

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФГБОУ ВПО «БРЯНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХО-  
ЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра химии, биотехнологии и физиологии растений

## **БОТАНИКА**

(учебно-методическое пособие  
для лабораторно-практических занятий  
Раздел: «Систематика низших и архегониальных  
высших споровых растений»)

Брянск 2014

УДК 582(07)

ББК 28.5

М-47

Милехина, Н.В. Ботаника (методическое пособие для лабораторно-практических занятий, Раздел: «Систематика низших и архегониальных высших споровых растений»). Предназначено для подготовки студентов по направлениям 110400 «Агрономия», 110100 «Агрехимия и агропочвоведение», 110900 «Технология производства и переработки с/х продукции»; квалификация (степень) выпускника – бакалавр). Брянск. Издательство Брянской ГСХА, 2014. – 33 с.

Методическое пособие предназначено для выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине «Ботаника» Раздел: систематика низших и архегониальных высших споровых растений. Разработано в соответствии с требованиями примерной программы по дисциплине «Ботаника», квалификация (степень) выпускника – бакалавр.

Рецензент: доцент кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ВСЭ, к. б. наук Е.А. Кривопушкина

*Рекомендовано к изданию решением методической комиссии агроэкологического института от 30 ноября 2011 года*

©Брянская ГСХА, 2014

© Н.В. Милехина, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

### **ТЕМА 1. НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ, ИЛИ ВОДОРΟΣЛИ.....**

ОТДЕЛ ЗЕЛЕНЬЕ ВОДОРΟΣЛИ.....

ОТДЕЛ ДИАТОМОВЬЕ ВОДОРΟΣЛИ.....

ОТДЕЛ БУРЬЕ ВОДОРΟΣЛИ.....

### **Тема 2. ОТДЕЛ МОХОВИДНЬЕ.....**

КЛАСС ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЬЕ МХИ.....

### **Тема 3. ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЬЕ.....**

### **Тема 4. ОТДЕЛ ХВОЩЕВИДНЬЕ.....**

### **Тема 5. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЬЕ.....**

### **Тема 6. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЬЕ, ИЛИ СОСНОВЬЕ.....**

Источники рисунков.....

Список литературы.....

## ТЕМА 1. НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ, ИЛИ ВОДОРΟΣЛИ (Thallobionta, или Algae)

подавляющее большинство водорослей живет в морях, океанах, реках, озерах и других водоемах. особую экологическую группу составляют наземные водоросли, живущие в почве и на ней. Среди них самые многочисленные – Диатомовые, затем – Зеленые, изредка – Золотистые и Красные.

Водоросли исключительно разнообразны по своему строению. Тело представлено нерасчлененным на вегетативные органы слоевищем, или талломом. Водоросли бывают одноклеточные и колониальные, многоклеточные, подвижные и неподвижные.

Для водорослей характерны все типы размножения: вегетативное, бесполое и половое.

При вегетативном размножении новые особи возникают из обрывков нитей, кусков слоевищ, при распадении колоний или делении клеток одноклеточных водорослей.

Бесполое размножение осуществляется с помощью зооспор или апланоспор лишенных жгутиков, одноклеточных образований, возникших внутри вегетативных клеток или в особых органах – зооспорангиях.

Половое размножение широко распространено у всех водорослей. Формы полового процесса разнообразны: *изогамия*, *гетерогамия*, *оогамия*.

На основании различия пигментов, продуктов запаса, состава клеточных стенок различают следующие отделы водорослей:

1. Золотистые – Chrysophyta.
2. Желто-зеленые – Xanthophyta.
3. Диатомовые – Diatomeophyta.
4. Пирофитовые – Pyrophyta.
5. Криптофитовые – Cryptophyta.
6. Эвгленовые – Euglenophyta.
7. Бурые – Phaeophyta.
8. Красные или багрянки – Rhodophyta.
9. Зеленые – Chlorophyta.

## ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ – Chlorophyta

Зеленые водоросли представлены одноклеточными, колониальными, многоклеточными и неклеточными формами. Обитают преимущественно в пресных водах, есть и в морях, некоторые на снегу, стволах деревьев, в почве. У зеленых водорослей представлены все типы организации таллома: активно подвижный одноклеточный (хламидомонада) и колониальный (гоiniuм, пандорина, вольвокс); неподвижный одноклеточный (хлорелла, хлорококк) и колониальный (педиаструм, водяная сеточка); многоклеточный нитчатый (улотрикс, спирогира) и пластинчатый (ульва); сифональный (каулерпа, ацетабулярия) (Рис. 1).

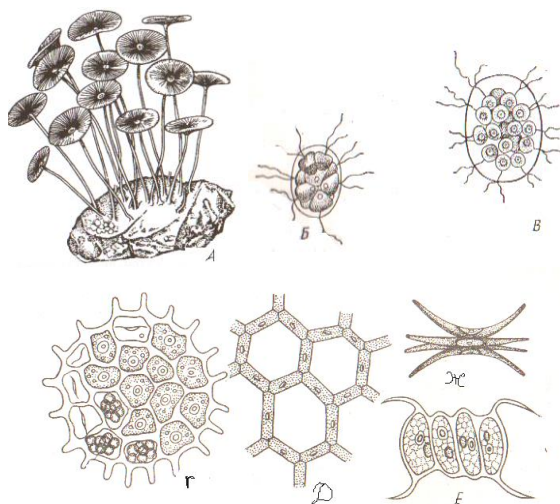


Рис. 1 Зеленые водоросли:

*А- ацетабулярия, Б- пандорина, В- эвдорина, Г- педиаструм, Д- водяная сеточка, Е- сценедесмус, Ж- анкистродесмус*

Зеленые водоросли – наиболее разнообразны по строению и жизненному циклу. Представлены все типы размножения и все виды полового процесса.

Отдел включает водоросли, имеющие хроматофоры чисто зеленого цвета. Запасной продукт – крахмал. Клетки одеты обо-

лочкой, в протопласте содержится одно или много ядер и хроматофоры различной формы.

К наиболее примитивным относятся одноклеточные округлые или грушевидные двужгутиковые *хламидомонады*, обитающие в лужах, канавах и других пресных водоемах, вызывая «цветение» воды. Хроматофор чашевидный с погруженным пиреноидом, ядро одно, в переднем конце светочувствительный глазок и пульсирующие вакуоли (рис. 2).

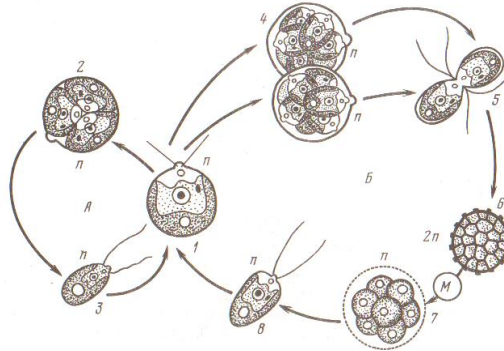


Рис. 2 Жизненный цикл хламидомонады:

*А- бесполое размножение, Б- половое размножение, М- мейоз; 1- вегетативная особь, 2- образование зооспор, 3- зооспора, 4- образование гамет, 5- копуляция гамет, 6- зигота, 7- прорастание зиготы, 8- зооспора*

При благоприятных условиях хламидомонада размножается бесполом способом: протопласт делится путем митоза на два, четыре и восемь частей, из которых еще в материнской клетке формируются зооспоры, по общей структуре похожи на взрослых особи, но меньшего размера и без целлюлозной стенки. В следствие ослизнения стенки материнской клетки они освобождаются, вырастают до размеров взрослых особей и строят новую клеточную стенку.

При недостатке воды и кислорода хламидомонада сбрасывает жгутики и выделяет слизь. При этом протопласт сохраняет способность к делению. С наступлением благоприятных условий вновь образовавшиеся клетки формируют жгутики, освобождаются от слизи и вырастают до обычных размеров. Поло-

вой процесс чаще изогамный. Однако, у некоторых видов отмечена гетерогамия и даже оогамия. Сформировавшаяся зигота наполняется запасными продуктами и вырабатывает толстую стенку. Затем наступает период покоя. При благоприятных условиях содержимое зиготы делится путем мейоза, в результате формируется четыре гаплоидные зооспоры.

*Спирогира* обитает в пресных водах, где образует тину. Нити неветвящиеся состоят из одного ряда клеток, содержащих один или несколько извитых лентовидных хроматофоров. В каждой клетке находится один или два хлоропласта, которые размещаются в постенном слое цитоплазмы. В центре клетки имеется ядро, погруженное в цитоплазму (рис. 3).

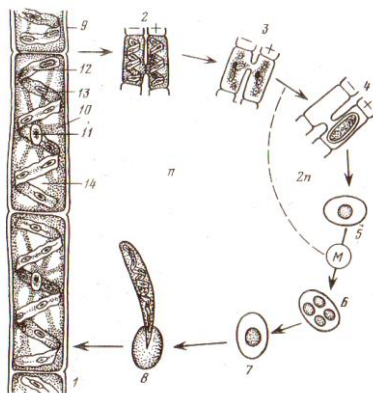


Рис. 3 Жизненный цикл спирогиры:

1 – часть таллома; 2-3 – последовательность соматогамии (конъюгации); 4-5 – зигота; 6-7 – мейоз зиготы и отмирание трёх гаплоидных ядер; 8 – прорастание зиготы; 9 – клеточная стенка; 10 – цитоплазма; 11 – ядро; 12 – хроматофор; 13 – пиреноид; 14 – вакуоль.

Вегетативно размножается обрывками нитей, бесполое размножение неподвижными апланоспорами, образующимися по одной в каждой клетке. Половое размножение по способу конъюгации. При этом образуется зигота. После периода покоя она делится по типу мейоза и прорастает в одну нить, три ядра из четырех при этом редуцируются. Таким образом, жизненный

цикл спирогиры проходит в гаплоидной фазе, диплоидна только зигота.

*Хлорелла* – типичная одноклеточная неподвижная водоросль. Клетки шаровидные с чашевидным хроматофором, мелкие. Размножение только бесполое с образованием четырех или восьми неподвижных спор. Водоросли широко распространены в пресных и соленых водах, а также в почве, симбионты лишайников (рис. 4).



Рис. 4 Хлорелла:

1 – вегетативная особь; 2 – образование спор

Виды рода *улотрикс* распространены в реках. Таллом нитчатый, неветвящийся, состоит из одного ряда одинаковых клеток. Хлоропласт имеет форму кольца или полукольца и занимает постенное положение. Ядро одно. При бесполом размножении в любой из клеток, кроме базальной, образуются четырехжгутиковые зооспоры. Половой процесс изогамный. Гаметы мелкие, двужгутиковые, образуются также в любой из клеток. Зигота делится путем мейоза. В результате образуется четыре гаплоидные зооспоры, прорастающие во взрослые нити (рис. 5).

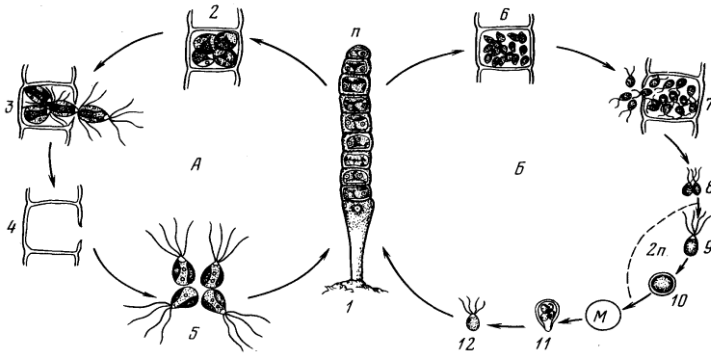


Рис. 5 Жизненный цикл улотрикса:



*А* – бесполое размножение, *Б* – половое размножение, *М* – мейоз; 1 – вегетативная особь; 2 – образование зооспор; 3 – выход зооспор; 4 – пустая клетка; 5 – зооспоры; 6 – образование гамет; 7 – выход гамет; 8 – изогамия; 9–10 – зигота; 11 – прорастание зиготы; 12 – зооспора.

Харовые – наиболее высокоорганизованные зеленые водоросли, характеризующиеся сложно построенным талломом и многоклеточными половыми органами (оогонием и антеридием). Распространены водоросли в пресных и в солоноватых водах. *Хара* представляет собой вертикально стоящий ветвящийся таллом. К субстрату водоросли крепятся ризоидами. Хроматиды мелкие, дисковидные. Вегетативное размножение с помощью клубеньков; бесполого размножения нет. Половой процесс оогамный. Спирально изогнутые двужгутиковые сперматозоиды образуются в шаровидных антеридиях. В оогонии образуется одна яйцеклетка. При оплодотворении яйцеклетки образуется зигота. После периода покоя она делится по типу мейоза и прорастает. Три ядра при этом редуцируются (рис 6).

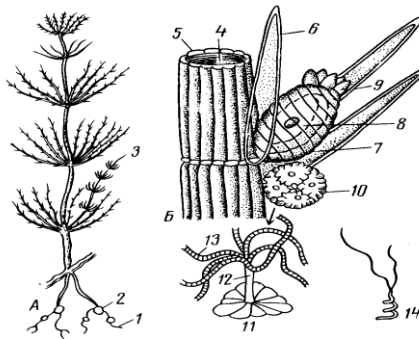


Рис. 6 *Хара*:

*А* – общий вид, *Б* – часть таллома; 1 – ризоиды, 2 – клубеньки, 3 – боковое ответвление, 4 – центральная клетка, 5 – наружные клетки, 6 – одноклеточное разветвление, 7 – оогоний, 8 – яйцеклетка, 9 – коронка, 10 – антеридий, 11 – щиток, 12 – подставка, 13 – спермагенные нити, 14 – сперматозоид

**Задание:** 1) изучить и зарисовать общий вид, строение, размножение хламидомонады, хлореллы, спирогиры, улотрикса, хары.

**Материалы:** фиксированные или живые водоросли: постоянные препараты (конъюгация спирогиры, оогонии и антеридии хары).

### Последовательность работы

1. Ознакомиться со строением клеток: их формой, числом ядер и формой хроматофора, наличием пиреноидов у различных представителей зеленых водорослей.

2. Рассмотреть постоянный препарат спирогиры при малом увеличении, обратить внимание на форму клеток, форму хроматофора, пиреноиды и ядро. Ознакомиться с типом полового процесса спирогиры.

3. На постоянном препарате изучить: внешнее строение хары, обратив внимание на ветвление таллома, наличие «узлов» и «междоузлий»; строение органов полового размножения – оогониев и антеридиев.

## ОТДЕЛ ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – Diatomeophyta

Диатомовые водоросли – одноклеточные и колониальные, микроскопически мелкие, широко распространены в планктоне морей и океанов, пресных водах, влажной почве, на скалах, коре деревьев (рис. 7).

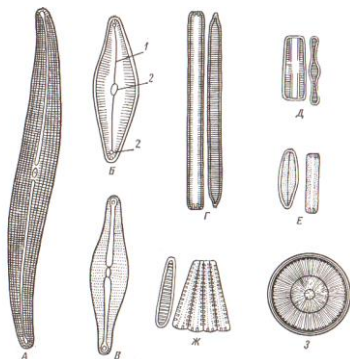


Рис. 7 Диатомовые водоросли:

*А- плеуростигма, Б- цимбелла, В- навикула, Г- синедра, д- табеллярия, Е- диатома, Ж- меридион, З- циклотелла*

Их отличительные особенности – желтоватая или буроватая окраска хроматофоров, благодаря наличию кроме хлорофилла пигмента фукоксантина и нескольких ксантинов (особенно диатомина), и своеобразное строение оболочки. Пектиновые клеточные стенки снаружи пропитаны кремнеземом и образуют защитный панцирь, который состоит из двух половинок, надевающих друг на друга, верхняя – эпитека, нижняя – гипотека. Каждая из этих частей состоит из плоской стороны – створки и узкого кольца, соединенного со створкой - пояска. В створках есть поры. Внутри клетки имеется протопласт, вакуоля, два постенных хроматофора бурой окраски. В зависимости от формы клетки и структуры панциря диатомовые водоросли подразделяются на классы: Пеннатные и Центрические.

Бесполое размножение, как и вегетативное, осуществляется митотическим делением протопласта. Затем происходит расхождение створок и достройка каждым протопластом гипотеки.

Форма полового процесса своеобразна: две измельчавшие особи приближаются одна к другой, сбрасывают створки и обволакиваются слизью. Вслед за редукционным делением ядер происходит деление протопласта, в результате чего образуются четыре моноплоидные клетки – тетрада. Две клетки, принадлежащие двум различным тетрадам, сливаются, а остальные отмирают. В результате образуется диплоидная зигота (ауксоспора) – способная к росту, из которой развивается двухстворчатая особь.

С диатомовыми водорослями знакомятся на примере пиннулярии (рис. 8).

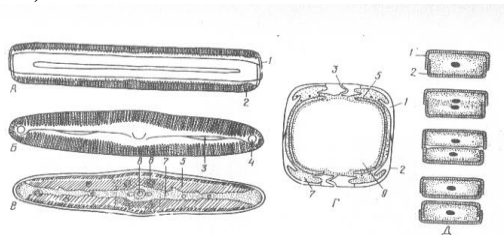


Рис. 8 Диатомовая водоросль пиннулярия (Pinnularia):

*А – вид с пояска; Б – вид со створки; В – продольный разрез, Г – поперечный разрез, Д – вегетативное размножение; 1 – эпитека, 2 – гипотека, 3 – шов, 4 – узелок, 5 – хлоропласт, 6 – пиреноиды, 7 – цитоплазма, 8 – ядро, 9 – вакуоль*

Водоросли скапливаются в большом количестве в иле на дне водоемов. Таллом одноклеточный. Клетка имеет продолговатую форму с закругленными концами и более широкой средней частью. Вдоль клетки тянется шов, возле концов видны три утолщения в средней части, называемые узелками. Пиннулярия способна передвигаться. У живой клетки имеются ядро, цитоплазма, вакуоль и хлоропласт пластинчатой формы и бурой окраски.

**Задание:** изучить и зарисовать строение пиннулярии.

**Материалы:** фиксированные или живые диатомовые водоросли.

**Последовательность работы:**

Капельку воды, содержащую диатомеи, нанести на предметное стекло и покрыть покровным. Изучая препарат при малом и большом увеличении, найти пиннулярию, рассмотреть строение клетки, обратив внимание на строение клетки в различных положениях.

## ОТДЕЛ БУРЫЕ ВОДОРΟΣЛИ - Phaeophyta

Отдел насчитывает около 250 родов (три рода – пресноводные, остальные – морские). Растут во всех морях, в холодных водах Северного и Южного полушарий образуют мощные заросли. Талломы наиболее сложно устроены среди водорослей. Ни одноклеточных, ни колониальных форм нет. Это самые крупные из известных водорослей, достигающие в длину несколько десятков метров от 60 до 100 (рис.9).

Окраска от зеленовато – оливковой до темно-бурой из-за большого количества фукоксантина и других ксантофилловых пигментов.

Размножаться водоросли могут вегетативно (частями таллома), бесполом способом (зооспорами). Половой процесс

изогамный, гетерогамный и оогамный. Жизненные циклы большинства бурых водорослей включают чередование поколений.

Спорофит и гаметофит могут быть одинаковы (изоморфны) или различны (гетероморфны) по размеру и форме.

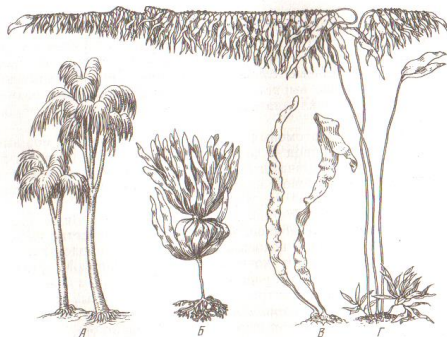


Рис. 9 Бурые водоросли:

*А- лессония, Б- ламинария пальчатая, В- ламинария сахарная, Г- макроцистис*

В хозяйственном отношении наиболее важен род ламинария (*Laminaria*), представители которого известны под названием «морская капуста». Виды ламинарии широко распространены в северных морях. Ее используют в пищу, для лечебного питания. Представителями бурых водорослей являются роды *Macrocystis* и *Nereocystis*, *Fucus*, *Sargassum*.

В качестве примера рассмотрим жизненный цикл ценной в хозяйственном отношении бурой водоросли ламинарии (рис. 10).

У ламинарии, как и у других крупных бурых водорослей, чередуются резко различающиеся поколения: многолетний спорофит, достигающий несколько метров в длину, и микроскопический эфемерный гаметофит.

Спорофит ламинарии имеет листовидную пластинку, ствол и ризоиды, которыми прикрепляется к подводным камням и скалам. Между пластинкой и стволом находится зона вставочного роста, за счет которой нарастают и пластинка, и ствол.

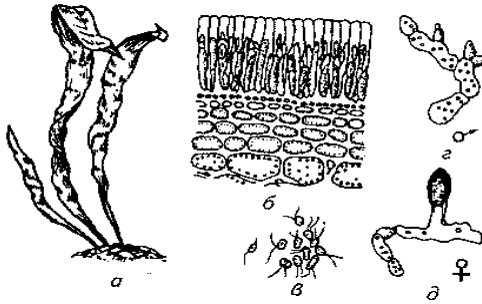


Рис.10 Бурая водоросль ламинария:

*а - общий вид ламинарии; б- разрез многоклеточного таллома с зооспорангиями; в- зооспоры; г- мужской гаметофит с антеридиями; д- женский гаметофит с оогонием*

Ствол с ризоидами зимует, а пластинка ежегодно отмирает и весной вновь отрастает. Этот тип роста облегчает практическое использование ламинарии и подобных ей крупных водорослей (макрофитов). Когда срезают отросшие пластины, остающиеся глубже части пластины отрастают вновь.

При бесполом размножении из поверхностных клеток формируются группы зооспорангиев, в которых образуются гаплоидные зооспоры с двумя неравными жгутиками, прикрепленными сбоку. Зооспоры прорастают в микроскопические, из нескольких клеток, нитчатые гаметофиты (заростки), на которых образуются половые органы. Половой процесс оогамный. В оогониях (на женских гаметофитах) и в антеридиях (на мужских) образуется по одной гамете (яйцеклетке и сперматозоиду соответственно). Зигота без периода покоя прорастает в диплоидный спорофит.

**Задание:** 1) изучить и зарисовать общий вид, строение, размножение ламинарии.

**Материалы:** фиксированные или живые водоросли: постоянные препараты ламинарии.

### **Последовательность работы**

1. Ознакомиться со строением бурой водоросли ламинарии.

2. Зарисовать общий вид спорофита ламинарии.
3. Ознакомиться и зарисовать жизненный цикл развития ламинарии.

## **Тема 2. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ – Bryophyta**

К этому отделу относятся растения, которые по общей организации и экологии стоят близко к водорослям. У более примитивных форм гаметофит представлен слоевищем, талломом, а у остальных расчленен на стебель и листья. Моховидные лишены корней и не имеют сосудов, но у них имеются многочисленные ризоиды. Жизненная форма – травы.

Важнейшей чертой растений этого отдела является – полное преобладание гаметофазы в общем цикле развития, поэтому отдел Моховидные рассматривают как самостоятельную ветвь в эволюции растений.

Гаметофит представляет собой зелёное растение в виде побега, расчленённого на «стебель» и «листья», или в виде листовидного слоевища. Спорофит самостоятельно не существует, развивается и всегда находится на гаметофите. Морфологически спорофит представляет собой цилиндрическую ножку, которая несёт шаровидную или эллиптическую коробочку, внутри которой формируется спорогенная ткань. Клетки её делятся редукционно, образуя споры. У спорофита фотосинтезирующие ткани развиты слабо, воду и необходимое питание он получает от гаметофита.

Отдел делится на три класса: Антоцеротовые, Печеночные и Листостебельные мхи.

### **КЛАСС ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ МХИ**

Гаметофит представляет собой прямостоящую стеблевую ось, покрытую листовидными выростами – филлодиями. В центральной части стебля находится проводящий пучок, в центре его располагается ксилема. Клетки, проводящие воду, по строению напоминают трахеиды, но лишены пор.

Выделяют три подкласса: Андреевые мхи или Черные, Сфагновые или Белые мхи, Бриевые или Зеленые мхи.

**Подкласс Зеленые мхи.** От сфагновых эти мхи отличаются отсутствием водоносных клеток в листьях и на поверхности стебля, наличием многоклеточных ризоидов и более сложным строением спорогона, коробочка которого сидит обычно на длинной ножке.

В качестве примера рассмотрим строение одного из наиболее широко распространенных зеленых мхов – кукушкина льна (*Polytrichum commune*) (рис. 11).

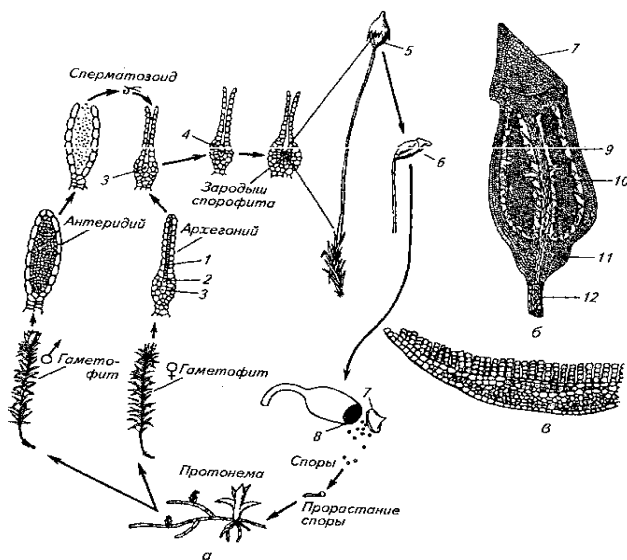


Рис.11 Цикл развития мха кукушкин лен:

*а- цикл развития мха; б- коробочка в разрезе; 1- шейковые канальцевые клетки; 2-брюшная канальцевая клетка; 3- яйце-клетка; 4- зигота; 5,6- коробочка соответственно с колпачком и без колпачка; 7- крышечка; 8- перистом; 9- урночка; 10- спорангий; 11- апофиза; 12- ножка; в- поперечный разрез листа с ассимиляторами*

Длинные прямостоячие неветвистые стебли густо покрыты мелкими листьями – филлоидами. На подземной безлистной ча-



сти стебля, называемой часто «корневищем» находятся ризоиды. Гаметофиты кукушкина льна раздельнополюе. На верхушке женских особей развиваются архегонии, на верхушке мужских – антеридии, окруженные красно-бурыми листьями, образующими чашу, в которую и выходят двужгутиковые сперматозоиды.

После оплодотворения в брюшке архегония развивается зародыш. Затем из него развивается спорофит, имеющий вид коробочки на длинной ножке. Внутри коробочки - спорангий, где после мейоза образуются споры. Попадая в благоприятные условия, споры прорастают. Сначала образуется протонема, сходная с нитчатой водорослью, на которой формируются листостебельные побеги. Эти побеги вместе с протонемой представляют гаплоидное поколение - гаметофит, коробочка на ножке - диплоидное - спорофит.

**Задание:** 1) изучить на постоянном препарате строение спорофита и гаметофита кукушкина льна; 2) зарисовать схему цикла развития кукушкина льна.

**Материалы:** 1) постоянные препараты продольного разреза спорогония кукушкина льна.

### **Последовательность работы:**

Класс Листостебельные мхи (Bryopsida) подкласс Зеленые мхи (Bryidae) представитель – кукушкин лен.

Пользуясь гербарным материалом, изучить и зарисовать внешний вид кукушкина льна. Рассмотреть строение спорофита и гаметофита. Зарисовать схему цикла развития кукушкина льна.

## **Тема 3.ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ – Lycopodiophyta**

Плауновидные – типичные листостебельные растения. Современные представители плауновых – травянистые растения. Органы спорофита – корень, стебель, лист. Листья мелкие с одной жилкой, простые, цельные, чешуевидные или шиловидные, и представляют собой по существу выросты стебля – филлоиды. Побеги не имеют хорошо выраженных узлов и междоузлий. Стебли и корни ветвятся дихотомически. Спорангии или оди-

ночные, расположенные на верхней стороне листьев (спорофиллов), или собраны в колоски.

Выделяют два класса: равноспоровые Плауновые (Lycopodiopsida) и разноспоровые Полушниковые (Isoetopsida).

Из равноспоровых широко распространен *плаун булавовидный* (*Licopodium clavatum*) (рис. 12).

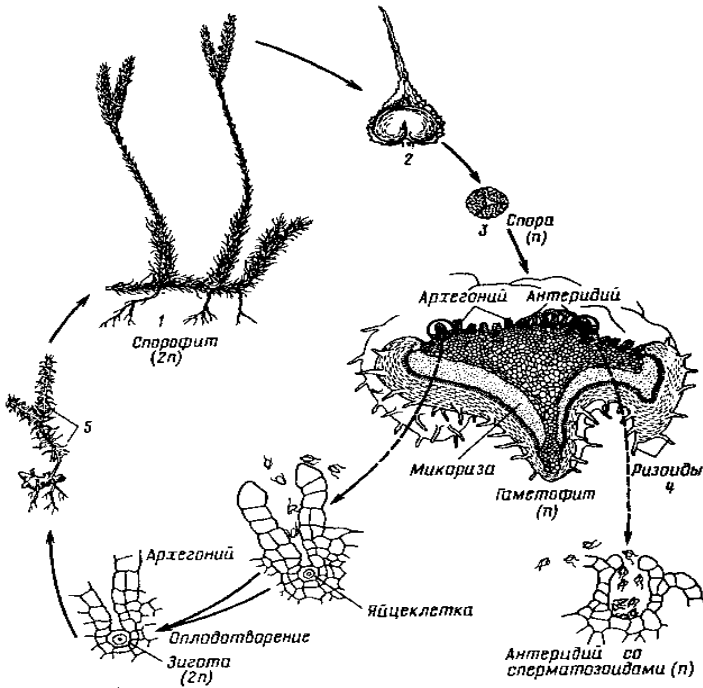


Рис. 12 Цикл развития плауна булавовидного:

1- спорифит; 2- спорифилл со спорангием; 3- спора; 4- гаметофит с антеридиями и архегониями на продольном разрезе; 5- развивающийся на гаметофите из зародыша молодой спорифит

Широко встречается в сырых хвойных лесах. Его длинные (до 3 м) стелющиеся ветвящиеся побеги густо усажены жесткими мелкими листьями. От стебля отходят тонкие придаточные корни. Побеги и корни ветвятся дихотомически. В середине лета

на верхушках приподнимающихся веточек появляются булаво-видные спороносные колоски (стробилы). Они располагаются обычно по два. Колосок состоит из оси и сидячих на ней листочков (спорофиллов). На верхней стороне спорофилла находится крупный почкообразный спорангий на короткой ножке. После мейоза в нем образуется гаплоидные споры. Все они одинаковой величины и покрыты толстой желтой оболочкой. Из спор развивается гаплоидный заросток - гаметофит. Заросток ведет подземный образ жизни. Это очень маленький (иногда до 1 см) похожий на юлу бесцветный таллом. От нижней поверхности отходят ризоиды. Заросток живет в симбиозе с грибом за счет которого происходит его питание. Растет гаметофит очень долго: от 6 до 15-20 лет. Лишь тогда на его поверхности образуются архегонии и антеридии. И те и другие погружены в ткань заростка. После оплодотворения яйцеклетки двужгутиковым сперматозоидом из зиготы развивается зародыш спорофита, растущий в брюшке архегония, а затем и взрослое растение.

Из класс Разноспоровые наиболее многочисленным и широко распространенным является род селлагинелла. Используют лишь немногие ее виды как лекарственные и декоративные растения.

*Селлагинелла* нежное многолетнее травянистое растение, требующее высокой влажности. На верхушке побегов располагаются спороносные колоски. В пазухах спорофиллов сидят на коротких ножках мега- и микроспорангии. В мегаспорангии образуется четыре мегаспоры, в микроспорангии – множество микроспор (рис. 13). При прорастании из микроспоры образуется мужской гаметофит, состоящий из одной ризоидальной клетки и антеридия со сперматозоидами. Мегаспора развивается в женский гаметофит, не покидающий ее оболочки и состоящий из мелкоклеточной ткани, в которую погружены архегонии. Разрастаясь, гаметофит разрывает покровы мегаспоры. На нем архегонии и ризоиды. После оплодотворения из яйцеклетки развивается зародыш, а затем новый спорофит.

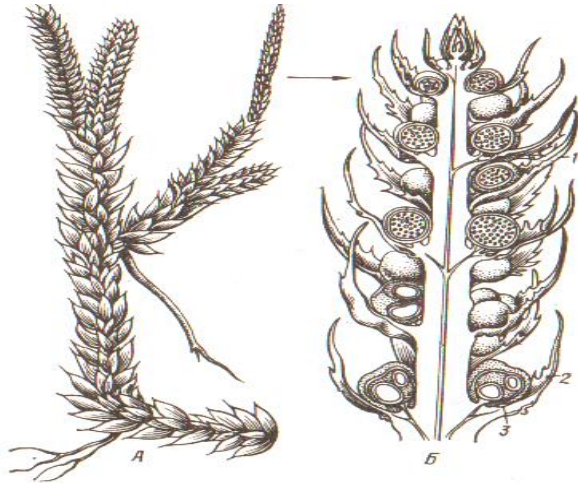


Рис. 13 Селагинелла селаговидная  
*a* -общий вид; *б*- спороносный колосок: 1- микроспорофилл с микроспорангием, 2- мегаспорофилл с мегаспорангием, 3- язычок

**Задание:** 1) по гербарии изучить внешний вид плауна булавовидного; 2) изучить под микроскопом строение спороносного колоска плауна булавовидного, селагинеллы.

**Материалы:** 1) гербарные экземпляры плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum* L.), плауна баранца (*Lycopodium selago* L.), тепличное растение селагинеллы селаговидной (*Selaginella selaginoides*); 2) готовые препараты продольных срезов спороносных колосков плауна булавовидного и селагинеллы.

#### **Последовательность работы:**

С микроскопическими особенностями плауновидных знакомятся на примере плауна булавовидного и селагинеллы. При рассмотрении живого или гербарного материала, обращают внимание на длинный ползучий стебель плауна булавовидного и расположенные вертикально ветвящиеся оси побегов. Следует обратить внимание на спороносные колоски, венчающие вертикальные ветки. Они расположены на довольно длинных ножках

по два (реже 3-5). Колоски имеют цилиндрическую форму, состоят из оси, на которой плотно сидят спорофиллы.

Пользуясь постоянными препаратами продольного среза колоска плауна булавовидного и селлагинеллы изучить и зарисовать их строение.

#### **Тема 4. ОТДЕЛ ХВОЩЕВИДНЫЕ – Equisetophyta**

Древняя группа растений. В палеозое была представлена древовидными формами. Современные хвощевидные представлены травянистыми видами. До настоящего времени сохранился лишь один род – хвощ (*Equisetum*), представленный 25 травянистыми видами.

Листья и ветви хвощевидных имеют ребристое строение, располагаются правильно чередующимися мутовками на каждом узле стебля, что придает растениям характерную членистость. Листья сростаются основанием во влагалище, которое охватывает основание междоузлия. Поскольку листья сильно редуцированы, функцию ассимиляции выполняют стебли. У одних видов хвощей все надземные побеги одинаковы, у других резко отличаются и по структуре, и по функции (вегетативные вполне стерильные побеги и спороносные – фертильные). Рассмотрим строение спороносного колоска хвоща полевого (рис. 14).

Рано весной из корневища вырастает бесхлорофилльный спороносный побег, на конце которого имеется спороносный колосок. На оси колоска находятся спорангиофоры (видоизмененные спороносные боковые побеги), имеющие вид щитка на ножке, к которому прикреплены 8-10 спорангиев. После созревания спор щитки подсыхают и раздвигаются, что способствует освобождению спор. Хвощи морфологически равноспоровые растения, но наблюдается физиологическая разноспоровость.

Споры имеют своеобразное строение. У каждой три оболочки – экзина, интина и перина. Из последней при созревании спор образуются две спиральные ленты (элатеры) с ложновидными расширениями на концах.

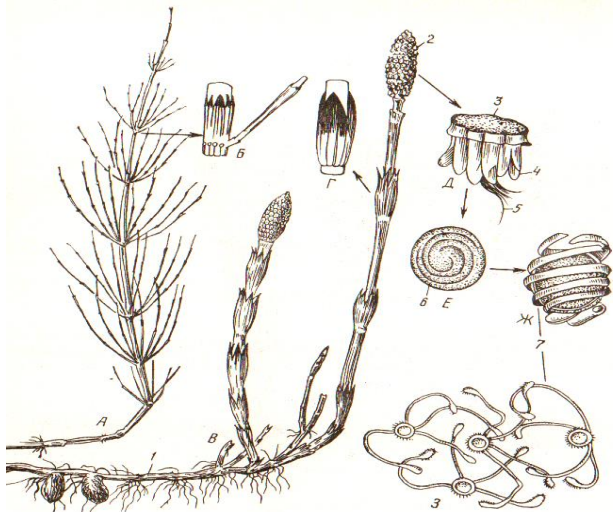


Рис. 14 Хвощ полевой *Equisetum arvense*:

*А* - вегетативный побег; *Б* - спорозоносный побег; *В, Г* – влагаллица; *Д* - спорангиофор со спорангиями; *Е-З* - споры: 1- корневище с клубнями, 2- спорозоносный колосок, 3- щиток, 4- ножка, 6- перина, 7- элатеры

Элатеры гигроскопичны. В сухой атмосфере они раскручиваются, споры зацепляются друг за друга и в виде комочков выпадают из спорангиев, обеспечив прорастание заростков в непосредственной близости.

При прорастании спор образуются группы заростков, что обеспечивает успех оплодотворения.

**Задание:** 1) рассмотреть и зарисовать общий вид надземных весенних побегов, заканчивающихся спорозоносным колоском, и летних (ассимилирующих) побегов; 2) изучить строение спорозоносного колоска хвоща. Обратит внимание на строение спорофиллов, несущих с нижней стороны мешковидные спорангии; 3) рассмотреть под микроскопом споры хвоща и обратит внимание на их гигроскопическое движение на предметном стекле.

**Материалы:** 1) гербарий хвоща полевого; 2) засушенные спороносные колоски хвоща полевого; 3) готовые препараты продольных срезов спороносного колоска хвоща полевого.

### **Последовательность работы**

На гербарном листе найти весенние неветвящиеся бесхлорофилльные побеги, которые образуются из корневищ. Стебли их имеют узлы, полые междоузлия, влагалища чешуевидных листьев и спороносный колосок.

Пользуясь постоянным препаратом продольного среза колоска, необходимо изучить и зарисовать его строение.

## **Тема 5. ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ – Polypodiophyta**

Папоротниковидные, относятся к числу наиболее древних групп высших растений. Характерными особенностями папоротников являются: преобладание долговечного листостебельного спорофита над эфемерным примитивным гаметофитом; наличие у спорофита крупных, обычно перисторассеченных, сложно устроенных листьев – вай; расположение спорангиев группами (сорусами) на нижней стороне листьев.

Существующие папоротники относят к трем из семи классов: Ужовниковые, Мараттиопсиды и Полиподиопсиды. Класс Полиподиопсиды (Polypodiopsida) подавляющее большинство видов среди них равноспоровые и разноспоровые.

Одним из наиболее распространенных лесных папоротников является мужской папоротник щитовник (*Dryopteris filix-mas*) (рис. 15). Корневище папоротника скрыто в земле, лишь верхняя часть его немного возвышается над поверхностью почвы. На нём спирально расположены 5-7 хорошо развитых листьев. Листья щитовника (вайи) крупные, дваждыперисторассеченные. Молодые листья свернуты улиткообразно, растут верхушкой (как стебель).

Спорангии щитовника собраны в группы – сорусы на нижней стороне листа вдоль средней жилки и одеты округлояцевидным покрывальцем (индузием), прикрепляющемся в центре

соруса. Стенка спорангия многоклеточная, однослойная. В спорангии созревает, как правило, 64 споры. При попадании в благоприятные условия споры прорастают, образуя заросток (гаметофит).

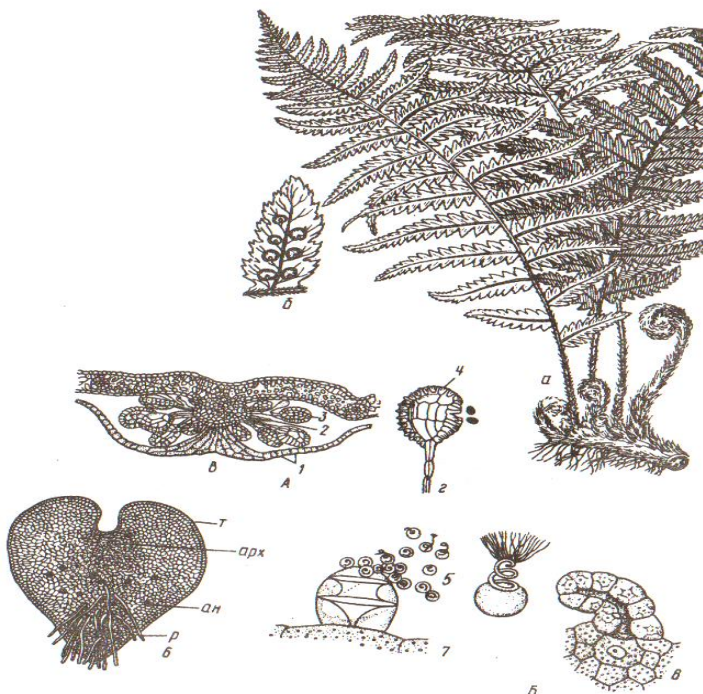


Рис. 15 Щитовник мужской:

*А – спорофит: а- общий вид; б- сорусы на нижней стороне вайи; в- разрез соруса (1- индузий, 2- плацента, 3- спорангий); г- спорангий (4-кольцо); Б- гаметофит: 5- сперматозоиды; 6- заросток с нижней стороны (т- таллом, р- ризоиды, арх- архегонии, ан- антеридии); 7- выход сперматозоидов из антеридия; 8- архегоний с яйцеклеткой*

Он представляет собой округло-сердцевидную пластинку 0,5-0,9 см в диаметре. В клетках заростка содержатся хлоропласты, и он способен к самостоятельной жизни. От заростка отхо-



дят многочисленные ризоиды, прикрепляющие его к почве и всасывающие воду.

На нижней поверхности зрелого заростка возникают антеридии и архегонии (последние ближе к выемке). Антеридии имеют округлую форму и развивают небольшое число спирально закрученных многожгутиковых сперматозоидов. Архегонии обычного строения, но частично (брюшко) погружены в ткань заростка. Так как антеридии и архегонии находятся в контакте с влажной почвой, оплодотворение яйцеклетки подвижным сперматозоидом в дождливую погоду происходит без затруднений. Из оплодотворенной яйцеклетки вскоре формируется зародыш, первоначально развивается за счёт заростка. Всасывание питательных веществ осуществляется при помощи ножки зародыша, внедряющейся в ткань заростка. После образования корешка, стебелька и первого листка зародыш начинает самостоятельную жизнь.

**Задание:** 1) изучить внешний вид мужского папоротника; 2) рассмотреть строение соруса со спорангиями; 3) зарисовать заросток, сорус, корневище мужского папоротника.

**Материалы:** 1) гербарные экземпляры мужского папоротника с сорусами; 2) постоянные препараты срезов через сорус папоротника.

### **Последовательность работы**

1. Пользуясь гербарным материалом, зарисовать внешнее строение папоротника. Обратит внимание на наличие сорусов (скоплений спорангиев) на нижней стороне листа.

2. Внутреннее строение соруса изучить на готовом препарате при малом увеличении микроскопа. Отметить плаценту, спорангии, покрывальце.

3. Зарисовать строение заростка, соруса, корневища папоротника щитовника мужского.

## **Тема 6. ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ - *Gymnospermae*, ИЛИ СОСНОВЫЕ - *Pinophyta***

Голосеменные – разноспоровые растения, спорофит преобладает над гаметофитом, который не имеет самостоятельного существования. Спорофиты голосеменных – древесные, реже кустарниковые, исключительно сухопутные растения. Травы не известны. Общее число видов современных голосеменных растений сравнительно невелико – около 800 видов. Распространены по всему земному шару, большинство – это хвойные.

Отдел Голосеменные включает семь классов: Семенные папоротники (*Pteridospermatopsida*), Саговниковые (*Cycadopsida*), Беннеттитовые (*Bennettitopsida*), Кордаитовые (*Cordaitopsida*), Гинкговые (*Ginkgoopsida*), Хвойные (*Pinopsida*), Гнетовые (*Gnetopsida*).

В настоящее время Класс Хвойные являются наиболее многочисленными голосеменными – к ним относится более 600 видов (55 родов, 8 семейств). У нас встречается 8 родов, свыше 50 видов.

Хвойные насчитывают около 10 семейств. У нас дико произрастают представители трех семейств: Сосновые, Кипарисовые и Тисовые.

Характерными признаками голосеменных являются: наличие семян, отсутствие пестика, развитие семяпочки на открытых плодолистиках (мегаспорофиллах).

У голосеменных имеются семена с зародышем и эндоспермом, причем эндосперм формируется из мегаспоры еще до оплодотворения яйцеклетки (у покрытосеменных – после оплодотворения).

Жизненный цикл голосеменных обуславливается характерным соотношением моноплоидной и диплоидной фаз развития, т.е. соответственно гаметофита и спорофита.

У голосеменных имеется два вида листьев – большие, расчлененные (как у пальмы или папоротников) и довольно мелкие, игловидные (хвоя).

Специфику размножения рассмотрим на примере сосны лесной (обыкновенной) (*Pinus sylvestris*) (рис. 16).

В наших природных условиях это довольно крупное дерево до 30 м высотой, нередко достигающее 200-300-летнего возраста. В лесу сосна начинает давать семена обычно после 40 лет. Сосна – однодомное разнospоровое растение. Микроспорангии и мегаспорангии образуются на одном растении в разных шишках. Шишки появляются весной на молодых побегах. В основании одних побегов собраны группами мужские шишки, на верхушках других образуются одна-две женские.

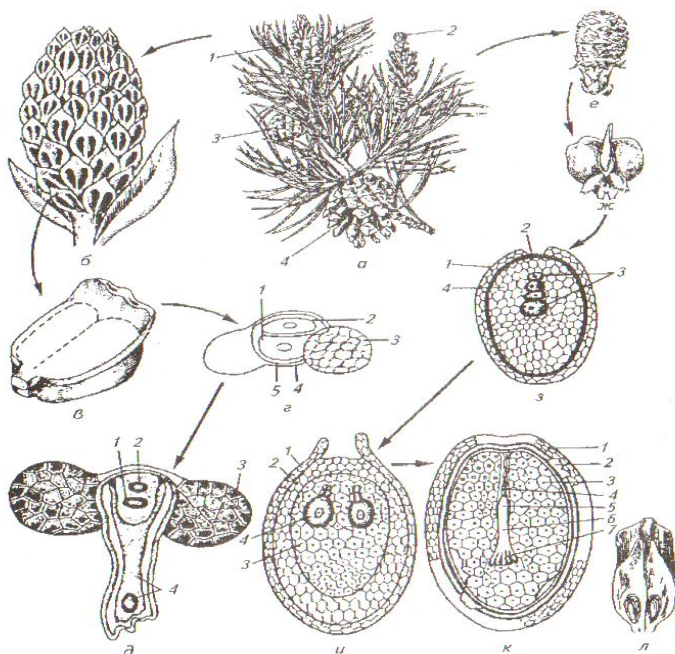


Рис. 16 Семенное размножение сосны лесной:

*а*– ветка с мужскими (1) и женскими шишками: 2- первого года жизни; 3- второго года жизни после опыления; 4- зрелая, с высыпающимися семенами; *б*- мужская шишка; *в*- микроспорофилл с двумя микроспорангиями; *г*- строение пылинки (мужского гаметофита): 1- сифоногенная клетка трубки; 2- антеридиальная клетка; 3- воздушные мешки; 4- экзина; 5- интина; *д*- прорастание пылинки: 1- ядро спермагенной клетки; 2- ядро базальной клетки; 3- воздушные мешки; 4- пыльцевая трубка; *е*- женская шишка; *ж*- семенная чешуя с двумя семязачатками; 3-

*семязачаток после образования мегаспор: 1- интегумент; 2- микропиле; 3- мегаспоры; 4- нуцеллус; и- женская шишка после развития женского гаметофита: 1- интегумент; 2- нуцеллус; 3- эндосперм; 4- архегоний; к- семя: 1 и 2- соответственно деревянистая и пленчатая семенная кожура; 3- эндосперм; 4- подвесок; 5- корешок; 6- стебелек; 7- семядоли (5-7- зародыш); л- семенная чешуя с семенами*

Мужская шишка имеет ось, от которой отходят чешуи – микроспорофиллы. На нижней стороне чешуй находится по два микроспорангия. В них в результате мейоза из клеток спорогенной ткани возникают многочисленные тетрады гаплоидных микроспор, одевающихся наружной плотной оболочкой (экзиной) за счет клеток выстилающих спорангии.

Позднее образуется внутренняя оболочка (интина). Она тонкая и нежная, отстает от экзины, образуя два воздушных мешка. Мешки способствуют переносу пыльцы ветром, а при попадании в жидкость играют роль поплавков.

Микроспоры начинают прорастать еще в микроспорангии. Из них формируются многочисленные мужские заростки (пылинки.) – сильно редуцированы и не выходят за пределы оболочки микроспоры. Сначала, в результате последовательных делений ядра микроспоры, отчленяются две небольшие проталиальные (заростковые) клетки, которые очень быстро разрушаются. Это единственные вегетативные клетки мужского гаметофита. Оставшаяся крупная клетка делится еще раз, образуя меньшую - антеридиальную и большую - сифоногенную клетку, или клетку трубки, которую часто называют вегетативной. Из нее впоследствии развивается пыльцевая трубка. В это время (май – начало июня) стенка микроспорангия (пыльника) лопается и пыльца высыпается. Пыльца оседает на женских шишках. Пыльцы образуется много, это необходимо для гарантированного опыления, от которого зависит и успех оплодотворения.

Женские шишки также имеют ось, на которой в пазухах кроющих чешуй сидят семенные чешуи. У сосны семенная чешуя срастается с кроющей, образуя единую, так называемую простую чешую. На ее верхней стороне располагаются два семязачатка.

Семязачаток состоит из центральной многоклеточной части – нуцеллуса, или ядра семязачатка, и окружающего его покрова – интегумента. Интегумент вырастает из основания нуцеллуса, так называемой халазы; обрастает нуцеллус постепенно снизу вверх, оставляя на вершине отверстие – пыльцевход, или микропиле. Нуцеллус является мегаспорангием, а интегумент-новое образование, не встречающееся ранее.

Поздней весной или в начале лета чешуи в женской шишке раздвигаются. Пыльца, приносимая ветром, прилипает к капле жидкости, выделяемой микропиле. Пылинки быстро погружаются в нее и втягиваются вовнутрь, попадая в нуцеллус. После опыления семенные чешуи смыкаются, древеснеют и остаются плотно сжатыми до созревания семян. Во время опыления в пылинке нет еще мужских гамет, в семязачатке не развит женский заросток с архегониями. Через месяц после опыления одна из клеток нуцеллуса, расположенная вблизи микропиле, обособляется, претерпевает мейоз, в результате которого образуется четыре гаплоидные клетки - мегаспоры. Три из них отмирают, а четвертая (нижняя) прорастает в гаплоидный женский заросток.

Женский гаметофит представляет собой бесцветный многоклеточный таллом. Через 10-15 месяцев после опыления на микропиллярном конце гаметофита образуется два архегония, погруженных в его ткань. Архегоний состоит из крупной яйцеклетки с большим ядром, над которой лежит рано исчезающая брюшная канальцевая клетка, и шейки из восьми мелких клеток, расположенных в два этажа.

Все это время пыльцевая трубка очень медленно растет, прокладывая себе путь между клетками нуцеллуса. Оплодотворение происходит лишь после перезимовки. Антеридиальная клетка пылинки делится, образуя базальную и спермагенную клетки. Они попадают в пыльцевую трубку, где спермагенная клетка делится, образуя два спермия – лишённые жгутиков мужские гаметы. Пыльцевая трубка доносит спермии до архегония, где один из них сливается с яйцеклеткой, а второй гибнет. Оставшийся архегоний обычно разрушается.

Из зиготы развиваются длинный извитый подвесок и зародыш, который вдвигается вовнутрь ткани женского гаметофита, которая к этому времени накапливает запасы питательных ве-

ществ. Ее называют первичным эндоспермом. Сформировавшийся зародыш состоит из корешка, стебелька, нескольких семядолей и почечки.

Семязачаток после оплодотворения превращается в семя. Снаружи семя покрыто твердой кожурой, возникшей из интегумента, под ней тонкая пленка – остаток нуцеллуса. Кожура и пленка образовались из тканей мегаспорангия, они имеют диплоидный набор хромосом. Основная часть семени – это массивный эндосперм, окружающий зародыш. Эндосперм – вегетативная часть гаметофита, он гаплоидный, а зародыш – новое поколение спорофита – имеет диплоидный набор хромосом. Семена сосны снабжены легким крылышком – выростом семенной кожуры.

Семена созревают через полтора года после опыления. К этому времени шишки из зеленых становятся бурыми, в солнечные дни в конце зимы чешуи их раздвигаются и семена высыплются. Весной семена прорастают.

**Задание:** 1) ознакомиться со спецификой строения побегов и размещения на них мужских и женских шишек сосны лесной (обыкновенной); 2) изучить особенности строения мужской шишки, пыльцы, женской шишки, семязачатка; 3) зарисовать цикл развития сосны лесной (обыкновенной).

**Материалы:** 1) гербарий побегов с мужскими и женскими шишками сосны обыкновенной; 2) препараты продольного среза мужской шишки сосны; 3) пыльца сосны; 4) набор зрелых шишек различных видов голосеменных.

### **Последовательность работы**

1. Ознакомиться с морфологическими особенностями сосны лесной (обыкновенной). Отметить тип ветвления побегов, особенность листьев и их расположение, затем изучить строение мужских шишек.

2. Обратит внимание, что мужская шишка состоит из главной оси, на которой расположены микроспорофиллы (чешуи), которые черепитчато налегают друг на друга.

3. Зарисовать пыльцу и её составные части. Изучить женские шишки и зарисовать их отдельные части.

4. Строение семязачатка изучить по таблице, зарисовать отдельные детали: интегумент, микропиле, нуцеллус, эндосперм с архегониями, ознакомиться с особенностями строения зрелой шишки. Изучить строение семени сосны и зарисовать его.

5. Зарисовать цикл развития сосны лесной (обыкновенной).

#### Источники рисунков

Рис. 1 Зеленые водоросли	1. И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 266, рис. 124 с изменениями 2. В.Г. Хржановский и др, 1989, 233, рис. 175 с изменениями 3. В.Г. Хржановский и др, 1979, 188, рис. 136 с изменениями
Рис. 2 Жизненный цикл хламидомонады	В.Г. Хржановский и др, 1988, 179, рис. 170
Рис.3 Жизненный цикл спирогиры	В.Г. Хржановский и др, 1988, 182, рис. 174
Рис. 4 Хлорелла	В.Г. Хржановский и др, 1988, 180, рис. 171
Рис. 5 Жизненный цикл улотрикса	В.Г. Хржановский и др, 1988, 180, рис. 172
Рис. 6 Хара	В.Г. Хржановский и др, 1988, 183, рис. 175
Рис. 7 Диатомовые водоросли	В.Г. Хржановский и др, 1979, 186, рис. 135
Рис. 8 Диатомовая водоросль пиннулярия (Pinnularia)	В.Г. Хржановский и др, 1989, 227, рис. 170
Рис. 9 Бурые водоросли	В.Г. Хржановский и др, 1988, 174, рис. 167
Рис.10 Бурая водоросль. Ламинария	Л.С. Родман, 2006, 185, рис. 83
Рис.11 Цикл развития мха кукушкин лен	Л.С. Родман, 2006, 190, рис. 86
Рис. 12 Цикл развития плауна булавовидного	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 287, рис. 133

Рис. 13 Селагинелла селого-видная	В.Г. Хржановский и др, 1989, 260, рис. 203
Рис. 14 Хвощ полевой <i>Equisetum arvense</i>	В.Г. Хржановский и др, 1989, 266, рис. 206
Рис. 15 Щитовник мужской	И.И. Андреева, Л.С. Родман 2005, 292, рис. 135
Рис. 16 Семенное размножение сосны лесной	Л.С. Родман, 2006, 205, рис. 92

#### Список литературы:

1. И.И. Андреева, Л.С. Родман. Ботаника.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: КолосС, 2005.- 528 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
2. Л.С. Родман. Ботаника с основами географии растений.- М.: КолосС, 2006. – 397 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для студентов средних специальных учеб. заведений).
3. В.Г. Хржановский и др. Практикум по курсу общей ботаники: Учеб. пособие. – М.: Высш. школа, 1979. -422 с., ил.
4. В.Г. Хржановский и др. Ботаника. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 38/3 с.: ил. - Учебники и учеб. пособия для учащихся техникумов).
5. В.Г. Хржановский и др. Практикум по курсу общей ботаники. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.- 416 с.: ил.- (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).



Учебное издание

Систематика  
низших и архегониальных высших  
споровых растений

учебно-методическое пособие и задания для лабораторно -  
практических занятий по дисциплине «Ботаника»

---

Подписано к печати   Формат   Бумага писчая  
Усл. п.л   Тираж 100 экз.

---

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии 243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА