окружают водоросли и могут проникать в их клетки (рисунок 10). У лишайников иной, особый обмен веществ, который отличается от свободноживущих грибов и водорослей. У них образуются вторичные продукты - лишайниковые вещества, которые отсутствуют в других группах организмов.



Рисунок 10 - Соединение водоросли с грибом в лишайнике

1-клетки водоросли, 2-клетки грибов.

Лишайники делятся по наличию грибов на два класса:

Базидиолихенес (*Basidiolichenes*) – с базидиальными грибами и асколихенес (*Ascolichenes*) – с сумчатыми грибами.

Базидиальные лишайники распространены в тропиках. По внешнему виду они напоминают свободноживущие базидиальные грибы с кратковременными плодовыми телами. У них отсутствуют специфические « лишайниковые вещества», характерные для сумчатых лишайников. Их всего около 20 видов.

Лишайники из класса асколихенес широко распространены. Их насчитывается до 26 тыс. видов.

Тело лишайников не разделено на органы и представляет собой слоевище (таллом).

Различают: накипные или корковые лишайники, слоевище которых вращается в субстрат и имеет вид налета или корки; листоватые - с изрезанными пластинками, прикрепленными при помощи пучков гиф к субстрату; и кустистые, имеют вид разветвленных ветвей или одиночных выростов, прикрепленных основанием (рисунок 11).

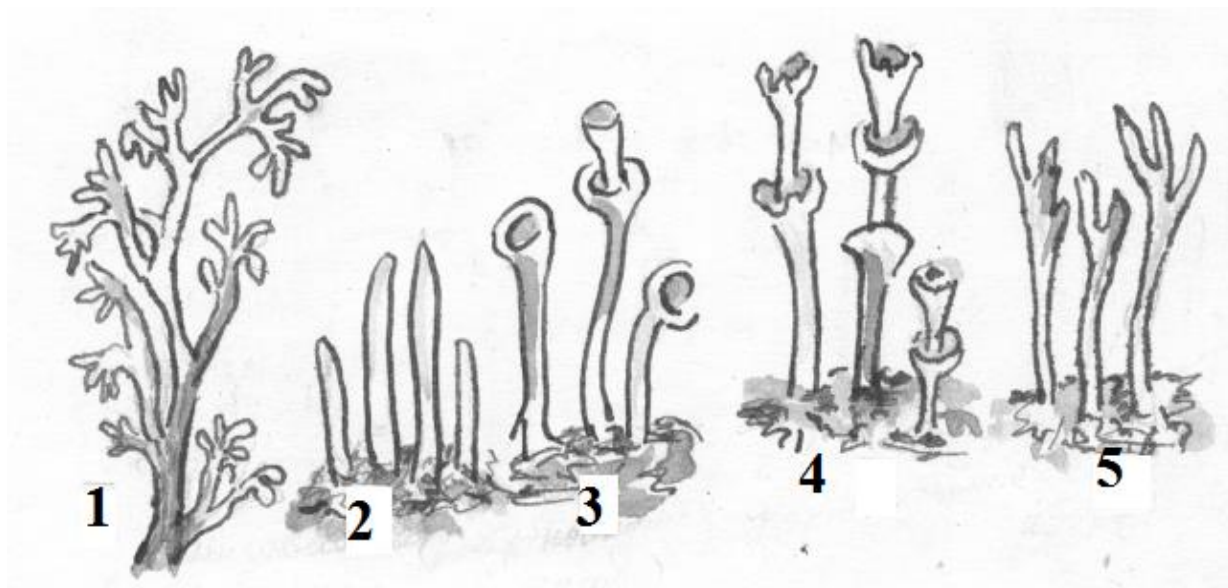


Рисунок 11 – Вертикальные выросты слоевища лишайников (потеции)

1-разветвленные, 2-шиловидные, 3-кубковидные, 4-многоэтажные, 5-роговидные

Выделяют гомеомерное строение лишайников (клетки водорослей расположены по всей толще слоевища) и гетеромерное (клетки водоросли расположены слоями). Верхний корковый слой состоит из плотно сплетенных гифов. Под ним располагается слой из рыхло сложенных гифов и водорослей (гонидиальный слой). Нижний корковый слой тоньше верхнего, с выростами – ризинами, которые прикрепляют лишайники к субстрату (рисунок 12). Слоевище лишайников часто имеет выросты и блюдцевидные образования, несущие апотеции.

Размножаются лишайники кусочками слоевища или особыми соредиями (несколько клеток водоросли, оплетенные гифами гриба), они выпадают при разрыве коркового слоя, а так же изидиями (выростами на поверхности слоевища).

Лишайники – многолетние растения (живут не менее 20...50 лет). В тундре возраст оленьего мха (кладонии) достигает 300 лет. Растут медленно (несколько мм в год), поэтому не выдерживают конкуренции с другими быстро растущими растениями.



Поселяются на склонах, камнях, почве, коре деревьев. Могут переносить полное высыхание и высокую температуру (до +70°), фотосинтезируют при температуре -24°, выносят низкую температуру без повреждения до -196°.

Лишайники быстро поглощают влагу, их масса увеличивается в 3...35 раз. Фотосинтез у них наступает утром, при смачивании их туманом или росой. Они приспособлены к экстремальным условиям климата и субстрата. Им принадлежит роль пионеров, подготавливающих условия для поселения высших растений.

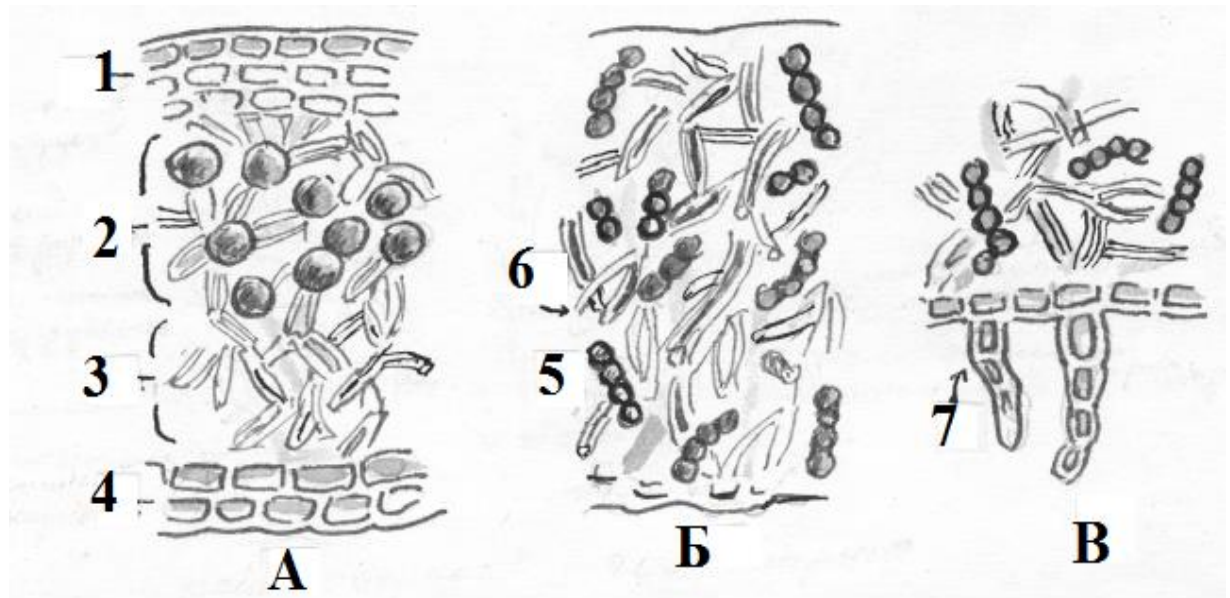


Рисунок 12 – Строение слоевища лишайников

А-гетеромерное : 1-верхний корковый слой, 2-слой водоросли, 3-сердцевина, 4-нижний корковый слой.

Б-гомеомерное : 5-клетки водоросли, 6-клетки гриба.

В-нижний слой с ризоидами – 7.

На почве растут кустистые лишайники с округлыми внутри пустыми веточками (*Cladonia alpestris*, *C. rangiferina*, *C. sylvatica*; с лентовидными веточками – *Cetraria islandica*) и листоватые – *Peltigera canina*. На коре деревьев растут кустистые лишайники с округлыми веточками – *Usnea barbata*, *U. florida* и лентовидные – *Evernia prunastri*.

Наиболее важным является олений мох (виды *Cladonia*), распространен в тундре, основной корм оленей. Некоторые виды используются для получения глюкозы, лакмуса, красок; в медицине и парфюмерии (эстрагирующие вещества, антибиотики); употребляются в пищу.

Лишайники обладают способностью не только поглощать, но и накапливать элементы, в т.ч. и радиоактивные. В последнее время они нашли применение в биоиндикации для определения степени загрязнения окружающей среды.

## 8.2 Царство Протоктисты - Protoctista

### 8.2.1 Подцарство – Грибоподобные протоктисты

#### 8.2.1.1 Отдел Оомикоты – Oomycota

Значительная часть представителей живет в воде, поэтому их называют водными плесенями. Они поселяются на растительных остатках и трупах животных. Встречаются паразиты.

Мицелий у примитивных форм – одноклеточный, у высших - нечленистый. Стенки гиф образованы целлюлозой, частично с участием глюканов (полисахаридов из глюкозы). Хитина нет. Этим они отличаются от настоящих грибов.

Размножаются бесполом и половым путем. При бесполом размножении на концах гифов появляются зооспорангии с подвижными зооспорами, имеющими два жгутика разной длины: один – гладкий, другой – перистый. Зооспоры дают новые организмы (рисунок 13,А). У древесных растений они вызывают фитофторозную гниль всходов и семян многих хвойных и лиственных растений, особенно бука. Цикл развития показан на рисунке 13,Б.

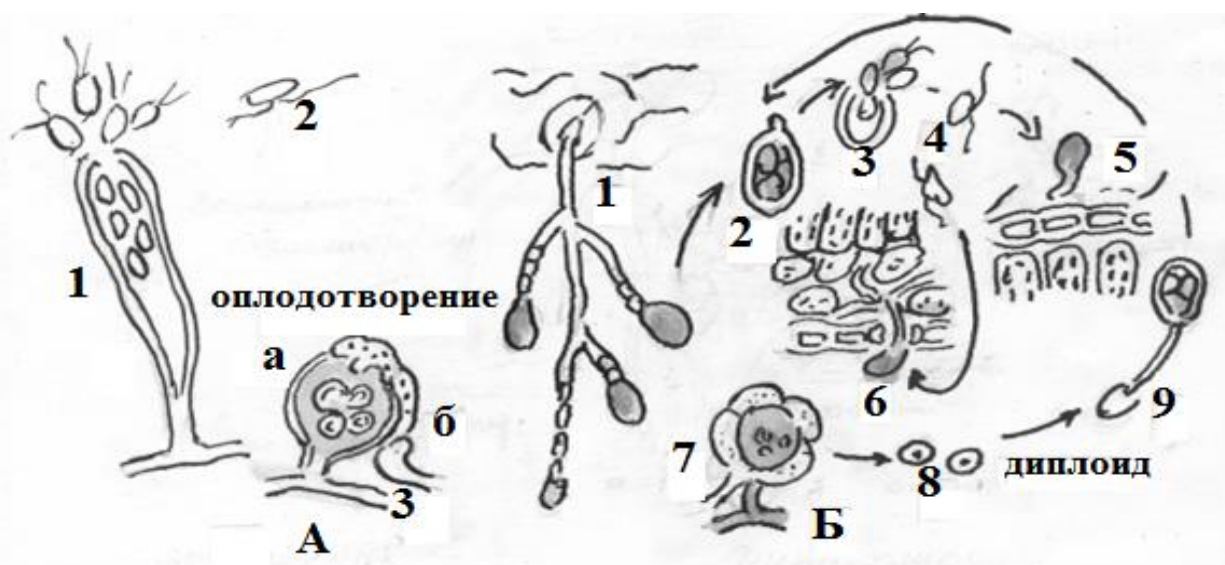


Рисунок 13 – Цикл развития оомицетов

#### А-сапролегния (Saprolegnia)

1-зооспорангий с зооспорами, 2-зооспоры, 3-оогамный половой процесс (а-оогонии и б-антеридии).

#### Б-фитофтора (Phytophthora)

Бесполое размножение: 1-спорангиеносцы с зооспорангиями, высовываются через устьица, 2-зооспорангий, 3-прорастание зооспорангия, 4-зооспоры (многократное заражение), 5-проникновение зооспор в лист через кутикулу, 6-проникновение зооспор через устьице.

Половое размножение ( происходит на клубнях).

7-оогоний и антеридий, оплодотворение (слияние гамет), редукционное деление, 8-ооспоры, 9-прорастание ооспор в клубнях растений.

При половом размножении на мицелии образуются женские гаметангии -- оогонии (одноклеточные органы с одной или несколькими яйцеклетками) и мужские гаметангии – антеридии. На антеридиях вырастают трубочки, через которые внутрь оогонии проходят мужские ядра. Происходит попарное слияние мужских клеток и яйцеклеток. После оплодотворения развиваются зиготы с одной или несколькими ооспорами. Все они диплоидны (имеют двойной набор хромосом). Через некоторое время на них образуется толстая оболочка, и они переходят в покой.

После периода покоя, без редукционного деления, ооспора прорастает в диплоидный однополый или обоеполюый мицелий.

Заражение происходит через устьица. Образовавшийся мицелий погружается в ткань растения-хозяина и продвигается по межклетникам.

На нем образуются спорангиеносцы, которые выступают через устьица наружу. Они несут спорангии, которые обламываются и переносятся ветром, в воде прорастают и дают зооспоры, проникающие в ткани новых растений.

Представители отдела (род фитофтора) вызывают фитофторные болезни у многих растений. Разные виды фитофторы поражают любые части растений (листья, стебель, корни, плоды, клубни).

### 8.2.1.2 Отдел Хитридиомикоты – Chytridiomycota

Весьма разнообразные организмы. Их около 750 видов. Большинство водные паразиты. Одни имеют тело, представляющее собой плазмодий, протоплазменную многоядерную массу с амебовидным движением, не образующую мицелия (миксохитридиоты). Другие образуют округлое образование, одетое оболочкой, от которого отходят слаборазвитые гифы без перегородок (то есть образуют зачаточный мицелий), стенки их состоят из хитина, поэтому они получили название хитридиомикот. Реже их рассматривают как подкласс архимицетов.

Плазмодий миксохитриотов покрывается оболочкой и полностью превращается в зооспорангий, дающий многоядерные одножгутиковые зооспоры (жгутики отходят от базальной части зооспоры). Они проникают в клетки растений и образуют плазмодий, заполняющий клетку хозяина.

Различные виды хитридиомикот паразитируют на водорослях, водных оомицотах и разных частях высших растений. Так, ольпидия капустная вызывает болезнь «черная ножка». Плазмодий ее развивается внутри клеток эпидермы и паренхимы коры. Он покрывается оболочкой и превращается в шарообразный зооспорангий, образующий споры. Синхитридиум вызывает рак картофеля. Зооспоры проникают в клубни, образуют вегетативное тело – амебоид, заполняющий всю клетку. При этом окружающие ее клетки разрастаются, образуя наросты.

Хитридиомикоты вызывают образование на теле хозяина бородавок, опухолей, наростов на листьях, стеблях, цветках, корневищах, клубнях и других органах.

### 8.2.1.3 Отдел Слизевики – Мухомycota

Насчитывается около 500 видов. Тело представляет плазмодий – голая многоядерная, цитоплазменная подвижная масса, не имеющая постоянной формы – амeboид. Двигается в сторону влаги и пищи.

Слизевики – сапрофитные, гетеротрофные организмы, развиваются на отмерших растениях, опавших листьях, корке. Протопласт имеет ядра и цитоплазму. Размножаются спорами, зооспорами, миксоамебами. Миксоамебы могут делиться и сливаться.

При половом воспроизведении ядра миксоамебы сливаются попарно и образуют диплоидные ядра, они сливаются и образуют многоклеточный плазмодий. В нем имеются запасные продукты: жиры, белок, гликоген.

Перед спороношением плазмодий выходит на поверхность и подсыхает, образует выросты, развивающиеся в окрашенные спорангии с толстыми стенками. После редукционного деления ядер внутри спорангия образуются гаплоидные споры.

Среди слизевиков встречаются паразиты. Плазмодифора (*Plasmodiophora*) поражает капусту и брюкву. Болезнь называют «капустная кила». Она может заражать до 200 видов крестоцветных растений.

## 8.2.2 Подцарство Протоктисты – Водоросли - *Algae*

### 8.2.2.1 Отдел Багрянки, или Красные водоросли – *Rhodophyta*

Насчитывается около 4 тыс. видов. Распространены в морях субтропиков и умеренной зоны. Встречаются на больших глубинах: до 300 м.

Среди водорослей имеются одноклеточные (неподвижные), нитчатые и высшие с талломом в виде кустиков, пластинок или листоватые длиной до 2 м, они расчленены на части и ткани, имеют разную окраску.

Дисковые пластиды (хроматофоры) водорослей содержат, кроме хлорофилла «а», каротины, ксантофиллы и водорастворимые фикобиллины, которые определяют окраску - от зеленой до красно-фиолетовой, что позволяет им находиться на большой глубине, куда проникают зеленые лучи, поглощаемые фикоэритрином.

Оболочка клеток двухслойная. Состоит из целлюлозы, пектиновых и слизистых веществ (полимеров – галактуранов). Она ослизняется, у многих инкрустирована солями углекислого кальция и магния.

Продукт ассимиляции – крахмал, его называют багрянковым. Особенности строения и жизненного цикла показаны на рис. 14А, Б, В.

У багрянок гаметофит – самостоятельное гаплоидное растение. На нем образуется женский репродуктивный орган (гаметангий) – карпогон. Он состоит из двух частей: брюшной – округлой вытянутой в длину клетки и трихогины – небольшой удлиненной клетки с каналом, принимающей мужские гаметы. Трихогина расположена на верхушке карпогона. Мужские половые органы – антеридии, образуются на других частях этого гаметофита или других особей. Их

называют спермотангиями. Они дают по одной безжгутиковой неподвижной мужской гамете-спермации. Антеридии собраны в группы.

У простейших багрянок спермации выходят из антеридия в воду, перемещаются на трихогину, проникают в брюшко и сливаются с яйцеклеткой.

У высокоорганизованных багрянок после полового оогамного процесса и образования диплоидной зиготы карпогон дает боковые клетки (нитевидные отростки – карпоспорофит), которые делятся на карпоспоры диплоидные (рисунок 14). При этом вегетативные клетки, окружающие их, образуют тело, напоминающее плод покрытосеменных растений.

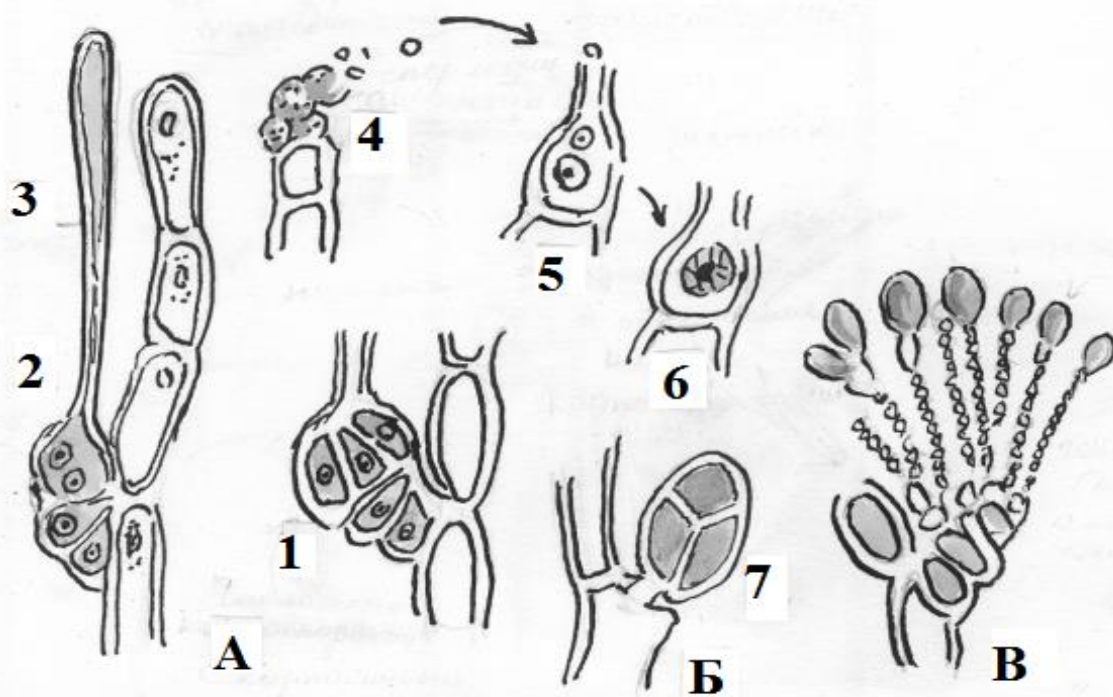


Рисунок 14 – Красные водоросли

А-половое размножение. Карпогонная гифа (*Helminthora*).

1-карпоспорангий с карпоспорами, 2-карпогон, 3-трихогина, 4-антеридий со спермациями, 5-карпогон с яйцеклеткой, 6-карпогон с зиготой.

Б-бесполое размножение.

7-тетроспорангий с тетроспорами.

В-гонимопласт (нити) с карпоспорангиями.

Большинство видов – двудомные растения. При бесполом размножении на талломе образуются спорангии с одно или двумя спорами без жгутиков. У некоторых в спорангиях происходит редукционное деление и образуется тетрада спор (4 штуки), которые прорастают в гаметофит с гаметангиями и половыми клетками. Весь цикл проходит в состоянии моноплоида. Диплоидна только зигота.

Красные водоросли используются для получения агара и других студнеобразных веществ, применяются в кондитерской промышленности и в микробиологии как основу питательных сред.

### 8.2.2.2 Отдел Зеленые водоросли – Chlorophyta

Самый большой отдел, около 13 тыс. видов. Водоросли разные: одноклеточные, нитчатые, пластинчатые, сифоновые (неклеточные), многоклеточные. Обитают в пресных водах, хотя имеются морские и наземные виды. Среди них имеются микроскопические и крупные, таллом которых напоминает по внешнему виду высшие растения. Все они имеют зеленые хлоропласты и двухмембранную оболочку, содержат хлорофилл «а» и «в», каротиноиды, а у некоторых - имеются пиреноиды. У подвижных форм 2...4 и более жгутиков одинаковой длины и строения. Клетки – одноядерные и многоядерные, покрытые целлюлозной и пектиновой оболочками. Редко голые. Запасной продукт – крахмал, который откладывается внутри хлоропластов, редко масло. По строению водоросли разнообразны.

Хламидомонады (Chlamydomonas) – одноклеточные эллипсоидной формы с двумя жгутиками. Имеют ядро, чашевидный хлоропласт с пиреноидом (глазок) и пульсирующую вакуоль в передней части. Размножаются бесполом путем – зооспорами. Половое размножение – с изогамным процессом (рисунок 15).

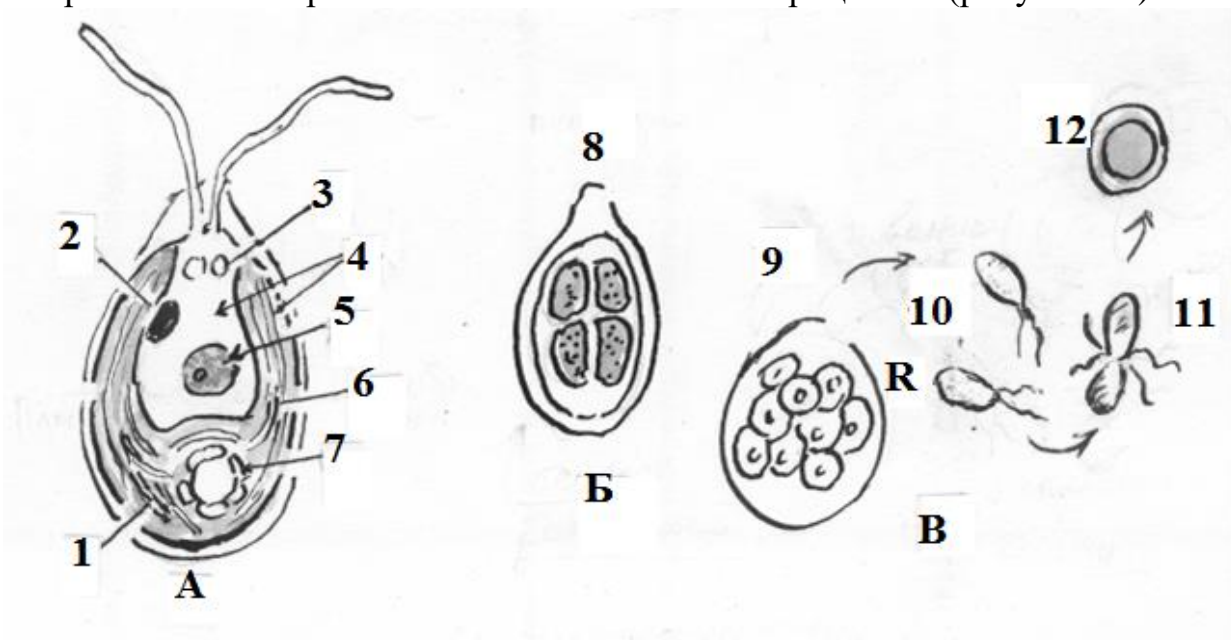


Рисунок 15 – Особенности строения и размножения одноклеточной зеленой водоросли (Хламидомонада - Chlamydomonas)

А-строение: 1-хлоропласт, 2-глазок, 3-пульсирующая вакуоль, 4-цитоплазма, 5-ядро, 6-мембраны хлоропласта, 7-пиреноиды.

Б-бесполое размножение: 8- образование тетраспор,

В-половое размножение: 9-образование гамет, 10-гаметы, 11-копуляция гамет, 12-зигота

Вольвокс (Volvox) – колониальная шаровидная водоросль. В колонии 500...6000 клеток со жгутиками, расположенными по периферии шара в один слой. Внутренняя полость заполнена слизью. Клетка выполняет функцию питания и движения. Кроме вегетативных клеток, имеются специализированные: крупные без жгутиков – оогонии с яйцеклеткой и антеридиальные со сперматозоидами.

Хлорелла (Chlorella) – одноклеточная водоросль, имеет споры без жгутиков, которые образуются внутри материнских клеток, называются апланоспорами. Хлорелла отличается быстрым размножением. В ее клетках накапливаются полезные вещества (витамины В, С, К, антибиотики), клетки содержат до 50 видов полноценных белков и жирные масла.

Нитчатая водоросль (Ulothrix) представляет неветвящуюся нить с бесцветной клеткой на конце, прикрепляющей ее к субстрату. Жизненный цикл и строение водоросли показано на рисунке 16.

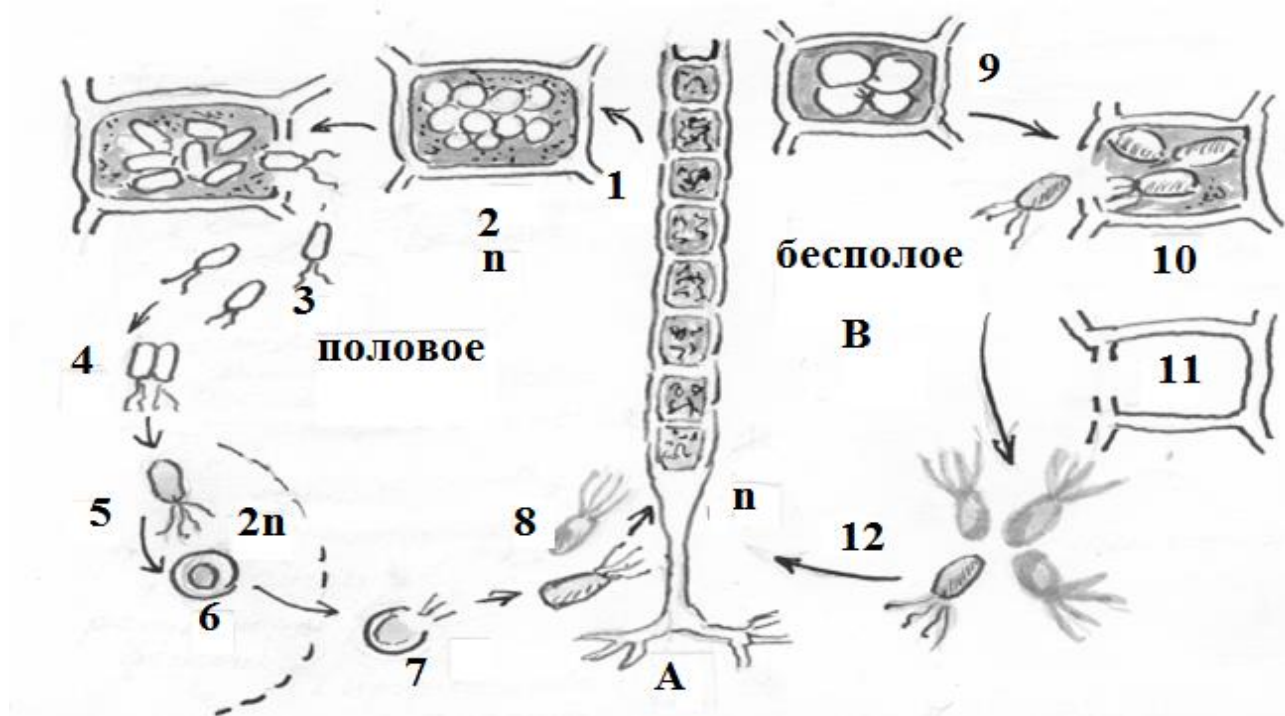


Рисунок 16 – Жизненный цикл зеленой водоросли улотрикс – Ulothrix

А-строение водоросли: 1-отдельная нить с ризоидами.

Б-половое размножение: 2-образование гамет, 3-гаметы (зооспоры), 4-слияние гамет – изогамия, 5-образование диплоидной зиготы, 6-покоящаяся зигота и последующее редукционное деление, 7-прорастание зиготы, образование гаплоидных зооспор, 8-прорастание зооспоры в растение.

В-бесполое размножение: 9-образование тетрады гаплоидных зооспор, 10-выход зооспор, 11-пустая клетка, 12-образование из зооспор растения.

Спирогира (Spirogyra) – водоросль, у которой половой процесс – конъюгация, т.е. две близлежащие клетки параллельных нитей образуют выросты, через

которые происходит перемещение содержимого одной клетки в другую, образуется зигота. После покоя она редукционно делится и из образовавшихся клеток формируется новый гаплоидный организм. Диплоидна только зигота (рисунок 17).

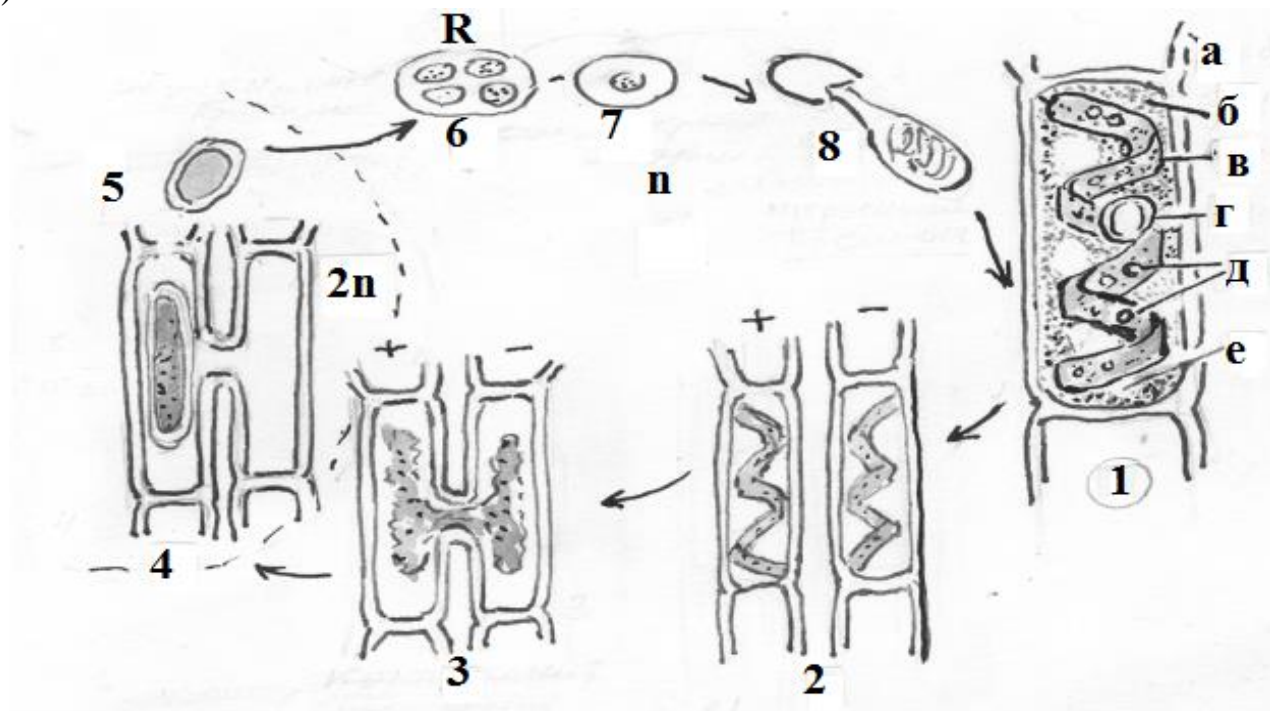


Рисунок 17 – Цикл развития зеленой водоросли спирогиры (*Spirogyra*)

1-клетка спирогиры (а-оболочка клетки, б-цитоплазма, в-спиральный хлоропласт, г-ядро, д-пиреноиды, е- вакуоль), 2,3,4-соединение протопластов двух клеток – конъюгация, 5-диплоидная зигота, 6-редукционное деление зиготы, 7-образование одноядерных-гаплоидных спор, 8-прорастание споры и образование растения.

### 8.2.2.3 Отдел Бурые водоросли – *Phaeophyta*

Все бурые водоросли (около 2 тыс. видов) - многоклеточные организмы. Имеются ветвистые с однорядными и с многорядными нитями, микроскопические и высокоорганизованные многоклеточные, кустистые (расчлененные) с талломами, достигающими десятков м. Среди них нет подвижных форм.

Бурые водоросли обитают в холодных и умеренных морях. В пресных водах встречаются редко. Они прочно прикрепляются к скалам, камням, образуя целые леса.

Клетки их – целлюлозные с ослизняющимися стенками, у них - одно ядро, одна или много мелких вакуолей, содержащих танины, хлоропласты с хлорофиллом «а» и «с», каротином, много ксантофиллов (фукоксантина), маскирующих зеленые пигменты и придающих бурый цвет водорослям. В клетках накапливается йодистый калий.

Запасной продукт – полисахарид (хризоламиарин), масло, сахарный спирт маннит.



Бурые водоросли имеют все три типа размножения: вегетативное - частями таллома, бесполое - гаплоидными спорами и половое - с изогамным, гетерогамным и оогамным половым процессом. Образовавшаяся зигота сразу прорастает в диплоидное растение.

У большинства бурых водорослей наблюдается смена поколений: полового гаплоидного – гаметофита, образующего половые клетки, и бесполого диплоидного – спорофита, дающего споры.

Выделяют две формы развития циклов: изоморфную - из одинаковых по внешнему виду растений (гаметофита и спорофита) и гетероморфную - с преобладанием в развитии спорофита или гаметофита.

Форма водорослей – разнообразная. Так, в северных и южных морях распространены эктокарпусовые водоросли со стелющимися ветвящимися нитями длиной до 60 см. Гаметофит в виде кустиков несет на боковых веточках многокамерные гаметангии, в которых образуются подвижные гаметы: одни сбрасывают жгутики и становятся женскими, другие сохраняют их, становятся мужскими и окружают женскую гамету. Пол у них не выражен.

Диктиотовые водоросли содержат многократно делящийся ветвящийся таллом. Гаметы формируются у них на разных растениях. Так, дихотомически ветвящаяся диктиота имеет гаплоидно диплоидный цикл с изомерной сменой поколений (гаметофит и спорофит имеют одинаковый вид). Цикл развития водорослей показан на рисунке 18.

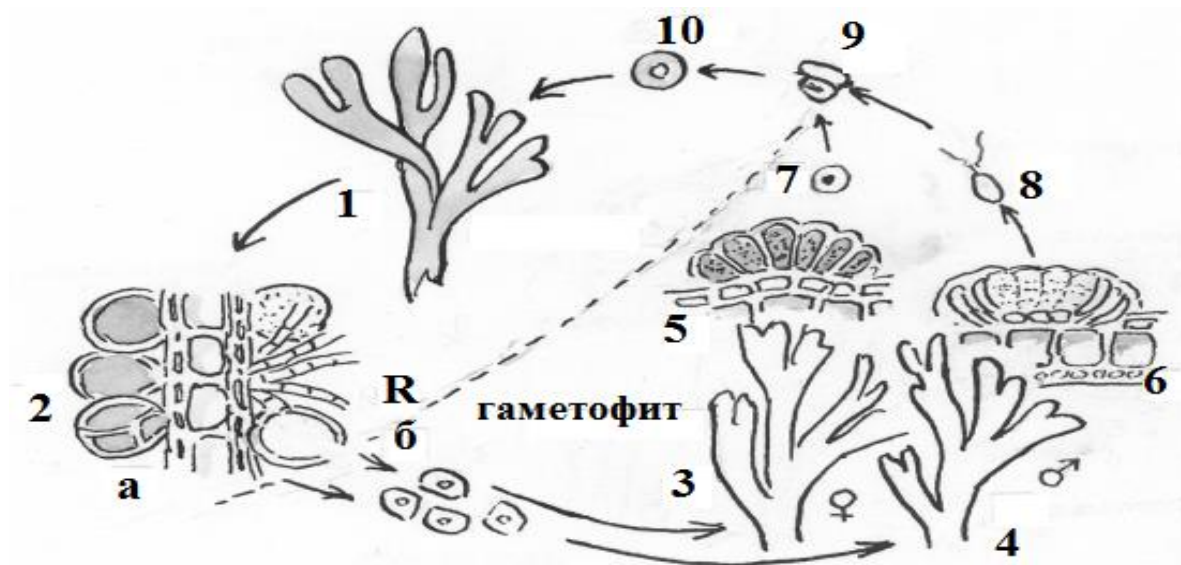


Рисунок 18 – Цикл чередования изоморфных поколений бурой водоросли диктиоты ( Dictyota)

1-спорофит (растение), 2-образование тетрады спор в результате редукционного деления (а-тетраспорангий, б-тетраспоры), 3- женский гаметофит, 4-мужской гаметофит, 5-оогоний с яйцеклеткой, 6-антеридий со сперматозоидами, 7-яйцеклетка, 8-сперматозоид, 9-копуляция (слияние гамет) и образование зиготы, 10-зигота, из которой вырастает спорофит.

У ламинарий цикл смены поколений – гетероморфный: спорофит большей величины, а гаметофит микроскопических размеров. Циклы чередования поколений показаны на рисунке 19.

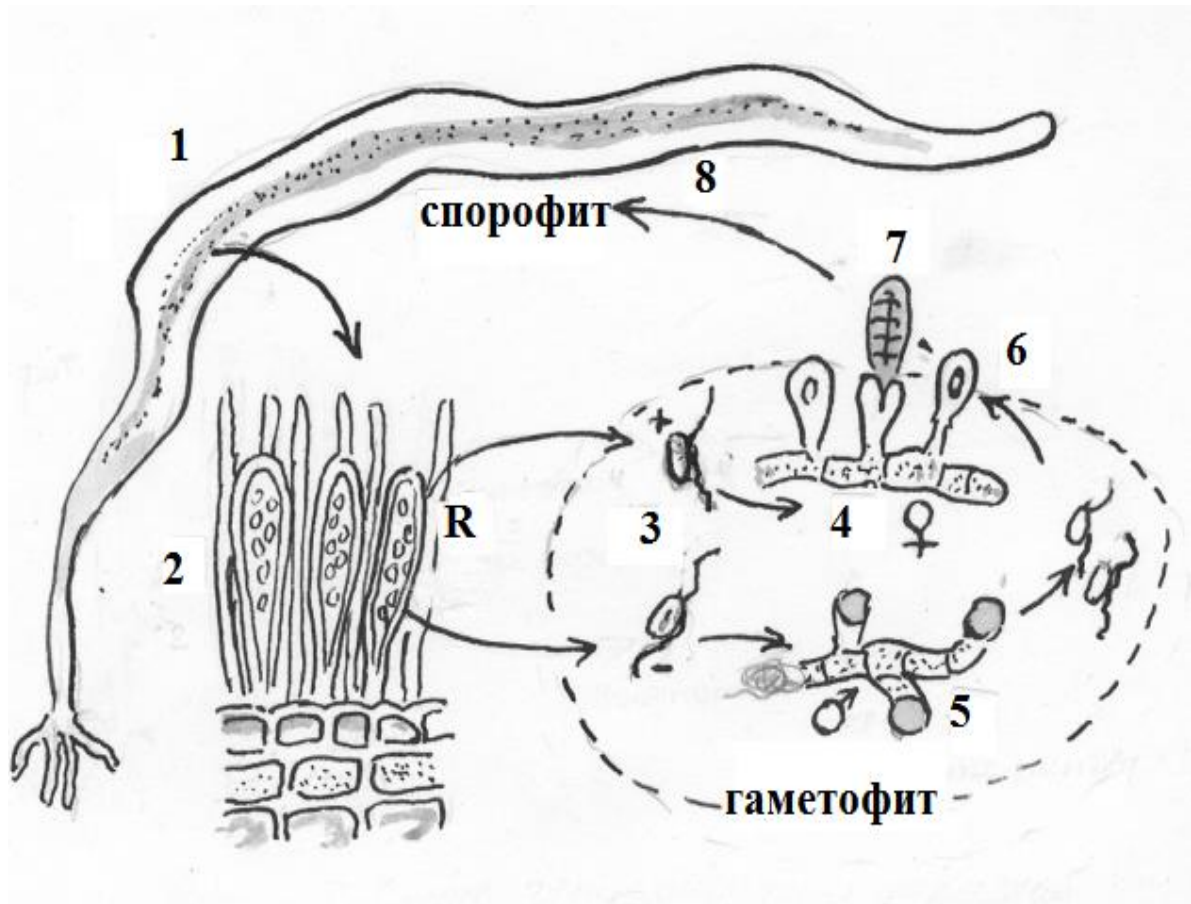


Рисунок 19 – Цикл чередования гетероморфных поколений бурой водоросли ламинарии (*Laminaria*)

1-спорофит (растение), 2-зооспорангии и парафизы, 3-редукционное деление и образование зооспор, 4-прорастиание зооспоры (+) и образование женского гаметофита с яйцеклеткой, 5- прорастиание споры (-), образование мужского гаметофита, дающего сперматозоиды, 6-оплодотворение, 7- образование зиготы, 8-прорастиание ее в спорофиты.

Спорофиты ламинариевых высоко дифференцированы, а гаметофиты - мелкие и различаются вторичными половыми признаками: мужские – сильно ветвящиеся, быстро растут; женские - с крупными клетками, растут медленно (рисунок 19). Стволовая часть их достигает длины 25 м и на верхушке имеет плавательные пузыри, которые обеспечивают вертикальное положение.

Бурые водоросли используют в пищу («морская капуста»), из них получают альгинаты, используемые в текстильной, косметической и фотопромышленности, соду и маннит (сахарный спирт), йод.

#### 8.2.2.4 Отдел Золотистые водоросли – Chrysophyta

Около до 400 видов, обитают в пресных водоемах. Одна из древнейших групп водорослей, обнаружена в кембрийских отложениях. Среди них много эпифитов, живущих на деревьях.

Встречаются одноклеточные подвижные (с одним, двумя, четырьмя разными жгутиками), колониальные, редко многоклеточные, неподвижные амёбовидные, которые меняют форму, образуя псевдоподии (рисунок 20).

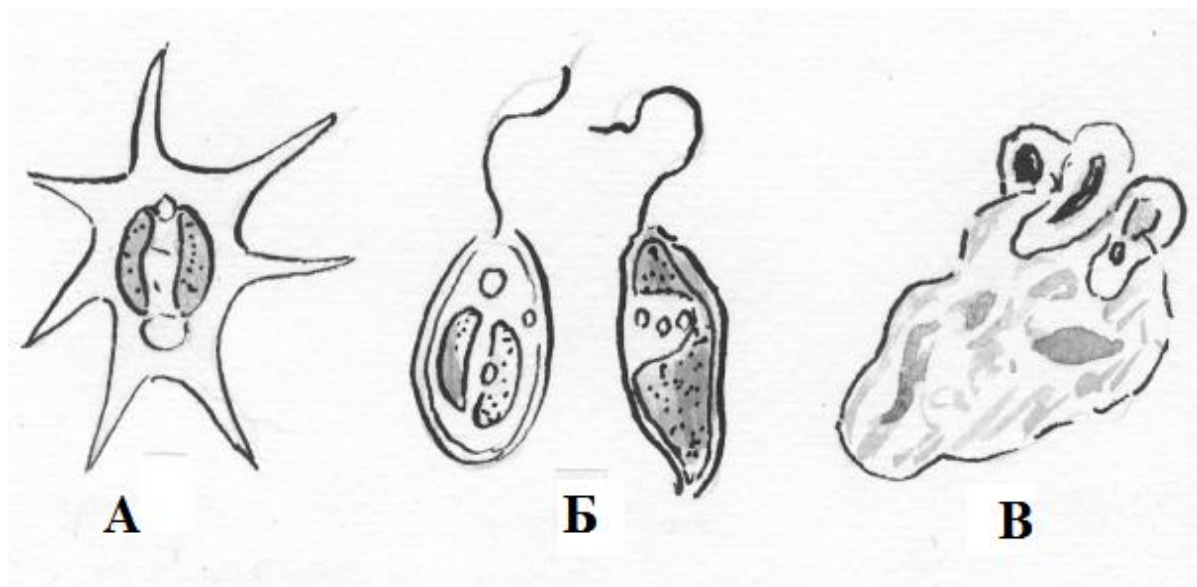


Рисунок 20 – Одноклеточные хризоподовые и хризомонадные золотистые водоросли

А-ризидальное состояние (хризоподовые), Б-монадное состояние (хризомонадные), В-амёбовидное состояние (хризокэпсовы)

Все золотистые водоросли – одноядерные, с однотипным строением. Оболочка из пектиновых веществ и целлюлозы. Стенки часто насыщены известковыми и кремневыми пластинками. В результате образуются вместилища – чехлы.

В наружных частях цитоплазмы находятся 1-2 или несколько хроматофоров, содержат хлорофилл «а», много каротиноидов, каротина и ксантофиллов (лютеин и фукоксантин), которые определяют золотистую окраску. У некоторых хроматофоры с глазком, имеется одна или две пульсирующие вакуоли – хризомонадные (рисунок 20 Б). У хризокэпсовых клетки не имеют выпячивания и жгутиков. Они объединены слизью и образуют плавающие или неподвижные колонии (рисунок 20 В)

Размножаются делением клеток и зооспорами с одним или двумя жгутиками, разъединением колоний или частями таллома.

Это планктонные водоросли. Они играют определенную роль в цепи питания рыб, улучшают газовый режим и участвуют в образовании сапропеля. Сапропель – органические илы (отложения) из остатков водных организмов. Используется

как удобрение, иногда вызывает «цветение» воды. Водоросли используют для установления геологического возраста горных пород.

### 8.2.2.5 Отдел Диатомовые водоросли – *Bacillariophyta*

Впервые появились 200 млн. лет назад в юрский период. Общее число видов – около 6 тыс. Это одноклеточные, микроскопические организмы, объединены в колонии (различного типа цепочки, ленты, звездочки, нити).

Внешний вид представлен на рисунке 21.

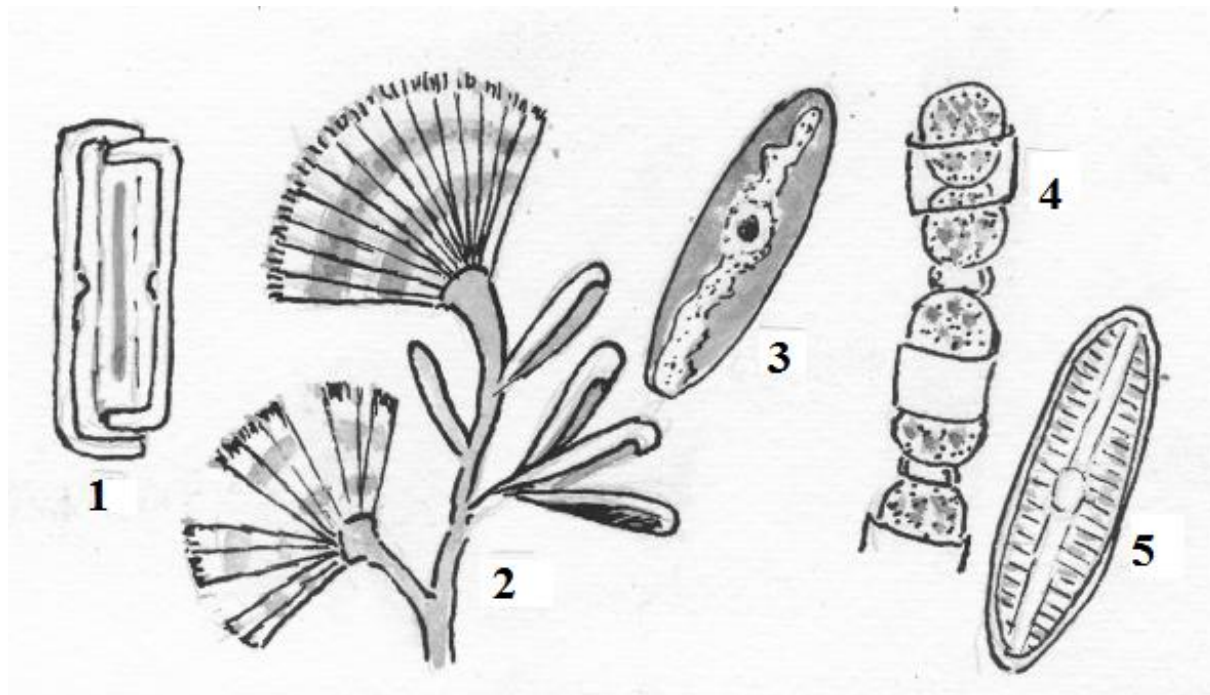


Рисунок 21 – Клетки диатомовых водорослей

1-пиннулария (*Pinnularia*), 2-ликоморфа (*Licomorpha*), 3-навикула (*Navicula*), 4-мелозира (*Melosira*), 5- мастоглоя (*Mastogloia*).

Клетки состоят из протопласта, окруженного кремнистой оболочкой, образующей панцырь. По форме панцыря все диатомовые водоросли делят на два класса: пенатные, имеющие двухстороннюю симметрию, и центрические – с радиально-симметричным строением.

Панцырь состоит из двух половинок (створок): верхней крупной (эпитеки), одетой на нижнюю (гипотеку). В створках имеются отверстия, камеры, пустоты. В клетках одноядерных внутренняя стенка состоит из пектиновых веществ, в ней нет целлюлозы; имеют разную форму: эллиптическую, прямоугольную, треугольную, шаровидную.

Внутри клетки находится одно диплоидное ядро, несколько мелких зернистых хлоропластов с пиреноидом. У некоторых клеток они в виде пластинок, крупные, с одним или несколькими пиреноидами. Хлоропласты содержат хлорофиллы «а» и «с», каротин и бурый пигмент - диатомин (из группы ксантофиллов),

придающий бурую окраску водорослям. Центральная часть клетки занята вакуолью.

Запасные продукты – хризоламерин и капли жира (откладывается в пластидах).

Бесполое размножение осуществляется делением ядра и протопласта. Створки протопласты расходятся, каждый протопласт достраивает новую створку (гипотеку). Так как створки не растягиваются, происходит последовательное уменьшение размеров. Оно восстанавливаются при половом размножении.

Половой процесс – своеобразный. Две особи сближаются, сбрасывают створки, обволакиваются слизью. Ядра каждой клетки дважды делятся (редукционно) т. е. с уменьшением числа хромосом. Образуется 4 гаплоидных клетки (тетрады). Две клетки из разных тетрад сливаются, а остальные отмирают. Образуется диплоидная зигота (ауксоспора).

Диатомовые водоросли образовали мощные слои отложения кремниевой горной породы – диатомита, который используется в строительстве для тепловой изоляции, при шлифовке металлов, производстве динамита.

#### **8.2.2.6 Отдел Эвгленовые водоросли – Euglenophyta**

Известно свыше 8 тыс. видов. Все организмы – одноклеточные, веретенообразной формы, подвижные. Большинство живет в пресных водоемах, богатых органикой.

Клеточной стенки нет, но они покрыты белковыми тяжами, образующими тонкую оболочку – перипласт (наружная часть протопласта). У некоторых видов протопласт снаружи формирует панцирь - домик, содержащий соли железа и марганца, от них зависит окраска водоросли.

Из домика через отверстие выходят 1 или 2 жгутика (жгута). На переднем конце находится углубление – глотка, окруженная пульсирующими вакуолями, и глазок. Жгутик прикреплен основанием на дне резервуара и через глотку выходит наружу, поэтому его называют жгутом.

Хлоропласты у них - мелкие с тройной оболочкой и тилакоидами (мембранные мешочки), содержат хлорофиллы «а» и «b», катиноиды и ксантофиллы. Они сходны с хлоропластами высших растений. Имеют разную форму: звездчатую, лентовидную, дисковидную.

В клетке имеется одно ядро, у которого при делении сохраняется оболочка (рисунок 22).

Размножаются водоросли продольным делением. При этом делятся и все органоиды. Половой процесс у них не обнаружен.

Запасное вещество (полисахарид) - парамилон, производное глюкозы (только у них), располагается в виде дисков в цитоплазме.

Эвгленовые участвуют в процессах очищения воды, так как наряду с фотосинтезом могут поглощать органические вещества, а некоторые даже заглатывать бактерии и дрожжи.

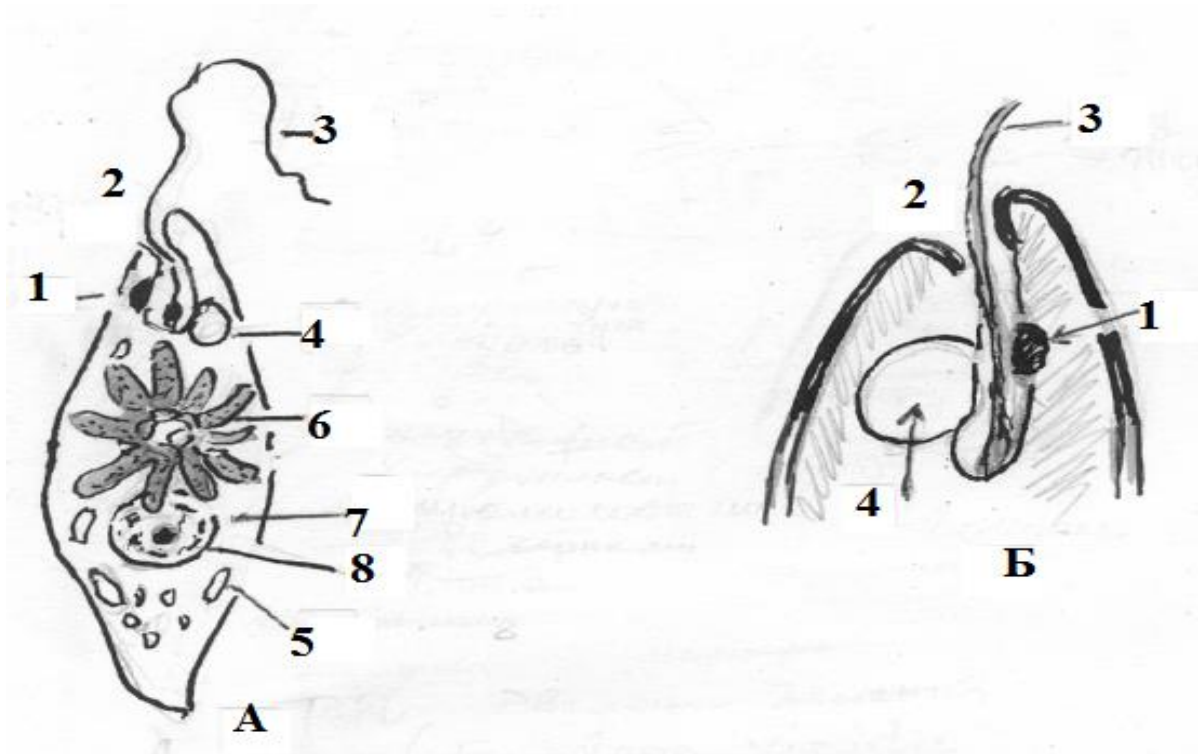


Рисунок 22 – Эвгленовые водоросли (Эвглена зеленая - *Euglena viridis*)

А-строение водоросли:

1-глазок, 2-глотка, 3-жгут, 4-пульсирующая вакуоль, 5-вакуоль, 6- звездчатый хлоропласт с пиреноидами, 7-цитоплазма, 8-ядро.

Б-верхняя часть водоросли: 4-вакуоль, 2-глотка, 3-жгут, 1- глазок.

### 8.2.2.7 Отдел Желто-зеленые водоросли – *Xanthophyta*

Обнаружено около 400 видов в пресных водоемах и морях. Важные компоненты планктона и бентоса, встречаются на влажной почве.

Имеют все основные типы форм и строения талломов: от одноклеточных колониальных до многоклеточных и неклеточных (амебоидных и сифоновых), от одноядерных до многоядерных. Особенности строения показаны на рисунках 23 и 24.

Клеточная стенка сформирована целлюлозными микрофибриллами и часто пропитана кремнеземом, отдельные клетки образуют внутренние цисты (пузырьки).

В протопластах разных видов наблюдаются различные по форме желтые хлоропласты: от дисковых и пластинчатых до звездчатых и чашеобразных. Они содержат хлорофилл «а», каротины и разные ксантофиллы (фукоксантин, вассериоксантин, диадиноксантин и др.), придающие им желто-зеленую окраску. В отличие от зеленых водорослей у них нет хлорофилла «b» и иное строение хлоропластов. У подвижных в передней части хлоропласта располагается красный глазок.

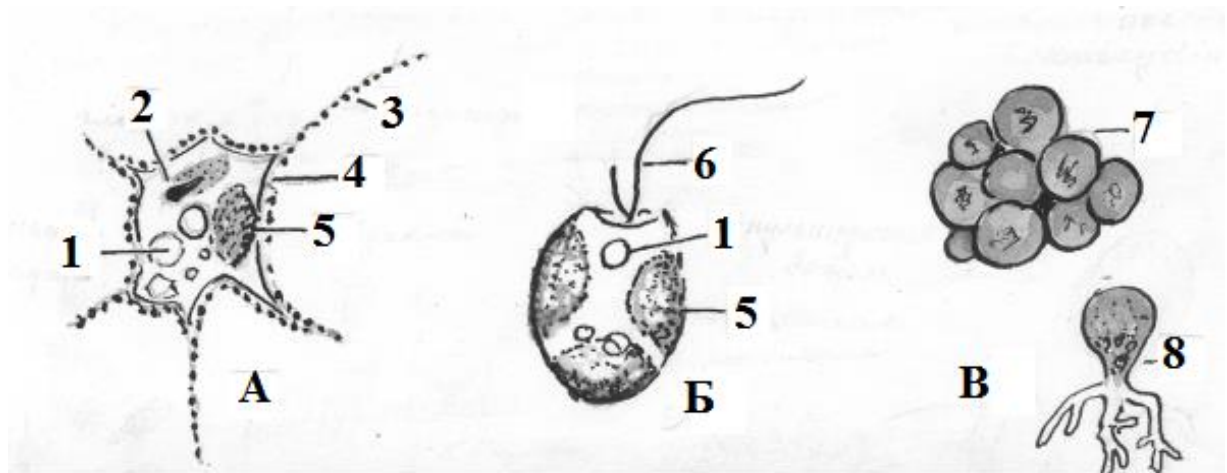


Рисунок 23 – Особенности строения разных желто-зеленых водорослей

А-ксантоподовые - амeboидная структура (Rhizochloris):

1-пульсирующая вакуоль, 2- глазок, 3-ризоподий (выросты, осуществляющие движение), 4-перипласт (тонкая оболочка, позволяющая производить выпячивание), 5-хлоропласт.

Б-ксантомонадовые - монадная структура со жгутиками (Chlorocardion):

1-пульсирующая вакуоль, 5-хлоропласт, 6-разной длины и строения жгутики.

В- ксантококковые - шариковидная структура (Botrydium)

7-колонии водорослей, 8-одионая водоросль.

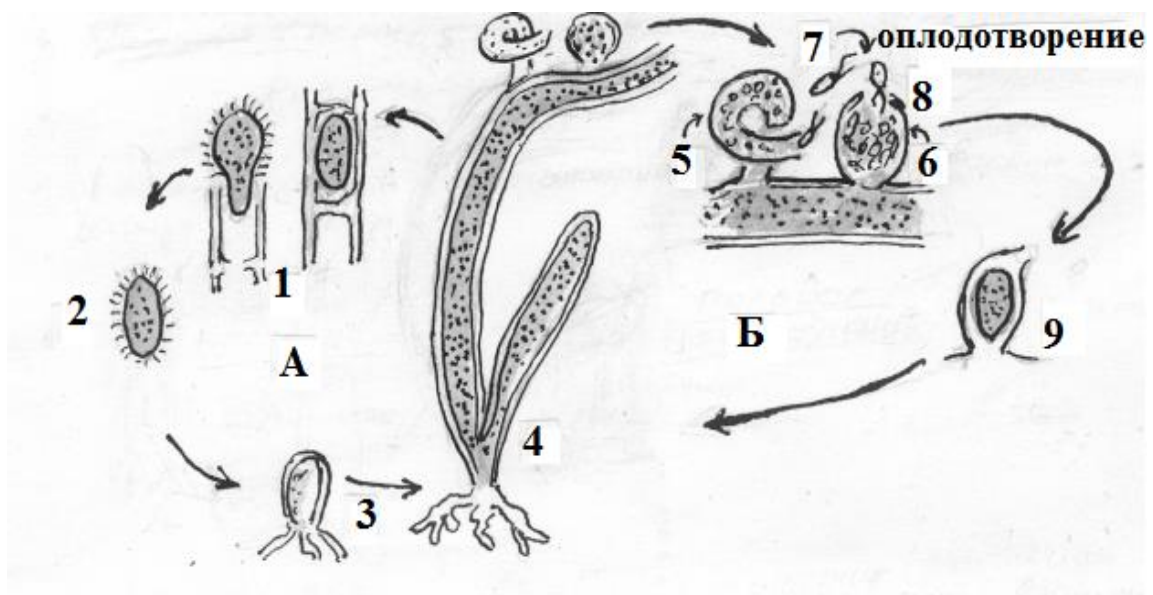


Рисунок 24 – Строение и жизненный цикл желто-зеленой, ксантосифоновой водоросли вошерии (Vaucheria)

А-бесполое размножение:

1-образование зооспор, 2- зооспора, 3- прорастание зооспоры, 4- образование растения.

Б-половое размножение:

5-антеридий, 6-оогоний с яйцеклеткой, 7-сперматозоиды, 8-оплодотворение, 9-зигота, образующая растение.

Запасное вещество – масло и хризламирин. Многие размножаются только вегетативно. Бесполое размножение - зооспорами (двужгутиковыми или многожгутиковыми), образуются на концах нитей. Половой процесс преимущественно изогамный, редко оогамный (у вошерии).

При половом размножении на талломе появляются выросты с шаровидными оогамиями, имеющими одну яйцеклетку, рядом – антеридии с множеством двужгутиковых сперматозоидов.

После полового процесса образуется зигота – ооспора. Она переходит в состояние покоя. Затем в ней происходит редукционное деление и из гаплоидных клеток прорастает новый гаплоидный организм. Желто-зеленые водоросли создают вместе с зелеными первичную продукцию в водоемах.

#### **8.2.2.8 Отдел Харовые водоросли – Charophyta**

Насчитывается около 300 видов. Высокоорганизованная группа водорослей. По внешнему виду напоминают высшие листостебельные растения. Распространены в пресных водоемах и морских заливах. Многолетние и однолетние растения высотой от 10 до 100 см, образуют заросли.

У большинства своеобразный многоклеточный таллом. Тело мутовчато-ветвистое, похожее на хвощ. Его стеблевая часть состоит из узлов и междоузлий. Каждое междоузлие - одна многоядерная до нескольких см клетка, каждый узел состоит из собранных в диск нескольких одноядерных мелких клеток, которые в процессе деления образуют боковые ветви и мутовки «листьев». Позже в узлах появляются коровые клетки, прикрывающие клетку, которая формирует междоузлие.

Клетки междоузлий - крупные (до 5 см), содержат постенную цитоплазму с многочисленными дисковыми хлоропластами без пиреноидов. Ядра располагаются в наружном слое, а многие ядра – во внутреннем.

В нижней части растения находятся ветвистые ризоиды, которыми оно прикрепляется ко дну. На ризоидах образуются «клубеньки», где происходит отложение запасного крахмала, которые могут располагаться и в узлах стеблей.

На верхушке стебля находится делящаяся клетка, за счет которой осуществляется дальнейший рост и дифференцировка клеток. Образовавшиеся «листья» загибаются и защищают верхушечную клетку, образование похоже на почку.

Оболочки клеток - целлюлозные. Хлоропласты содержат такие же пигменты, как и у зеленых водорослей: хлорофиллы «а» и «b» и каротиноиды.

Вегетативное размножение происходит при помощи клубеньков, расположенных в узлах. Бесполого размножения спорами и зооспорами у них нет, имеется только половое с оогамным половым процессом (рисунок 25).



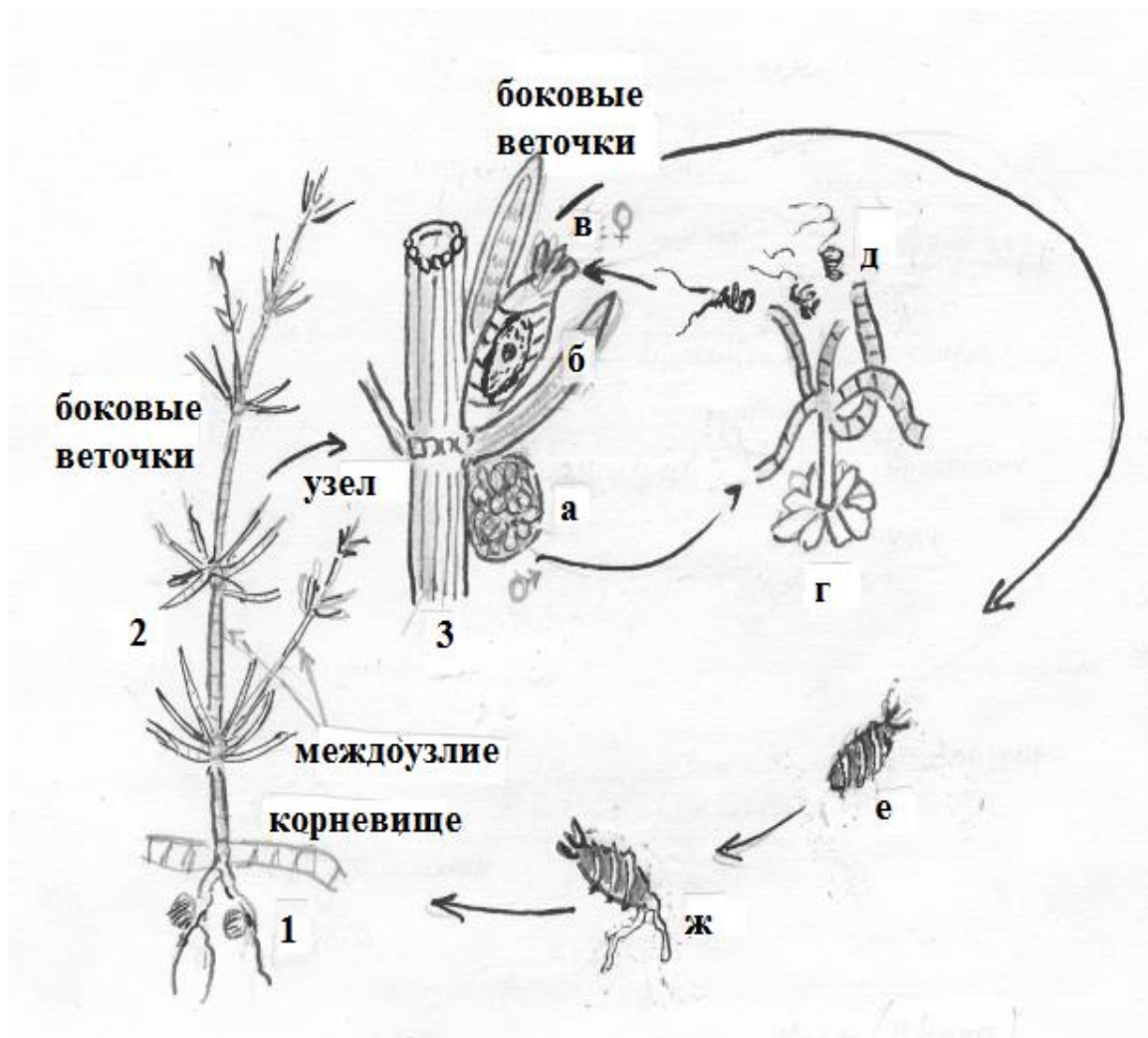


Рисунок 25 – Жизненный цикл Харовых водорослей

1-ризоиды с клубеньками, 2-растение, 3-часть стебля (а-антеридий, б-оогоний с яйцеклеткой, в-коронка архегония, г-щиток с подставкой и спермагенными нитями, д-сперматозоиды, е-зооспора, ж-прорастание зооспоры).

Оогонии и антеридии располагаются рядом при основании узлов. Оогонии – многоклеточные, содержат одну яйцеклетку, защищенную покровами спиралевидных клеток, с короной из мелких клеток на верхушке.

Антеридии имеют сложный процесс формирования. Зрелый антеридий имеет вид шара. В начале он зеленый, а затем становится красного цвета. Внутри его образуются спиралевидноизогнутые длинные двухжгутиковые сперматозоиды (антерозоиды).

Оплодотворенная яйцеклетка дает зиготу. После покоя в ней происходит редукционное деление и образуется предросток – нить, а затем из его почек новое растение. У харовых диплоидна только зигота.

Харовые предпочитают чистую воду. Они распространяются на глубину до 5 м, встречаются на сорокаметровой глубине. Там, где развиваются хары, мало или

отсутствуют личинки комаров, что, вероятно, связано с токсинами, которые они выделяют.

Это пища для водоплавающих птиц. Их используют как удобрения и для физиологических и биологических опытов.

### **8.2.2.9 Отдел Пиррофитовые водоросли – Pyrrophyta**

Насчитывается более 1000 видов пиррофитовых водорослей. Они содержат в хлоропластах хлорофиллы «а» и «с». Запасное вещество – крахмал. У этих водорослей индивидуальный тип митоза. Хромосомы перед митозом не конденсируются. Прикреплены они к ядерной оболочке, сохраняющейся в течение митоза. Ядро во время митоза делится, и хромосомы расходятся вместе с половинками ядра.

## **8.3 Царство Растения – Vegetabilia, или Plantae**

Растения появились 1,5 млрд. лет назад в протерозое. Первые микроскопические организмы, скорее всего, возникли на границе протерозоя и фанерозоя. Все они - автотрофные фотосинтезирующие эукариоты, имеющие ядро (ядерные).

Это или одноклеточные организмы, состоят из одной клетки, выполняющей функции целого организма, или многоклеточные из специализированных клеток, объединенных в ткани и органы. Они различаются по размерам, форме, структуре и выполняемым функциям.

Растительные клетки имеют жесткую, тонкую целлюлозную оболочку, крупную вакуоль, пластиды с хлорофиллом и другими фотосинтетическими пигментами. Преобладающее запасное вещество – крахмал.

Без растений не могут существовать животные. Только они, благодаря хлорофиллу, способны аккумулировать солнечную энергию и создавать органические соединения из минеральных.

### **8.3.1 Подцарство Высшие растения – Embryobionta, или Cormobionta**

Высшие растения объединяют до 300 тыс. ныне существующих автотрофных видов. Зигота дает начало многоклеточному зародышу, который развивается в спорофит. Растения - разные по форме, тело обычно расчленено на стебель, корень и лист. Поэтому их называют зародышевыми, листостебельными или побеговыми.

Для них характерно чередование полового и бесполого поколения (спорофита и гаметофита). У большинства (кроме моховидных) преобладает спорофит с сосудами и трахеидами.

Высшие споровые размножаются спорами. У них спорофит и гаметофит разобщены во времени и пространстве и являются самостоятельно существующими организмами.

К высшим споровым относятся отделы вымерших споровых растений: риниофиты и зостерофиты, а так же моховидные, плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные.

Вторую группу высших растений составляют семенные. Они имеют редуцированный женский гаметофит, который развивается на спорофите, и мужской гаметофит. Он переносится в виде пыльцевого зерна к яйцеклетке. После оплодотворения образуется диплоидная зигота, она развивается в зародыш, окруженный покровами, - семя, которое служит для размножения. Их делят на голосеменные и покрытосеменные или цветковые.

Высшие споровые освоили сушу около 415...430 млн. лет назад. Согласно одной из версии, они произошли непосредственно от водорослей. Наземное существование требовало изменений формы и строения. У них появились элементарные органы: дихотомически разветвленная ось, на ней веточки – теломы, на нижнем конце - корневищеподобные веточки – ризомодии с ризоидами (прототипы корневых волосков). Появились органы фотосинтеза – листья. У плауновых они образовались как выросты на осевых органах, у других - из боковых веточек.

Листья первоначально не только фотосинтезировали, но и несли на себе спорангии, в которых в результате редукционного деления формировались многочисленные гаплоидные споры.

У равноспоровых они были одинаковой величины, у разноспоровых (более развитых) – разной (мелкие – микроспоры и крупные – мегаспоры). Из микроспор образовывался мужской гаметофит с антеридиями, из мегаспор – женский гаметофит с архегониями. В антеридиях развивались подвижные жгутиковые гаметы – сперматозоиды, в архегониях созревали яйцеклетки.

Объединение сперматозоидов и яйцеклеток осуществлялось в воде. После оплодотворения формировалась зигота, она давала начало зародышу, из него вырастал спорофит.

Редукция (уменьшение количества) хромосом происходила при образовании спор, которые были гаплоидными.

### 8.3.1.1 Отдел Риниевые – Rhyniophyta

Древние растения, жили 415 млн. лет назад в конце силурийского периода, вымерли в среднем девоне (300 млн. лет назад).

Это были растения высотой от нескольких см до 50 см и толщиной около 5 мм. Имели дихотомически разветвленную надземную часть, которая заканчивалась крупными (до 12 мм) верхушечными спорангиями, и горизонтальную часть, напоминающую корневище – ризомоид со многими ризоидами. Центральная часть осевых органов имела слаборазвитую ксилему из трахеид, кору, эпидерму с устьицами.

Существовали также псилофиты с более высокой специализацией. Они имели выросты на стебле в виде шипиков, которые увеличивали фотосинтетическую поверхность. Спорангии были попарно сближены и располагались на боковых ветвях.

Произрастали риниевые на заболоченных местах. Считают, что они были исходной группой, которая дала плауны, хвощи и папоротники.

### 8.3.1.2 Отдел Зостерофилловые – *Zosterophyllophyta*

Небольшая группа среднедевонских растений, жила 350-400 млн. лет назад. Имела много общего с риниевыми. Отличались боковым расположением спорангиев, часто собранных в колосовидное образование. У них не было листовых образований.

Прямостоячий стебель имел центростремительное развитие ксилемы с более совершенными лестничными трахеидами и был сверху покрыт кутикулой. Шаровидные спорангии сидели на коротких ножках и раскрывались на верхушке щелью. Подземные побеги дихотомически ветвились.

По всей вероятности, они произрастали на засоленных местах. Этим объясняется их некоторая ксероморфность. Занимали промежуточное положение между риниевофитами и плауновидными.

### 8.3.1.3 Отдел Моховидные – *Bryophyta*

Современные моховидные представлены 25 тыс. видов. Древнейшие ископаемые формы известны с карбона, но, видимо, они появились раньше. Моховидные - единственная группа растений, у которых эволюция пошла с сокращением спорофита (регрессивное развитие).

Это низкорослые растения. Их тело у одних представляет собой слоевище (таллом), у других – расчленено на стебли и листья, но нет корней, и вода всасывается ризоидами - выростами эпидермы (рисунок 26).

Они могут быть двудомными и однодомными. У листостебельных форм имеются ассимиляционные, механические и проводящие ткани (сходные с трахеидами и ситовидными клетками).

Цикл развития - с чередованием поколений, но доминирует половое (гаметофит). Кроме того, спорофит развивается на гаметофите, и представляет с ним как бы одно растение.

Бесполое поколение (спорофит) называют спорогоном. Он состоит из коробочки со спорами, которая прикреплена к гаметофиту ножкой. Ножка имеет присоску, которая внедряется в его тело.

Половое поколение развивается из споры. Вначале образуется проросток – протонема. На ней формируются почки, а из них вырастает пластинчатое слоевище, либо облиственные стебли. Питается самостоятельно. Органы полового размножения (антеридии и архегонии) – многоклеточные, защищенные наружным слоем клеток, располагаются группами. Антеридии имеют вид продолговатых мешочков. В результате редукционного деления в мешочках образуются двухжгутиковые сперматозоиды. Архегонии – бутыльчатой формы с шейкой и брюшком, в нем находится крупная яйцеклетка. Половые клетки - гаплоидные.

Многочисленные сперматозоиды передвигаются в воде, проникают в архегоний и сливаются с яйцеклеткой. Образуется диплоидная клетка - зигота. Нахо-

дьясь в архегонии, зигота прорастает в спорогон, имеющий коробочку, где в течение нескольких месяцев (до двух лет) вызревают споры. Образованию спор предшествует редукционное деление, в результате количество хромосом уменьшается в два раза. Споры имеют гаплоидный набор.

Мхи отличаются медленным ростом (1...2 мм в год), но общая масса увеличивается значительно.

Распространены мхи в разных местах, но предпочитают увлажненные.

Их делят на три класса: маршанцевые или печеночники, антоцеротовые и листостебельные.

### 8.3.1.3.1 Класс Печеночники, или Печеночные мхи, - *Marchantiopsida*, или *Hepaticopsida*

Печеночные мхи насчитывают 6 тыс. видов. В отличие от других мхов у них слабо развита протонема. Гаметофит имеет форму слоевища или листостебельного растения.

Наиболее типичный представитель – Маршанция многообразная (*Marchantia polymorpha*), распространена на болотах и в лесах. Ее тело имеет вид темно-зеленой дихотомически ветвящейся пластинки. Слоевище сверху покрыто эпидермой с устьицами, ассимиляционная ткань разделена перегородками на воздушные камеры. Внутри их имеются ассимиляторы (нити из хлорофиллоносных клеток). Сверху камеры находится устьице с широким отверстием (рисунок 26 А).

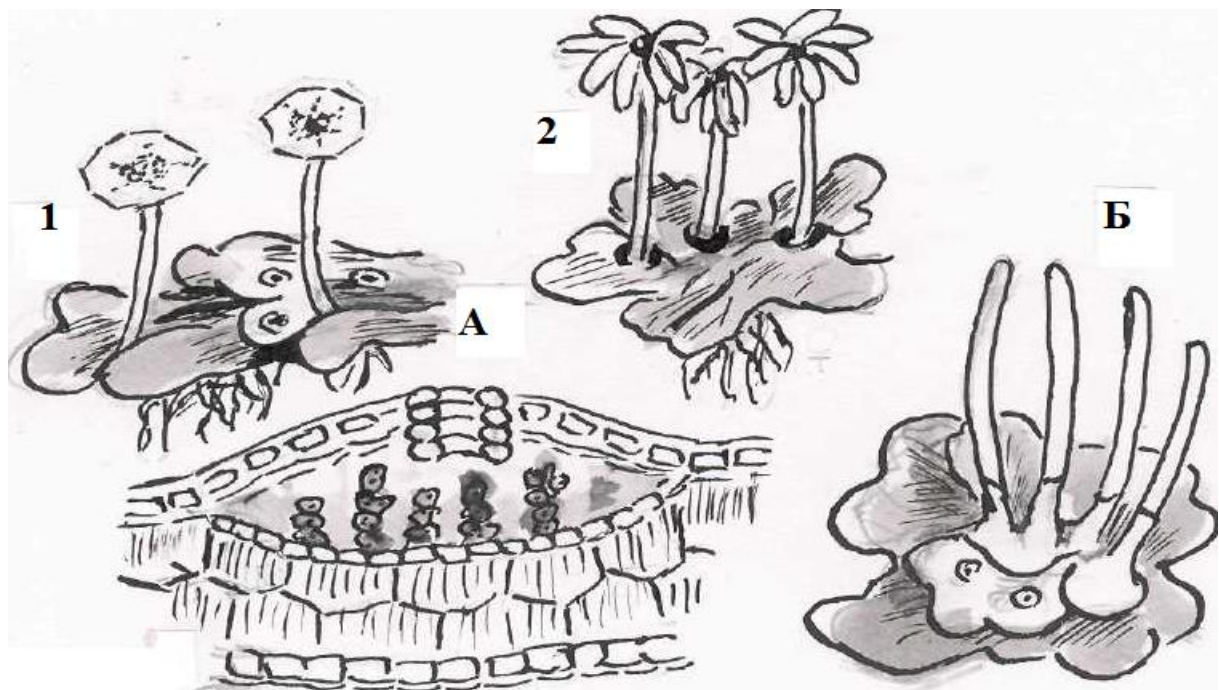


Рисунок 26 – Маршанцевые и антоцеротовые мхи

А – маршанцевые (*Marchantia*):

1-мужское слоевище с подставками,

2-женское слоевище с подставками,

3-строение слоевища (воздушная камера с ассимиляторами и устьицем),

Б – антоцеротовые (*Anthoceros*).

Растение - двудомное. На одном растении развиваются подставки, их верхушка напоминает многолучевую звездочку, где образуются архегонии с яйцеклеткой, на других - мужские подставки в виде плоского восьмиугольного диска, где формируются антеридии, дающие сперматозоиды.

Спорофит маршанции образуется после слияния половых клеток. Это - коробочка на короткой ножке, без колпачка, снаружи окружена прозрачным мешочком и прикреплена к гаметофиту присоской. В ней располагаются споры и элатеры (пружинки, служащие для разрыхления массы спор). Раскрывается по створкам.

При благоприятных условиях спора прорастает в протонему (нить). Из ее верхушки формируется тело маршанции.

При вегетативном размножении на верхней части слоевища образуются выводковые почки (линзовидные зеленые тельца в «корзинках»).

### **8.3.1.3.2 Класс Антоцероновые – Anthocerotopsida**

Из 300 видов только 2 встречаются на территории России.

Распространены в странах с теплым климатом. Строение - примитивное. Слоевище ярко-зеленое, до 3 см, розетковидное, прижатое к субстрату (рисунок 26-Б). Отличается тем, что имеет пластинчатые хлоропласты с пиреноидами. Антеридии и архегонии развиваются на одном слоевище, но раньше созревают антеридии. Это предотвращает самооплодотворение. Спорогонии роговидной или стручковой формы (до 10 см и более), коробочки раскрываются двумя створками. В них – споры с элатерами (бесплодными клетками-пружинками).

Гаметофит быстро разрушается, спорофит, обладающий хлорофиллом и ризоидами некоторое время, может существовать самостоятельно.

Многие виды размножаются вегетативно – клубеньками, которые образуются по краю или на нижней стороне слоевища.

### **8.3.1.3.3 Класс Листостебельные мхи – Bryopsida, или Musci**

Самый крупный класс моховидных, включает около 15 тыс. видов. Гаметофит имеет радиально или двусторонне облиственные стебли. Они имеют разную анатомическую и морфологическую структуры. Часто на них образуются выводковые почки. Архегонии и антеридии собраны группами на верхушке стеблей или на коротких боковых ветвях.

Существуют двудомные и однодомные мхи. Гаметофиты двудомных, несущие антеридии, после их созревания отмирают. У однодомных антеридии образуются на листьях.

После оплодотворения яйцеклетки на гаметофите развивается спорогон (спорофит) с ножкой и коробочкой бокальчатой формы. Она имеет крышечку, колечко, урночку и шейку. У некоторых видов на ней имеется колпачок. Основание коробочки расширено в виде диска (апофиз), бывает ярко окрашено, выделяет секрет-вещество, привлекающее мух. Они участвуют в распространение спор.

После сбрасывания крышечки открывается ряд зубчиков – перистом. Зубчики обладают гигроскопичностью и при изменении влажности регулируют рассеивание спор. В центре коробочки располагается колонка из безхлорофильных клеток.

Вегетативное размножение осуществляется ризоидальными клубеньками.

Класс листостебельных мхов делится на три подкласса: Сфагновые (*Sphagnidae*), Андреевые (*Andreacidae*) и Бриевые мхи (*Bryidae*).

Листостебельные мхи играют большую роль в создании фитоценозов.

### 8.3.1.3.3.1 Подкласс Сфагновые мхи – *Sphagnidae*

Сфагновые, или белые мхи представляют одно семейство, в котором около 350 видов. В России произрастают 42 вида. Они образуют дерновинки разного размера.

Стебли с многочисленными боковыми веточками, которые образуют верхушечную розетку. В центральной части стебля располагаются паренхимные клетки, выполняющие проводящую и запасную роль. Они окружены кольцом клеток с толстыми оболочками, которые выполняют механическую роль. На периферии расположены крупные мертвые клетки.

Листья веточек и стебля разные. Все они - однослойные, без жилки состоят из двух типов клеток: узких длинных хлорофиллоносных, которые окружают крупные, бесцветные со спиральными или кольчатыми утолщениями – водоносные или гиалиновые клетки.

Сфагновые мхи бывают однодомные или двудомные, но антеридии располагаются в пазухах покровных листьев по одному, а архегонии по 1...5 – на верхушках укороченных, крупнолистных веточек. Из одной оплодотворенной яйцеклетки образуется спорогоний, состоящий из шарообразной коробочки на короткой ножке, которая имеет крышечку. Цикл развития изображен на рисунке 27.

Половое поколение (гаметофит) начинается со спор. Они дают протонему, которая прорастает в растение. На ней образуются архегонии с яйцеклеткой и антеридии со сперматозоидами. После слияния половых образуется диплоидная клетка. Из нее развивается спорофит (ножка с коробочкой), в ядрах спорогенной ткани коробочки происходит редукционное деление, и образуются споры.

Сфагновые мхи растут на очень влажных местах. У них нет ризоидов, и влага поступает непосредственно в стебель и листья, где накапливается огромное количество воды (в 30...40 раз превышающее массу самого мха).

Нижняя часть растений отмирает. Этому способствуют застойное увлажнение, отсутствие кислорода и кислая среда. Создаются неблагоприятные условия для разложения отмерших частей, и образуются залежи торфа.

Торф применяется в сельском хозяйстве как удобрение, подстилка для скота. Используется как топливо, строительный материал (в виде прессованных плит), содержит противогнилостное вещество (сфагнол), обладающее бактерицидными свойствами.

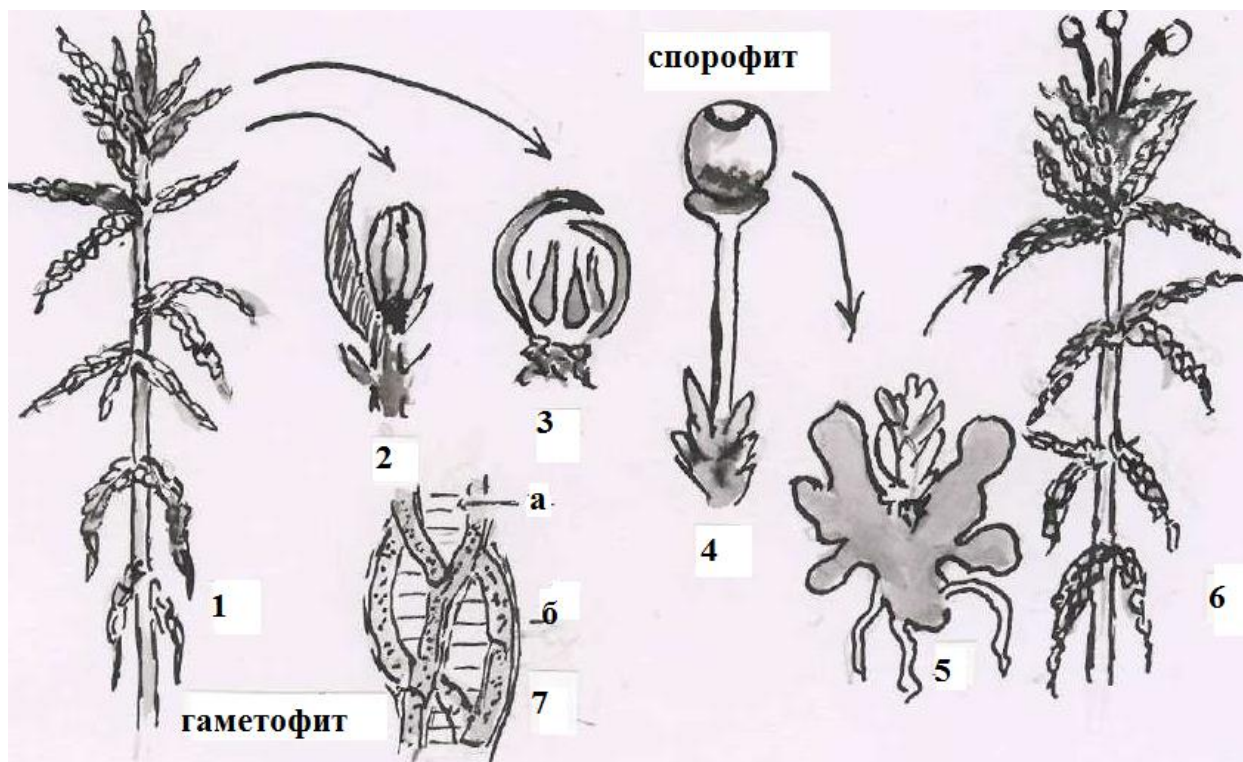


Рисунок 27 – Цикл развития сфагнума

1-растение (гаметофит), 2-антеридий, 3-архегоний, 4-спорофит с коробочкой со спорами, 5-протонема (гаметофит с молодым растением), 6-растение со спороносными коробочками, 7-строение коробочки: а-хлорофилоносные, б-гиалиновые клетки.

### 8.3.1.3.2 Подкласс Андреевые мхи – *Andreaeidae*

Подкласс андреевые, или черные мхи насчитывает около 120 видов. Это маленькие подушковидные дернинки от красно-бурого до черного цветов, с многократно ветвящимися побегами и листьями из одного ряда клеток без жилки или с жилкой. Их стебли состоят из однородных толстостенных клеток. Коробочка особого строения, без крышечки на ложной ножке (вырост гаметофита), открывается четырьмя трещинами.

Прикрепляются растения многоклеточными ризоидами к камням.

Скальные растения–пионеры. Обитают на сухих кислых горных породах (гранитах). Встречаются в высокогорных областях Арктики и Антарктиды.

В нашей флоре произрастает Андрея скальная (*Andreaea rupestris*).

### 8.3.1.3.3 Подкласс Бриевые, или Зеленые мхи – *Bryidae*

Наиболее обширный подкласс листостебельных мхов, насчитывает свыше 14 тыс. видов. Из них 2 тыс. встречаются в нашей стране.

Многолетние, реже однолетние растения от 1 до 60 см высотой, зеленой, бурой и почти черной окраски.



Стебель у них моноподиально или симподиально ветвящийся с радиальным или двурядным расположением листьев. Листья имеют из нескольких слоев клеток, с жилками или без них. Осевая часть стебля – из вытянутых клеток, выполняющих проводящую роль (соответствует ксилеме и флоэме). У основания стебля развиваются многоклеточные ризоиды - аналоги корней, содержащие хлоропласты.

Гаметофит и спорофит имеют сложное разнообразное строение. В отличие от сфагновых у них нет гиалиновых (водоносных) клеток.

Органы полового размножения располагаются на разных особях (разных гаметофитах). Строение архегониев и антеридиев - сходное со сфагновыми мхами.

Спорофит (спорогон) образуется после полового процесса из диплоидной зиготы и имеет более сложно устроенную коробочку с ножкой. Верхняя часть ее сильно разрастается. Она ярко окрашена. До созревания коробочка у некоторых видов прикрыта волосистым колпачком и имеет приспособление для рассеивания спор – перистом с двойным рядом зубчиков. Из спор образуется протонема (ветвящаяся нить), на которой закладываются особые почки. Из них развивается гаметофит.

Бриевые мхи обитают в разных климатических зонах и экологических условиях: в лесу и на болоте, от тундры до пустынь. Часто образуют сплошной покров. Каждому местообитанию свойственны свои виды мхов. Они являются составной частью лесных фитоценозов: для дубрав и смешанных лесов мниум (*Mnium*), климациум (*Climacium*), в северных лесах - плеуроциум (*Pleurozium*), дикранум (*Dicranum*). Хилокомиум (*Hylacomium*) вместе с плеуроциум Шребера встречаются на напочвенном покрове равнинных и горных лесов. Фунария (*Funaria*) – одно – двулетники, обитает на всех континентах, часто растут на пожарищах в лесу. Напочвенный покров тундровых болот и лесов образуют дикранумы. Многие виды из бриевых мхов – эпифитные растения, растут на деревьях и на гнилой древесине.

Наиболее распространен *Polytrichum commune* и другие виды кукушкина льна. Цикл развития его показан на рисунке 28.

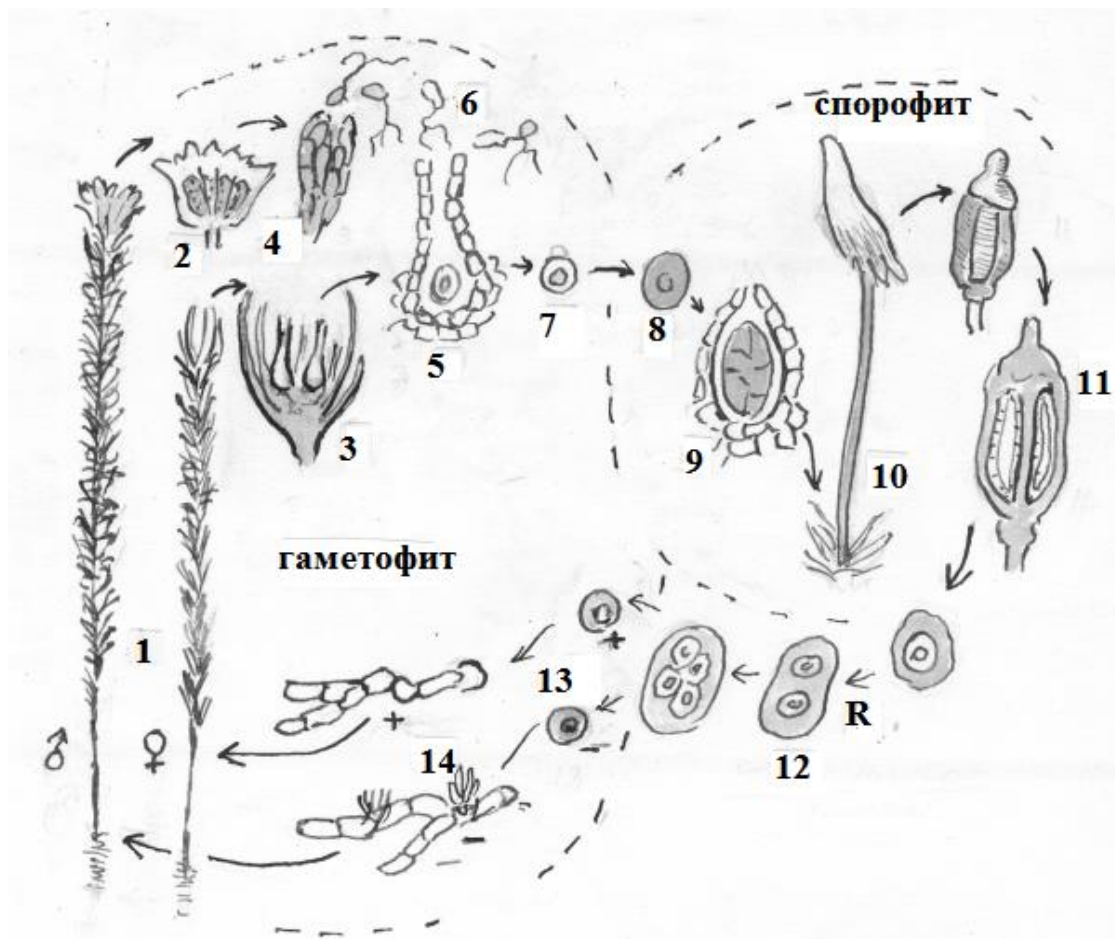


Рисунок 28 – Жизненный цикл зеленого мха (*Polytrichum commune*)

А-гаметофит:

1- растения (мужской и женский гаметофит), 2-антеридии, 3-архегии, 4-антеридий со сперматозоидами, 5-архегий с яйцеклеткой, 6-сперматозоиды, 7-оплодотворение

Б-спорофит:

8-зигота, 9-прорастание зиготы, 10-спорогон с коробочкой, прикрытой колпачком, 11-коробочка со спорогенной тканью, 12-редукционное деление и образование спор, 13-прорастание спор, 14- образование протонемы.

### 8.3.1.4 Отдел Плауновидные – *Lycopodiophyta*

Плауновидные - одна из древнейших групп высших растений. Возникли в среднем девоне (около 375 млн. лет назад). В палеозое достигли гигантских размеров в виде чешуедрезов – лепидодендронов высотой до 40 м и толщиной более 1 м. У них была дихотомически ветвящаяся крона и шиловидные листья. В карбоне (каменно – угольный период) появились сигиллярии - низкорослые, менее разветвленные. В мезозое их сменили 1...2-метровые растения с неразветвленным стеблем и верхушечным стробилом. Лепидодендроны, сигиллярии, гигантские хвощевидные образовали основные запасы каменного угля.

Большинство плауновидных к настоящему времени вымерли. Сохранилось около 1200 видов, объединенных в два класса: Плауновые - *Lycopodiopsida* и Полушниковые, или Шильниковые - *Isoëtopsida*.

Современные плауновидные – многоклеточные травянистые растения с дихотомически ветвящимся стеблем и простыми с жилкой листьями, расположенными спирально, супротивно или мутовчато. Они имеют корневище с придаточными корнями.

В цикле развития преобладает спорофит. Спорофиллы (листья, на которых располагаются одиночные спорангии) по цвету и форме похожи на обычные листья. Они размещаются на стебле, чередуясь с обычными ассимиляционными листьями, или собраны на верхушке в спороносный колосок (стробил). Среди плауновидных имеются равноспоровые и разноспоровые растения.

#### 8.3.1.4.1 Класс Плауновые – *Lycopodiopsida*

Насчитывает 200 видов. Многолетние травы, неспособные к вторичному утолщению. Спорофит - многолетнее вечнозеленое растение. Спорофиллы нередко образуют стробилы. Спорангии - одиночные почковидные, расположены на нижней стороне или в пазухе спорофиллов. Споры – мелкие, равные по величине (равноспоровые).

Гаметофит (заросток) – бесцветный в виде клубенька, обоеполый, вступает в симбиоз с грибами. Развивается в течение 6...15 лет.

Плаун сплюснутый – *Lycopodium complanatum* с веерообразно расположенными, вильчатыми побегами и 2...6 спороносными колосками, встречается в сосновых, сосново-пихтовых и смешанных лесах.

Плаун годичный – *L. annotinum* с ползучим стеблем и одиночными спороносными колосками, произрастает в хвойных лесах по всей России.

Плауны с ползучими побегами – булавидный и сплюснутый, растущие в редкостойных сосняках на песчаной почве, иногда образуют «ведьмины круги». Они возникают при вегетативном размножении спорофитов. Имеют разные очертания, их ширина зависит от скорости и продолжительности роста ползучих побегов.

Плаун Баранец обыкновенный – *Huperzia selago* встречается в лиственных лесах на альпийских и субальпийских лугах, редко в сосняках и ельниках. Спорангии расположены в пазухах спорофиллов, не отличаются от обыкновенных листьев. Стебель - короткий, дихотомически ветвящийся. Вместо спорангиев часто образуются выводковые почки. Растение ядовитое.

Плаун булавовидный – *L. clavatum*, произрастает в лесной зоне хвойных лесов, имеет ползучий стебель с 2...3 или 4 спороносными колосками. Цикл развития плауна булавовидного представлен на рисунке 29.

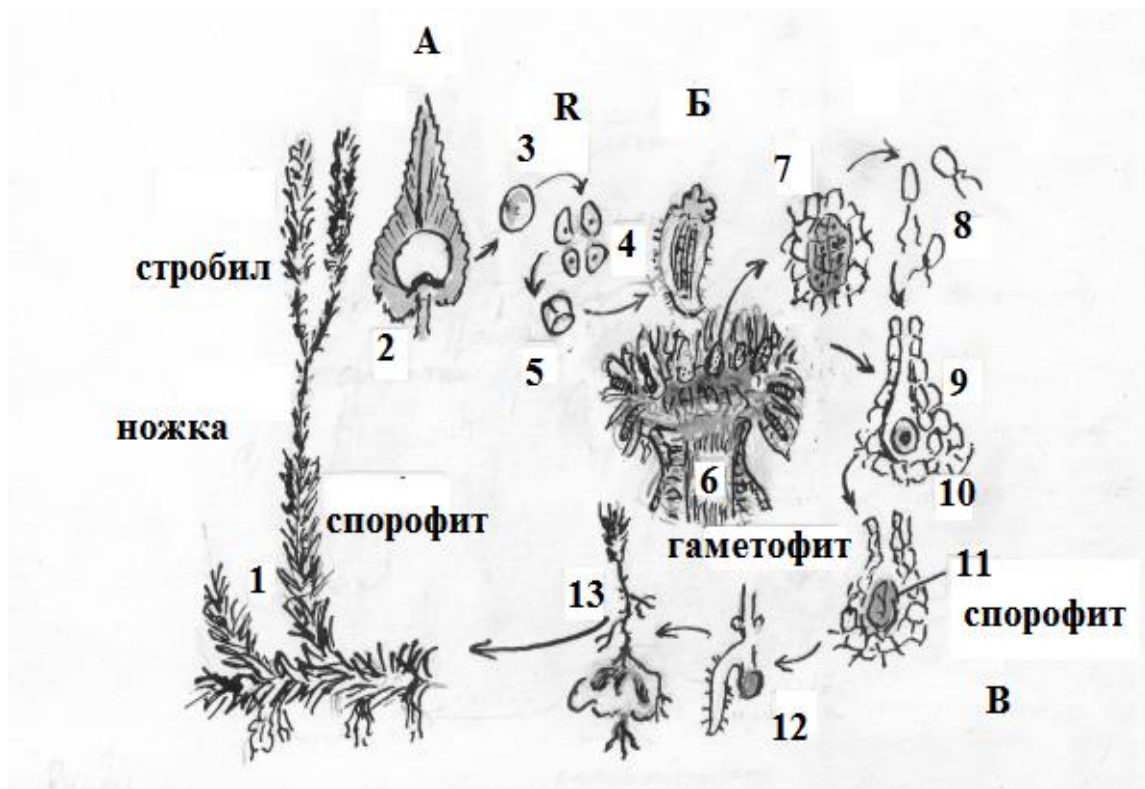


Рисунок 29 – Жизненный цикл плауна булавовидного.

А-спорофит:

1-растения со спороносными колосками, 2-споролистик со спорангием, 3-редукционное деление спорогенной ткани и образование спор.

Б-гаметофит:

4-тетрады спор, 5-спора, 6-проращение спор и образование заростка с антеридиями и архегониями, 7-антеридий, 8-сперматозоиды, 9-архегоний с яйцеклеткой, 10-оплодотворение и образование зиготы.

В-спорофит:

11-зигота, 12-проращение зиготы, 13-проросток.

Споры плаунов содержат невысыхающие масла. Споры применяют в медицине в качестве детской присыпки, при фасонном литье металлов; используют также для получения желтой (плаун баранец) и зеленой (плаун сплюснутый) краски.

### 8.3.1.4.2 Класс Полушниковые, или Шильниковые – Isoëtopsida

Многолетние разноспоровые растения. Листья - простые, цельные, с язычком на верхней поверхности. От стебля отходят придаточные корни. Спорангии располагаются в пазухах листьев или на верхней его поверхности. Гаметофиты - однополые, не покидают оболочек спор.

Класс полушниковые делят на два порядка: селлагинелловые и шильниковые (полушниковые).

Селагинеловые (Selaginellales) растут в сырых тропических лесах (их 600 видов). Встречаются в средней полосе. Имеют вид небольшого растения. Микроспорангии и мегаспорангии у большинства находятся на одном стробиле. Мегаспорангии более крупные. Гаметофиты не покидают оболочку спор. Мужской гаметофит сильно редуцирован, представлен одним антеридием. Из спермагенных клеток образуются двужгутиковые сперматозоиды, которые из микроспорангия выходят наружу. Женский гаметофит развивается внутри мегаспоры. После оплодотворения образовавшийся зародыш - спорофит долгое время связан с гаметофитом. Цикл развития показан на рисунке 30.

Разноспоровость, редукция гаметофитов, образование внутри мегаспоры женского заростка привело в процессе эволюции к появлению семенных растений (рис.30).

Шильниковые (Isoetales) имеют простой укороченный стебель. На верхней части его располагаются розеткой линейно-шиловидные листья, а его нижняя часть представляет корненосец - ризофор с придаточными корнями. Стебли способны к вторичному утолщению, имеют многожгутиковые сперматозоиды. Полушниковые способны расти на бедных питательными веществами чистых озерах, загрязнения водоемов не выносят. Их разводят в аквариумах.

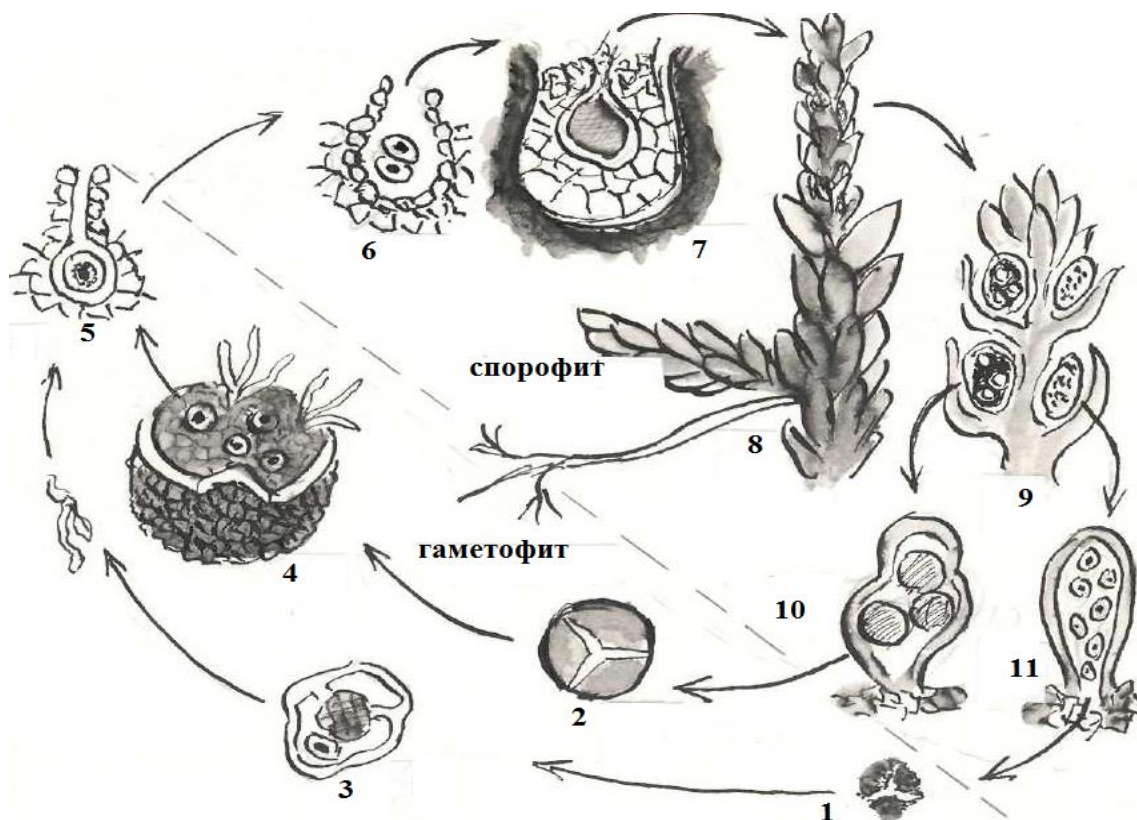


Рисунок 30 – Цикл развития селагинеллы

1-микроспора, 2-мегаспора, 3-мужской гаметофит, 4-женский гаметофит с оболочкой мегаспоры, 5-архегонии с яйцеклеткой, 6-деление зиготы, 7-молодой спорофит на гаметофите, 8-общий вид растения, 9-спороносный колосок, 10-мегаспорангий с мегаспорами, 11-микроспорангий с микроспорами.

## Порядок Селагинелловые – Selaginellales

К этому порядку относится только одно семейство Селагинелловых (Selaginellaceae) с единственным родом Селагинелла (Selaginella), насчитывающим около 700 видов. Большинство представителей рода – тене- и влаголюбивые растения тропических лесов, внешне напоминающие мхи.

## Порядок Полушниковые – Isoëtales

Одно семейство Полушниковых (Isoëtaceae) включает один род Полушник (Isoëtes), который объединяет 70 видов. Почти все полушники – погружено-водные многолетние травы с коротким вертикальным утолщенным стеблем и розеткой линейно-шиловидных цилиндрических листьев. Основание стебля образует утолщение (резидор), на котором формируются корни.

### 8.3.1.5 Отдел Псилотовидные – Psilotophyta

В отделе 12 видов и два рода (псилот и тмезиоптерис). Распространены в тропиках и субтропиках. В них сохранились примитивные черты строения, что свидетельствует об их очень древнем происхождении.

Ныне живущие представители не имеют корней. Вместо них - особый вид корневища (ризомойды) - тонкие дихотомически ветвятся, не имеют проводящих тканей и чешуек, покрыты ризоидами, наружные клетки с эндофитным грибом. Наземные оси (стебли) отходят от ризомойды, имеют дихотомическое ветвление, на стебле находятся чешуйчатые придатки в виде пластинок (у тмезиоптериса - листьев). Предполагают, что они представляют выросты стебля. Устьица - примитивные.

У псилотовидных спорангии срастаются по 2...3 в синангии (как у риниевых). Но они сохранили примитивное строение, их спорангии имеют толстую стенку из 4 ... 6 слоев клеток, значительная часть спорогенных клеток разрушается и идет на питание, являются равноспоровыми. Концы ризоидов разрастаются и дают выводковую почку, из нее образуется начало новому ризомойду.

Гаметофит – крупный, дважды дихотомически разветвленный, покрыт ризоидными с антеридиями и архегониями на поверхности.

Это эпифитные растения: растут на стволах или у основания древовидных папоротников и пальм или у основания стволов.

Предполагают, что они произошли от риниевидных, но по специализации ушли далеко от них.

### 8.3.1.6 Отдел Хвощевидные – Equisetophyta

Хвощевидные появились в девоне (415-370 млн. лет назад) и вместе с плауновидными господствовали в каменноугольном и пермском периоде, достигали в высоту 15...20 м. Большинство хвощевидных вымерло.

Отличались членистостью побегов. Второй особенностью их было наличие особых структур – спорангиофоров, это особые спорофиллы, несущие спорангии. Они имеют вид шестиугольных щитков на ножке, на внутренней поверхности которых располагаются спорангии. Спорангиофоры собраны на верхушке стебля в стробилы (их часто называют спороносными колосками).

Современные хвощевидные представлены только одним родом – *Equisetum* и насчитывают около 30 видов, из них в наших условиях встречается 17. Все они – травянистые равноспоровые, имеют одинаковые по внешнему виду споры с элатерами (спирально расположенные на их поверхности ленты). Так как большинство из них имеют раздельно-полые гаметофиты, это способствует совместному произрастанию мужских и женских особей.

### 8.3.1.6.1 Класс Хвощовые – *Equisetopsida*

Хвощи – многолетние травы с узловатым (членистым) стеблем и сильно разветвленным, часто глубоко расположенным в почве корневищем. Стебли имеют чешуевидные бурые листья, сросшиеся в трубочку, и мутовчатое ветвление. Основание каждого междоузлия охватывает листовое влагалище. Его листочки защищают зону вставочной меристемы. По ним можно определить вид хвоща. На внутренней поверхности их, а иногда и влагалища располагаются водные устьица. Они отличаются от обычных вентиляционных. В замыкающих клетках нет хлоропластов, а стенки одинаковой толщины. Они всегда открытые. Вода, поступающая по трахеидам жилок через мелкоклеточную паренхиму, попадает к ним и выделяется наружу.

В узлах корневища хвощей образуются клубеньки, богатые крахмалом.

У хвощей наблюдается чередование поколений с преобладанием бесполого. Половое поколение сильно редуцировано и представлено зеленым маленьким заростком (несколько мм). Цикл развития хвоща полевого показан на рисунке 31.

У большинства хвощей из спор образуются раздельнополые заростки (мужские и женские), но у некоторых (хвощ полевой) женские гаметофиты могут стать обоеполыми. Таким образом, у хвощей встречается три типа гаметофитов. В архегониях образуется яйцеклетка. В антеридиях образуются многожгутиковые сперматозоиды. После оплодотворения зигота переходит в покой, а затем образует спорофит.

У некоторых хвощей – два типа побегов: вертикальные бесцветные спороносные – появляются весной и зеленые вегетативные – летом. У большинства спороносные колоски расположены на верхушках зеленых побегов.

Хвощи распространены на всех континентах в местах с избыточным увлажнением по берегам водоемов, в низинных болотах и в сырых лесах.

Чаще всего встречается хвощ полевой (*Equisetum arvense*), у него спороносные побеги появляются ранней весной – они толще зеленых и после спороношения отмирают. Позже из того же корневища развиваются зеленые вегетативные побеги. В лесной зоне он – трудноискореняемый сорняк.

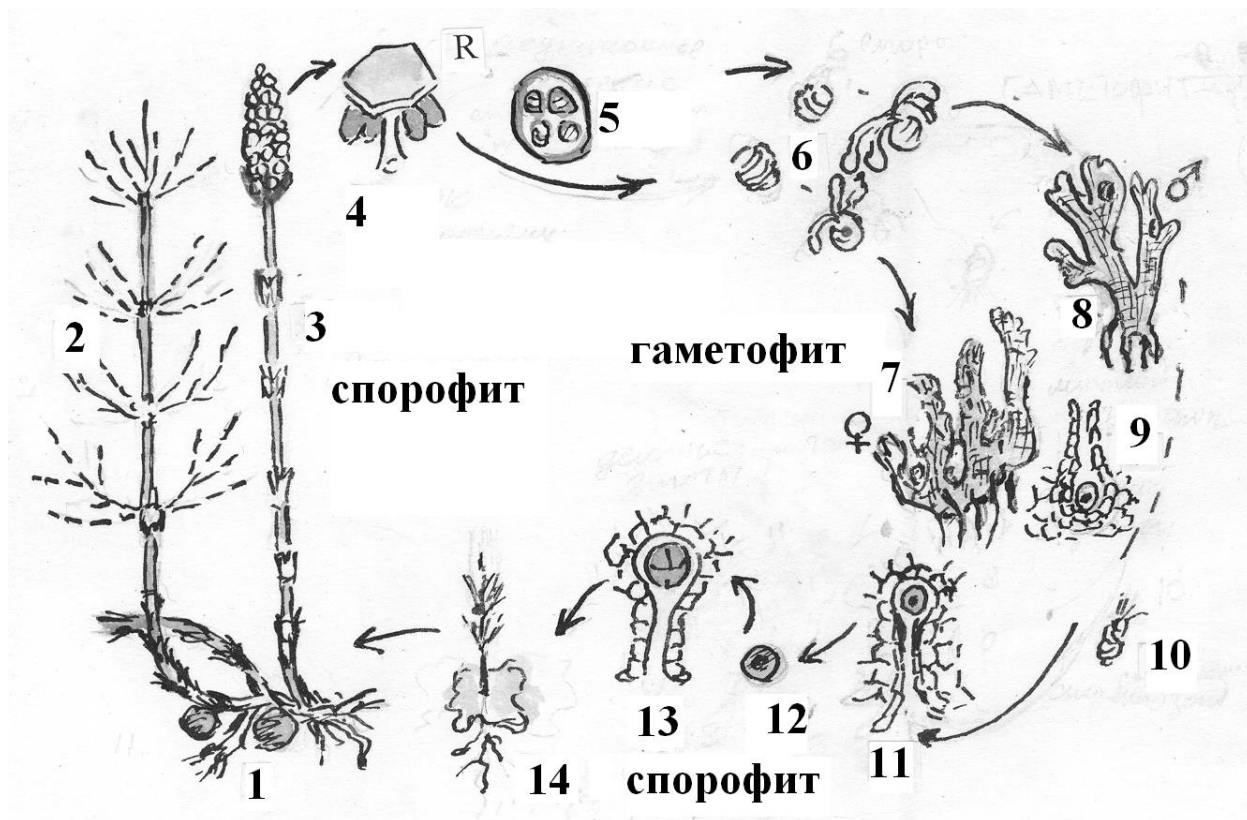


Рисунок 31 – Жизненный цикл хвоща полевого - *Equisetum arvense*

А-спорофит: 1-клубеньки, 2-хлорофилонный стебель, 3-спороносный стебель со спороносным колоском, 4-щиток (видоизмененный споролистик) со спорангиями, 5-редукционное деление спорогенных клеток и образование спор.

Б-гаметофит: 6-споры с элоторами, 7- женский заросток с архегониями, 8- мужской заросток с антеридиями, 9- архегоний с яйцеклеткой, 10-сперматозоид, 11-оплодотворение и образование зиготы.

В-спорофит: 12—зигота, 13-прораствание зиготы и образование проростка, 14-проросток.

У хвоща лугового (*E. pratense*) боковые побеги не ветвятся, у хвоща лесного (*E. sylvaticum*) – ветвящиеся. У тех и других спороносные побеги со стробилами появляются одновременно с вегетативными. Но затем они зеленеют и после спороношения и засыхания стробиллов продолжают функционировать как вегетативные. Хвощ лесной распространен в ельниках.

У хвоща болотного (*E. palustre*) и речного (*E. fluviatile*) спороносные побеги вначале трудно отличить от вегетативных (оба зеленые), но затем на одних появляются стробиллы, то есть формируется сначала один тип побегов.

У хвоща зимующего (*E. hyemale*), который встречается чаще в сосновых и смешанных лесах, стебли могут существовать несколько лет, у всех остальных в умеренной полосе они на зиму отмирают.



Среди хвощей имеются ядовитые для домашнего скота: хвощ болотный (*E. palustre*), хвощ дубравный (*E. nemorosum*), хвощ речной (*E. fluviatile*).

Практическое использование хвощей невелико: молодые вегетативные побеги применяют в медицине как кровоостанавливающее и мочегонное средство, спороносные побеги и крахмальные клубеньки употребляют в пищу.

### 8.3.1.7 Отдел Папоротниковидные – *Polypodiophyta*

Папоротники – древнейшая группа высших споровых растений. Вместе с плауновидными и хвощевидными они росли во влажных лесах в карбоне, их остатки образовали залежи каменного угля. В настоящее время насчитывается около 10 тыс. видов.

Папоротники распространились по всему миру и в разных условиях местобитания: во тропических лесах, на скалах и в водоемах. Большинство – многолетние наземные травы, встречаются вечнозеленые деревья со стеблем до 10 м и маленькие растения в несколько мм, а также эпифиты на стволах и ветвях деревьев. Имеются с крупными перистыми (однажды, дважды и многократно рассеченные) листья, которые называют вайями. Они в отличие от обычных листьев длительно растут верхушкой, а не основанием. При этом образуют разворачивающуюся «улитку». В мезофилле листа некоторых видов для размножения закладываются выводковые почки. Часто вайи совмещают фотосинтетическую и спороносную функции.

Большинство папоротников средней полосы имеют мясистые корневища с придаточными корнями и ежегодно образующимися розетками листьев.

Спорангии располагаются на нижней стороне листьев и собраны в группы – сорусы, часто прикрытые покрывальцем. У некоторых их роль выполняет завернутый край листа.

Почти все папоротники – равноспоровые, исключение составляют водные. Споры образуются в результате редукционного деления и могут находиться в покое несколько лет. Они – гаплоидные и дают гаплоидный гаметофит: обоеполый зеленый заросток, который питается самостоятельно. Антеридии и архегонии расположены на нижней стороне заростка. Сперматозоиды многожгутиковые.

После оплодотворения образуется диплоидная зигота, а из нее диплоидный спорофит – растение. Он вначале внедряется в ткани заростка, а затем образует собственные придаточные корни.

#### 8.3.1.7.1 Класс Офиоглоссовые, или Ужовниковые – *Ophioglossopsida*

Ужовниковых (змеязычковых) – около 80 видов. Все относятся к одному семейству. Большинство – тропические растения высотой 30...40 см с подземным корневищем, от которого отходит один лист. Он медленно развивается до 3...5 и более лет. Верхушка листа – спороносная, со спорангиями или синангиями (группа сросшихся спорангий), расположенными в виде кисти или колоска.

Наиболее распространен по сырым лесным полянам Ужовник обыкновенный (*Ophioglossum Vulgatum*) с цельным листом и спорангиями, собранными в колос,

и Гроздовник полулунный (*Botrychium lunaria*) с перистым листом и спорангиями, собранными в метелку, растет в более сухих условиях, рисунок 32.

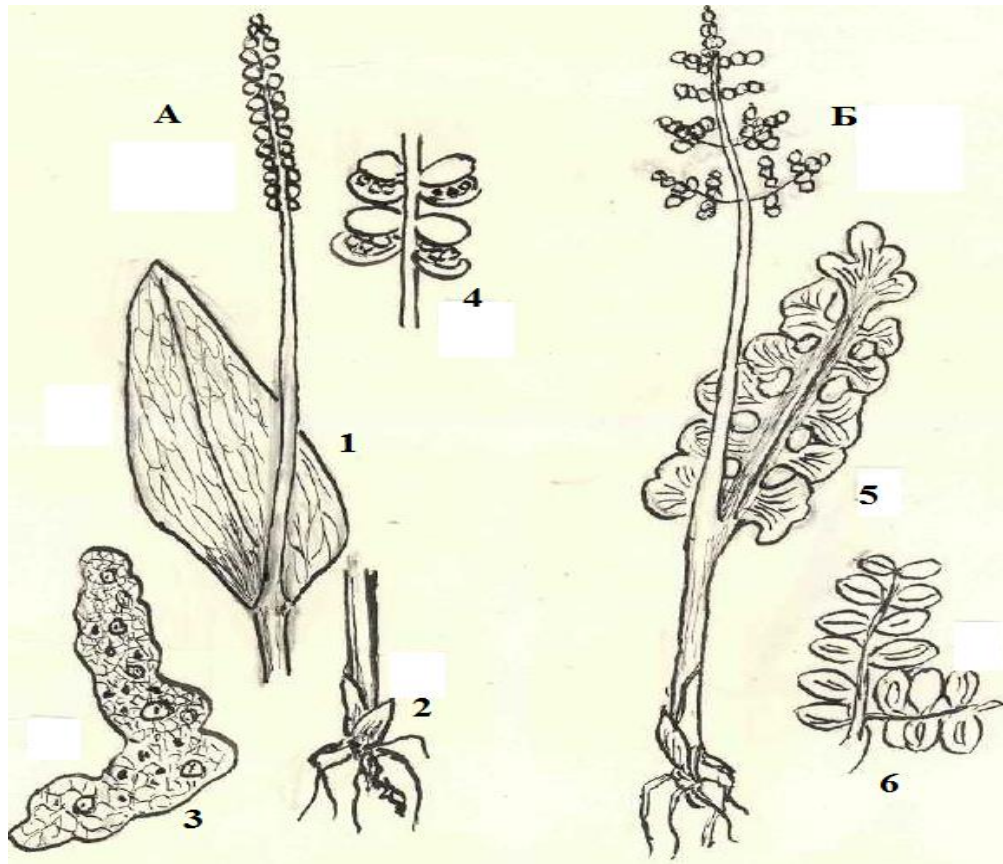


Рисунок 32 – Ужовниковые

А – Ужовник обыкновенный (*Ophioglossum vulgatum*):

1-верхняя часть растения с листом, 2-нижняя часть - с корнями, 3-гаметофит с антеридиями и архегониями, 4-часть спороносного участка со спорангиями.

Б – Гроздовник полулунный (*Botrychium lunaria*):

5-растение, 6-часть спороносного участка со спорангиями.

Спорангии – крупные, без кольца, имеют многослойную стенку. Гаметангии - подземные, вступают в симбиоз с грибами (микотрофные), многолетние, могут существовать до 20 лет.

Представители класса имеют самое большое количество хромосом в клетках (двойной набор – 1260...1320).

Приурочены к затененным лесам, лугам, болотам, обычны в тундре.

### 8.3.1.7.2 Класс Мараттиевые – *Marattiopsida*

Мараттиевые насчитывают 300 видов одного семейства. Древесные папоротники, известны с полеозоя, сохранились во влажных тропических лесах до настоящего времени, их клубнеобразные, погруженные в почву, стебли достигают более 1 м в высоту. Есть и мелкие растения. Листья древовидных папоротников – перистые или пальчатые, длиной до 5 м. Имеют у основания прилистниковые придатки, остающиеся при опадении листьев.

Спорангии располагаются по краю и на нижней стороне листьев и сливаются в синангии. Они – примитивные, с массивной многослойной стенкой, не имеют типичного покрывальца, и специального кольца для разбрасывания спор. Вскрываются щелью.

Гаметофиты вступают в симбиоз с грибами в почве, но могут выходить на поверхность и существовать без этого симбиоза, крупные, до 3 см, живут до 3 лет.

### 8.3.1.7.3 Класс Полиподиевые – *Polypodiopsida*

Полиподиевые папоротники состоят из 4 порядков: Осмундовые (*Osmundales*), Схизейные (*Schizeales*), Полиподиевые (*Polypodiales*), Циатейные (*Cyatheaales*).

К классу полиподиевых относится большинство современных папоротников. Их спорангии развиваются из одной клетки (у представителей других классов – из многих клеток). Стенка спорангиев - однослойная, имеет кольцо специализированных клеток, обеспечивающих раскрытие его при созревании. Нередко спорангии соединяются (срастаются) в синангии.

Наряду с равноспоровыми, имеются разноспоровые. Сохранились древовидные формы, но большинство их – травянистые наземные и эпифитные растения.

Порядок Осмундовые (*Osmundales*) насчитывает 20 видов. Все они относятся к одному семейству. Одни из древнейших папоротников, встречаются в отложениях позднего карбона.

Это многолетние растения с массивными короткими прямостоячими стеблями до 1 м, часто покрыты черешками опавших листьев. Листья – перистые, 2...3 м длины, разделены на спороносную, лишенную хлорофилла, и вегетативную зеленую часть. Спорангии не имеют кольца и не собраны в сорусы, а располагаются участками.

Предполагают, что возраст растений достигает 1...2 тыс. лет.

Порядок Схизейные (*Schizeales*) – преимущественно тропические и субтропические травянистые растения. Насчитывается около 1200 видов. Встречаются на Кавказе и Приморском крае. Их сорусы не имеют покрывальца, располагаются на концах жилок, ближе к краю, и сливаются в сплошную линию, прикрытую краем листа, у некоторых спорангии имеют кольцо из толстостенных клеток (приспособление для раскрытия). Многие используются как комнатные растения.

Порядок Полиподиевые (*Polypodiales*) – более 1500 видов. Разнообразные многолетние травы с мясистым укороченным корневищем и отходящими от него двумя рядами листьев. Сорусы – округлые, без покрывальца. Спорангии имеют кольцо вскрытия из 13 или 14 специальных клеток. Выделяют 5 семейств.

Папоротники переносят сухость воздуха. Встречаются на скальных и эпифитные растения в тропиках и субтропиках.

Порядок Циатейные (*Cyatheaales*) – объединяет свыше 1000 главным образом тропических видов. Более половины – древовидной формы, до 15 м высотой. Характерны для туманных горных лесов, имеют ажурные кроны.

К этому порядку (сем. гиполеписивые) относится орляк обыкновенный - *Pteridium aquilinum*. Благодаря сильноветвящемуся глубокому корневищу образуют заросли. Сорусы прикрыты краем листа. Произрастает по всему земному шару, на песчаных почвах в изреженных сосняках гор, на высоте до 3 км, в зарослях кустарников. Используются в пищу многими народами и для лечения рахита. Зола применяется как моющее средство.

Самое молодое и многочисленное (около 4 тыс. видов) семейство Аспленевые – *Aspleniaceae*, наиболее распространено в тропических и умеренных областях. Оно отличается множеством форм и разнообразием анатомо-морфологических структур, приспособленных к разным экологическим условиям.

Наиболее распространен Щитовник мужской – *Dryopteris filix-mas* с коротким корневищем и розеткой дважды перисторассеченных листьев, медленно растущих в течении трех лет (подсемейство щитовниковые). Жизненный цикл показан на рисунке 33.

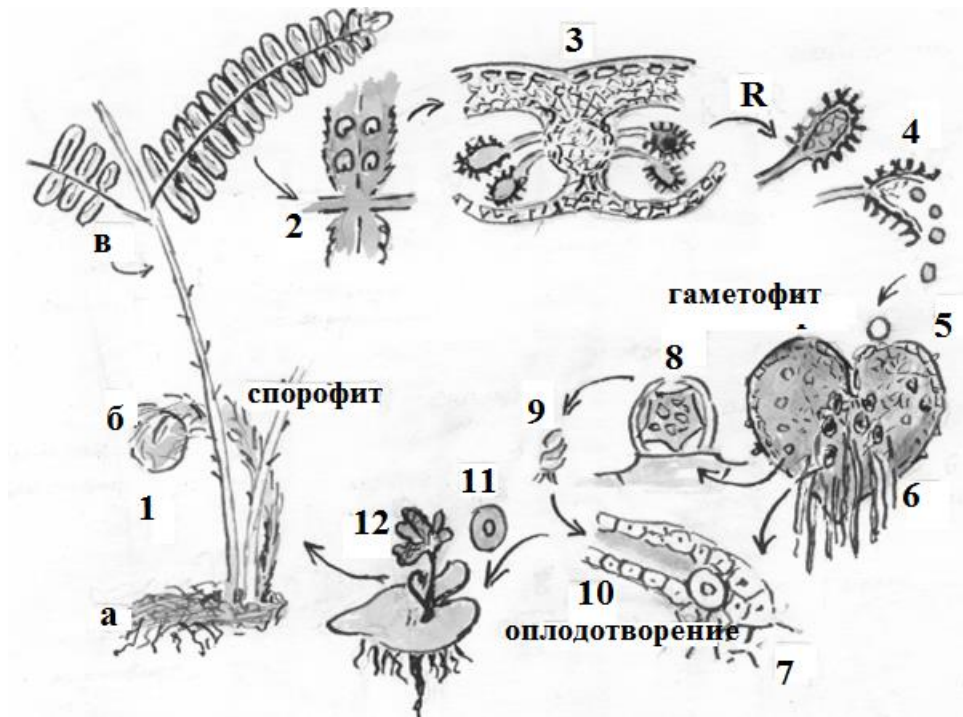


Рисунок 33 – Жизненный цикл папоротника (Щитовника мужского)

А-спорофит:

1-растение (а-корневище, б-молодые листья, в-лист), 2-часть листа с сорусами, 3-сорусы с спорангиями, прикрытыми покрывальцем, 4-спорангии с кольцом для вскрытия, в нем в результате редукционного деления из спорогенной ткани образуются споры.

Б—гаметофит:

5-споры, 6-обоеполюй заросток с антеридиями и архегониями, 7-архегоний с яйцеклеткой, 8-антеридий со сперматозоидами, 9-сперматозоиды, 10-оплодотворение и образование зиготы

В-молодой спорофит:

11-зигота, 12-проросток.

Кочедыжник женский – *Athyrium filix femina*, с трижды перисторассеченными листьями и продолговатыми сорусами. Растет во влажных лесах, лугах, по берегам рек и болот.

В умеренных областях хорошо знаком Голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*). Он не имеет покрывальца. Это лесные и скальные растения, встречаются большими группами в хвойных и широколиственных лесах.

Голокучник Линнея (*Gymnocarpium dryopteris*). Растение небольших размеров с трехраздельными изящными листьями и длинным тонким корневищем.

Самым декоративным папоротником севера является Страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiopteris*) с зелеными листьями длиной до 1,5 м, которые осенью увядают. Они окружают пучок коротких спороносных листьев. Края их сегментов завернуты и защищают округлые сорусы. В таком виде они остаются зимовать, а весной края отгибаются и споры высыпаются.

#### **8.3.1.7.4 Класс Марсилевые – Marsileopsida**

Насчитывает около 70 видов, входящих в одно семейство. Распространены в теплых районах земного шара. Характеризуются разноспоровостью и наличием спорокарпия.

Марсиллии (*Marsilea*) – небольшие водные травянистые растения с ползучим корневищем и вертикальными небольшими листьями на длинных черешках. Листья разделены на 4 обратнойцевидных дольки, напоминают листья клевера. Но при формировании они имеют вид «улитки». На ночь складываются.

Споры развиваются в микро- и мегаспорангиях, собранных в сорусы, которые заключены в замкнутые вместилища - спорокарпии. Располагаются на ножках, отходящих от черешка листа.

В микроспорангии образуется 64 споры, в мегаспорангии – только одна. Попадая в воду, они дают упрощенные гаметофиты. После оплодотворения сразу начинает развиваться зародыш (рисунок 34).

#### **8.3.1.7.5 Класс Сальвиниевые – Salviniopsida**

Мелкий плавающий разноспоровый папоротник пресноводных водоемов тропиков – Сальвиния плавающая (*Salvinia natans*) 15...20 см длиной, встречается на юге России, Кавказе, на Дальнем Востоке. Используется как аквариумное растение.

Корневище несет ряд мутовок из 3 листьев. Из них пара зеленых округлой или овальной формы, покрыты волосками и без устьиц и один – погружен в воду, рассечен на мелкие дольки, выполняющие роль корней. На черешках их формируются шаровидные микро- и мегасорусы со спорангиями (спорокарпии).

В микроспорангиях образуется по 32...64 микроспоры. В мегаспорангиях развивается 32 мегаспоры, но только одна жизнеспособная. После созревания они обрываются и опускаются на дно. Весной стенки спорангиев сгнивают, а спорангии всплывают на поверхность.

Споры прорастают внутри спорангия. Гаметофиты сильно редуцированы, особенно мужской, который состоит из двух вегетативных (проталлиальных) и двух антеридиальных клеток (рисунок 34).

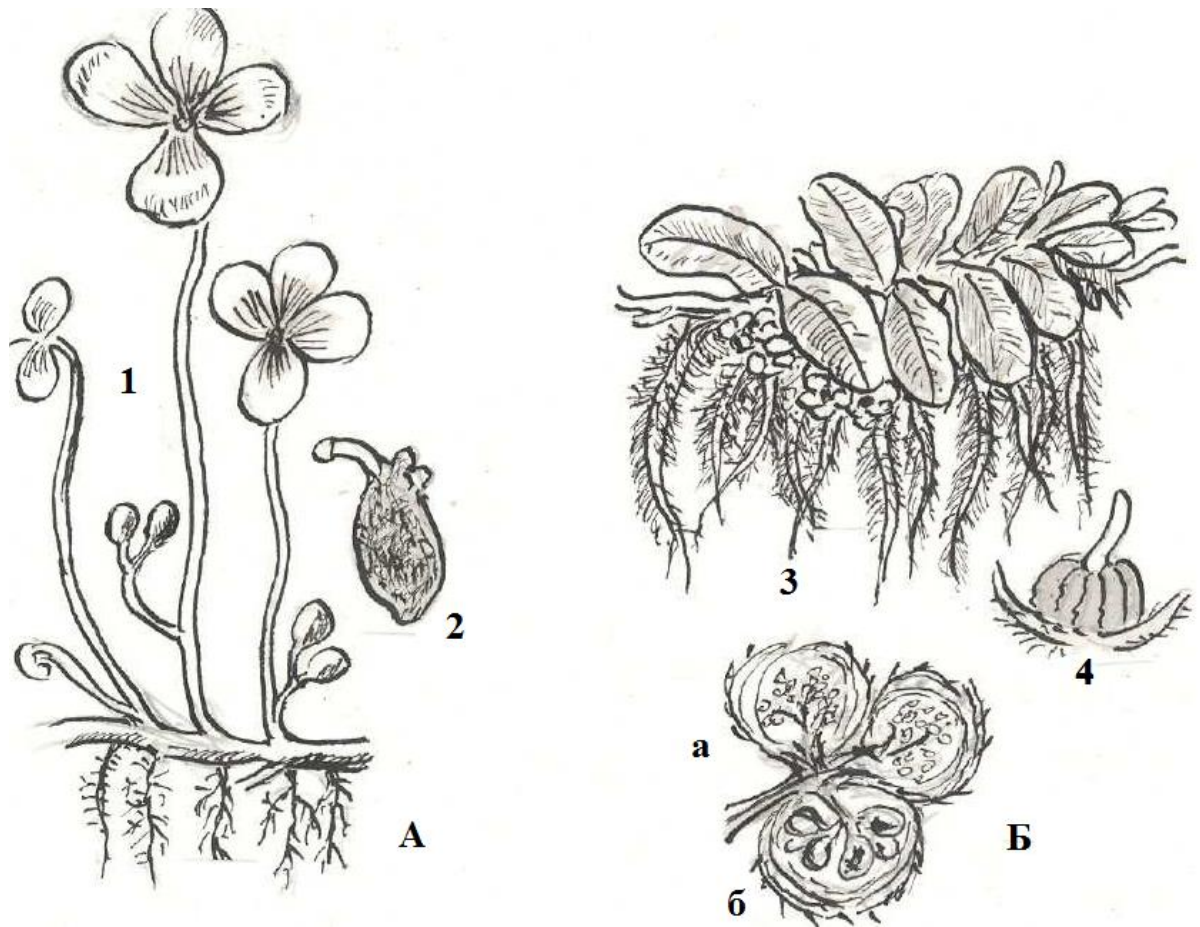


Рисунок 34 – Марсилеевые и Сальвиниевые

А – Марсилия четырехлистная – Marsilea quadrifolia:

1 – общий вид, 2 – скорокарпий.

Б – Сальвиния плавающая – Salvinia natans

3 – общий вид, 4 – спорокарпий; а – микроскорокарпий с микроспорангиями, б – мегаспорокарпий с мегаспорангиями.

К сальвиниевым относятся азолла, которая может вступать в симбиоз с сине-зеленой водорослью анабеной, способной фиксировать атмосферный азот. Это маленький разноспоровый, нежный, плавающий на поверхности в слабопроточных и стоячих водоемах папоротник, образующий заросли.

Его используют в качестве зеленого удобрения на рисовых полях в Индокитае.

## Термины и определения

Автотрофы (гр. аутоc – сам, трофе - питание) – организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических.

Актиномицеты (гр. актис – луч, микес - гриб) - грибы с лучеобразно ветвящимся мицелием.

Аллофикоциан (гр. аллос – другой, фико – растение, цион – лазурный или синий) – пигменты из группы фикоцианинов (фикобиллинов), осуществляющие поглощение световой энергии.

Альгинаты, альгиновая кислота (лат. альга - водоросль) – соединение углеводной природы, близкое к пектиновым веществам.

Анаэробы (гр. ан – частица отрицания, аэр – воздух, биос - жизнь) – организмы, не нуждающиеся в кислороде.

Амебоидная структура (гр. аμοι - изменения) – тело, меняющее постоянную форму.

Антеридий (гр.антерос - цветущий) - мужской половой орган мхов, папоротников, хвощей, плаунов и некоторых водорослей.

Антерозоиды (гр. антерос – цветущий, зон – животные) -мужские подвижные половые клетки, образуются в антеридиях.

Антоцеротовые (гр. anthos – цветок, керос – рог) – класс отдела моховидных, у которых спорогоний роговидной формы.

Апланоспора (гр. апланес - неподвижный) - неподвижные споры (без жгутиков), обеспечивают бесполое размножение некоторых водорослей.

Апотеций (гр. апо- отрицание, теке- ящик) – открытое блюдцеобразное плодовое тело сумчатых грибов.

Апофиз (гр. апофис - отросток) - расширенное основание коробочки спорогония зеленых мхов.

Артроспора (гр.артрон – составная часть+ спора) - отделяющаяся спора.

Архебактерии (гр. архе –начало + бактерия) – древние бактерии.

Архегоний (гр. архе – начало, гене - рождение) - женский многоклеточный половой орган мхов, папоротникообразных и других высших споровых и голосеменных растений.

Архей (гр. архайон - древний) - археозойская эра, зарождение жизни (350 млн. лет назад).

Архикарп (гр. архе – начало, карпос - плод) - женский половой орган сумчатых грибов.

Аска (гр. аскос – сумка, мешок) – спороносный орган сумчатых грибов.

Аскогон (гр. аскос – мешок, генес - происхождение) - нижняя воздушная часть женского полового органа архикарпа.

Ауксоспора (греч. ауксано – расту + спора) – спора диатомовых водорослей с тонкой оболочкой. Растет, затем покрывается кремнистым двустворчатым панцирем (результат полового процесса).

Аэробы (гр. аэр – воздух, биос - жизнь) - организмы, нуждающиеся в кислороде.

Багрянки (красные водоросли) – содержат красный пигмент – фикоэритрин, встречаются на глубине до 300 м ).

Базидии (гр. базидион – маленькое основание) – орган спороношения базидиальных грибов, в виде цилиндрической клетки. На ее поверхности развиваются базидиоспоры.

Бактерии (гр. бактерион - палочка) – одноклеточные безядерные палочковидные организмы, не образующие спор.

Бациллы (лат. бациллюс - палочка) - палочковидная бактерия, образующая споры для перенесения неблагоприятных условий.

Бентос (гр. бентос - глубина) - обитающие на грунте или в грунте водоросли.

Гамета (гр.гаметес – супруг, гамете - жена) - половая клетка с гаплоидным набором хромосом.

Гаметангии (гамета+гр. ангеион-сосуд) – орган, где развиваются гаметы.

Гаметофит (гр. - гамета + фитон- растение) – половое поколение жизненного цикла растения.

Гаплоид (гр. гаплос – одиночный, эйдос - вид) - организм с одинарным набором хромосом, гаплоидные клетки появляются после редукционного деления (мейоза), в результате количество хромосом уменьшается вдвое.

Гаплоидная стадия – фаза развития растений с одинарным набором хромосом.

Гаустория (лат. гаустор - пьющий) - присоски растений паразитов, всасывающие питательные вещества.

Гетерогамия (гр.гетерос – другой, различный,гамос - брак) - форма полового процесса – слияние двух подвижных, но разных по величине гамет.

Гетеромерное строение (гр. гетерос – другой, мерос – часть, доля) строение лишайников, у которых водоросли располагаются под верхним покровным слоем, образуя гонидиальный слой.

Гетеротрофы (гр. гетерос – различный, другой, трофе - питание) – организмы, питающиеся готовыми органическими веществами.

Гетероталлизм (гр. гетерос – различный + таллос - вещество) - отдельный пол у низших, проявляется лишь при половом процессе.

Гетероцисты (гр. гетерос - различный, кистис – пузырь) – крупные клетки без живого содержимого, встречаются у многих нитчатых синезеленых водорослей.

Гиалиновые клетки ( гиалос - стекло) - прозрачные крупные водоносные со спиральным утолщением клетки сфагновых мхов.

Гибридология (лат. гибрида – помесь, логос -учение) - наука о гибридах (потомство от скрещивания особей).

Гимений (гр. гимен - кожа) – слой, в котором расположены спорообразующие клетки.

Гименофор (гр. гимен – кожа, форо - несущий) – поверхность, на которой расположен слой, несущий гимений (бывает трубчатый и пластинчатый у базидиальных грибов).



Гипотека (гр. гипо – под, теке - ящик) - меньшая створка диатомовых водорослей.

Гифы (гр. гифе – ткань) – тонкие нити, образующие тело гриба.

Гифомицеты (гр. гифе – ткань, микес - гриб) – порядок несовершенных грибов, образующих конидиеносцы.

Гомеомерное строение (гр. гомойос – одинаковый, подобный, мерос – часть, доля) – лишайники, у которых водоросли расположены по всей внутренней части слоевища.

Гонидии (гр. гоне – семя, рождение, эйдос – вид) – клетки водоросли, живущие в симбиозе в лишайнике (связано с ошибочным представлением о том, что эти клетки являются гаметами).

Гонидиальный слой (гонидии) – слой в лишайнике, где сосредоточены водоросли.

Дейтеромицеты (гр. дейтерос – второй, микес - гриб) – несовершенные грибы, не имеющие полового процесса и диплоидной стадии.

Дикарион (гр. дис – два, карион – ядро) – клетки с двумя сближенными гаплоидными ядрами. Возникают при половом процессе сумчатых и базидиальных грибов.

Диплоидная стадия, диплофаза, (диплос – двойной, фазис – проявление) - фаза жизненного цикла с диплоидным (двойным) набором хромосом.

Зигогамия (гр. дзигон – пара, гамос - брак), см. конъюгация. Слияние двух клеток, не дифференцированных как гаметы.

Зигомицеты (гр. дзигон – пара, микес - гриб) – класс сапрофитных грибов, образующих зигоспору.

Зигоспоры (гр. дзигон – пара + спора) – спора, которая образовалась из двух гамет, продукт полового процесса.

Зигота (гр. дзиготос - двуупряжный) – клетка, образованная в результате слияния двух гамет.

Зооспора (гр. дзон – животное + спора - семя) – спора, имеющая жгутики и активно передвигающаяся. Зооспоры встречаются у многих водорослей и некоторых низших грибов.

Зооспорангий (гр. зооспора + ангеион - сосуд) – орган, в котором образуются зооспоры.

Изидии (гр. изис – одна из форм кораллов) - выросты на поверхности лишайников.

Изогамия (гр. изос – равный, гамос - брак) - форма полового процесса у низших растений, при котором обе гаметы подвижные и одинаковых размеров.

Индузий (лат. индузиум – верхняя туника, древнеримская одежда) – покрывальце, покрывающее сорусы.

Кариогамия (гр. карион – ядро, гамос - брак) - слияние ядер при половом процессе.

Карпогон (гр. карпос – плод, гоне - рождение) - женский половой орган красных водорослей, клетка имеет вид колбочки, в расширенной части ее развивается яйцеклетка.

Карпоспорофит (карпоспора + фитон - растение) - диплоидная бесполоя фаза женского цикла красных водорослей, развивается на гаметофите.

Клейстотеций (гр. клейстос – закрытый, теке - ящик) – замкнутое плодовое тело сумчатых грибов.

Конидиоспора (гр. кониа – пыль, спора - семя) – споры, которые отчленились цепочками от конидий.

Конидия (гр. кониа – пыль, ейдос - вид) – концы особых вертикальных ответвлений конидиеносцев.

Конъюгация (лат. конъюгацио - сопряжение) - форма полового процесса, слияние протопластов двух равноценных клеток.

Ламинарин (лат. ламина - пластинка) – запасной полисахарид, растворим в воде.

Лепидодендроны – чешуедревы. Вымершие древовидные растения из отдела плауновидных. Достигали высоты 3 м и толщины у основания до 2 м.

Мезофилл (гр. мезос – средний, филлон - лист) - паренхима листа между верхней и нижней кожицей.

Микобионта (гр. микес – гриб, биос - жизнь) – подцарство настоящих грибов.

Микориза (гр. микес – гриб, ридза – корень) – грибокорень, видоизмененный корень с гифами грибов.

Миксоамебы (гр. микса – слизь, амойбе - изменения) – слизевики, имеющие тело в виде плазмодия, они лишены оболочки и передвигаются при помощи псевдоподий, образуются из зооспор после потери жгутиков.

Миксобактерии (гр. микса – слизь + бактерия) – группа бактерий, выделяющих слизь. У многих представителей в клетке имеются ядра и сложный цикл развития.

Миксомицеты (гр. микса – слизь, микес – гриб) – грибы – слизевики, имеющие тело в виде многоядерной протоплазменной массы (плазмодия).

Мицелий (гр. микес – гриб) – тело грибов, состоящее из переплетенных гиф (грибница).

Оксифотобактерии (оксис – кислый, фото – свет) – бактерии, которые используют два источника энергии: энергию окисления и световую.

Онтогенез (гр. онтос – существо, генезис - происхождение) – индивидуальное развитие организма.

Оогонии ( гр. оон – яйцо, генес - рождение) – женский половой одноклеточный орган водорослей и грибов, за исключением красных водорослей.

Оогамия (гр. оон - яйцо, гамос - брак) – форма полового процесса: слияние неподвижной крупной женской половой клетки с небольшой часто подвижной мужской.

Оомикота, оомицеты (гр. оон – яйцо, микес - гриб) – грибообразные водные организмы с оогонием.

Палеонтология (гр. паланос- древний, онтос – существо, логос - учение) – наука об ископаемых животных и растениях.

Палинология (гр. палине – пыль, логос - наука) - наука, изучающая споры и пыльцу растений.

Парафизы (гр. пара – возле, фио - расту) – бесплодные нити у водорослей и грибов, располагаются среди половых и спорообразующих органов и предохраняют их от высыхания и механических повреждений.

Перистом (гр. пери – около, стома - рот) – ряд зубцов по краю урны спорогония мхов

Перитеций (гр. пери – около, теке - ящик) - полузамкнутое кувшинообразное плодовое тело сумчатых грибов.

Пикниды (гр. пикнос – плотный, частый) - кувшинообразные органы сумчатых и базидиальных грибов.

Пикноспора – округлая одноядерная спора, развивается в пикнидах ржавчинных грибов.

Пиреноиды (гр. пирен – косточка, эйдос - вид) – бесцветные белковые тельца в пластидах (хроматофорах) водорослей и печеночников.

Плазмодий (гр. плазма – вылепленный) - голая, многоядерная протоплазменная масса с амебоидным движением у миксомицетов.

Планктон (гр. планктос - блуждающий) - совокупность организмов, обитающих в толще воды.

Прокариоты (лат. про – перед, раньше; карио - ядро) – организмы, не имеющие оформленного ядра.

Проталлиальные клетки ( гр. про – раньше, таллос - росток) -клетки заростки полового поколения папоротников.

Протонема (гр. протос – первый, нема - нить) – проросток мхов.

Псевдоподии (гр. псевдос – ложный, подос-нога) - временные выступы протоплазмы, служащие для передвижения.

Псевдопарафизы (гр. псевдос – ложный + парафизы).

Редукционное деление (лат. редукцио - уменьшение) - мейоз, образование клеток с гаплоидным набором хромосом в ядрах.

Ризины (гр. ридза - корень) – корнеобразные грибные нити листоватых лишайников.

Ризоиды (гр. ридза – корень, эйдос - вид) - корневидные образования простого строения в виде волосков или нитей, служат для прикрепления и извлечения питательных веществ из субстрата.

Сапропель – (гр. сапрос – гнилой, перос - ил) - иловатые отложения из органических остатков организмов.

Сапрофиты (гр. сапрос – гнилой, фитон – растение) – организм, питающийся за счет мертвого органического вещества.

Симбиоз (гр. сим – вместе, биозис – образ жизни) – сожительство разных видов, получающих взаимную пользу.

Синангии (гр. син – вместе, ангеион - сосуд) – группы сросшихся друг с другом спорангиев, встречаются у мараттиевых и ископаемых семенных папоротников.

Склероций (гр. склерос - твердый) – плотное сплетение гифов, рожки спорыньи.

Соредии (гр.сорос – кучка, эйдос - вид) – группа водорослей, оплетенных гифами грибов в гонидиальном слое лишайников.

Сорус (гр. сорос – кучка спорангиев, обычно прикрытая покрывальцем.

Спермации (гр. сперма - семя) – неподвижные мужские гаметы без жгутиков у красных водорослей.

Спора (гр. спора - семя) – клетка бесполого размножения, отделяется от материнского организма.

Спорангий (спора + ангеион - сосуд) – орган, в котором развиваются споры.

Спорангиофоры (гр. спорангии + форос - несущий) – образования, на которых располагаются спорангии (у хвощей).

Спорогон – (гр. спора + гоне - растение) – спорофит моховидных, ножка с коробочкой, в которой образуются споры.

Спорокарпии (гр. спора – семя, карпос – плод) – шарообразные органы на листьях водных папоротников у сальвиниевых (сорус) или у марсилеевых (группа сорусов).

Спорофиллы (гр. спора + филлон - лист) – листья у плаунов и папоротников, на которых развиваются спорангии.

Спорофит (гр. спора + фитон - растение) – бесполое поколение жизненного цикла (от зиготы до споры). Спорофит – диплоидный, имеет двойной набор хромосом.

Стробил (гр. стробилос - шишка) – ограниченный в росте укороченный спорофиллоносный побег у плаунов.

Таксоны (гр. таксис – расположение в порядке) – единицы последовательных групп, соподчиненные группы растений.

Таллом (гр. таллос – отрпыск, молодая ветвь) – слоевище-тело, не расчлененное на органы (стебель, корни, листья).

Телейтоспоры (гр. телеуте – окончание + спора) – зимние споры ржавчинных грибов из двух клеток с диплоидными ядрами, прорастают обычно весной.

Телом (гр. телос - конец) – первичный наземный орган древнейших высших растений (псилофитов).

Термофилы (гр. термос – теплый, филео - люблю) – теплолюбивые растения, живущие в горячих источниках.

Трихогина (гр. трихос – волос, гине - женщина) – верхняя трубчатая часть женского полового органа сумчатых грибов и красных водорослей.

Ундулиподии (лат. унда - волна) – жгутики водорослей и высших споровых растений, отличаются волнообразным движением.

Уредоспоры (лат. уредо – ржавчина + спора) – летние споры ржавчинных грибов, паразитирующих на злаках.

Фикобиллины (гр. фикос – водоросль, лат. биллис – желчь) – пигменты фотосистем водорослей, воднорастворимые белки, поглощающие свет, не содержат магния.

Фикоциан (фикос – водоросль, кианос - лазурь) - синий пигмент из группы фикобиллинов.

Фикоэритрин (гр. фикос – водоросль, эритрос - красный) – красный пигмент водорослей из класса фикобиллинов.

Филогенез (гр. филе – род, племя, генезис – происхождение) – историческое развитие видов организмов от рождения до смерти.

Фитофтора (гр. фитон – растение, фиторос – гибель) – грибы, вызывающие заболевания растений (из подкласса оомицетов).

Фрагмофазидия (гр. фрагма – перегородка + базидия) – базидия, состоящая из четырех клеток с базидиоспорами.

Фузариум (лат. фузариум) – род несовершенных грибов, вызывающих полегание семян и сосудистые болезни у растений.

Фукоксантин (лат. фукус – род бурых водорослей и гр. ксантос – желтый) – пигмент бурого цвета, близкий к ксантафиллам –  $C_{40}H_{56}O_6$ . характерный для бурых водорослей.

Хемотрофы (гр. химия, трофес – питание) – организмы, усваивающие углерод при помощи химической энергии окисления.

Хитин (гр. хитон – одежда древних греков) – азотосодержащие вещества (полисахариды), входят в состав оболочки некоторых грибов и в твердый покров насекомых, ракообразных и других членистоногих.

Хламидоспора (гр. хламис – плащ, мантия + спора) – спора, покрытая твердой оболочкой, образуется при распаде гифов на отдельные клетки у головневых грибов.

Холобазидия (гр. холос – целый + базидия) – базидия, не разделенная на клетки.

Хризокантосовые водоросли (гр. хризоз – золото + капсула) – золотистые водоросли, изменяющие свою форму.

Хризоламерин (гр. хризоз – золото + ламерин) – пигмент бурых, золотистых и диатомовых водорослей.

Хризомонадные водоросли (гр. хризоз – золото, монадный – веретеновидный) – один из видов золотистых водорослей, имеющий веретеновидную форму.

Хризоподовые водоросли (гр. хризоз – золото, подос – нога, выросты) – одноклеточные золотистые водоросли, имеющие выросты.

Хроматофоры (гр. хроматос – цвет, краска, ферос – несущий) – окрашенные тельца разнообразной формы; у водорослей – тельца, содержащие хлорофилл, называют хлоропластами.

Цианобактерии (гр. цианос – лазурный, синий + бактерия) – низшие фотосинтезирующие прокариоты, содержащие, кроме хлорофилла «с» и каротиноидов, фикоциан.

Цистиды (гр. цистис – пузырь, эйдос – вид) – удлиненные бесплодные клетки мешковатой формы с утолщенными оболочками, расположенные в гимениальном слое базидиальных грибов.

Экзогенные споры (гр. экзо – снаружи, генос – рождение) – споры, которые развиваются на поверхности образующего их органа и отчленяются от него (конидиоспоры, базидиоспоры и др.).

Элатеры (гр. элатер – погонщик) – пружинки, нитевидные клетки со спиральными утолщениями, способствуют разрыхлению спор, спиральные ленты на спорах хвощей.

Эмбрион (гр. эмбрион – зародыш) – начальный этап развития организма.

Эндифит (гр. эндон – внутри, фитон – растение) – образования внутри растения (гифы грибов внутри клеток растения).

Эпитека (гр. эпи – на, теке – ящик) – большая створка диатомовых водорослей.

Эпифиты (гр.эпи – на, фитон – растение) – растения, поселяющиеся на других растениях, используя их как место прикрепления.

Эукариоты (гр. эу – хорошо, карио – ядро) – организмы, клетки которых имеют оформленное ядро.

Эцидии (гр. эйкидзо – повреждать) – спороносные органы ржавчинных грибов, развиваются на барбарисе.

Эцидиоспоры (гр. эйкидзо + спора) – двухядерные споры, образуются в эцидиях на листьях барбариса, вызывают линейную ржавчину злаков.

## Библиографический список

1. **Булохов, А.Д.** Введение в систематику водорослей и грибов: Учебное пособие [Текст]/ А.Д. Булохов– Брянск: изд-во «Наука» БГПУ, 1999.-296 с.
2. **Викторов, Д.П.** Краткий словарь ботанических терминов [Текст]/ Д.П. Викторов– М-Л: из-во «Наука», 1964.-178с.  
Жизнь растений в шести томах. Т 1-4 – М.: «Просвещение», 1974-1978.
3. **Т.1. Введение. Бактерии и актиномицеты** [Текст]/ Под. Ред.чл.- корр. АН СССР, проф. Н.А.Красильникова и проф. А.А. Уранова.-М.: «Просвещение», 1974.-487с.
4. **Т.2. Грибы** [Текст]/ Под ред. Проф. М.В. Горленко. – М.: «Просвещение»,1976,-478с.
5. **Т.3. Водоросли, лишайники** [Текст]/ Под ред. Проф. М.М. Голлербаха.- М.: «Просвещение», 1977.-487с.
6. **Т.4. Мхи. Плауны. Хвощи. Папоротники. Голосемянные растения** [Текст]/ Под. ред. проф. И. В. Грушвицкого и к.б.н. С. Г. Жилина,- М.: «Просвещение», 1978.-447с.
7. **Флора средней полосы России: Атлас-определитель** [Текст]/ К.В. Кисилева, С.Р. Майоров, В.С. Новиков. Под ред. Проф. В.С. Новикова. - М.: ЗАО «Фитон+», 2010. – 544 с.: ил.
8. **Хржановский, В.Г.** Курс общей ботаники. Часть вторая. Систематика растений: Учебник для сельхозвузов.- 2-е изд. перераб. и доп. [Текст]/В.Г. Хржановский- М.: «Высшая школа», 1982.- 544с.
9. **Шкаринов, С.Л.** Систематика растений. Ч. 1 : учеб пособие [Текст]/ С.Л. Шкаринов, О.В. Чернышенко. – 3-е изд. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – 94 с.
10. **Яковлев, Г.П.** Ботаника для учителя. В 2 ч., Ч.2. [Текст]/ Г.П. Яковлев, Л.В. Аверьянов– М.: Просвещение: Учеб. лит., 1987.-336с.

## Содержание

	Введение	3
1	Предметы и задачи систематики	4
2	Методы систематики	4
3	Разнообразие организмов	5
4	Классификация организмов	5
5	Таксономические единицы	6
6	Создание классификаций растительного мира	6
7	Надцарство Доядерные организмы	7
7.1	Царство Дробянки, или Бактерии	7
7.1.1	Подцарство Архебактерии	7
7.1.2	Подцарство Настоящие бактерии	8
7.1.3	Подцарство Оксифотобактерии	9
7.1.3.1	Отдел Цианобактерии (сине-зеленые водоросли)	9
8	Надцарство Настоящие ядерные организмы	9
8.1	Царство грибы	9
8.1.1	Подцарство Настоящие грибы	10
8.1.1.1	Класс Зигомицеты	11
8.1.1.2	Класс Аскомицеты, или Сумчатые грибы	12
8.1.1.3	Класс Дейтеромицеты, или Несовершенные грибы	15
8.1.1.4	Класс Базидиомицеты	16
8.1.2	Подцарство Лишайники	23
8.2	Царство Протоктисты	26
8.2.1	Подцарство Грибоподобные протоктисты	26
8.2.1.1	Отдел Оомикоты	26
8.2.1.2	Отдел Хитридиомикоты	27
8.2.1.3	Отдел Слизевики	28
8.2.2	Подцарство Протоктисты-Водоросли	28
8.2.2.1	Отдел Багрянки, или Красные водоросли	28
8.2.2.2	Отдел Зеленые водоросли	30
8.2.2.3	Отдел Бурые водоросли	32
8.2.2.4	Отдел Золотистые водоросли	35
8.2.2.5	Отдел Диатомовые водоросли	36
8.2.2.6	Отдел Эвгленовые водоросли	37
8.2.2.7	Отдел Желто-зеленые водоросли	38
8.2.2.8	Отдел Харовые водоросли	40
8.2.2.9	Отдел Пиррофитовые водоросли	42
8.3	Царство растения	42
8.3.1	Подцарство Высшие растения	42
8.3.1.1	Отдел Риниевые	43
8.3.1.2	Отдел Зостерофилловые	44
8.3.1.3	Отдел Моховидные	44
8.3.1.3.1	Класс Печеночники, или Печеночные мхи	45
8.3.1.3.2	Класс Антоцероновые	46



8.3.1.3.3	Класс Листостебельные мхи	46
8.3.1.3.3.1	Подкласс Сфагновые мхи	47
8.3.1.3.3.2	Подкласс Андреевые мхи	48
8.3.1.3.3.3	Подкласс Бриевые, или Зеленые мхи	48
8.3.1.4	Отдел Плауновидные	50
8.3.1.4.1	Класс Плауновые	51
8.3.1.4.2	Класс Полушниковые, или Шильниковые	52
8.3.1.5	Отдел Псилотовидные	54
8.3.1.6	Отдел Хвоцевидные	54
8.3.1.6.1	Класс Хвоцковые	55
8.3.1.7	Отдел Папоротниковидные	57
8.3.1.7.1	Класс Офиоглоссовые, или Ужовниковые	57
8.3.1.7.2	Класс Мараттиевые	58
8.3.1.7.3	Класс Полиподиевые	59
8.3.1.7.4	Класс Марсилеевые	61
8.3.1.7.5	Подкласс Сальвиниевые	61
	Термины и определения	63
	Библиографический список	71

Учебное пособие

**Скок Анна Витальевна**  
**Адамович Игорь Юрьевич**  
**Рий Валерий Федорович**  
**Самошкин Егор Никитич**  
**Андрюшин Григорий Сидорович**

Ботаника  
систематика растений

Низшие и высшие споровые растения

Лицензия ИД № 04185 от 06.03.2005 г.

Формат 60×90 1/16. Бумага 80 г/м<sup>2</sup>.

Объем 4,6 п.л. тираж 100 экз.

ФГБОУ ВПО «Брянская государственная инженерно-технологическая академия»  
241037 г. Брянск, проспект Станке Димитрова, 3