

Е.М. Антипова, С.В. Антипова

БИОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

Е.М. Антипова, С.В. Антипова

БИОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ

Учебное пособие
для профильных естественно-научных классов

Электронное издание

КРАСНОЯРСК
2023

УДК 57
ББК 28.59
А 721

Рецензенты:

Доктор биологических наук, профессор
Н.Н. Тупицына
Кандидат географических наук, доцент
Л.А. Дорофеева

Антипова Е.М., Антипова С.В.

А 721 Биология и систематика растений и грибов: учебное пособие для профильных естественно-научных классов [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2023. – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium I ADM, Intel от 600 MHz 100 Мб HDD, 128 Мб RAM; Windows, Linux, Adobe Acrobat Reader. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-00102-673-0

В учебном пособии кратко рассмотрены важнейшие в филогенетическом отношении таксоны низших, высших споровых и семенных растений и грибов. Содержится теоретическое научное обоснование о системах органического мира живых существ, особенностях их строения, размножения, систематике, экологии и значении.

Принятая система живых организмов учитывает новые данные по филогении, в том числе по палеоботанике и геносистематике. Приводятся важнейшие признаки типовых представителей. При этом особое внимание уделяется не только ключевым в эволюции растений и грибов представителям, но и самым распространенным в Сибирском регионе наряду с редкими современными видами. Первая часть пособия посвящена систематике растений и грибов, вторая – биологии покрытосеменных.

В практической части приведены описания лабораторных работ по изучаемым таксонам, методические указания к их выполнению.

Поможет ориентироваться в обширной группе живых организмов при подготовке к зачету, экзамену, на педагогической практике.

Предназначено также для обучающихся специализированных классов естественно-научной направленности для повышения уровня подготовки, сдачи ЕГЭ.

УДК 57
ББК 28.59

ISBN 978-5-00102-673-0

© Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2023
© Антипова Е.М., Антипова С.В., 2023

Введение

Огромное разнообразие живых существ исключает всякую возможность изучить и запомнить все их индивидуальные свойства. Поэтому неизбежным условием познания живого становится выявление особых групп организмов, или таксонов, принадлежность к которым максимально полно отражает свойства организма. В результате удастся значительно уменьшить объем запоминаемой и анализируемой информации без существенной потери знаний об особенностях изучаемых объектов, т.е. «свернуть» информацию. Таксоны существуют реально и независимо от того, умеют их распознавать или нет. Разработка принципов выявления таксонов, изучение и описание таксономической структуры биологического разнообразия являются предметом особой дисциплины *систематики*, или *таксономии*, которая занимает уникальное, привилегированное положение в биологии, являясь, по образному выражению Карла Линнея, альфой и омегой (т.е. началом и концом) науки о живом. Результатом систематических исследований является *система таксонов*. Нельзя не согласиться с Линнеем в том, что «система – ариаднина нить ботаники и без нее – хаос».

Из-за огромного числа разнообразных видов живых существ в биологии необходимо точное и понятное всем обозначение объектов исследований. Такая точность требует не только верного определения объекта, но и использования его названия, однозначно понимаемого всеми биологами. Поэтому в рамках биологической номенклатуры разработаны строгие правила наименования таксонов, обеспечивающие универсальность и стабильность названий биологических объектов.

Каждый таксон может иметь только одно правильное научное латинское название. Основу номенклатуры составляет *принцип приоритета*: первое из предложенных для данного таксона названий является правильным названием

этого таксона. Для большинства групп растений «стартовой точкой» в отсчете приоритета служит 1753 г. – дата выхода книги К. Линнея «Species Plantarum» («Виды растений»).

Название каждого таксона имеет так называемый *номенклатурный тип*. Для названия вида типом может служить гербарный образец или детальное изображение растения. Типом названия рода является типовой вид (точнее, его тип – образец или изображение). Типом семейства служит типовой род (именно от его названия образуют название семейства). Значение типа не в том, чтобы служить образцом таксона, а в том, чтобы применить к нему правильное название. Иногда применяется процедура так называемой консервации названий, т.е. сохранения возможности их использования вопреки правилам Кодекса.

В зависимости от ранга таксона в иерархической системе таксон относят к той или иной *таксономической категории*. Ботаники условились считать основными следующие таксономические категории: Regnum (царство), Divisio, или Phylum (отдел), Classis (класс), Ordo (порядок), Familia (семейство), Genus (род), Species (вид). Выявление таксонов позволяет во много раз уменьшить объем исследовательской деятельности, поскольку отпадает необходимость изучать каждый организм. Изучив свойства некоторых членов таксона, можно прогнозировать свойства остальных его представителей. Чем удачнее выявлены таксоны, тем полнее «свернута» информация о биологическом разнообразии, точнее, научные прогнозы и, следовательно, эффективнее познание растений.

Приняты следующие названия рангов таксонов: Superregnum – надцарство, Regnum – царство, Subregnum – подцарство, Divisio – отдел (Superdivisio), Classis – класс, Subclassis – подкласс, (Superordo) – надпорядок, Ordo – порядок, (Subordo) – подпорядок, Familia – семейство, (Subfamilia) – подсемейство, Genus – род. В новых системах выделяются империи.

К низшим растениям относили чрезвычайно разнообразные группы организмов (рис. 1), которые не входили в число объектов, изучаемых зоологами, – грибы, лишайники, миксомицеты, водоросли, бактерии и вирусы. Впоследствии бактерии и вирусы выделили в отдельные от ботаники курсы. По эколого-трофическому признаку (типу питания) фототрофные (фотосинтезирующие) организмы называют растениями, зоотрофные (поглощающие другие организмы) – животными и осмотрофные (всасывающие питательные вещества всем телом) – грибами.

		Т и п п и т а н и я				
		фототрофный	осмотрофный	голозойный		
Т и п	строения	Plante растения	—	Animalia животные	макро-	г р у п п ы
	одно- и многоклеточные, эукариоты	водоросли	Mycota грибы	простейшие		
	преимущественно одноклеточные, прокариоты	Procaryotae циано-бактерии бактерии, актиномицеты		—	микро-ультра-микро-	
		продуценты	редуценты	консументы	Р а з м е р н ы е	
		Э к о л о г и ч е с к и е г р у п п ы				

Рис. 1. Царства биоты (И.П. Бабьева, Г.М. Зенова, 1983)

Исходя из этого принципа деления значительная часть низших растений – грибы с осмотрофным и миксомицеты со смешанным (осмотрофным и зоотрофным) питанием – растениями не являются.

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ. ЭУКАРИОТЫ – *EUCARYOTA*

Появились эукариоты 1,5 млрд лет назад. Они имеют ряд общих признаков. В клетке у всех эукариот находится настоящее ядро, окруженное ядерной мембраной и тем самым резко отграниченное от цитоплазмы. Линейные молекулы ДНК и РНК – генетический материал ядра – образуют хромосомы, внутри ядра находится ядрышко. Органелл в клетке много, некоторые окружены двойной мембраной (ядро, митохондрии, хлоропласты), но большинство ограничено одной мембраной (аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли, ЭПС, микротельца, микротрубочки). Рибосомы не имеют мембран. Клеточные стенки у грибов и растений жесткие, содержат полисахариды. Жгутики или реснички сложного строения – ундулоподии, состоящие из 9 парных трубчатых фибрилл, расположенных по периферии чехла, и 2 одиночных центральных, также трубчатых фибрилл (типа 9+2). Есть типичный половой процесс с чередующимся слиянием ядер и редукционным делением. Имеются центриоли и митотическое веретено, деление клетки митотическое. Питание абсорбтивное, автотрофное или голозойное. Имеются пищевые вакуоли. Диаметр клетки в 1000–10 000 раз крупнее клеток прокариот. Не способны к фиксации атмосферного азота.

Среди эукариотов выделено 5 империй (рис. 2). Низшие эукариоты – фотосинтезирующие (водоросли) и нефотосинтезирующие (грибы и грибоподобные организмы), в отличие от высших растений, имеют вегетативное тело – таллом, не расчлененное на стебель, листья и корни, половые органы не многоклеточные, а одноклеточные, отсутствует стадия зародыша. Размножение и расселение осуществляется спорами.

В систематическом отношении в работе объединены три далеко отстоящие друг от друга в системе группы организмов (империи) по филогенетическим связям между ними и на основании новейших молекулярных исследований, не по эколого-трофическим свойствам (рис. 2):

1. Империя Хромальвеолаты (*Chromalveolates*) включает царство Страминопилы (*Straminophila*) с отделами *Oomycota* – Оомикота (класс Оомицеты – *Oomycetes*) подцарства *Heterocontae* (грибоподобные организмы) и *Ochrophyta* – Охрофитовые водоросли (классы Диатомовые, Бурые и др.).

2. Империя Растения (*Plantae*) включает царства Красные водоросли (*Rhodophytes*) и Зеленые растения (*Viridiplantae*) с отделами Зеленые (*Chlorophyta*) и Харофитовые (*Charophyta*) водоросли (последние объединяют с высшими растениями в общий отдел *Streptophyta*).

3. Империя Заднежгутиковые (*Unicontes*) включает царство Настоящие грибы (*Mycota, Fungi*).

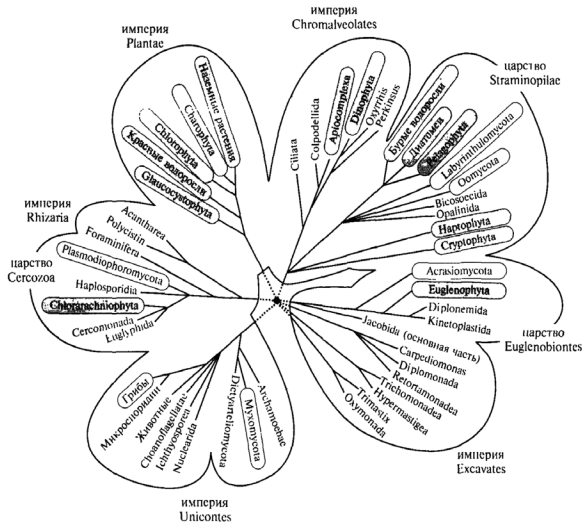


Рис. 2. Схема филогении эукариот, построенная в результате синтеза многих филогенетических деревьев (по Г.А. Белякова и др., 2006):

5 империй, разделенных на царства, отделы

Р а з д е л 1. ВОДОРОСЛИ

ИМПЕРИЯ ХРОМАЛЬВЕОЛЯТЫ – *CHROMALVEOLATA* ЦАРСТВО СТРАМИНОПИЛЫ – *STRAMINOPHILAE*

Название «страминопилы» происходит от двух греческих слов: *stramen* – соломина, полая трубочка, *pila* – волосок. Страминопилы – разнообразная группа протистов. Фотосинтезирующие страминопилы относят к классам диатомовых, бурых, трибофициевых (желто-зеленых) и др. водорослей. Хлоропластный геном собран в виде кольца; имеются хлорофиллы с и а, хлорофилл b отсутствует; имеются каротиноидные пигменты; гетеротрофные страминопилы представляют «псевдогрибы» – оомицеты и гифохитридиомицеты. Предок фотосинтезирующих страминопил получил хлоропласт в результате вторичного симбиоза с клеткой красной водоросли.

Отдел ОХРОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (ОХРОФИТЫ) – *OSCHROPHYTA*

Отдел назван по типовому представителю – роду *Ochromonas* (греч. *ochro* – бледно-желтый, *monas* – особь). Отдел получил свое название по типовому представителю – роду *Ochromonas* (от греч. *ochro* – бледно-желтый, *monas* – особь).

Класс ДИАТОМОВЫЕ (БАЦИЛЛАРИОФИЦЕВЫЕ) ВОДОРОСЛИ – *DIATOMOPHYCEAE* (= *BACILLARIOPHYCEAE*)

Класс назван по типовому роду *Diatoma* (от греч. *Di* – два, *tome* – разрез, рассечение). Всего 10 000–12 000 видов.

Пеннатные (двусторонне-симметричные) диатомеи.

Порядок **Навикуловые**: род **Пиннулария** (*Pinnularia*),
Навикула (*Navicula*).

Порядок **Цимбелловые**: род **Цимбелла** (*Cymbella*),
Гомфонема (*Gomphonema*).

Порядок **Табелляриевые**: род **Табеллярия** (*Tabellaria*).

Порядок **Фрагиляриевые**: род **Фрагилярия** (*Fragilaria*).

Центрические (радиально-симметричные) диатомей.

Порядок **Талассиозировые**: род **Циклотелла** (*Cyclotella*).

Порядок **Мелозировые**: род **Мелозира** (*Melosira*).

Работа 1

Тема: Класс **ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ** – **DIATOMOPHYCEAE**

Цель работы:

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой. Таблицы и презентации.

Исследуемые объекты: представители диатомей содержатся в донном иле, планктоне, на подводных камнях в виде буроватого налета, нередко на почве, скалах, стенах, в коре деревьев. Живой или фиксированный материал. Модель панциря диатомовой водоросли.

Ход работы

1. Изучите и запишите систематическое положение диатомовых водорослей.

Империя

Царство

Отдел

Класс

Группа порядков

Род

Группа порядков

Род

Пеннатные (двусторонне-симметричные)

Пиннулярия, Навикула, Табеллярия, Фрагилярия, Гомфонема, Цимбелла

Циклотелла, Мелозира

2. Пеннатные (двусторонне-симметричные) диатомеи.

Препарат: каплю буроватого налета берут пипеткой или стеклянной палочкой со дна сосуда и помещают на предметное стекло. Закрыв препарат покровным стеклом, сначала находят диатомеи на малом увеличении микроскопа и наблюдают за их движением (если материал живой), а затем рассматривают при большом увеличении. Изучите строение панциря диатомей, обозначьте детали строения на рис. 3.

Вид «с пояска»:	Вид «со створки»:	Структура панциря:
эпитека	гипотека	шов
поясок	ареолы	узелки полярные
цитоплазматич.	цитоплазма	центральный узелок
мостик	вакуоль	штрихи, бороздки
ядро с ядрышками	капли масла, жира	ареолы
пластинчатый хромофор	зерна волютина	лопастные хлоропласты

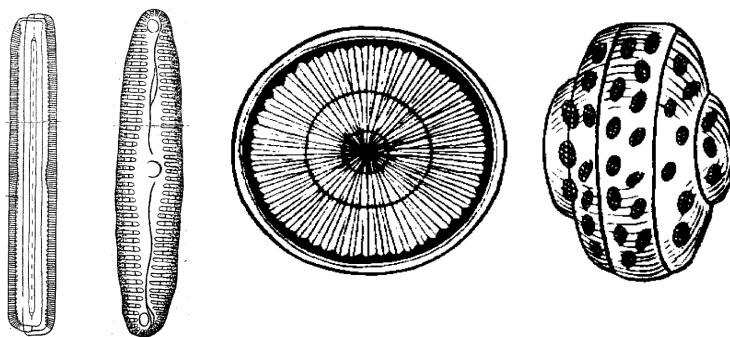


Рис. 3. Пиннулярия – *Pinnularia* Циклотелла – *Cyclotella*

3. Различные представители диатомей.

Препарат: определите несколько представителей диатомовых водорослей, обнаруженных в вашем микропрепарате, используйте рис. 4.

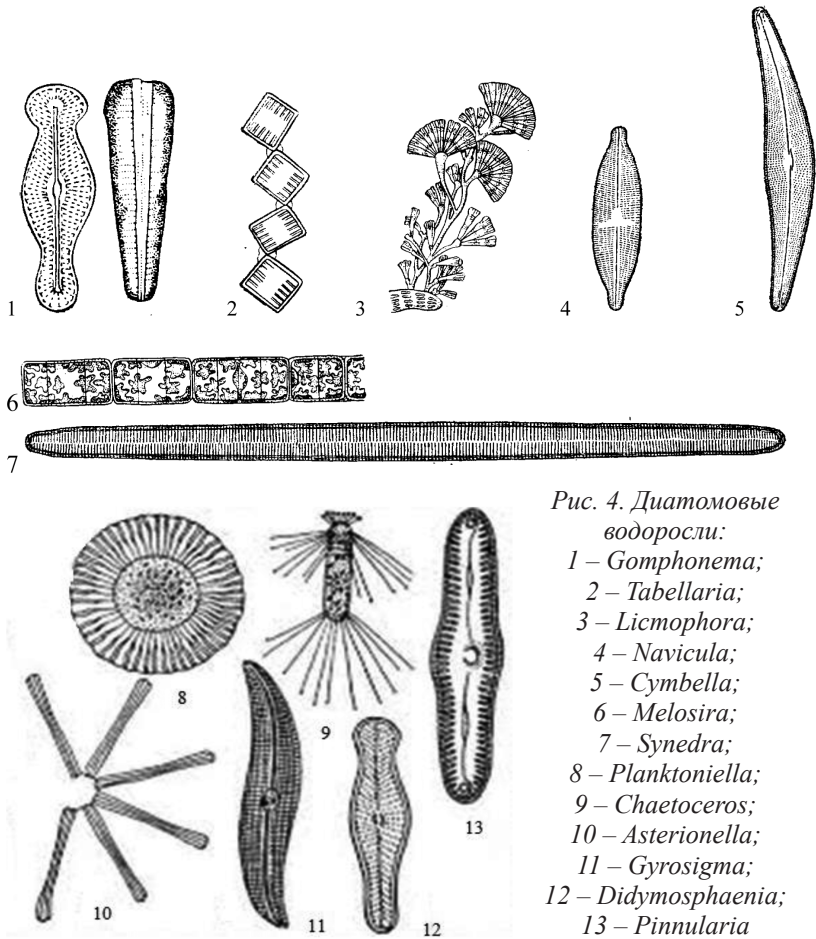


Рис. 4. Диатомовые водоросли:

- 1 – Gomphonema;
- 2 – Tabellaria;
- 3 – Licmophora;
- 4 – Navicula;
- 5 – Cymbella;
- 6 – Melosira;
- 7 – Synedra;
- 8 – Planktoniella;
- 9 – Chaetoceros;
- 10 – Asterionella;
- 11 – Gyrosigma;
- 12 – Didymosphaenia;
- 13 – Pinnularia

4. Составьте схему цикла воспроизведения диатомей.

Рис. 5. Схема цикла воспроизведения диатомей

5. Заключение (Приложение 1): _____

ИМПЕРИЯ РАСТЕНИЯ – *PLANTAE*

Империя растения включает фотосинтезирующие организмы, которые приобрели свои хлоропласты в результате первичного симбиоза, когда гетеротрофный предок захватил клетку цианобактерии. Впоследствии эта цианобактерия превратилась в хлоропласт.

В империю входит царство *Viridiplantae*, объединяющее зеленые водоросли и высшие растения. Для этой линии характерно присутствие в хлоропластах хлорофилла *b* и крахмала. Сестринскую группу царства *Viridiplantae* формирует царство Красные водоросли.

ЦАРСТВО ЗЕЛЕННЫЕ РАСТЕНИЯ – REGNUM *VIRIDIPLANTAE (CHLOROBIONTA)*

Растения – фотосинтезирующие организмы, имеющие характерный набор пигментов: хлорофиллы *a* и *b*, атаксантин, лютеин, виолаксантин, неоксантин, зеаксантин; имеют хлоропласты, у которых оболочка состоит из двух мембран, тилакоиды собраны в стопки. Другие признаки: наличие крахмала в качестве основного продукта ассимиляции и целлюлозы в клеточных стенках; крахмал откладывается в строме хлоропласта; двухмембранные пластиды; расположение тилакоидов в хлоропластах; уплощенные или пластинчатые кристы митохондрий; отсутствие фаготрофии.

Царство *Viridiplantae* объединяет все зеленые водоросли (в широком смысле) и высшие растения. Внутри царства выделяется две сестринские группы: стрептофита, которую составляют высшие растения и харофиты, и хлорофита, куда входят все остальные зеленые водоросли.

ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ – CHLOROPHYTA

Это самый обширный отдел среди всех водорослей, насчитывающий около 13 тыс. видов.

Работа 2

Тема: Класс ХЛОРОФИЦИЕВЫЕ – CHLOROPHYCEAE

Порядок ХЛАМИДОМОНАДОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (в широком смысле) – CHLAMIDOMONADALES s. l.

Род **Хламидомонада** – *Chlamydomonas* (рис. 6). Включает около 500 видов микроскопических одноклеточных организмов. Обитают в лужах, канавах и других пресных водоемах. При массовом их развитии вода нередко принимает зеленую окраску.

При подсыхании водоема хламидомонады теряют ундулопидии, стенки их ослизняются, и в таком неподвижном пальмеллоидном состоянии они размножаются. При перенесении в воду клетки снова вырабатывают ундулопидии и возвращаются к одноклеточному подвижному образу жизни.

При половом размножении у большинства видов хламидомонад в клетках образуются одинаковые гаметы (изогаметы), похожие на зооспоры, но меньших размеров и в большем числе. Для некоторых видов характерна гетерогамия или оогамия.

Род **Гониум** – *Gonium* (рис. 8 А). Ценобии расположены в одной плоскости, образуя подвижную пластинку из 4–16 (32) овальных клеток со жгутиками, направленными в одну сторону, окруженными слоем бесцветной слизи.

При бесполом размножении образуются дочерние ценобии. Половой процесс изогамный.

Род **Пандорина** – *Pandorina* (рис. 8 Б). Ценобии объемные, шаровидной или овальной формы из клеток (16), тесно прижатых друг к другу (из-за чего клетки, не считая обращенной вовне поверхности, имеют граненую форму) и одетых общей оберткой – так называемым инволюкрумом. При бесполом размножении, как и у других ценобиальных монадных зеленых водорослей, образуются дочерние ценобии. Половой процесс изогамный. Планктон.

Род **Эвдорина** – *Eudorina* (рис. 8 В). В ценобиях представителей рода отдельные клетки расположены довольно рыхло по периферии эллипсоида, середина которого заполнена сравнительно жидкой слизью, а вокруг клеток, как и у пандорины, имеется общий инволюкрум – слой более плотной слизи. При бесполом размножении ценобий останавливается и каждая клетка в результате последовательных делений дает начало стольким клеткам, сколько их во взрослом ценобии. Половой процесс – резко выраженная гетерогамия.

Род **Вольвокс** – *Volvox* (от лат. – волчок). Микроскопическая колониальная водоросль из клеток монадного типа структуры (рис. 9), имеющая шаровидную форму 2–3 мм в диаметре. Колонии вольвокса состоят из многих (500–60 000) клеток, расположенных по периферии шара в один слой. Внутренняя полость шара занята слизью.

Цель работы:

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой. Таблицы и презентации, комплект рисунков для магнитной доски.

Изучаемые объекты: *хламидомонада, гониум, пандорина, эвдорина* – в пробе воды из небольших пресных водоемов (луж, канав, ям с дождевой водой), загрязненных органическими веществами, хорошо освещаемых и прогреваемых солнцем. Вода должна быть зеленого цвета (зеленое цветение), но прозрачной – живой или фиксированный материал.

Вольвокс – постоянный микропрепарат.

Ход работы

1. Изучить систематическое положение вольвоксовых водорослей.

Надимперия

Империя

Царство

Отдел

Класс

Порядок

Представитель Хламидомонада

Вольвокс

Гониум

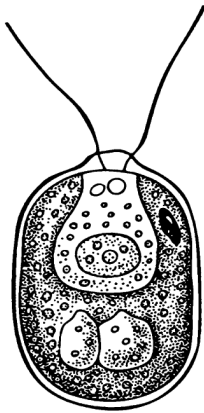
Пандорина

2. Род **Хламидомонада** – *Chlamydomonas* (рис. 6).

Препарат: каплю воды или зеленого налета с изучаемым объектом поместим на предметное стекло, накроем покровным стеклом и рассмотрим при малом увеличении быстрые и разнообразные движения хламидомонад (видны лишь движущие точки). Под покровное стекло добавляем одну каплю спирта или слабого раствора формалина, движение клеток прекратится. На схематизированном изображении хламидомонады (А, Б), полученном при помощи электронного микроскопа, обозначить детали строения цифрами.

- 1 – цитоплазма
- 2 – стигма
- 3 – пиреноид
- 4 – папилла
- 5 – диктиосомы
- 6 – эндоплазматическая сеть
- 7 – рибосомы

- 8 – носик, жгутики
- 9 – хроматофор
- 10 – вакуоли
- 11 – митохондрии
- 12 – зерна крахмала
- 13 – клеточная оболочка
- 14 – ядро, ядрышко



А



Б

Рис. 6. Строение одноклеточного таллома Хламидомонада (*Chlamydomonas*) (П. Рейвн, 1990): Рисунок (А) и электронная микрофотография (Б)

2.1. Проанализировать цикл воспроизведения хламидомонады (R. E. Lee, 1999) и составить схему жизненного цикла, используя термины. Охарактеризовать смену ядерных фаз и поколений.

Гаплоид

гаметы

планозигота

плюс-зооспоры

минус-зооспоры

Диплоид

сингамия

гипнозигота

мейоз

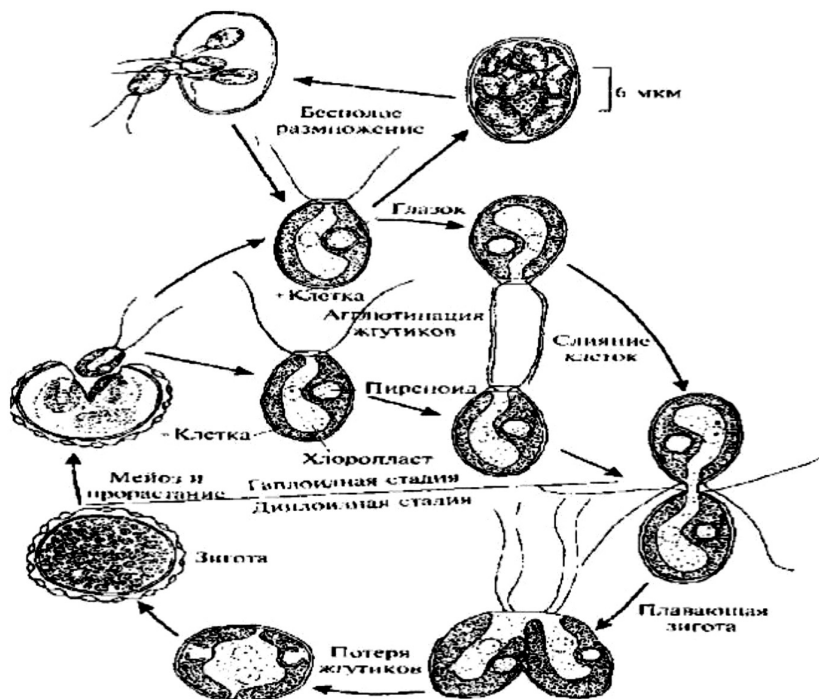


Рис. 7. Схема цикла воспроизведения хламидомонады

3. Представители хламидомонадовых водорослей. Ознакомьтесь по рис. 8 и таблицам с ценобиальными и колониальными представителями.

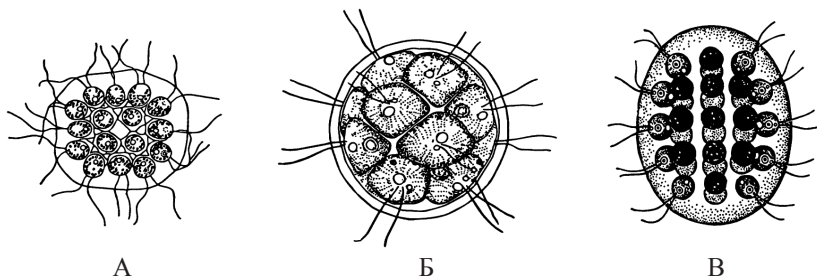


Рис. 8. Внешний вид ценобиев (W. Braune et al., 1974):
 А – Gonium, Б – Pandorina, В – Eudorina

4. Род **Вольвокс** – *Volvox* (от лат. – волчок) (рис. 9).

Препарат: найти и рассмотреть на постоянном препарате колонии вольвокса. При малом и большом увеличении микроскопа показать строение части стенки колонии, найти материнскую колонию с дочерними особями и половыми органами, обозначить цифрами.

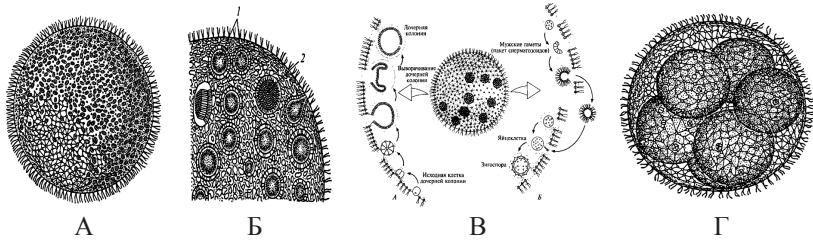


Рис. 9. *Volvox aureus* (Н.П. Горбунова, 1976): А – колония; Б – часть колонии с оогониями (1) и антеридиями (2); В – молодая дочерняя сфера с незамкнутым отверстием: бесполое размножение путем образования дочерних колоний; половое размножение (G.R. South, A. Whittick, 1987, с дополнениями Г.А. Беляковой и др., 2006); Г – дочерние шары внутри материнского: 1 – инволюкр, 2 – протопласты клеток, 3 – цитоплазматические отростки, 4 – плазмодесмы, 5 – жгутики, 6 – слизь, 7 – дочерние колонии; 8 – звездчатые зиготы

4.1. Проанализировать жизненный цикл вольвокса и составить схему.

сперматозоиды
Ооспора (зигота)
партеногонидии
оогонии
яйцеклетки
антеридии

Рис. 10. Схема жизненного цикла вольвокса

5. Заключение (Приложение 1): _____

Работа 3

**Тема: Класс ХЛОРОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ –
*CHLOROPHYCEAE***

**Порядок СФЕРОПЛЕЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ –
*SPHEROPLEALES***

(ранее порядок Chlorococcales)

Род **Хлорококк** – *Chlorococcum*. Одноклеточные водоросли, иногда живут в мелких водоемах в виде зеленых слизистых скоплений на подводных предметах. Хлоропласт в виде глубокой чаши, цельный очень массивный, с одним пиреноидом или без него. Есть центральная вакуоль. Ядро одно, без окраски невидимо. Размножение бесполое, осуществляется двужгутиковыми зооспорами, образующимися внутри клетки в количестве от 8 до 32. Половой процесс изогамный. Диплоидна лишь зигота.

Род **Педиаструм** – *Pediastrum* (рис. 12). Микроскопическая ценобиальная водоросль из разного числа клеток коккоидного типа структуры (от 4 до 128), кратного двум. Ценобии плоские однослойные, в виде более или менее округлых табличек («ковриков»), сплошные или «продырявленные», если есть промежутки между клетками. Каждая краевая клетка ценобии несет 1 или 2 (редко 4) отростка – рожка. Хлоропласт чашевидный с одним пиреноидом.

Единственное ядро маскируется хлоропластом и без покраски не видно. Бесполое размножение происходит зооспорами, складывающимися в новый ценобий. Половой процесс и образование зооспор, превращение их в полиэдр и т.д., сходны с половым процессом водяной сеточки.

Род **Сценедесмус** – *Scenedesmus* (рис. 12). Микроскопическая ценобиальная водоросль из клеток коккоидного типа структуры. Широко распространены в пресноводном планктоне, в прибрежной зоне среди нитчаток, мхов и т.п., в старых культурах разных водорослей, в сосудах для полива комнатных растений и т.п. Ценобии – плоские, иногда загнутые пластинки – «плотики», состоят из 4–8 (реже 2–16 или даже 32) продолговато-эллиптических клеток, срастающихся своими боками параллельно друг другу и располагающихся при этом в один или два ряда. У некоторых видов на краевых или на всех клетках имеются длинные тонкие выросты – «рога».

Размножение происходит автоспорами, т.е. неподвижными спорами, представляющими собой в миниатюре взрослую особь, которые могут образовываться в любой из клеток ценобия в числе, характерном для ценобиев данного вида. Прямо внутри материнской клетки они формируют новый маленький ценобий, который выходит наружу.

Цель работы:

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой.

Таблицы и презентации.

Изучаемые объекты: *хлорококк* – в виде сплошного ярко-зеленого покрова на сыром песке, каменных стенах и деревянных заборах, на стволах старых деревьев, на стенках аквариума, на подводных предметах.

Педиаструм, сценедесмус – в воде аквариума или в планктоне пресных вод, в старых культурах других водорослей.

Гидрадикцион – в пресных стоячих или медленно текущих водах (заводы, канавы, старицы) с постоянным подтоком азотсодержащих веществ, живой материал или гербарий.

Ход работы

1. Записать систематическое положение изучаемых водорослей.

Надимперия

Империя

Царство

Отдел

Класс

Порядок

Представители *Chlorococcum*

хлорококк

Hydrodictyon

гидрадикцион

Scenedesmus

сценедесмус

Pediastrum

педиаструм

2. Одноклеточные хлорококковые водоросли.

Препарат: макроскопически и микроскопически рассмотреть состав зеленого налета. Соскобим его с коры березы, разболтаем в капле воды на предметном стекле, с тем чтобы изолировать клетки друг от друга для удобства их изучения, накроем препарат покровным стеклом и рассмотрим под микроскопом. Изучить строение клетки и сделать схематический рисунок с подписями.

коккоидные клетки
целлюлозная оболочка
цитоплазма
пластинчатый хроматофор
пиреноид
чашевидный хроматофор

Рис. 11. Хлорококк

3. Ценобиальные сфероплеевые водоросли.

Препарат: приготовить микропрепарат из пробы воды, взятой из аквариума или водоема. При большом увеличении микроскопа рассмотреть строение ценобиев и подписать рисунки (проставить цифры).

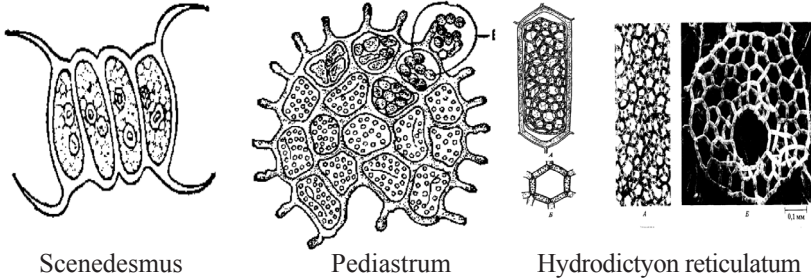


Рис. 12. Ценобиальные водоросли
(Горбунова, 1976; Великанов и др., 1981)

Рис. 13. Колониальная водоросль:
(П. Рейвн и др., 1990)

1 – пластинчатый ценобий: вегетативные клетки; 2 – отростки, шипы; 3 – чашевидный хроматофор; 4 – пиреноид; 5 – клетка с зооспорами; 6 – пустые клетки; 7 – четырехклеточный ценобий; 8 – оболочка клетки; 9 – пластинчатый хроматофор; 10 – фотография в сканирующем электронном микроскопе сплющенной молодой колонии

4. Род **Гидрадикцион, водяная сеточка** – *Hydrodictyon* (рис. 13). Макроскопическая ценобиальная водоросль из клеток коккоидного типа структуры. Широко распространен в пресных стоячих или текущих водах (озера, водохранилища, заводы, каналы) с постоянным подтоком азотистых веществ. Ценобии сложены из большого числа клеток (до 20 тыс.). У старых экземпляров длина отдельных клеток 1,5 см, а сам ценобий может быть размером до 1,5 м.

Препарат: рассмотреть внешний вид ценобия водяной сеточки по гербарному или живому материалу; зарисовать участок ценобия при малом увеличении, при большом увеличении – фрагмент ценобия – одну-две ячейки полностью и частично отходящие от них клетки.

«ячей» сеточки
цилиндрические клетки
целлюлозная оболочка

сетчатый хроматофор
мелкие ядра
вакуоль
пиреноиды
цитоплазма

Рис. 14. Водяная сеточка

Рис. 15. Клетка ценобия гидродикциона

5. Заключение (Приложение 1): _____

Работа 4

**Тема: Класс ТРЕБУКСИОФИЦИЕВЫЕ
(ТРЕБУКСИЕВЫЕ)**

ВОДОРΟΣЛИ – *TREBOUXIOPHYCEAE*

Порядок ХЛОРЕЛЛОВЫЕ – *CHLORELLALES*

Класс назван по типовому роду *Trebouxia* (Octave Treboux – эстонский ботаник), который был описан в 1995 г. на основании данных молекулярного анализа (рис. 16 В). Большинство представителей имеют коккоидный тип дифференциации таллома, представлены одноклеточными формами, иногда очень крупными. Отдельные клетки при делении могут объединяться в «пачки» или цепочки (*Desmococcus*, известный ранее как *Pleurococcus*) внутри стенки родительской

клетки (сарциноидные формы). Есть также нитчатые и пластинчатые формы (рис. 16). Пресноводные и наземные, реже морские представители, многие формируют симбиозы.

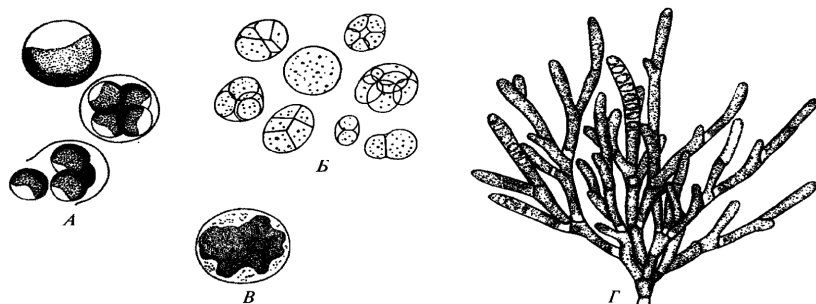


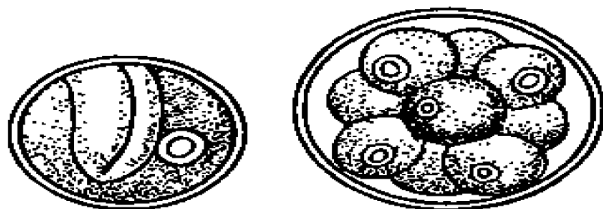
Рис. 16. Требуксиофициевые (F. E. Fritsch, 1935):
 А – *Chlorella*; Б – *Prototeca*; В – *Trebouxia*; Г – *Microtammion*

Род **Хлорелла** – *Chlorella* – полифилетичный род (рис. 16А). Микроскопическая одноклеточная водоросль коккоидного типа структуры. Клетки одиночные, мелкие (от 2 до 12 мкм в диаметре), шаровидные или овальные, с гладкой стенкой. Хлоропласт в виде глубокой чаши, цельный, с одним пиреноидом или без него. Ядро одно. Размножение только бесполое, автоспорами: клетка делится на четыре или более дочерние клетки, которые окружаются собственной стенкой еще внутри материнской клетки и освобождаются путем разрыва ее стенки. Половой процесс отсутствует.

Хлорелла относится к числу полезнейших водорослей, так как ее сухое вещество содержит до 50 % полноценных белков, жирные масла, витамины В, С и К. Существуют промышленные установки по разведению хлореллы для получения дешевого корма.

Препарат: соскоблите зеленый налет с коры березы в каплю воды либо нанесите стеклянной палочкой раствор с культурой на предметное стекло, накройте покровным стеклом. Изучите схему строения хлореллы (рис. 17) при большом увеличении микроскопа, обозначьте детали строения

материнской клетки и автоспор. Дайте краткую характеристику водоросли.



цитоплазма
хроматофор
оболочка
плазмалемма
пиреноид
ядро
автоспоры
цитоплазма
хроматофор

*Рис. 17. Хлорелла (Chlorella) (Н.П. Горбунова, 1976):
А – вегетативная клетка; Б – образование автоспор*

3. Составьте схему цикла воспроизведения хлореллы, проанализируйте цикл.

Рис. 18. Схема цикла воспроизведения хлореллы

5. Заключение (Приложение 1): _____

Работа 5

Тема: Класс УЛЬВОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ –
ULVOPHYCEAE

Порядок УЛОТРИКСОВЫЕ (КОДИОЛОВЫЕ) –
ULOTRICHALES (CODIOLALES).

Порядок УЛЬВОВЫЕ – *ULVALES*.

Порядок ТРЕНТЕПОЛИЕВЫЕ –
TRENTEPHORIALES

Название класса происходит от типового рода – ульва (лат. *Ulva* – название происходит от кельтского «уль» – вода). Талломы могут быть сарциноидными, нитчатыми, разноритчатыми, паренхиматозными, псевдопаренхиматозными, сифоновыми или сифонокладальными. Класс насчитывает около 100 родов и более 1000 видов.

Род **Улотрикс** – *Ulotrix* (рис. 19). Виды рода улотрикс широко распространены в текучих пресных водах: реках, ручьях или в прибрежной зоне больших озер. Известны и морские виды.

Неветвящиеся нити улотрикса состоят из одного ряда клеток. Они прикрепляются к субстрату с помощью почти бесцветной конической базальной клетки – ризоидальной.

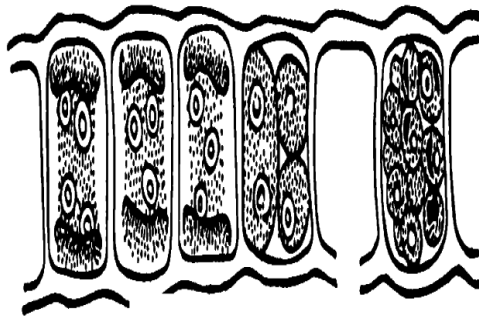


Рис. 19. Улотрикс (*Ulotrix*) (Н.П. Горбунова, 1976):
нить с развивающимися в некоторых клетках зооспорами

Нити улотрикса часто отрываются и ведут неприкрепленный образ жизни. Хлоропласт постенный, в виде пояска, замкнутого или незамкнутого, с несколькими пиреноидами. Ядро одно, но без покраски не видно. Рост диффузный: клетки (кроме базальной) делятся пополам. У некоторых видов развивается мощное слизистое влагалище за счет ослизнения внешних слоев стенки. Бесполое размножение – четырехжгутиковыми зооспорами.

Половой процесс изогамный. Некоторым видам свойственен гетероталлизм (рис. 20). Двужгутиковые гаметы образуются в клетках так же, как и зооспоры. Они выходят наружу и сливаются.

Зигота некоторое время движется. В этом состоянии она напоминает зооспору, поскольку имеет 4 жгутика, но у нее 2 глазка. Потом зигота останавливается, оседает на дно и окружается толстой стенкой.

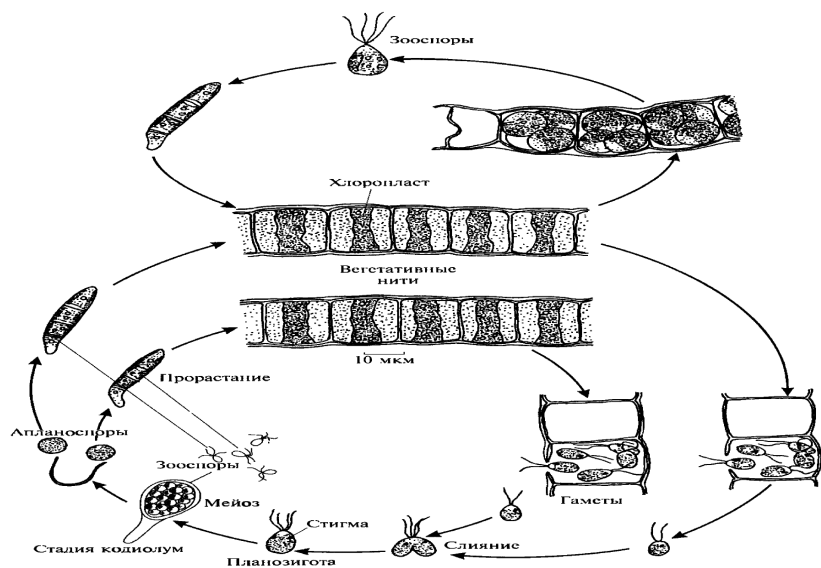


Рис. 20. Жизненный цикл Улотрикса (*Ulothrix*) (R.E. Lee, 1999, с дополнениями и изменениями Г.А. Беляковой и др., 2006)

После периода покоя она прорастает в **Codiolum**-стадию – одноклеточный грушевидный спорофит, куда переходит ее ядро. Через некоторое время наступает мейоз, после чего могут быть еще митозы. В результате образуются 4–8 (реже 16) зооспор, прорастающих в новые нити улотрикса.

Цель работы:

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой. Таблицы и презентации.

Изучаемые объекты: *улотрикс* – зеленый налет на подводных предметах, прикрепляется ко дну, чаще к подводным предметам в ручьях и речках с быстро текущей водой, образуя густой темно-зеленый покров. Живой или фиксированный материал.

Ульва – гербарий.

Трентеполия – в виде кирпичного (или зеленого) налета на коре березы.

Ход работы

1. Изучить и записать систематическое положение изучаемых водорослей

Империя

Царство

Отдел

Класс

Порядок

Род

Улотрикс

Порядок

Род

Ульва

Порядок

Род

Трентеполия

2. Род Улотрикс (*Ulotrix*).

Препарат: нити улотрикса с камней снимите осторожно препаровальной иглой и поместите их в каплю воды на предметное стекло, расправьте и накройте покровным стеклом. Приготовленный препарат рассмотрите при малом и большом увеличении. Зарисуйте часть нити, обозначьте видимые структуры.

нитчатый таллом
клетка с зооспорами
клетка с изогаметами
ризоидальная клетка
слизистый футляр

вегетативная клетка:
– оболочка
– цитоплазма
– хроматофор
– пиреноиды вакуоль
– зерна крахмала
– ядро

А

Б

Рис. 21. Участок нити улотрикса под малым (А) и большим (Б) увеличением

2.1. Составьте схематизированное изображение цикла воспроизведения улотрикса и объясните его.

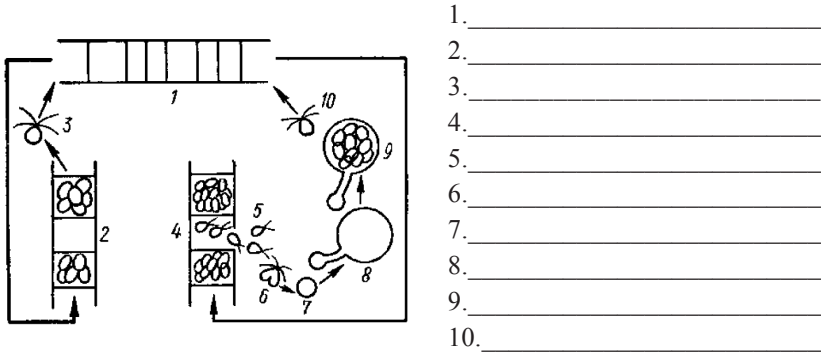
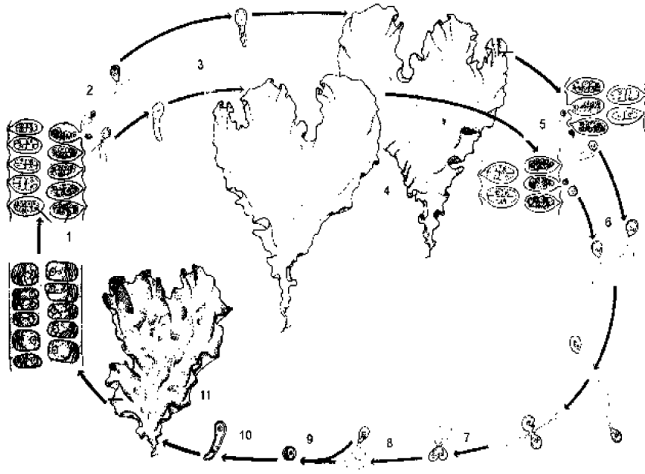


Рис. 22. Схема цикла воспроизведения улотрикса

3. Род Ульва (*Ulva*).

Задание

Рассмотрите по гербарии внешний вид ульвы. Подпишите детали строения таллома и схему жизненного цикла.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Рис. 23. Внешний вид таллома и цикл воспроизведения ульвы

4. Род **Трентеполия** (*Trentepohlia*).

Препарат: налет с коры березы или сосны соскаблите скальпелем или иглой в каплю воды, накройте покровным стеклом и рассмотрите под микроскопом. Скоблить нужно очень аккуратно, чтобы в препарат не попали кусочки перидермы коры, которые мешают наблюдению. При приготовлении препарата талломы часто распадаются на отдельные клетки. Необходимо найти и зарисовать группу соединенных между собой клеток, чтобы не сложилось впечатление, что трентеполия – одноклеточная водоросль.

гетеротрихальный таллом:	цитоплазма
– стелющиеся нити	хроматофоры
– вертикальностоящие	зооспорангий
шаровидные клетки	гематохром
слоистая оболочка	пиреноиды
	ядра

Рис. 24. Трентеполия – *Trentepohlia*

5. Заключение (Приложение 1): _____

Работа 6

**Тема: Класс УЛЬВОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРОСЛИ
(*ULVOPHYCEAE*):**

**Порядок КЛАДОФОРОВЫЕ (СИФОНОКЛАДОВЫЕ)
CLADOPHORALES (*SIPHONOCCLADALES*).**

**Порядок КАУЛЕРПОВЫЕ
(СИФОНОВЫЕ, БРИОПСИДОВЫЕ) –
CAULERPALES (*SIPHONALES, BRYOPSIDALES*)**

Род **Кладофора** (*Cladophora*). Талломы на ранних стадиях развития прикреплены к субстрату: камням, бетону, деревянным сваям и т.п., позднее многие отрываются от субстрата и тогда свободно плавают, нередко в массовых количествах в виде характерных скоплений темно-зеленой тины, неслизистой на ощупь. Сильно ветвящиеся нити кладофоры сложены из крупных цилиндрических клеток, обычно с толстой целлюлозной (с присутствием хитина) стенкой, иногда слоистой и никогда не ослизняющей. Размножается кла-

дофора вегетативно (фрагментацией таллома), бесполом и половым путем. При бесполом размножении в конечных клетках «ветвей», выделяющихся своим густо-зеленым цветом, образуется масса мелких четырехжгутиковых зооспор. Жизненный цикл гаплодиплобионтный со спорической редукцией и изоморфной сменой форм развития. Половое размножение изогамное посредством двужгутиковых гамет. Спорангии и гаметангии не отличаются по форме от вегетативных клеток. Смена ядерных фаз бывает разной: у некоторых представителей смены поколений нет, а существует гаметическая редукция (т.е. талломы диплоидны, а только гаметы гаплоидны), другие имеют изоморфную смену поколений, а некоторые североамериканские виды гаплоидны.

Цель работы:

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой. Таблицы и презентации.

Изучаемые объекты: *клагофора* – живой или фиксированный материал в виде скоплений тины зеленого цвета из жестких нитей, собранный с поверхности воды проточных водоемов. *Кодиум* – фиксированный материал.

Ход работы

1. Изучите и запишите систематическое положение изучаемых водорослей.

Империя

Царство

Отдел

Класс

Порядок

Род

Клагофора

Порядок

Род

Кодиум, каулерпа, бриOPSIS

2. Род **Кладофора** (*Cladophora*).

Препарат: препаровальной иглой взять нити водоросли, расправить в капле воды на предметном стекле, накрыть сверху покровным. При малом увеличении зарисовать фрагмент таллома кладофоры. Обязательно показать характер его ветвления, форму и величину клеток, хроматофор. При большом увеличении – изучить и зарисовать отдельный сегмент.

*дихотомическое ветвление
сегменты
«клетки» главной оси
боковые ветви
слоистая оболочка
сетчатый хроматофор цитоплазма
пиреноиды мелкие ядра
вакуоля*

А

Б

Рис. 23. Внешний вид таллома (А), многоядерная клетка-сегмент (Б)

3. Зарисовать схему цикла воспроизведения кладофоры с изоморфной сменой поколений.

Рис. 24. Схема цикла воспроизведения кладофоры

4. По таблицам ознакомьтесь с представителями сифо-
новых водорослей, подпишите рис.



Рис. 25 _____



Рис. 26 _____

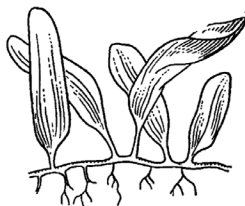


Рис. 27 _____

5. Заключение (Приложение 1): _____

ОТДЕЛ ХАРОФИТОВЫЕ ВОДОРОСЛИ (ХАРОФИТЫ) – *CHAROPHYTA*

Харофитовые – группа, давшая предков для высших растений, что подтверждается ультраструктурными, биохимическими и молекулярными доказательствами. Среди харофитов выделяют 6 классов.

Работа 7

**Тема: Класс ЗИГНЕМОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРОСЛИ
(КОНЬЮГАТЫ) – *ZYGNEMOTOPHYCEAE*
Порядок ЗИГНЕМОВЫЕ – *ZYGNEMATALES*.
Порядок ДЕСМИДИЕВЫЕ – *DESMIDIALES***

Класс назван по роду *Zygnema* (от греч. *zygon* – коромысло, *пета* – нить), включает коккоидных и неветвящихся

нитчатых пресноводных организмов. В жизненном цикле отсутствуют жгутиковые стадии. Половой процесс – конъюгация. Класс включает около 55 родов и 3000–4000 видов.

Род **Спирогира** (*Spirogyra*). Многочисленные виды спирогиры обитают в пресных водах и примечательны половым процессом типа конъюгации. Их нитчатый таллом, плавающий на поверхности воды, состоит из крупных клеток. Растет спирогира за счет деления клеток, которое обычно происходит ночью. Сначала делится ядро, затем как бы перешнуровывается сама клетка. Вегетативное размножение осуществляется путем разрыва нитей на отдельные участки, иногда даже на отдельные клетки. При половом размножении две близлежащие клетки параллельных нитей образуют выросты, направленные друг к другу и сливающиеся в конце концов между собой. Через образовавшийся сквозной канал содержимое одной клетки в течение нескольких минут переливается в другую и сливается с ее протопластом. Образовавшаяся в результате слияния сжавшихся протопластов конъюгирующих клеток зигота округляется, формируется толстая трехслойная оболочка, и вся клетка переходит в состояние покоя. При прорастании зиготы происходит редукционное деление. Таким образом, спирогира проходит жизненный цикл в гаплоидной фазе, диплоидна у нее только зигота.

Род **Зигнема** (*Zygnema*) резко выделяется строением хлоропластов, имеющих звездообразную форму и один крупный пиреноид в центре каждого. Хлоропласты соединены цитоплазматическим мостиком, в котором заключено ясно различимое ядро с ядрышком. Нити зигнем одеты еще более мощно развитым слизистым чехлом, который хорошо виден без специальной обработки. В отличие от спирогиры зиготы, у зигнем могут образовываться и непосредственно в конъюгационном канале, так что доля участия клеток-партнеров одинакова (изогамная конъюгация).

Род **Мужоция** (*Mougeotia*) отличается хлоропластом в виде пластинки, проходящей вдоль клетки, с двумя или многими пиреноидами, окруженными сферами крахмальных зерен. Клетки длинные (длина их может в несколько раз превышать диаметр). Ядро помещается в центре и видно в тех клетках, где хлоропласт повернут ребром, имеет вид блестящей полулинзы, тесно примыкающей своей плоской стороной к хлоропласту. В клеточном соке, как и у зигнем, обычно заметны многочисленные мелкие капельки дубильных веществ. Как и у зигнем, зиготы могут образовываться в конъюгационном канале. Мужоции нередко в массе развиваются в прудах и канавах, сплошь затягивая их поверхность в виде желтовато-зеленой тины.

Род **Клостериум** (*Closterium*). Клетки округлые, совершенно лишены перетяжки посередине, очень крупные (до 0,7 мм в длину), могут быть различимы невооруженным глазом, в разной мере изогнутые – от полумесяца до почти прямых, но одна сторона немного более выпуклая, чем другая. Стенка у одних видов гладкая, у других с продольными штрихами, бесцветная или коричневая и состоит из двух половинок, спаянных в плоскости симметрии. В стенке имеются расположенные вдоль клетки поры, особенно крупные у концов клетки. Через них выделяется слизь. В каждой полуклетке находится по одному осевому хлоропласту, состоящему из нескольких продольных пластинок, радиально расходящихся от общего стержня. Эти пластинки выглядят как более темные полосы или ребра, проходящие вдоль оси хлоропласта; на поперечном срезе хлоропласт выглядит как звездчатая структура.

Род **Космариум** (*Cosmarium*). Клетка плоская, обычно с глубокой перетяжкой, делящей ее на две симметричные половинки. Контур каждой полуклетки представляет собой полуокружность или несколько угловатый. Стенка их или

гладкая, или орнаментированная гранулами, бугорками и т.д. В ней есть поры. Выделяемая слизь часто слоистая. Для ее обнаружения рекомендуется употреблять тушь не только для живого, но и для фиксированного материала. Хлоропласты обычно центральные, по одному в каждой клетке, с несколькими продольными пластинками, которые видны как ребра или складки, и обычно с одним большим центральным пиреноидом (реже их два). Ядро, как и у других десмидиевых, находится в месте перетяжки (в «перешейке»); в живом состоянии его обычно не видно. У многих видов в клеточном соке содержатся кристаллики гипса.

Цель работы:

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой. Таблицы и презентации.

Изучаемые объекты: *спирогира (зигнема, мужоция)* – слизистые скопления тины ярко-зеленого цвета на поверхности воды пресных водоемов; *кlostериум, космариум* – в планктоне неглубоких, стоячих, хорошо прогреваемых водоемов (живой или фиксированный материал).

Ход работы

1. Изучить систематическое положение изучаемых водорослей

Империя

Царство

Отдел

Класс

Порядок

Род

Спирогира, Зигнема, Мужоция

Порядок

Род

Космариум, Кlostериум

2. Представители порядка **Зигнемовые**.

Препарат: поместите препаровальной иглой комочек тины в каплю воды на предметное стекло, расправьте нити, накройте покровным стеклом. При малом увеличении рассмотрите и зарисуйте фрагмент нити объекта, при большом увеличении – хлоропласты с пиреноидами и ядро с ядрышком. Если клетки забиты крахмалом, то эти детали строения совершенно неразличимы. В клетках зигнемы обычно отчетливо даже без специальной окраски видны мелкие капельки дубильных веществ. Если в материале окажутся конъюгирующие нити, их следует зарисовать.

*нить
цилиндрические
клетки
ризоиды
хроматофор*

А

Б

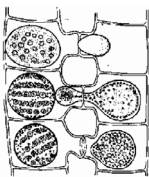
Рис. 28. Морфология таллома спирогиры (А), зигнемы (Б)

Схематический вид сбоку (8 x 40):

студенистый слой	пиреноиды
клеточная стенка	вакуоль
цитоплазма:	тонопласт
– постенный слой	капли масла
– цитоплаз. тяжи	зерна крахмала
– кармашек	ядро с ядрышками
Спиралевидный хроматофор	кристаллы шавелек. кальция

Рис. 29. Строение клетки спирогиры

Препарат: рассмотреть на постоянном препарате конъюгацию спирогиры. Зарисовать и подписать способы конъюгации:



*боковые выросты
копуляционный канал
зигота
«мужская» клетка
«женская» клетка*

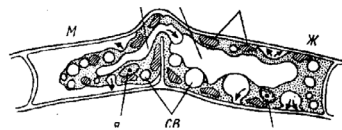
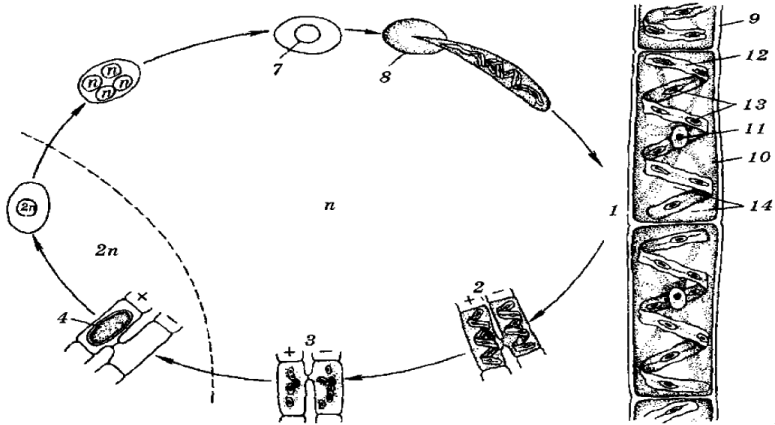


Рис. 30. Конъюгация спирогиры

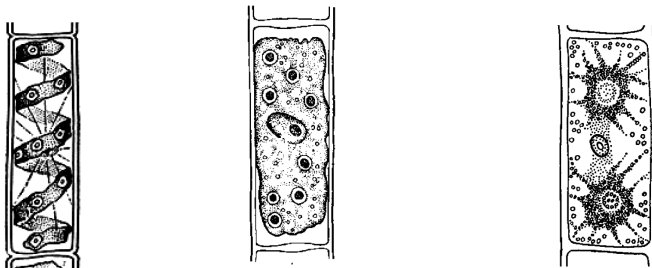
2.1. Подписать стадии жизненного цикла спирогиры:



- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 8. _____ |
| 2. _____ | 9. _____ |
| 3. _____ | 10. _____ |
| 4. _____ | 11. _____ |
| 5. _____ | 12. _____ |
| 6. _____ | 13. _____ |
| 7. _____ | 14. _____ |

Рис. 31. Чередование поколений и смена ядерных фаз у зеленой водоросли Спирогиры (*Spirogyra sp.*)

3. По таблицам ознакомьтесь с представителями конъюгат, подпишите рис. 32.

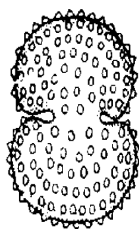


- A _____ B _____ B _____

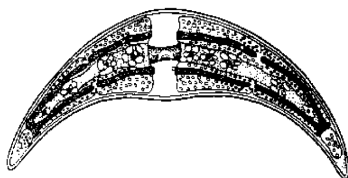
Рис. 32

4. Представители порядка Десмидиевые.

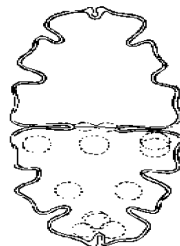
Препарат: для приготовления препарата пипеткой берут каплю буроватого осадка и слегка размешивают на предметном стекле, чтобы освободить клетки водорослей от детрита и частиц гумуса. Клетки зарисовывают так, как они видны.



А _____



Б _____



В _____

Рис. 33

полуклетки
перешеек
синус поры
клеточная стенка
хроматофор осевой

ядро
цитоплазма
кристаллики гипса
слизистые тельца
вакуоли терминальные,
цитоплазматический мостик

Рис. 34. Космариум

4. Заключение (Приложение 1): _____

Работа 8

Тема: Класс ХАРОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРОСЛИ – *CHAROPHYCEAE*

Порядок ХАРОВЫЕ ВОДОРОСЛИ – *CHARALES*

Класс назван по роду *Chara* (от греч. *Chara* – радость, т.е. растение, которому радостно жить в воде), содержит единственный порядок харовые – *Charales*. Харовые – макрофиты с усложненным гетеротрихальным талломом. Всего описано около 81–400 видов харовых водорослей, большинство из которых относятся к двум родам – *Chara* и *Nitella*.

Род **Хара**. Растение прямостоячее, ветвящееся, достигает в длину 20–50 см. «Стебли» и «листья» чаще всего покрыты «корой». Оогоний обычно расположен над антеридием.

Цель работы:

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой. Таблицы и презентации.

Изучаемые объекты: хара – гербарий, живой или спиртоматериал.

Ход работы

1. Изучить систематическое положение изучаемых водорослей

Надцарство

Царство

Подцарство

Отдел

Класс

Порядок

Семейство

2. Представитель **Хара**.

Задание

Рассмотрите по гербарию и на влажном фиксированном материале внешнее строение таллома. Зарисуйте особенности внешнего строения и подпишите.

междоузлия
кора стеблевая
узлы
«листья»
«стебли»
ризоиды
клубеньки
мутовчатое
ветвление «прилистники»
половые органы

Рис. 35. Внешний вид хары

Препарат: изучите на постоянном микропрепарате внутреннее строение таллома. Рассматривать строение коры лучше на междоузлиях «листа», так как там кора имеет вид однорядных нитей, состоящих из чередующихся двояковыпуклых и двояковогнутых клеток. Кора, покрывающая междоузлие «стебля», имеет более сложное строение. При приготовлении препарата «лист» сначала кладут в каплю 5 %-й НС1 (до прекращения выделения CO_2), чтобы соли кальция, инкрустирующие стенки, растворились, а затем его переносят в каплю воды на предметное стекло и рассматривают при малом увеличении микроскопа. Зарисуйте и отметьте детали строения.

осевая клетка	клетки коры
междоузлия	хроматофоры
крахмал	ядра
целлюлозно-	вакуоль
известковая	цитоплазма
клеточная оболочка	

Рис. 36. Внутреннее строение таллома

Препарат: строение оогония и антеридия рассматривают, не отделяя их от несущей веточки, в капле воды на предметном стекле при малом увеличении микроскопа. Однако предварительно участок таллома с половыми органами кладут в каплю 5 %-й HCl для удаления солей кальция. Необходимо хорошо рассмотреть клетки коронки, а также разглядеть и отобразить на рисунке косую исчерченность, соответствующую границам между нитями, окружающими оогоний.

- | | |
|-----------------------|----------------|
| антеридий: | оогоний: |
| – основание | – клетка-ножка |
| – стенка (щитки) | – яйцеклетка |
| – рукоятка | – «коронка» |
| – головки | – коровые нити |
| – антеридиальные нити | – ооспора |
| – антерозоид | |

Рис. 37. Органы полового размножения хары

2.1. Составьте схему цикла воспроизведения хары.

Рис. 38. Цикл воспроизведения

3. Заключение (Приложение 1): _____

Р а з д е л 2. ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

SUPERREGNUM EUCARYOTA

ИМПЕРИЯ РАСТЕНИЯ – *PLANTAE*

ЦАРСТВО ЗЕЛЕННЫЕ РАСТЕНИЯ – *VIRIDIPLANTAE*

ПОДЦАРСТВО ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ – *EMBRYOBIONTA*

Высшие растения, берущие начало от водорослей, приспособляются к условиям суши, до этого эффективно незаселенной (конец силурийского периода палеозойской эры, около 420–440 млн лет назад). Имеют тканевое (не слоевищное) строение; устьица; споры с плотными инертными оболочками; органы полового размножения – архегонии (женские) и антеридии (мужские) многоклеточные; в жизненном цикле преобладает спорофит (очень редко – у мхов – гаметофит); исходный уровень соматической организации – телом. В последующем появляются синтелом, предпобег и побег.

Размножение и расселение осуществляются спорами и семенами. Характерно закономерное чередование полового и бесполого поколений – гаметофита и спорофита. Единственный универсальный признак всех высших растений, не встречающийся у водорослей, – наличие *зародыша*. Их спорофит в начале онтогенеза располагается в теле гаметофита и питается за его счет.

Соответственно двум вариантам жизненного цикла все высшие растения давно подразделили на две неравные группы (рис. 39). Меньшая группа характеризуется преобладанием гаметофита, включает моховидные растения – *Bryomorphae*. Большую группу принято называть сосудистыми растениями – *Tracheophyta*. Низшие представители размножаются спорами, как и моховидные, вместе с которыми их обозначают как *споровые высшие растения*. Спорные высшие растения противопоставляют *семенным растениям* – *Spermatophyta*, которые обладают семенами. Среди низших сосудистых растений различают *Lycopodiophyta* (плауновидные) и *Pteridophyta* (папоротниковидные). Семенные растения рассматривают как один отдел.

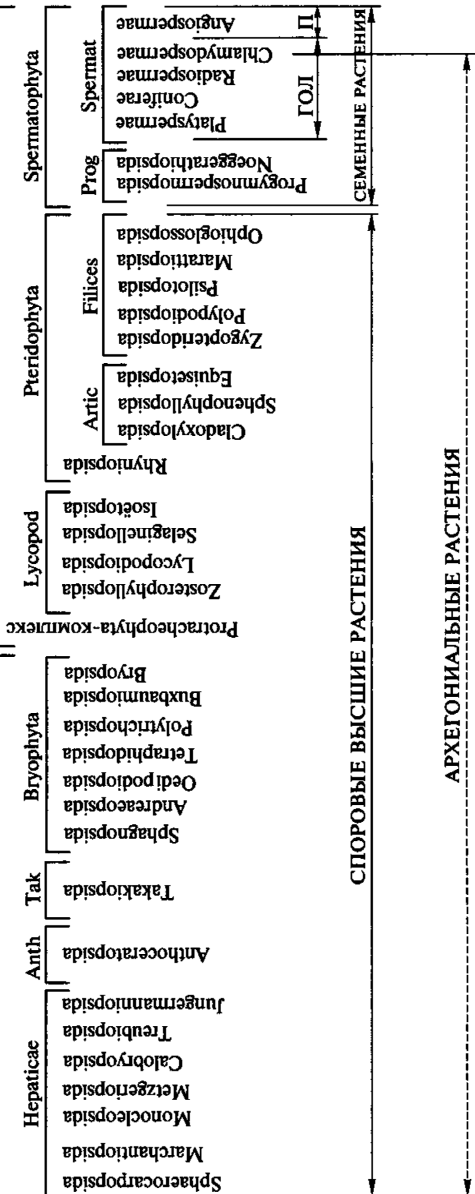
СТРЕПТОРНОУТА

ЕМВУОРНОУТА — ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

ALGIFORMES

БРЮМОРНОУТА — МОХООБРАЗНЫЕ РАСТЕНИЯ

ТРАСНЕОРНОУТА — СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ



Artic — Articulatae
 Anth — Anthocerotophyta
 Lycoperd — Lycoperdiophyta
 Prog — Progymnospermae
 Spermata — Spermatoophytina
 Tak — Takakiophyta
 ГОЛ — голосеменные
 П — покрытосеменные

Рис. 39. Основные группы высших растений

Надотдел МОХООБРАЗНЫЕ –
Superdivisio BRYOMORPHAE
Отдел ПЕЧЕНОЧНИКИ – *HEPATICAЕ,*
MARCHANTIOPHYTA

Отдел насчитывает от 6 до 8 тыс. видов и примерно 350 родов и 70 семейств современных печеночников. Свое название группа получила из-за сходства очертаний гаметофита одного из ее представителей (*Conocephalum conicum*) с печенью, в связи с чем в Средние века растение использовали при заболеваниях этого органа.

Семейство МАРШАНЦИЕВЫЕ –
Familia MARCHANTIACEAE

Genus *Marchantia* (Маршанция). Название рода дано по имени французского ботаника Н. Маршана. Род включает около 70 видов. Самый распространенный – *M. polymorpha* (М. многообразная). Произрастает на влажных почвах: по берегам ручьев, озер, краям канав, в садах и огородах, иногда на скалах, обитает на болотах, в лесах, на местах пожарищ.

Таллом пластинчатый, дихотомически ветвится, дифференцирован на покровную, ассимиляционную, запасную ткани. Большинство маршанциевых – одно- или многолетние растения хорошо освещаемых мест, и таллом у них дифференцирован на два слоя: ограниченный верхней эпидермой слой хлорофиллоносной и воздухоносной ткани и располагающийся под этим слоем и ограниченный нижней эпидермой обычно гиалиновый слой, состоящий преимущественно из запасующей паренхимы.

Большинство маршанциевых размножается вегетативно отделением дочерних талломов, также выводковыми почками. Маршанциевым свойственно как экзо-, так и эндо-спорическое прорастание спор.

Двудомное растение. На одних талломах возникают выросты в виде многолопастного диска на ножке – мужские,

антеридиальные подставки – антеридиофоры. В антеридии из сперматогенных клеток образуются по два двужгутиковых сперматозоида, которые через канал антеридиальной полости выходят наружу и, активно двигаясь в воде, подплывают к архегониям.

На других талломах образуются женские, архегониальные подставки – архегониофоры, между лучами которых группами сидят архегонии шейками вниз. Группа архегониев снабжена общим покровом – перихецием, архегоний – частным покровом – перианцием, который затем сильно разрастается. Сперматозоиды проникают внутрь архегония. Здесь один из них сливается с яйцеклеткой, производя оплодотворение.

Из оплодотворенной яйцеклетки развивается спорогон – шаровидная коробочка, внутри коробочки находится спорангий. Часть материнских клеток спор приступает к мейозу, образуя споры. Другие материнские клетки спор вытягиваются и превращаются в элатеры. Коробочка вскрывается на верхушке створками. Рассеиванию спор способствуют элатеры.

Спора, попав на почву, прорастает, формируется небольшая пластинчатая протонема, далее развивающаяся в таллом маршанции.

Работа 9

Тема: Класс МАРШАНЦИЕВЫЕ МХИ – *MARCHANTIOPSIDA*

Надцарство	ЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	<i>EUCARYOTA</i>
Царство	РАСТЕНИЯ	<i>PLANTAE (VEGETABILIA)</i>
Подцарство	ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ	<i>EMBRYOBIONTA</i>
Надотдел	МОХОВИДНЫЕ	<i>Bryomorphae</i>
Отдел	ПЕЧЕНОЧНИКИ	<i>HEPATICOPSIDA</i>
Класс	МАРШАНЦИЕВЫЕ	<i>MARCHANTIOPSIDA</i>
Порядок	Маршанциевые	<i>Marchantiales</i>
Семейство	Маршанциевые	<i>Marchantiaceae</i>
Род	Маршанция	<i>Marchantia</i>
Вид	Маршанция многообразная	<i>Marchantia polymorpha L.</i>

Цель работы: изучить важнейшие черты морфологического и анатомического строения моховидных, их органов размножения. Изучить цикл воспроизводства древнейших высших растений гаметофитного направления эволюции.

Оборудование и материалы: микроскопы, проектор мультимедийный, компьютер, стекла предметные и покровные, иглы препаровальные, палочки стеклянные, чашки с водой, бумага фильтровальная, салфетки, скальпель. Лезвия, пинцет. Кисточка.

Таблицы, презентации, видеофрагменты.

Изучаемые объекты: живые растения или гербарные материалы. Постоянные препараты: «Архегоний маршанции», «Антеридий маршанции», «Спорогоний маршанции».

Ход работы

1. Морфологическое строение мужского и женского гаметофитов.

Рассмотрите форму слоевища, найдите точки роста, ризоиды, амфигастрии, выводковые корзиночки, почки, подставки. Сделайте подробные подписи на рисунках.

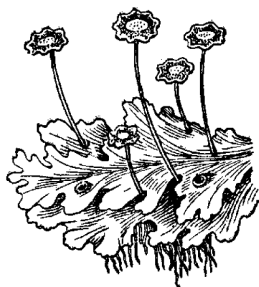


Рис. 40. А. _____

антеридиофор
выводковые
корзиночки
архегониифор
дихотомическое
ветвление
таллом
(слоевище)
ризоиды



Б. _____

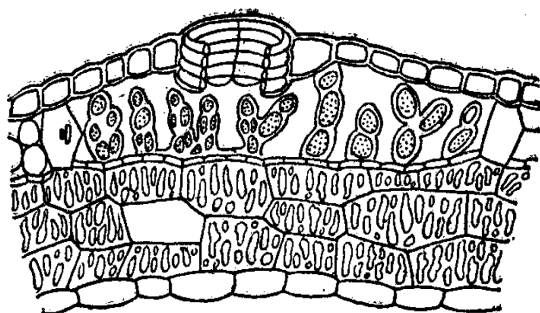
2. Ризоиды – органы почвенного питания гаметофита.

Препарат: ризоиды снимите препаровальной иглой с нижней поверхности слоевища маршанции, поместите их в каплю воды на предметное стекло, накройте покровным. Рассмотрите препарат под микроскопом, найдите и зарисуйте простые и язычковые ризоиды.

Рис. 41. Простые ризоиды

Рис. 42. Язычковые ризоиды

3. Изучите по таблице анатомическое строение таллома, дорисуйте недостающие структуры, обозначьте детали строения на рис. 43.



эпидермис
верхний
устьице
хлоренхима
воздушные
камеры
запасающая
паренхима
масляные тельца
слизевые ходы
эпидермис нижний
ризоиды
брюшные чешуйки

Рис. 43. Анатомическое строение таллома маршанции

4. Рассмотрите на постоянных микропрепаратах строение архегония, антеридия, спорогона, зарисуйте, обозначьте детали строения.

антеридиальная камера
стенка антеридия
ножка подставки
спермагенная ткань
стенка архегония
брюшко архегония
шейка архегония
яйцеклетка
брюшная канальцевая клетка
шейковые канальцевые клетки
перихеций
перигоний

Рис. 44. Антеридий маршанции

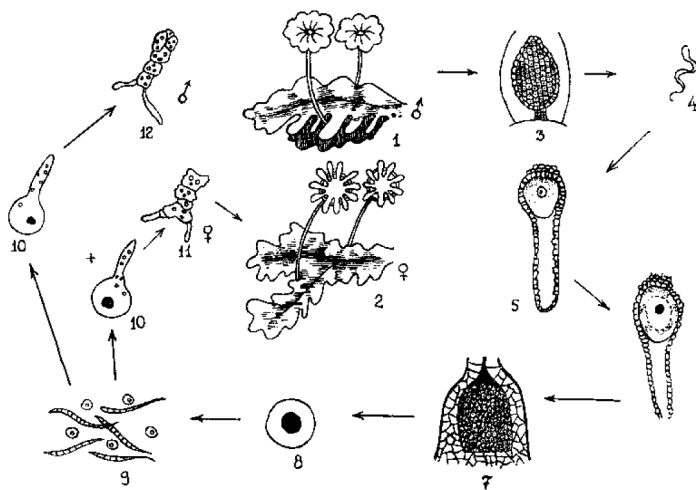
Рис. 45. Архегоний маршанции

5. Найдите коробочку – спорогоний (спорогон) – бесполое поколение маршанции, ножку, гаусторий, споры, элатеры. За-
рисуйте строение спорогона и сделайте подробные подписи.

- коробочка
- ножка
- гаустория (присоска)
- колпачок (воротничок)
- археспорий
- споры
- элатеры

Рис. 46. Спорогон маршанции

6. Рассмотрите цикл воспроизведения маршанции. Обозначьте на рис. 47 этапы цикла и место мейоза. Дополните рисунок, найдите и исправьте ошибку.



- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 7. _____ |
| 2. _____ | 8. _____ |
| 3. _____ | 9. _____ |
| 4. _____ | 10. _____ |
| 5. _____ | 11. _____ |
| 6. _____ | 12. _____ |

Рис. 47. Цикл воспроизведения маршанции

7. Представители отдела Печеночники.

Рассмотрите коллекции, таблицы и слайды. Подпишите нескольких представителей класса с указанием систематической номенклатуры (класса, порядка, видового названия).



Рис. 48. Печеночники

8. Заключение (Приложение 5):

Отдел МХИ – Divisio MUSCI, BRYOPHYTA

Отдел Мхи – самый многочисленный отдел мохообразных, в котором насчитывают 10–12 тыс. видов, объединенных примерно в 800 родов и почти 100 семейств.

Класс СФАГНОВЫЕ МХИ – SPHAGNOPSIDA

До недавнего времени в класс сфагновых включали всего один род *Sphagnum* с 250–450 видами. В 1990 г. был описан новый вид – *S. leucobryoides*, собранный в Тасмании А.М. Бьюкененом (А.М. Вичанан). В 1999 г. этот вид был выделен в монотипный род *Ambuchanania*, для которого в пределах класса установили отдельное семейство и порядок.

Род **Сфагнум** (*Sphagnum*). Обитает на верховых болотах, в тундрах, обычно образует подушковидные дерновинки. Таллом «листочестебельный». «Стебель», ветвящийся пучками, вверху с более короткими ветвями, собранными в головку.

В стебле главного побега развита 1–5-слойная *гиалодерма*, состоящая из мертвых клеток, тонкие стенки которых обладают сквозными отверстиями, а у некоторых видов – и спиральными утолщениями. Бриологи называют эти отверстия не перфорациями, а порами, а утолщения – фибриллами. Располагающаяся под гиалодермой *склеродерма* состоит из узких длинных толстостенных живых клеток с хлоропластами. Склеродерма постепенно переходит в *сердцевину*, состоящую из более тонкостенных живых клеток.

Листья сидячие, однослойные, без жилки, из клеток двух типов – узких вытянутых хлорофиллоносных, или *хлороцист*, и широких мертвых водоносных прозрачных клеток, или *гиалоцист*, которые бриологи нередко называют гидроцитами. Хлороцисты образуют сеть, в ячейках которой располагаются гиалоцисты. Количество удерживаемой побегами воды может превышать сухую массу растений в 10–25 раз.

Класс ПОЛИТРИХОВЫЕ МХИ – *POLYTRICHOPSIDA*

Класс насчитывает около 20 родов и примерно 200 видов.

Род **Политрихум**, или **Кукушкин лен** (*Polytrichum*). Наиболее распространенный вид – *P. commune* (Кукушкин лен обыкновенный). Произрастает на сырой почве в тенистых лесах, на болотах, лугах, тундрах.

Крупные, грубые, жесткие растения, образующие зеленые, сизовато- или буровато-зеленые дерновинки. Таллом

«листочестебельный», не ветвистый. «Стебли» и «листья» сложно дифференцированы. В анатомическом плане выделяются покровная, ассимиляционная, механическая ткани. В «стеблях» имеются проводящие пучки. Проводящие ткани слагаются в структуру, аналогичную протостели.

Зрелая коробочка состоит из средней, расширенной части – урночки, шейки (апофизы), расположенной у основания коробочки, и крышечки. На границе крышечки и урночки образуется тонкая пластинка – эпифрагма.

Вокруг урночки находится совокупность зубцов – однорядный перистом. Между зубцами перистома имеются отверстия. Ко времени созревания спор колонка и стенка спорангия разрушаются, споры оказываются расположенными в полости коробочки. Высыпание спор наружу происходит через отверстия между зубцами.

Зубцы перистома очень гигроскопичны. Во влажную погоду они набухают и заворачиваются внутрь коробочки, прижимая набухшую эпифрагму к стенкам урночки, в результате чего вход в коробочку закрывается. Вода в нее не попадает, что предохраняет споры от преждевременного прорастания внутри коробочки. В сухую погоду зубцы перистома теряют влагу, выпрямляются и отгибаются наружу. Эпифрагма ссыхается. Тогда через отверстие между эпифрагмой и зубцами перистома при покачивании коробочки ветром споры порциями высеиваются наружу. Верхплодные. Коробочка прямостоячая или наклоненная. Перистом простой. Зубцы массивные, языковидные, в числе 16–32–64, сверху соединенные эпифрагмой.

Спора, попавшая на влажную почву, прорастает в нитчатую протонему. Нити, расположенные на поверхности земли, зеленеют, другие, проникающие в верхний слой почвы, – бесцветны, они всасывают воду. На протонеме образуются почки, развивающиеся далее в «листочестебельные» растения.

Работа 10

Тема: ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ МХИ

1. Систематическое положение.

Империя	Растения	<i>Plantae</i>
Надцарство	ЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	<i>EUCARYOTA</i>
Царство	ЗЕЛЕНЫЕ РАСТЕНИЯ	<i>VIRIDIPLANTAE</i>
Подцарство	ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ	<i>EMBRYOBIONTA</i>
Отдел	МХИ	<i>BRYOPHYTA</i>
Класс	ПОЛИТРИХОВЫЕ	<i>POLYTRICHOPSIDA</i>
Порядок	Политриховые	<i>Polytrichales</i>
Семейство	Политриховые	<i>Polytrichaceae</i>
Род	Политрихум	<i>Polytrichum</i>
Вид	Политрихум обыкновенный, или Кукушкин лен	<i>Polytrichum commune</i> <i>Hedw</i>
Класс	СФАГНОВЫЕ МХИ	<i>SPHAGNOPSIDA</i>
Порядок	Сфагновых	<i>Sphagnales</i>
Семейство	Сфагновых	<i>Sphagnaceae</i>
Род	Сфагнум	<i>Sphagnum</i>
Вид	Сфагновый мох	<i>Sphagnum sp.</i>

Цель работы: изучить специфические черты строения, познакомиться с важнейшими представителями листостебельных мхов. Определить роль мхов в биосфере, их значение для народного хозяйства. Сделать анализ школьного материала.

Оборудование и материалы: микроскопы МБР (МБИ, «Биолам») и МБС, проектор мультимедийный, компьютер, стекла предметные и покровные, иглы препаровальные, палочки стеклянные, чашки с водой, бумага фильтровальная, салфетки марлевые, скальпель, лезвия, пинцет, кисточка.

Таблицы, презентации, видеофрагмент, слайды. Витринки: «Торф». «Продукты переработки торфа». «Растительность и торф верхового типа болот». «Растительность и торф низового типа болот».

Исследуемые объекты: живые или гербарные образцы растений. Фиксированные материалы.

Постоянные препараты: «Поперечный разрез стебля мха «кукушкин лен». Антеридий кукушкина льна». «Спороний кукушкина льна».

Ход работы

2. Морфологическое строение мха Политрихум обыкновенный, или Кукушкин лен.

На гербарном образце мха найдите половое и бесполое поколения, ризоиды, листья. Внешний вид, детали строения растения зарисуйте и подпишите.

Женский с архегониями
Мужской с антеридиями
«Стебель» (каулоид)
«Листья» (филлоиды)
Ризоиды

Рис. 49. Внешний вид побегов

3. Разрез стебля.

Строение стебля изучите на постоянном препарате, а строение листа на приготовленном из фиксированного материала временном препарате. Внешний вид, детали строения растения зарисуйте и проставьте подписи цифрами.

эпидермис
механическая ткань
кора
лептоиды
крахмалоносное влагалище
гидроиды
листовые следы

4. Строение листа.

эпидермис
механические клетки
паренхиматические
клетки
ассимиляторы

5. Спорогон – бесполое поколение мха Кукушкин лен.

Используя микроскоп, на постоянном препарате изучите строение спорогона. Микроизображения зарисуйте и подробно подпишите.

ножка (спорофор)
коробочка
апофиза
урночка
крышечка (оперкулум)
эпифрагма
колонка
спорангий
археспорий
перистом (околоустье)
калиптра (колпачок)

6. Представители зеленых мхов в местной флоре.

Рассмотрите коллекцию мхов, определите их отличительные черты, схематизированно зарисуйте несколько представителей, укажите видовые названия.

Верхнеплодные

Бокоплодные

7. Морфологическое строение Сфагнового мха.

Рассмотрите гербарий и влажный препарат сфагнового мха. Обратите внимание на особенности строения, отсутствие ризоидов, мелколистность, особенности ветвления. Внешний вид растения зарисуйте и подпишите.

«Стебель»
Веточки: свисающие оттопыренные
верхушечные
«Листья»
Спорогоний

Рис. 50. Внешний вид сфагнума

8. Разрез «стебля» сфагнума:

Многослойный эпидермис:
гиалиновые клетки
перфорации
спиральные утолщения
древесинный цилиндр
серцевина (паренхима)

9. Строение листа сфагнового мха.

Снимите препаровальной иглой с влажной веточки растения отдельный лист, поместите его в каплю воды на предметное стекло, накройте покровным стеклом. Рассмотрите микропрепарат в малом и большом увеличении, изучите строение ассимиляционных и водоносных клеток в связи с их функциями. Найдите хлоропласты в ассимиляционных клетках, утолщения стенок и поры у водоносных. Микрокартину зарисуйте с соответствующими подписями. Сравните с рисунком из школьного учебника.

Ассимиляционные клетки
Гиалиновые клетки
Утолщение на стенках
водоносных клеток
Перфорации

Рис. 51. Клеточная структура «листа» сфагнума

10. Цикл развития листостебельных мхов (схема).

Рис. 52. Схема цикла развития мхов

11. Заключение: _____

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ *TRACHEOPHYTA*

Группа *Tracheophyta* объединяет весьма разнообразные растения как минимум трех отделов. Считается, что у всех *Tracheophyta* в жизненном цикле преобладает спорофаза и всегда самостоятельно существующий спорофит имеет более сложное строение, чем гаметофит. У примитивных представителей автотрофные спорофиты имели теломную организацию, а у продвинутых форм есть побеги и корни. Большинство форм имеют устьица, но некоторые вторично их утратили. Спорофитам свойственна сложная гистологическая дифференциация, лишь у немногих видов утраченная вторично в связи с водным или паразитическим образом жизни.

Спорофиты *Tracheophyta* образуют более прочную кутикулу, чем спорофиты *Bryomorphae*. Они способны синтезировать суберин и лигнин. Лигнин откладывается в клеточной стенке. На базе этой способности спорофиты сосудистых растений выработали специализированные механические элементы – склереиды разных типов и волокна, представленные в теле растения идиобластами или массивами особой ткани – склеренхимы. Лигнификация клеточных стенок лежит и в основе образования специфических для этой группы растений водопроводящих трахеальных элементов: трахеид и производных от них члеников сосудов, что и отражено в названии группы.

Гаметофиты сосудистых растений находятся на талломном уровне организации¹ или сильно редуцированы. Тело

гаметофитов, как правило, сложено эпидермой и гомогенной паренхимой, у них почти никогда *не бывает устьиц*. За редчайшими исключениями, гаметофиты *Tracheophyta* не синтезируют лигнин и соответственно не имеют склеренхимных и трахеальных элементов. Сильно редуцированные гаметофиты не образуют гаметангиев. Сперматозоиды сосудистых растений в большинстве случаев имеют многочисленные располагающиеся по спирали жгутики. Почти все современные сосудистые растения *гомойогидриды*, и только у немногих их представителей спорофиты вторично пойкилогидриды. Низших представителей *Tracheophyta* объединяют в группу *сосудистых споровых растений*, так как у них репродуктивными диаспорами являются споры. Их спорофиты и гаметофиты существуют *раздельно*, причем у большинства форм гаметофиты автотрофны или микотрофны. Немногие сосудистые споровые растения имеют эндоспорические гаметофиты.

СОСУДИСТЫЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ (PTERIDOPHYTA)

Отдел ПЛАУНОВИДНЫЕ – LYCOPODIOPHYTA

Одни из древнейших существующих высших растений. Отдел возник не позднее начала девона палеозойской эры от риниофитов или зостерофиллофитов и существует в настоящее время (1000–1200 видов). В начале карбона разнообразие плауновидных резко возросло, многие из них стали эдификаторами лесных болот и основным источником карбонового каменного угля. Однако уже с рубежа карбона и перми началось угасание этого отдела.

Он включает как теломные, так и побеговые формы. Плауны имеют синтеломный уровень организации. Проводящая система от протостели до сифоностели и плектостели. Травянистые и вторично утолщающиеся древовидные представители. Функцию листьев выполняют филлоиды энационной природы. У древних примитивных форм

«листья» – эмергенцы, либо микрофиллы (с центральной жилкой и без жилки), обычно цельные, редко на верхушке вильчато раздвоенные (очень редко дважды, трижды), у совершенных – макрофиллы. Развитие зародыша не связано со спорофитом. Наземные растения.

Порядок ПЛАУНОВЫЕ – *LYCOPODIALES*

Genus *Lycopodium* (род **Плаун**). Современный род, включающий около 10 видов, распространенных в основном в северном полушарии.

Это многолетние вечнозеленые травянистые растения. Каулоид дихотомически разветвленный, стелющийся, с приподнимающимися «ветвями», густо покрыт линейными филлоидами-микрофиллами.

Самыми распространенными в России являются голарктический *Lycopodium clavatum* (Плаун булавовидный), произрастающий в хвойных и смешанных лесах, на лесных опушках, по окраинам болот в лесной зоне, и евразийский *Lycopodium annotinum* (Плаун годичный), встречающийся в зеленомошных еловых, пихтовых, кедровых и сосновых лесах, а в горных регионах по каменистым россыпям и в зарослях кустарников.

Genus *Diphasiastrum* (род **Дифазиаструм**). Современный небольшой род (около 25 видов), представители которого распространены по всему земному шару. Два самых распространенных голарктических вида – *Diphasiastrum complanatum* (Дифазиаструм уплощенный) и *Diphasiastrum alpinum* (Дифазиаструм альпийский).

Порядок СЕЛАГИНЕЛЛОВЫЕ – *SELAGINELLALES*

Genus *Selaginella* (**Селягинелла**). Современный род. Обитает в горных степях, сырых хвойных лесах, на скалах, альпийских лугах, в тропических лесах. Многолетнее травянистое растение. У большинства видов синтеломы сплюснутые (дорсовентральные) за счет характерного расположения

микрофиллов в сочетании с гетерофиллией (неодинаковость «листьев»). Вегетативное размножение. Фрагментацией каулоидов. Половое размножение. Разноспоровое растение. Спорофиллоиды сходны с вегетативными филлоидами, но, в отличие от последних, имеют хорошо развитый язычок.

В Сибири, как очень редкие, встречаются 5 видов: *Selaginella borealis* (Селягинелла северная), *Selaginella sanguinolenta* (Селягинелла кровяно-красная), *Selaginella selaginoides* (Селягинелла плауновидная).

Работа 11

Тема: Отдел ПЛАУНОВИДНЫЕ – *LYCOPODIOPHYTA*

Надцарство	ЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	<i>EUCARYOTA</i>
Царство	ЗЕЛЕНЫЕ РАСТЕНИЯ	<i>VRIDIPLANTAE</i>
Подцарство	ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ	<i>EMBRYOBIONTA</i>
Отдел	ПЛАУНОВИДНЫЕ	<i>LYCOPODIOPHYTA</i>
Класс	ПЛАУНОВЫЕ или Ликоподиопсиды	<i>LYCOPODIOPSIDA</i>
Порядок	Плауновые	<i>Lycopodiales</i>
Семейство	Плауновые	<i>Lycopodiaceae</i>
Род	Плаун	<i>Lycopodium</i>
Вид	Плаун годовалый	<i>Lycopodium annotinum L</i>
Класс	СЕЛАГИНЕЛЛОВЫЕ	<i>SELAGINELLOPSIDA</i>
Порядок	Селягинелловые	<i>Selaginellales</i>
Семейство	Селягинелловые	<i>Selaginellaceae</i>
Род	Селягинела	<i>Selaginella</i>
Вид	Селягинела	<i>Selaginella sp.</i>
Класс	ПОЛУШНИКОВЫЕ	<i>ISOËTOPSIDA</i>
Порядок	Лепидодендровые	<i>Lepidodendrales</i>
Род	Лепидодендрон	<i>Lepidodendron</i>
Род	Плевромейя	<i>Pleuromeia</i>
Род	Сигиллярия	<i>Sigillaria</i>

Цель работы: изучить черты строения и циклы развития наиболее древних представителей спорофитного направления эволюции высших растений. Рассмотреть появление разноспоровости как этапа эволюции.

Оборудование и материалы: микроскопы, проектор мультимедийный, компьютер, стекла предметные и покровные, иглы препаровальные, палочки стеклянные, чашки с водой, бумага фильтровальная, салфетки марлевые, скальпель, лезвия, пинцет, кисточка. Таблицы, слайды, видеофрагмент, презентации.

Изучаемые объекты: гербарные образцы, фиксированный и свежий материал.

Постоянные препараты: «Спороносный колосок плауна»; «Продольный разрез через спороносный колосок плауна»; «Стебель плауна – поперечный разрез»; «Продольный разрез через спороносный колосок *Selaginella*»; «Стебель селягинеллы – поперечный разрез».

Ход работы

1. Морфологическое и анатомическое строение растений.

На гербарных образцах, живых представителях и постоянных препаратах изучите морфологическое и анатомическое строение растений. Сделайте рисунок внешнего вида и деталей строения представителей, подробно подпишите рисунки.

Представитель: Плаун годовалый

Представитель: Селягинелла

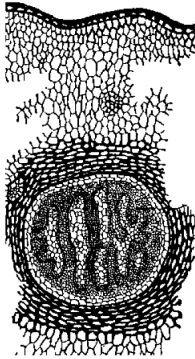
каулоид:
дорзовентральный
радиальный
листья:
микрофиллы
филлоиды
энации
гетерофилия
язычок
лигула
корни
ризофоры
веточки
стробилы



Рис. 53. *Lycopodium*

Рис. 54. *Selaginella*

2. Изучите на постоянных микропрепаратах анатомическое строение стеблей плауновидных, определите тип стебля, дорисуйте стебель плаунка, обозначьте ткани.



эпидермис
паренхима коры
механическая ткань
листовой след
эндодерма
перикцикл
трабекулярные нити
воздушная полость
флоэма
ксилема
протостела
плектостела

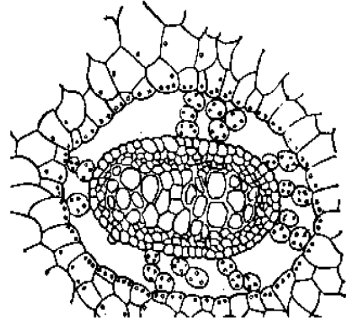


Рис. 55. Анатомическое строение стебля плауна

Рис. 56. Анатомическое строение стебля селлагинеллы

3. Строение стробила. На гербарных образцах и постоянных препаратах изучите морфологическое строение стробила. Микрокартинку зарисуйте, детали строения подпишите. Ось спороносного колоска.

спорофиллоид
спорангий
мегаспорангий
микроспорангий
ножка спорангия
мегаспоры
микроспоры

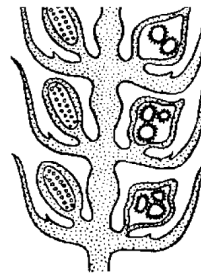


Рис. 57. Продольный разрез через спороносный колосок плауна

Рис. 58. Продольный разрез через спороносный колосок плаунка

4. Споры.

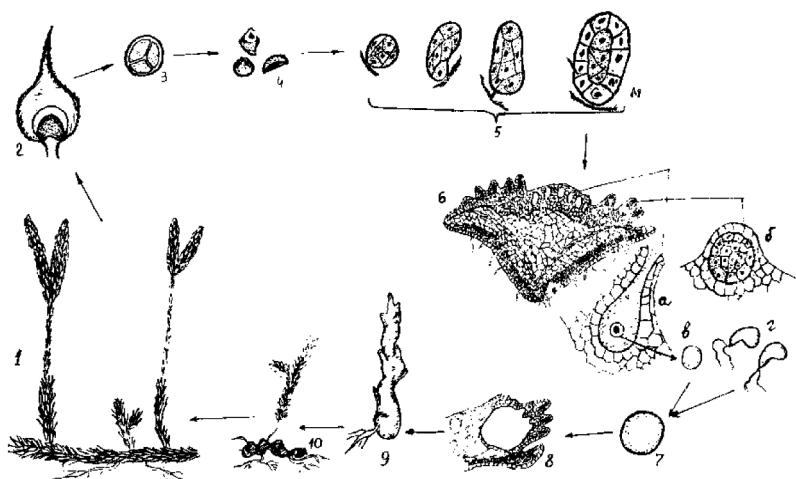
Из порошка каждого представителя приготовьте временные препараты и рассмотрите их. Зарисуйте внешний

вид спор, обратите внимание на особенности структуры споровой оболочки, размеры и форму спор.

Споры экзоспорий
Микроспоры
Мегаспоры

5. Цикл развития плауновидных.

Обозначьте этапы цикла воспроизведения плауна и место мейоза на рис. 59.



- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 6. _____ |
| 2. _____ | 7. _____ |
| 3. _____ | 8. _____ |
| 4. _____ | 9. _____ |
| 5. _____ | 10. _____ |

Рис. 59. Цикл развития плауна

5.1. Составьте схему цикла воспроизведения селлагинелы. В работе используйте следующие условные обозначения.

- | | | |
|--------------------|---------------|----------------|
| (♀) Гамета женская | (○) зигота | (□) споры |
| (♂) Гамета мужская | (⊗) мейоз | (●) мегаспоры |
| (→) Спорофит | (-) гаметофит | (▪) микроспоры |

Рис. 60. Схема цикла развития плауна

6. Представители плауновидных в современной флоре.

По гербарным образцам изучите отличительные черты морфологического строения современных плауновидных, названия представителей запишите, отметьте (устно) практическое значение.

7. Изучаемая тема в школьной программе. Ископаемые плауновидные.

Рассмотрите рисунок школьного учебника: Древние папоротникообразные // В.А. Корчагина. Биология. 6–7 кл. М.: Просвещение, 1992. С. 214. Рис. 176. Определите и запишите название растений флоры каменноугольного периода.

Рис. 61. Флора каменноугольного периода

8. Заключение: _____

Отдел ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ – *POLYPODIOPHYTA*

Представители отдела появились не позднее рубежа силура и девона, были очень разнообразны в прежние геологические эпохи, а в современной флоре по числу видов, родов и семейств уступают только покрытосеменным растениям. Все современные представители обладают *многожгутиковыми сперматозоидами*, у которых число жгутиков всегда заметно больше 20.

Подотдел ХВОЦОВЫЕ – *EQUISETOPHYTINA*

Наземные, земноводные растения. Самые примитивные представители подотдела еще были теломными, но большинство известных представителей имеет побеговую организацию.

Представители отдела появились в конце девонского периода палеозойской эры – около 360 миллионов лет назад. Максимального видового разнообразия достигли в каменноугольном и пермском периодах палеозоя. В течение мезозоя и кайнозоя количество видов хвощей неуклонно падает. В настоящее время отдел представлен двумя очень близкими родами и 32 видами. По соматическому уровню организации это синтеломные растения. Характерным признаком является метамерное, или членистое, строение осевых органов. Имеются вставочные меристемы, которые обуславливают более быстрое развитие спорофитов. Фотосинтезирующие структуры – микротеломы – результат уплощения концевых частей синтеломов (теломов) предкового типа хвощей. Функция фотосинтеза у современных хвощей перешла к осевым органам.

Спорофит с листьями, стеблями и корнями. Листья – макрофиллы, редуцированы. Стебли членистые. Для подотдела в целом характерно мутовчатое расположение боковых ветвей, присущее уже ряду теломных форм и всем побеговым формам. Стела варьирует от актиностелы до артростелы.

Фруктификации членистостебельных сильно изменялись в ходе эволюции этого таксона, но спорофиллы возникли только у единичных представителей. Спорангии собраны в особые образования – спорангиофоры, где спорангии расположены группами на более или менее щитовидных спорофиллах (иногда очень видоизмененных). Прорастание спор и развитие гаметофита (заростка) происходит вне спорангиев. Сперматозоиды многожгутиковые. Развитие зародыша не связано со спорофитом.

Порядок ХВОЦОВЫЕ – *EQUISETALES*

Genus Equisetum (**Хвощ**). Современный род, включающий 32 вида. Подразделяется на два подрода, а иногда – рода (*Genus Hippochaete* (**Хвощовник**)).

Подотдел ПАПОРОТНИКИ – *PTERIDOPHYTINA*

Древняя группа, связанная в своем происхождении с псилофитами. Появились впервые в середине девонского периода палеозойской эры. Таксономическое разнообразие проявляется уже в середине каменноугольного периода и сохраняется до наших дней. В настоящее время на Земле существуют около 10 000 видов отдела.

Подотдел Папоротники – наземные, земноводные, водные, эпифитные растения. Уровень морфологической организации спорофита предпобеговый. Наиболее примитивные формы имеют теломную организацию, большинство же папоротников – побеговые растения с корнями, причем обладающие не только трофофиллами, но и *спорофиллами*, которые или сходны с трофофиллами, или резко отличаются от них. Листья – макрофиллы (вайи), обычно крупные. Стела стебля варьирует от гапlostелы до сложно устроенной полициклической диктиостелы и, возможно, эвстелы. Равноспоровые и разнospоровые растения. Спорангии расположены группами (сорусы, спорокарпии) на нижней стороне листовых пластинок – трофофиллов – по краю или на поверхности,

у некоторых – в основании листьев или на спорофиллах, реже в синангиях. Спорангии имеют приспособления для эффективного вскрывания и рассеивания спор: кольцо (горизонтальное, косое или вертикальное). У наиболее совершенных таксонов спорангии собраны в группы – сорусы и защищены индузием (покрывальцем). Кроме равноспоровых представителей богато представлены и разноспоровые. Гаметофит у примитивных таксонов, как правило, массивный, многоклеточный, многолетний, обычно имеет микоризу и не способен к фотосинтезу; у молодых таксонов гаметофит в виде небольшой зеленой однослойной пластинки или в виде нитей, имеет короткий срок жизни.

Прорастание спор и развитие гаметофита (заростка) происходит обычно вне спорангиев (за исключением разноспоровых форм). Сперматозоиды многожгутиковые. Развитие зародыша не связано со спорофитом.

Именно папоротники в истории планеты имели важные эволюционные последствия: все наиболее совершенные и многочисленные высшие растения (голосеменные и покрытосеменные) – их потомки.

Порядок МНОГОНОЖКОВЫЕ – *POLYPODIALES*

Самый большой порядок *Filices*, содержит до 9 000 видов.

Genus Polypodium (Многоножка). Насчитывает 75 видов, являющихся некрупными эпифитами или наземными формами с перисторассеченными пластинками вай. В России встречаются 5 видов, из которых два достаточно широко представлены в Южной Сибири. *Polypodium sibiricum* (Многоножка сибирская) распространена главным образом к востоку от р. Енисея. Другой вид – *Polypodium vulgare* (Многоножка обыкновенная) – встречается к западу от р. Енисея до Западной Европы и Северной Америки. Встречается на территории Сибири и их межвидовой гибрид *Polypodium × vianei [P. sibiricum × P. vulgare]*.

Порядок САЛЬВИНИЕВЫЕ – SALVINIALES

Этот порядок гетероспоровых папоротников известен с верхнего мела, в современной флоре представлен 15-20 видами, двумя родами, которые относят к одному или двум семействам.

Семейство САЛЬВИНИЕВЫЕ – SALVINIACEAE

Genus Salvinia (Сальвиния). В роде, известном с конца мелового периода, 12 видов, распространенных в Евразии, Америке и Африке. Синтеломы 3–10 см длиной, спорокарпии расположены группами у основания вай, шаровидные. Половое размножение. Разноспоровое растение. В микроспорокарпиях развиваются в большом числе мелкие шаровидные микроспорангии, в мегаспорокарпиях – небольшое число более крупных яйцевидно-овальных мегаспорангиев.

В России – единственный вид *Salvinia natans* (Сальвиния плавающая). Встречается на юге Сибири (Алтай) и является здесь реликтом третичного возраста. Обитает в озерах, заводях рек на поверхности воды.

Работа 12

Тема: Отдел ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ – *POLYPODIOPHYTA*

Надцарство	ЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	<i>EUCARYOTA</i>
Царство	ЗЕЛЕНЫЕ РАСТЕНИЯ	<i>VRIDIPLANTAE</i>
Подцарство	ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ	<i>EMBRYOBIONTA</i>
Отдел	ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ	<i>POLYPODIOPHYTA</i>
Подотдел	Папоротники	<i>Pteridophytina</i>
Класс	ПОЛИПОДИОПСИДЫ	<i>POLYPODIOPSISIDA</i>
Порядок	Полиподиевые	<i>Polypodiales</i>
Семейство	Многоножковые, или Полиподиевые	<i>Polypodiaceae</i>
Род	Многоножка	<i>Polypodium</i>
Вид	Многоножка обыкновенная	<i>Polypodium vulgare</i> L.
Порядок	Сальвиниевые	<i>Salviniales</i>
Семейство	Сальвиниевые	<i>Salviniaceae</i>
Род	Сальвиния	<i>Salvinia</i>
Вид	Сальвиния, плавающая	<i>Salvinia natans</i>

Цель работы: изучить строение, циклы развития многочисленной группы высших архегониальных растений. Выявить распространение папоротниковидных в современной флоре и флоре палеозоя. Определить народохозяйственное значение представителей отдела. Сделать анализ школьного материала.

Оборудование и материалы: микроскопы, проектор мультимедийный, компьютер, стекла предметные и покровные, иглы препаровальные, палочки стеклянные, чашки с водой, бумага фильтровальная, салфетки, скальпель, лезвия, пинцет, кисточка.

Таблицы, фотографии, презентации, видеофрагмент.

Изучаемые объекты: *нефролетис* – комнатное растение;

гербарий: многоножка обыкновенная, орляк обыкновенный, страусник чернокоренной, голокучник трехраздельный, щитовник мужской, кочедыжник женский; *заспиртованный материал:* листья папоротников с сорусами; *постоянные препараты:* «Разрез через сорус папоротника», «Корневище орляка».

Для изучения этапов онтогенеза папоротника хорошо иметь живой материал. Для получения живого материала можно сделать посева спор. Посевы делают в чашки или поддоны на влажный песок, сверху накрывают стеклом. Культуру помещают в темное место (заростки папоротников не выдерживают очень яркого света). В таких условиях споры начинают прорастать и через несколько недель дают хорошо развитые заростки.

Ход работы

1. Морфологическое строение папоротника. Многоножка обыкновенная.

На гербарных образцах изучите особенности корневой системы, стебля (корневища), листа, расположения

соросов. Внешний вид растения зарисуйте, сделайте необходимые подписи:

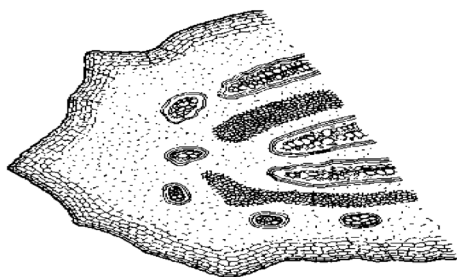
корневище
придаточные корни
вайи (макрофиллы)
соросы
чешуйки
молодые листья

2. Схема строения листа папоротника.

черешок,
слоевище
вайя
пластинка листа,
«перо» (сегмент
1 порядка)
«перышки» (сегмент
2 и 3 порядка)
рахис

3. Анатомическое строение корневища папоротника орляка.

Рассмотрите постоянный препарат под микроскопом. Подпишите рисунок.



эпидермис
механическая ткань
коровая паренхима
эндодерма
перичикл
проводящие пучки
флоэма
ксилема
тип стелы –

4. Строение соруса, спорангия и спор.

Снимите с живого или заспиртованного листа папоротника сорус, изготовьте временный микропрепарат и рассмо-

трите его, используя микроскоп. Пронаблюдайте за процессом раскрывания спорангия, при воздействии на него глицерином (водоотнимающее средство). Обратите внимание на формы спор, структуру споровой оболочки. Микрокартины зарисуйте и подробно подпишите.

Равноспоровые папоротники

Разноспоровые папоротники

Индузиум
Планта:
ложе,
рецептакулум
Спорангий
Ножка спорангия
Стенка спорангия
Механическое кольцо
Устье
Споры
Спорокарпии
Микроспорангии
Мегаспорангии
Микроспоры
Мегаспоры

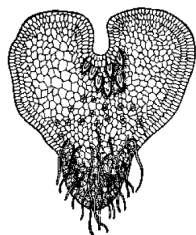
5. Заросток (гаметофит).

На коллекционных образцах и постоянных микропрепаратах изучите строение заростка. Выясните значение заростка в жизненном цикле папоротников.

6. Заросток (гаметофит).

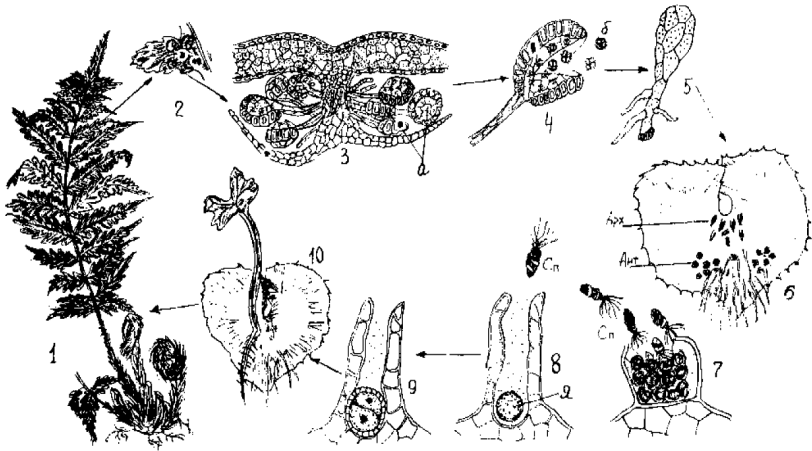
Равноспоровых папоротников

Разноспоровых папоротников



Точка роста
Ризоиды
Архегонии
Антеридии
Оболочка
Мегаспоры

7. Цикл развития папоротниковидных. Обозначьте этапы цикла воспроизведения папоротника и место мейоза на рис.



- | | |
|----------|-----------|
| 1. _____ | 6. _____ |
| 2. _____ | 7. _____ |
| 3. _____ | 8. _____ |
| 4. _____ | 9. _____ |
| 5. _____ | 10. _____ |

8. Цикл развития разноспоровых папоротников (схема).

Рис. 62. Схема цикла воспроизведения равноспоровых папоротников

Рис. 63. Схема цикла воспроизведения разноспоровых папоротников

9. Представители папоротников в местной флоре. Комнатные декоративные растения. По определителю растений найдите видовые названия нескольких представителей папоротников местной флоры. Просмотрите презентации. Название местных дикорастущих декоративных растений запишите.

10. Использование угля в народном хозяйстве.

Составьте задания на функциональную грамотность по теме.

11. Заключение: _____

Отдел СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ – *SPERMATOPHYTA*

Собственно семенные растения появились не позднее самого конца девона и существуют до настоящего времени, хотя большинство их таксонов высокого ранга вымерло. Все семенные растения – побеговые геммаксиллярные растения с разнообразными листьями. Вероятнее всего *Spermatophyta* имеют общее происхождение от каких-то тримерофитовых, по-видимому, выработавших древесный габитус.

Все *Spermatophytina* – гетероспоровые растения. У всех собственно семенных растений есть *семя*.

Семена у собственно семенных растений появились на рубеже девона и карбона. *Семя* – это диаспора, представляю-

щая собой комплекс из тканей спорофита и гаметофита, в котором развивается (как правило, после оплодотворения) зародыш нового спорофита.

Появление семени было обусловлено глубокими изменениями репродуктивной биологии. Ключевым преобразованием в эволюционном становлении семени, по-видимому, стало питание редуцированных гаметофитов питательными веществами, получаемыми от спорофита до *самого окончания онтогенеза гаметофита*. Наиболее постоянную связь со спорофитом приобрел эндоспорический женский гаметофит, который стал проходить *весь онтогенез внутри переставшего вскрываться мегаспорангия*. В связи с этим у семенных растений в мегаспорангии в норме развивается только один женский гаметофит. Соответственно, у большинства семенных растений в дистальной части мегаспорангия дифференцируется единственный мегаспороцит, в ходе мейоза образующий тетраду мегаспор, резко различающихся размерами. Одна крупная мегаспора прорастает в гаметофит, а остальные три мелкие мегаспоры отмирают.

Постоянное пребывание женского гаметофита в мегаспорангии благоприятствовало появлению дополнительных защитных образований. У самых примитивных известных семенных растений такую защиту обеспечивала *купула* из одного или двух рядов стерильных теломов, окружавших терминальный мегаспорангий. У некоторых видов внутри купулы располагалось несколько мегаспорангиев, окруженных каждый собственной купулой. Наряду с защитой мегаспорангия теломы купулы, по-видимому, играли важную роль в опылении. В эволюции семенных растений теломы купулы все более срастались, формируя вокруг мегаспорангия сплошную защитную оболочку, или *интегумент*, с отверстием на верхушке – *микропиле*. У древних видов микропиле было довольно широким, с лопастным краем, а у современных – это узкий канал. Такой защищенный мегаспо-

рангий называют *нуцеллусом*, а весь комплекс из нуцеллуса и интегумента – *семяпочкой*, или *семязачатком*.

Spermatophytina, согласно всем современным взглядам, представляют собой монофилетическую группу высших растений, древнейшие представители которой составляют комплекс трудно разграничиваемых форм. Более продвинутые формы сильно различаются по строению фруктификации, деталям строения семяпочек, особенностям развития и структуры гаметофитов, семян и зародышей.

Обладающие семенами растения традиционно подразделяют на покрытосеменные, или цветковые (*Angiospermae*), и голосеменные (*Gymnospermae*), из которых иногда выделяют в качестве третьего таксона оболочкосеменные (*Chlamydospermae*). Этим таксонам чаще всего придают ранг отдела. В отделе *Gymnospermae* обычно различают классы гинкговые, саговниковые, хвойные, беннеттитовые и «семенные папоротники», к которым относят большинство вымерших примитивных голосеменных растений с вайями. В настоящее время в составе *Spermatophytina* правильнее различать пять таксонов одного ранга, отражающих пять основных эволюционных линий, которым придан ранг класса.

**Подотдел СОСНОВЫЕ,
или ГОЛОСЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, –
PINOPHYTINA vel *GYMNOSPERMOPHYTINA***

Около 700 современных видов. Семенные, разноспоровые наземные растения. Уровень морфологической организации спорофита – побеговый. Спорофит с побегами и корнями. Листья – макрофиллы, очень различны по форме, степени расчленения, расположению. Эустела.

**Подкласс ХВОЙНЫЕ, или СОСНОВЫЕ, – *PINIDAE*
Порядок СОСНОВЫЕ – *PINALES***

Род *Сосна* (*Pinus*). Обитает на болотах, скалах, образует леса. Вечнозеленое (за исключением немногих кустар-

ников) дерево до 50 (75) м высотой и 2–4 м в диаметре, несущее удлинённые и укороченные побеги. На удлинённых побегах (ауксибластах) развиты пленчатые, чешуйчатые листья, расположенные по спирали, на укороченных (брахибластах) – зелёные, игольчатые или уплощённые листья, расположенные пучками.

Семенное размножение. Раздельнополое, однодомное растение. Семя прорастает после периода покоя. Первым появляется главный корень, на котором вскоре образуются боковые корешки. Затем, благодаря разрастанию подсемядольного колена и самих семядолей, проросток освобождается от кожуры семени, остатки которой постепенно сдвигаются к концу семядолей и, наконец, сбрасываются.

Работа 13

Тема: Класс ХВОЙНЫЕ, или СОСНОВЫЕ *CONIFEROPSIDA, vel PINOPSIDA*

Надцарство	ЯДЕРНЫЕ ОРГАНИЗМЫ	<i>EUCARYOTA</i>
Царство	ЗЕЛЕННЫЕ РАСТЕНИЯ	<i>VRIDIPLANTAE</i>
Подцарство	ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ	<i>EMBRYOBIONTA</i>
Отдел	СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ	<i>SPERMATOPHYTA</i>
Подотдел	СОСНОВЫЕ ИЛИ ГОЛОСЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ	<i>PINOPHYTINA,</i> <i>GYMNOSPERMAPHYTINA</i>
Класс	ХВОЙНЫЕ, или СОСНОВЫЕ	<i>CONIFEROPSIDA</i> <i>vel PINOPSIDA</i>
Подкласс	Хвойные, или Пиниды	<i>Pinidae</i>
Порядок	Сосновые	<i>Pinales</i>
Семейство	Сосновые	<i>Pinaceae</i>
Род	Сосна	<i>Pinus</i>
Вид	Сосна обыкновенная	<i>P. sylvestris</i> L.

Цель работы: изучить строение и цикл развития сосны обыкновенной – представителя голосеменных растений. Отметить появление семени как переходный этап в развитии растительного мира. Раскрыть филогенетические

связи голосеменных растений. Сделать анализ материала школьной программы.

Оборудование и материалы: микроскопы, проектор мультимедийный, компьютер, стекла предметные и покровные, иглы препаровальные, палочки стеклянные, чашки с водой, бумага фильтровальная, салфетки, скальпель, лезвия, пинцет, кисточка. Таблицы и презентации.

Натуральные объекты: гербарные образцы сосны обыкновенной, фиксированный материал – шишки (стробилы) сосны обыкновенной: женские 1-го и 2-го года, мужские; постоянный препарат: «Мужская шишка сосны»; размоченные в воде семена сосны сибирской. Презентации, фотографии, видеоматериалы.

Ход работы

1. Морфологическое строение.

Рассмотрите ветку сосны, определите тип ветвления, найдите укороченные и удлиненные побеги. Обратите внимание на особенности листьев (хвои) и их расположение на побеге. Определите местоположение мужских и женских стробил (шишек). Зарисуйте ветку сосны с мужскими и женскими стробилами, сделайте пояснительные подписи.



Рис. 64. Удлиненный побег сосны обыкновенной

листья (хвоинки)
моноподиальное ветвление
удлиненный побег
(ауксобласты)
укороченный побег
(брахиобласты)
чешуйки
собрание микростробил
женская шишка 1-го года
женская шишка 2-го года

Рис. 65. Укороченный побег сосны обыкновенной

2. Строение мужской шишки сосны.

Рассмотрите отдельную мужскую шишку сосны. Отпрепарируйте один микроспорофилл и исследуйте его на большом увеличении. Найдите микроспорангий, извлеките микроспоры. Зарисуйте микроспорофилл с микроспорангиями, сделайте соответствующие подписи.

ось микростробила
микроспорофилл
микроспорангии
микроспоры

Рис. 66. Мужская шишка

Рис. 67. Микроспорофилл

3. Строение пыльцы сосны.

Рассмотрите строение пылинки на малом и большом увеличении микроскопов. Зарисуйте строение пыльцы, сделайте соответствующие подписи. Используя рисунки учебника и таблиц, изучите последовательность развития пыльцы в микроспорангии.

экина
интина
воздушные мешки
плазма
проталлиальные клетки
ядро вегетативной
клетки
ядро генеративной
клетки

Рис. 68. Микроспора сосны

Рис. 69. Пылинка сосны

4. Строение женской шишки сосны.

Для изучения используйте фиксированный материал. Рассмотрите женскую шишку первого года развития. Извлеките из нее одну семенную чешую, найдите семязачатки, кроющие чешуи. Зарисуйте семенную чешую с семязачатком, сделайте пояснительные подписи.

Ось шишки
Кроющие чешуи
Семенные чешуи
Семязачатки

Рис. 70. Женская шишка

Рис. 71. Семенная чешуя

5. Строение семени Сосны сибирской.

Сделайте рисунок семязачатка и соответствующие подписи к нему. Расколите твердую оболочку семени и приготовьте продольный разрез семени. Найдите интегумент, нуцеллус, эндосперм, зародыш и его части. На рисунке продольного разреза семени сделайте соответствующие пояснительные подписи.

Сравните строение семени со строением семязачатка, проследите последовательность развития семени из семязачатка, переход от разноспоровости к семянности.

Семязачаток

Интегумент
Микропиле
Нуцеллус
Мегаспора
Эндосперм
Архегоний
Яйцеклетка

Пыльцевая камера
Пыльцевая трубка
Семенная кожура.
Остаток нуцеллуса
Зародыш на подвеске:
зачаточный корешок,
подсемядольное колено,
семядоли,
конус роста

Семя

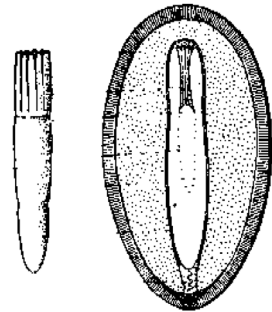
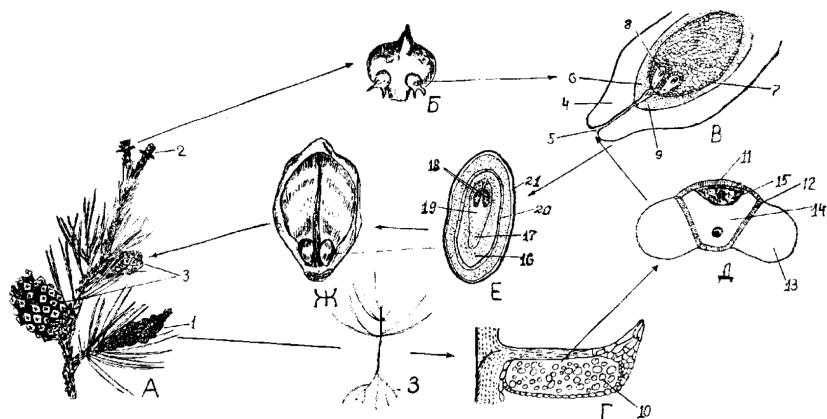


Рис. 72. Строение семязачатка, семени

6. Обозначьте этапы цикла воспроизведения сосны обыкновенной и место мейоза на рисунке, укажите стрелками последовательность прохождения этапов цикла



- | | |
|-----------|-----------|
| A _____ | Д _____ |
| 1. _____ | 11. _____ |
| 2. _____ | 12. _____ |
| 3. _____ | 13. _____ |
| В _____ | 14. _____ |
| 4. _____ | 15. _____ |
| 5. _____ | Е _____ |
| 6. _____ | 16. _____ |
| 7. _____ | 17. _____ |
| 8. _____ | 18. _____ |
| 9. _____ | 19. _____ |
| Г _____ | 20. _____ |
| 10. _____ | 21. _____ |
| 3 _____ | Ж _____ |

Рис. 73. Цикла воспроизведения сосны обыкновенной

7. Изучаемая тема в школьной программе

Просмотрите тексты и рисунки в школьном учебнике:
 В.А. Корчагина. Биология. 6–7 кл. М.: Просвещение, 1992.
 Рис. 176, с. 214; рис. 183, с. 228.

Найдите древние голосеменные, зарисуйте, охарактеризуйте их роль в общей эволюции растений.

Беннетиты
Кордаиты
Саговники
Семенные папоротники

Рис. 74. Ископаемые голосеменные

8. Заключение (Приложение 5) _____

Работа 14

**Тема: Класс ХВОЙНЫЕ, или СОСНОВЫЕ
CONIFEROPSIDA, vel PINOPSIDA
(продолжение)**

Цель работы: изучить разнообразие голосеменных растений местной флоры. Ознакомиться с методикой составления определительных карточек.

Оборудование и материалы: проектор мультимедийный, компьютер. Определитель растений юга Красноярского края; таблицы по хвойным растениям; презентации, видеоматериалы.

Изучаемые объекты: гербарии и гербарные витрины с коллекцией шишек представителей сосновых.

Ход работы

1. Составление определительной карточки.

Определите видовые названия растений по «Определителю растений юга Красноярского края» (1979), выявите

характерные признаки и заполните таблицу «Диагностические признаки голосеменных».

Таблица 1

Диагностические признаки голосеменных

Название растения	Жизненная форма	Типы побегов	Форма листьев	Расположение хвои	Стробилы	Семена
1	2	3	4	5	6	7
1. Сосна обыкновенная						
2. Сосна сибирская						
3. Лиственница сибирская						
4. Пихта сибирская						

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
5. Ель сибирская						
6. Эфедра						
7. Можжевельник						

2. Составьте карточку для определения видов, представленных в коллекции, ознакомившись с правилами составления определительных таблиц.

Определительная карточка составляется по дихотомическому принципу в нисходящем порядке таксонов. Ключ для определения таксонов представляет собой последовательное расположение тезы и антитезы. Анализируя каждый столбец таблицы, разделяйте виды каждый раз на 2 группы по взаимоисключающим признакам. Например, анализируя жизненные формы голосеменных края, все виды можно разделить на 2 группы: 1 группа – деревья, 2 – кустарники, кустарнички. Далее каждая группа анализируется отдельно по остальным признакам. Деревья по типу побегов подразде-

ляются на 2 группы: 1-я группа – деревья с удлинёнными и укороченными побегами, 2-я группа – деревья только с удлинёнными побегами. Записываем так:

- 1. (теза) Деревья2
- (антитеза) Кустарники, кустарнички?
- 2. Деревья с удлинёнными и укороченными побегами3
- Деревья с удлинёнными побегами?

Анализируйте растения в каждой группе постепенно до тех пор, пока в определенной карточке не будут выделены все описываемые вами растения: анализируем далее группу деревьев (см. п. 2), затем – кустарники и кустарнички (см. п. 1 – антитеза).

3. Заключение (Приложение 5) _____

Отдел МАГНОЛИОФИТЫ, ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ, или ЦВЕТКОВЫЕ (*MAGNOLIOPHYTA*, *ANGIOSPERMAE*, или *ANTHOPHYTA*)

Цветковые растения занимают высшую ступень в эволюции растительного мира. Уже более 100 млн лет представители этого отдела господствуют на суше, что выражается прежде всего в их численности. Цветковые растения, или магнолиофиты (по типовой номенклатуре), – самый многочисленный и разнообразный отдел растительного мира. В нем 533 семейства, 13 000 родов, 2 класса, 24 000–30 000 видов. Преобладание покрытосеменных во флоре современного мира обнаруживается не только большим числом видов, но также важностью роли, которую они играют в структуре биосферы Земли.

Преимущества цветковых

Огромные потенциальные возможности покрытосеменных связаны с общими прогрессивными изменениями структуры спорофита и дальнейшей редукции гаметофита:

1. Семязачатки покрытосеменных заключены в более или менее замкнутую полость завязи, образованной срастанием 1-го или нескольких плодолистиков.

2. Гаметофиты цветковых лишены гаметангиев (антеридиев и архегониев) и очень сильно редуцированы в размерах – развиваются в результате минимального количества

митотических делений и состоят из минимального количества клеток.

3. Пыльцевые зерна у цветковых улавливаются не самим микропиле семязачатка, как у голосеменных, а рыльцем – специализированным для этой цели участком плодолистика.

4. Двойное оплодотворение.

5. Семязачаток и семя.

Вторичный эндосперм покрытосеменных сохраняет функцию первичного эндосперма голосеменных и вместе с тем сходен генетически с зародышем, поскольку образуется также в результате полового процесса. Другими словами, функция эндосперма цветковых оказывается более совершенной по сравнению с функцией эндосперма голосеменных. Гибридный характер и полиплоидность эндосперма покрытосеменных расценивается как новая прогрессивная черта этого отдела растений, обеспечившая им крупные преимущества в борьбе за существование. Прогрессивный смысл этого уникального явления состоит в том, что триплоидный эндосперм цветковых возникает только одновременно с зародышем. Если же оплодотворение яйцеклетки по каким-либо причинам не произошло и зародыш не возник, то не образуется и эндосперм. У голосеменных эндосперм гаплоидный и представляет собой ткань женского гаметофита.

6. Плод представляет собой видоизмененный после оплодотворения цветок. Структуру плода определяет главным образом тип гинецея. Но большое влияние оказывает также специализация к распространению семян, отсюда огромное разнообразие его морфологических типов.

Очень часто околоплодник способствует распространению плодов ветром (*анемохория*), водой (*гидрохория*), животными (*зоохория*), насекомыми (*энтомофилия*), муравьями (*мирмекохория*).

Эволюционные преобразования происходили и в вегетативных органах спорофита цветковых: разные жизненные формы, многоярусные растительные сообщества, характер побегообразования (стало преобладать симподиальное ветвление), особенностях корневых систем, листьев, жилкования и т.д. Они являются обладателями сосудов – наиболее совершенной формы проводящих элементов, что значительно ускоряет движение восходящего тока. По этой причине их называют сосудистыми растениями. Для них характерна высокая скорость физиологических процессов, приводящая к наиболее интенсивному обмену веществ. Цветковые растения приспособлены к яркому солнечному освещению – это гелиофитные растения, «дети солнца», как называл их М.И. Голенкин.

Для них характерно наличие разнообразных продуктов жизнедеятельности – жиров, углеводов, липидов, витаминов, смол, эфирных масел и др. Большое значение в эволюции цветковых имела энтомофилия.

Все указанные особенности покрытосеменных растений свидетельствуют о приспособлении к среде, к наиболее всестороннему ее использованию.

Множество общих признаков (общий тип тычинки для всех цветковых, наличие специализированных мегаспорофиллов с рыльцем, постоянство взаимного расположения андроцея и гинецея вдоль оси цветка, сходный в основных чертах тип женского и мужского гаметофита, универсальность процесса двойного оплодотворения и образования триплоидного эндосперма, постоянное наличие ситовидных трубок и т.д.) доказывают общность происхождения цветковых. Независимое возникновение всех этих признаков в разных группах растений крайне мало вероятно. Таким образом, магнолиофиты происходят, вероятнее всего, от одного предка, имея монофилитическое происхождение.

Классификация покрытосеменных (основные системы)

Основой для создания системы явились эволюционные ряды признаков, совокупность которых составляет кодекс примитивности и эволюционной подвинутости.

Важнейшие критерии примитивности и эволюционной подвинутости цветковых растений (эволюционные ряды признаков по А.Л. Тахтаджяну)

1. Деревья – кустарники – многолетние травы – однолетние травы.
2. Вечнозеленые растения – листопадные.
3. Моноподиальное ветвление побегов – симподиальное.
4. Растения с прямостоячими стеблями – вьющиеся, стелющиеся, цепляющиеся стебли.
5. Циклическое расположение пучков – рассеянное расположение пучков.
6. Мезофиты – гигрофиты, ксерофиты.
7. Листья простые цельные – листья сложные, вторично простые.
8. Жилкование перистое – дуговидное – параллельное.
9. Листорасположение очередное – супротивное, мутовчатое.
10. Соцветие сложное – простое.
11. Цветок обоеполый – однополый.
12. Перекрестноопыляемый – самоопыляемый.
13. Энтомофильный – другими агентами.
14. Актиноморфные цветки – зигоморфные.
15. Ациклический (спиральный) – циклический цветок.
16. Цветоложе коническое – плоское – чашеобразное.
17. Большое и неопределенное число членов цветка – небольшое и фиксированное число частей цветка.
18. Околоцветник не дифференцирован – двойной – простой – цветки без околоцветника.
19. Части цветка свободные – сросшиеся.
20. Гинецей апокарпный – ценокарпный.

21. Завязь верхняя – полунижняя – нижняя.
22. Двусемядольность – односемядольность.
23. Семена с эндоспермом – без эндосперма.
24. Плоды апокарпные односемянные – плоды ценокарпные многосемянные.

Филогенетические системы строятся по восходящему принципу: родственные по происхождению виды объединяются в роды, близкие роды – в семейства, родственные семейства – в порядки. Порядки по тому же признаку составляют классы, классы – отделы.

Отдел цветковые растения подразделяется на 2 класса: *Magnoliopsida* (Двудольные), *Liliopsida* (Однодольные). В процессе эволюции цветковых происходила дивергенция их на однодольные и двудольные. Однодольные произошли от двудольных в результате перехода к водному образу жизни. Среди современных двудольных, наиболее близких к однодольным, являются представители порядка нимфейных. Видимо, нимфейные и однодольные имели общее происхождение.

По системе А.Л. Тахтаджяна (2009) классы магнолиописид и лилиописид подразделяются на подклассы: двудольные – на 8 подклассов (магнолииды, ранункулиды, гамамелиды, кариофиллиды, дилленииды, розиды, астерида, ламииды); однодольные – на 3 (лилиида, арециды, коммелиниды). Каждое растение относится к ряду таксонов последовательно соподчиненных рангов, из которых основным является вид. Критериями вида как системы популяций служат его морфологические особенности, экологическая ниша и собственный ареал.

Для наименования отделов и нижестоящих надродовых таксонов следует пользоваться корнем от названия типового рода с прибавлением соответствующего окончания: для отдела – *-phyta*, класса – *-opsida*, порядка – *-ales*, семейства – *-ceae*, название рода – имя существительное в именительном падеже (*Astragalus*, *Artemisia*), вид имеет двойное название – род

и видовой эпитет, после него название автора, впервые описавшего этот вид (*Veronica incana* L., *Lemna minor* L.).

**Класс МАГНОЛИОПСИДЫ, или ДВУДОЛЬНЫЕ, –
*MAGNOLIOPSIDA, DYCOTHELIDONES***

Подразделяется на 8 подклассов, 125 порядков, 440 семейств, 10 500 родов и 195 000 видов. Древесные формы и травы. Зародыш имеет обычно 2 семядоли, которые при прорастании семени чаще выносятся над землей. Первичный корень развивается в центральный стержневой, от которого отходят боковые (вторичные) корни; тип корневой системы – стержневой. Проводящая система состоит из одного непрерывного (сифоностела) или прерывистого (эустела) кольца проводящих пучков с камбием; во флоэме есть паренхима; кора и сердцевина дифференцированы; характерно вторичное утолщение стебля. Лист дорсовентральный, обычно разделен на черешок и пластинку, редко имеет влагалищное основание; простые или сложные; жилкование перистое или пальчатое. Цветки 4–5-членные или с большим неопределенным числом членов; части околоцветника различаются, образуют чашечку и венчик; чаще всего опыляются насекомыми.

Подкласс РАНУНКУЛИДЫ – *RANUNCULIDAE*

Семейство лютиковые (*Ranunculaceae*) включает 66 родов и свыше 2000 видов, представленных преимущественно в умеренных и холодных областях земного шара. Наиболее богато родами и видами лютиковых Голарктическое царство.

В **Красную книгу** Красноярского края занесено **17 видов**: Аконит буйбинский, А. двуцветковый, А. Паско, А. саянский, А. танзыбейский, Анемоноидес голубая, Арсеневия байкальская, Василисник байкальский, Весенник сибирский, Живокость редкоцветковая, Ж. сетчатоплодная, Ж. шерстистая, Клематис сизый, К. этузолистный, Прострел Бунге, П. сомнительный, Такла плавающая.

Работа 15

Тема: Порядок ЛЮТИКОЦВЕТНЫЕ – *RANUNCULALES* Семейство ЛЮТИКОВЫЕ – *RANUNCULACEAE*

Цель работы: изучить важнейшие отличительные черты в строении вегетативных и репродуктивных органов представителей семейства лютиковые.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации.

Натуральные объекты: гербарий: купальница азиатская, лютик близкий, водосбор сибирский, борец северный, княжик сибирский, калужница болотная и др.;

заспиртованные цветки купальницы азиатской, лютика близкого, водосбора сибирского, борца северного.

Ход работы

1. Укажите систематическое положение представителей семейства.

Надцарство _____ Класс _____

Царство _____ Подкласс _____

Подцарство _____ Порядок _____

Отдел _____ Семейство _____

Подсемейство _____ Род _____

Вид Купальница азиатская – *Trollius asiaticus* L.

Подсемейство _____ Род _____

Вид Лютик северный – *Ranunculus borealis* Trautv.

Подсемейство _____ Род _____

Вид Водосбор сибирский – *Aquilegia sibirica* Lam.

Подсемейство _____ Род _____

Вид Борец северный – *Aconitum septentrionale* Koel

Подсемейство _____ Род _____

Вид Василисник малый – *Thalictrum minus* L.

2. Рассмотрите гербарий растений. Проведите морфологический анализ по плану (Приложение 2) и заполните табл. 1.

**Диагностические признаки
представителей семейства Лютиковые**

Вид растения	Купальница азиатская	Водосбор сибирский	Борец северный	Василисник малый
Жизненная форма				
Корневая система				
Стебель, побеги				
Лист				
Соцветия: схемы монохазия, дихазия, кисти				

3. Сделайте продольный разрез цветков, отпрепарируйте и проанализируйте их строение (Приложение 3). Обратите внимание на нектарники, тычинки, гинецей, цветоложе, рассмотрите отдельный пестик, его части, количество семязачатков в завязи (для этого следует пестик разрезать вдоль). Составьте формулу, словесную характеристику цветка, вычертите диаграмму. Рассмотрите плоды, способы их раскрытия (Приложение 4). Заполните табл. 2.

Таблица 2

**Диагностические признаки
репродуктивных органов Лютиковых**

Вид растения	Купальница азиатская	Водосбор сибирский	Борец северный	Василисник малый
Цветок (рисунок): цветоложе – Ц чашелистик – Ч лепесток – Л нектарник – Н тычинка – Т пестик – П				
Нектарник: лепесток нектарная ямка				
Формула, диаграмма				
Словесная характеристика цветка				
Плод: листовка – Л многолистовка многоорешек – М				

4. Другие представители семейства Лютиковые.

Рассмотрите гербарий, фотографии, презентации. Определите и запишите названия представителей местной флоры

5. Заключение (Приложение 5): _____

Подкласс ГАМАМЕЛИДИДЫ – *HAMAMELIDIDAE*

Основной линией эволюции гамамелидид является переход от энтомофилии к анемофилии, поэтому признаками общей организации их являются приспособления к ветровому опылению, вероятно, вторичные: развитие цветков до появления листьев; редукции в цветках, приводящие к упрощению структуры цветка: к потере яркого околоцветника и замене его невзрачным, чешуевидным, затем теряется и он (редукция); к раздельноплодности цветков (цветки однополые); к раздельноплодности соцветий (дихазисальные мужские или женские соцветия составляют более сложные – однополые сережки или кисти); к двудомности; к сокращению числа тычинок, плодolistиков. Для гамамелидид типичны дихазисальные соцветия (схема).

Дихазий гамамелисовых всегда занимает боковое положение по отношению к главной оси всего сложного соцветия. Ось I порядка самого дихазиса выходит из пазухи кроющего листа (в) и заканчивается первым цветком. Ось несет на себе ниже цветка 2 прицветных чешуйчатых листа – α и β .

Эти листья α и β являются кроющими листьями боковых разветвлений дихазия, т.е. осей II порядка, тоже заканчивающихся цветками (2).

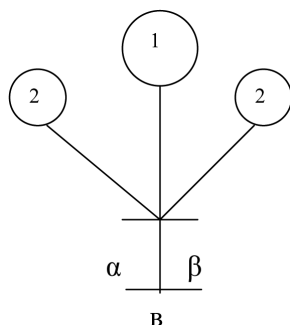


Схема дихазия: 1, 2 – цветы; α , β – прицветные листья

Под ними также располагаются по 2 прицветника – α_1 и β_1 , α^1 и β^1 . Из пазух этих листочков могут развиваться оси III порядка, тоже заканчивающиеся цветками. Более 3 разветвлений в дихазиях гамамелисовых не наблюдается. Дихазии гамамелисовых составляют более сложные соцветия – сережки, кисти, в которых оси всех порядков сильно укорочены, поэтому цветки дихазия образуют тесную группу. Кроме того, могут развиваться не все цветы или не все прицветные листья. Таким образом, дихазии гамамелисовых у отдельных представителей могут различаться числом цветков, количеством прицветных листьев, их формой, величиной и т.д.

Работа 16

Тема: Порядок БЕРЕЗОЦВЕТНЫЕ – *BETULALES* Семейство БЕРЕЗОВЫЕ – *BETULACEAE*

В этом семействе 7 родов и, вероятно, лишь немногим больше 140 видов.

Березовые распространены во всех умеренных, внетропических областях северного полушария, это типичные бореальные растения лесных формаций.

Березовые – однодомные, листопадные, ветроопыляемые деревья либо более или менее крупные кустарники и даже кустарнички с симподиальным ветвлением побегов.

В Красной книге Красноярского края – 1 вид: береза мелколистная.

Цель работы: определить систематическое положение березовых в системе цветковых растений. Изучить морфологические особенности и выявить важнейшие систематические признаки семейства на примере древних древесных ветро-опыляемых представителей.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации.

Натуральные объекты: гербарий: береза повислая, ольховник кустарниковый;

живые ветви и заспиртованные соцветия березы бородавчатой.

Ход работы

1. Напишите систематическое положение представителя семейства.

Надцарство _____	Царство _____
Подцарство _____	Отдел _____
Класс _____	Подкласс _____
Порядок _____	Семейство _____
Род _____	Вид Береза повислая – <i>Betula pendula</i> Roth.

2. Вид Береза повислая.

Рассмотрите гербарий и ветви березы с распускающимися почками. Отметьте тип ветвления, листорасположение. Найдите мужские и женские соцветия, сережки с плодами. Составьте и запишите морфологический анализ растения (Приложение 2):

3. Изучите строение женских сережек, используя микроскопы. Рассмотрите дихазий, отдельный цветок, пестик, плод (Приложение 3). Зарисуйте женский дихазий и пестичный цветок березы.

4. Изучите строение мужских сережек. Отпрепарируйте и изучите мужской дихазий, тычиночный цветок. Рассмотрите тычинки, отметьте особенности их строения (Приложение 3). Зарисуйте мужской дихазий, цветок. Составьте и занесите в таблицу диаграммы дихазиев, формулы и словесные характеристики цветков березы.

Таблица 1

Диагностические признаки березовых

Ветвь с мужскими сережками (рисунок)	Ветвь с женскими сережками (рисунок)
Дихазий из тычиночных цветков	Дихазий из женских цветков
Диаграмма мужского дихазия	Диаграмма женского дихазия

Окончание табл. 1

Тычиночный цветок: Околоцветник Андроцей	Пестичный цветок: Околоцветник Гинецей
Формула:	Формула:
Словесная мужского цветка	Характеристика женского цветка
	Плод (рисунок)

5. Представители семейства Березовые. Рассмотрите коллекцию других представителей семейства Березовые. Запишите названия, отметьте практическое значение.

6. Заключение: _____

Подкласс ДИЛЛЕНИИДЫ – *DILLENIIDAE*

Дилленииды – один из наиболее крупных и центральных подклассов. В составе подкласса 3 надпорядка, 6 порядков и 32 семейства. Большинство их утратило примитивные признаки, связывающие их с магнолиидами.

Работа 17

**Тема: Порядок КАПЕРСОЦВЕТНЫЕ,
КАПЕРЦОВЫЕ – *CAPPARALES***

**Семейство КРЕСТОЦВЕТНЫЕ,
или КАПУСТНЫЕ, – *CRUCIFERAE* vel *BRASSICACEAE***

Капустные являются самым крупным семейством в порядке – 376–380 родов и 3200 видов. Представители семейства распространены по земному шару крайне неравномерно: наиболее широко в умеренной и холодной зоне северного полушария, с наибольшей концентрацией родов и видов в Средиземноморье и Ирано-Туранской областях. По экологической природе это мезофиты, мезогигрофиты и гигрофиты, преобладают все же определено среди них растения засушливых и сухих местообитаний – ксерофиты и мезоксерофиты.

Ценные пищевые растения: *Brassica oleracea* (капуста огородная), *B. napus* (брюква), *B. rapa* (репа, турнепс), *B. nigra* и *Sinapis alba* (горчица черная и белая), *Camelina sativa* – рыжик посевной; ценные лекарственные растения: виды *Erysimum* (эризимилактон – сырье для сердечных препаратов сильного действия), *Capsella bursa-pastoris*. Многие имеют применение как декоративные (*Mathiola*), в то же время много злостных сорняков.

В **Красные книги Красноярского края** – 17 видов: Бурачок туркестанский, Левкой великолепный, Микростигма саянская, Сердечник мелколистный, Эвтрема сердцелистная, Э. цельнолистная и др.

Цель работы: изучить важнейшие морфологические особенности и систематические признаки, а также имеющие большое хозяйственное значение.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации.

Натуральные объекты: гербарий представителей, заспиртованные цветки хориспоры сибирской.

Ход работы

1. Запишите систематическое положение представителя семейства.

Надцарство _____ Подкласс _____
Царство _____ Порядок _____
Подцарство _____ Семейство _____
Отдел _____ Род _____
Класс _____ Вид Хориспора сибирская –
_____ *Chorispora sibirica* (L.) DC.

2. Вид Хориспора сибирская.

Проведите морфологический анализ растения по плану (Приложение 2), заполните табл. 1.

Таблица 1

Морфологическая характеристика крестоцветных

Вид растения	Жизненная форма	Корневая система	Стебель	Листья	Соцветия
Хориспора сибирская					

3. Проведите анализ цветка (Приложение 3). Обратите внимание на численные соотношения и расположение частей цветка, нектарник. Занесите данные о цветке в табл. 2.

Таблица 2

Диагностические признаки семейства крестоцветных

Вид растения	Цветок (рисунок)	Формула: эмпирическая теоретическая	Диаграмма цветка	Словесная характеристика цветка
Хориспора сибирская				

3. Изучите по гербарии и таблицам плоды хориспоры и других крестоцветных, зарисуйте, дайте определение.

Стручок –

Стручочек –

Рис. 75. Плоды представителей семейства Крестоцветные

4. Определение представителей семейства Капустные (*Brassicaceae*).

Важнейшие признаки найденных по определителю растений занесите в таблицу диагностических признаков крестоцветных (табл. 3). У плодов отметить характер вскрытия, сжатость со стороны шва или спинки, опушение, число жилок на створке, наличие крыльев, носика, форму поперечного сечения, расположение семян.

Таблица 3

Диагностические признаки Крестоцветных

Вид растения	Жизненная форма	Листья	Окраска венчика	Плод	Расположение семян
1	2	3	4	5	6
Вечерница сибирская					
Ярутка полевая					

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Бурачок ленский					
Гулявник Лезеля					
Дескурайния Софии					
Пастушья сумка					
Сердечник крупнолистный					
Крупка перелесковая					
Рыжик мелкоплодный					
Клоповник мусорный					
Стевеня левкоевидная					

5. По данным таблицы составьте дихотомический ключ для определения – определительную таблицу «Крестоцветные».

6. Заключение (Приложение 5): _____

Подкласс РОЗИДЫ – *ROSIDAE*

Подкласс розиды – естественный таксон двудольных. Включают 7 надпорядков, 30 порядков и 108 семейств.

Розиды имеют общее происхождение с Диллениидами непосредственно от магнолиид. Эволюция большинства розид выразилась в постепенном уменьшении числа частей цветка, срастании листочков околоцветника, становлении его зигоморфнии, срастании плодолистиков и образовании нижней завязи с единым столбиком. Встречаются здесь и примеры упрощения цветка и других органов растения в связи с высокой специализацией жизненной формы, переходом к ветроопылению или двудомности.

РАБОТА 18

Тема: Порядок РОЗОВОЦВЕТНЫЕ – *ROSALES*

Семейство РОЗОВЫЕ – *ROSACEAE*

Около 111 родов и 3000–3500 видов. Сконцентрированы главным образом в умеренных и субтропических областях Северного полушария в разнообразных растительных сообществах, не играя обычно доминирующей роли. Деревья, кустарники, многолетние травы с очередными, реже супротивными простыми или сложными листьями с прилистниками. Цветки в различного рода соцветиях, редко одиночные, обоеполые, актиноморфные, циклические, 5-членные, раздельнолепестные, энтомофильные, обычно с двойным околоцветником, реже безлепестные. Чашелистики и лепестки часто срастаются в цветочную трубку – *гипантий*, бокальчатой или блюдцевидной формы. Нижняя часть гипантия образована разросшимся цветоложем.

В центре гипантия находятся плодолистики от 1 до многих. Гинецей апокарпный, редко синкарпный, стилодии свободные, обычно с маленькими головчатыми рыльцами. Завязь верхняя или нижняя. Плоды разных типов: сухие или сочные, листовки, коробочки, орешки, цинародиум, костянки, яблоки, приспособленные к различным способам распространения. Семена без эндосперма, или с очень скудным эндоспермом.

В Красной книге Красноярского края 6 видов: Вальдштейния танзыбейская, В. тройчатая, Колюрия гравилатовидная, Лабазник обыкновенный, Лапчатка Черепнина, Пятилистник мелколистный.

Цель работы: изучить характерные черты строения, эволюционные связи, внутрисемейственную систематику одного из важнейших семейств флоры цветковых растений. Определить хозяйственную значимость представителей семейства.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации.

Натуральные объекты: гербарий и заспиртованные цветки: спирея средняя, лапчатка гусиная, роза иглистая, яблоня домашняя, черемуха азиатская и др.

Ход работы

1. Запишите систематическое положение представителей семейства.

Надцарство _____	Подсемейство _____
Царство _____	Род _____
Подцарство _____	Вид Черемуха азиатская _____
Отдел _____	Подсемейство _____
Класс _____	Род Яблоня _____
Подкласс _____	Вид Яблоня ягодная _____
Порядок _____	Подсемейство _____
Семейство _____	Род Роза _____
Подсемейство _____	Вид Роза иглистая _____
Род _____	Род _____
Вид Спирея средняя _____	Вид Лапчатка гусиная _____

2. Последовательно изучите по гербарию и фиксированному материалу особенности растений (Приложение 2), найдите побеги (удлиненные и укороченные), корневище, усы, прилистники, листья, определите тип соцветия. Заполните соответствующие колонки табл. 1.

Таблица 1

Морфологическая характеристика розовых

Вид растения	Спирея средняя	Черемуха обыкновенная	Яблоня ягодная	Роза игольчатая	Лапчатка гусиная
Жизненная форма					
Корневая система					
Стебель, побег					
Лист					
Соцветия (рисунок): кисть, щиток, зонтик, дихазий					

3. Изготовьте продольный разрез цветка всех видов, изучите количественные соотношения и особенности расположения членов цветка (Приложение 3), найдите гипантий. Обратите внимание на строение гинецея, срастание плодолистиков с гипантием и между собой. Разберитесь в строении ложного и истинного плода шиповника. Изучите ложный плод яблони. Данные занесите в табл. 2. Изучите плоды, зарисуйте, дайте определение (Приложение 4).

Таблица 2

Диагностические признаки розоцветных

Подсемейство					
Вид растения	Спирея средняя	Черемуха обыкновенная	Яблоня ягодная	Роза игольчатая	Лапчатка гусиная
1	2	3	4	5	6
Цветоложе (рисунок)					
Формула					
Диаграмма					
Словесная характеристика цветка					

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
Плоды (рис): листовка многоорешек многокостянка костянка ложная ягода цинародий яблоко					
Характеристика подсемейств					

4. Заключение (Приложение 6): _____

Работа 19

Тема: Порядок БОБОВОЦВЕТНЫЕ – *FABALES*
Семейство БОБОВЫЕ – *FABACEAE, LEGUMINOSAE*

От латинского названия плода *Legumen* происходит название семейства (А. Жюссье, 1789 г.). Другое название семейства связано с латинским именем типового рода *Faba* (бобы).

Число известных сейчас родов бобовых около 760–786, видов 17 500–18 000. Среди цветковых растений лишь 2 семейства – орхидные и сложноцветные превосходят бобовые по числу видов.

Семейство делится на 3 подсемейства: Мимозовые (*Mimosoideae*), цезальпиновые (*Caesalpinoideae*), и мотыльковые или собственно бобовые (*Faboideae*). Наиболее архаичными представителями бобовых являются представители подсемейства цезальпиниевых.

**Подсемейство МОТЫЛЬКОВЫЕ,
или СОБСТВЕННО БОБОВЫЕ, –
*PAPILIONOIDEAE, FABOIDEAE***

490 родов и 12 000 видов. Почти везде бобовые входят в 10 ведущих семейств флоры. Во флорах юга Красноярского края они занимают 3–4 места, на севере – 10.

Бобовые деревья (до 80 м), кустарники, кустарнички, полукустарники и травы многолетние и однолетние, сосредоточенные в умеренных и холодных областях. Листья перистые или тройчатосложные, очередные, с прилистниками. Иногда верхние листочки превращаются в простые или сложные усики. Соцветия: кисть, метелка, реже колос, головка. Цветки зигоморфные, обоеполые, энтомофильные, 5-членные, циклические, постоянной структуры (мотыльковидные). Замечательная стабильность мотылькового венчика, являющегося своего рода «биологическим замком», охраняющим запасы пыльцы и нектара от малоэффективных опылителей, связана с приспособлением к опылению пчелами и шмелями. Мотыльковый венчик состоит из 5 лепестков: верхний – *флаг* или *парус*, 2 боковых – *крылья* или *весла*, 2 нижних смыкаются или едва сростаются, образуя *лодочку*, заключающую тычинки и завязь. Андроцей 10-членный, свободный (многобратственный), или чаще 9 тычинок сростаются в незамкнутую трубку, а одна свободная (двубратственный андроцей), и все 10 тычинок сростаются

своими нитями в трубку (однобратственный). Гинецей монокарпный, завязь верхняя, одногнездная. Плод – боб разнообразной формы и размеров. По экономической значимости бобовые уступают только злакам. Помимо большой группы пищевых (соя, фасоль, горох, бобы, чечевица, земляной орех, нут) растений, среди них много кормовых (донник, люцерна, люпин, клевер), лекарственных (солодка, термопсис), декоративных (белая акация, клиантус, делоникс) представителей.

В Красную книгу Красноярского края внесено 32 вида: Астрагал австрийский, А. влагилищный, А. даурский, А. длиннокрылый, А. заячий, А. Ионы, А. однолистный, А. Палибина, Гюльденштедтия весенняя, Карагана гривастая, Копеечник кустарниковый, К. минусинский, К. родственный, Остролодочник верхнеенисейский, О. волосистоплодный, О. железисто-шершавый, О. нагой, О. песколюбивый, О. прицветниковый, О. пузырчатый, О. средний, О. трагакантовый, О. хакасский, О. чуйский и др.

Цель работы: изучить особенности строения, биологию, симбиотрофность, состав культурной и дикорастущей флоры семейства бобовые на примере некоторых видов Красноярского края.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации.

Натуральные объекты: гербарий: копеечник Гмелина, клевер луговой, эспарцет песчаный, астрагал приподнимающийся, горошек приятный, карагана древовидная и др.; заспиртованные цветки копеечника Гмелина.

Ход работы

1. Указать систематическое положение представителя:

Надцарство _____	Подкласс _____
Царство _____	Порядок _____
Подцарство _____	Семейство _____
Отдел _____	Род _____
Класс _____	Вид Чина Гмелина – <i>Lathyrus gmelinii</i> Fritsch.

2. Вид Чина Гмелина.

Рассмотрите гербарий. Проведите морфологический анализ корней, стебля, листьев, соцветий (Приложение 2). Результаты занесите в табл. 1.

Таблица 1

Морфологическая характеристика Бобовых

Вид растения	Жизненная форма	Корневая система	Стебель	Листья	Соцветия
Чина Гмелина					

3. Проанализируйте строение цветка (Приложение 3). Выявите специфические особенности строения цветка в связи с насекомопылением. Зарисуйте венчик, тычиночный аппарат, пестик, плод (табл. 2).

Таблица 2

Диагностические признаки Бобовых

Вид растения	Цветок (рисунок)	Формула	Диаграмма	Характеристика цветка	Плод
Чина Гмелина					

4. Представители семейства в местной флоре.

Определите растения из коллекции, заполните таблицу диагностических признаков представителей семейства бобовых (табл. 3).

Таблица 3

Диагностические признаки Бобовых

Вид растения	Жизненная форма	Листья	Окраска венчика	Соцветие	Плод
1	2	3	4	5	6
Клевер луговой					
Люцерна посевная					
Горошек однопарный					
Горошек мышиный					
Чина луговая					
Донник зубчатый					
Копеечник мелколистный					

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Экспарцет песчаный					
Карагана древовидная					
Астрагал датский					
Остролодочник колокольчатый					

5. Составьте определительную карточку «Бобовые».

6. Заключение (Приложение 5): _____

ПОДКЛАСС АСТЕРИДЫ – *ASTERIDAE*

Подкласс астериды включает 5 порядков, объединяющихся в 2 надпорядка (*Cornanae*, *Asteranae*), 14 порядков и 62 семейства.

Работа 20

Тема: Порядок АСТРОЦВЕТНЫЕ – *ASTERALES* Семейство АСТРОВЫЕ, СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ – *ASTERACEAE, COMPOSITAE*

Астровые – самое крупное семейство двудольных растений и одно из наиболее высокоорганизованных. В нем 1600 родов и более 23 000 видов. Распространение космополитное с наибольшим разнообразием в умеренных и субтропических областях.

Большинство сложноцветных – многолетние и однолетние травы, но есть среди них и полукустарники, кустарники, лианы и даже небольшие деревья. Растения этого семейства легко узнать по характерному для них соцветию – *корзинке* или *рацемозной головке*, представляющей биологически одиночный, крупный, заметный издалека цветок. Основу корзинки образует расширенное ложе соцветия или общее *цветоложе* (стеблевое происхождение) – *рецептакулум*, на котором располагаются тесно примыкающие друг к другу цветки. Снаружи общее цветоложе окружено 1–2 или многорядной *оберткой*, состоящей из более или менее сильно видоизмененных верховых листьев. Основная функция обертки – защита цветков от неблагоприятных внешних воздействий среды. Корзинка может быть однородноцветковой (*гомогамной*), состоящей только из трубчатых или только из язычковых цветков. Но чаще корзинки разнородноцветковые (*гетерогамные*). При этом центр корзинки занимают обоеполые *трубчатые* цветы. По периферии лучами расположены женские и часто ярко окрашенные *язычковые* цветки. Корзинки могут быть одиночными, но нередко они собраны во вторичные соцветия: щитки, метелки, кисти. Цветки у сложноцветных мелкие, циклические, 4-круговые, 5-членные, обоеполые, редко однополые или бесплодные, актиноморфные или зигоморфные, надпестичные, энтомофильные, редко анемо-

фильные. Чашечка видоизменена в хохолок, который называют *летучка* или *паппус*. Хохолок состоит из б. или м. значительного числа щетинок, волосков, остей, зубчиков, сохраняется при плодах и способствует их распространению. Венчик и андроцей – пятичленные, гинецей из 2 плодолистиков. Венчик спайнолепестный, по форме различный: *актиноморфный* – трубчатый, *зигоморфный* – язычковый, ложноязычковый, двугубый, воронковидный. *Трубчатый*: обоеполый цветок, лепестки полностью сростаются в трубку на верхушке 5-лопастную или 5-зубчатую, часто срединные. Если трубчатый венчик широкий, то он принимает *воронковидную* форму. Такие цветки обоеполые, обычно краевые. *Язычковый* венчик является производным от трубчатого. На ранней стадии развития он трубчатый, но во время цветения в верхней половине разделяется продольно между 2 задними лепестками и образует пятизубчатый язычок. Язычковые цветки обоеполые. *Двугубый*: перед цветением трубчатый, но во время цветения разделяется продольно по 2 противоположным линиям, проходящим между 3 передними и 2 задними лепестками. С ним генетически связан *ложноязычковый* тип цветка: вследствие редукции нижней губы остается язычок с 3 зубчиками на верхушке. В корзинках далеко не всегда все цветки обоеполые и плодущие. Часто встречаются еще 2 типа однополых цветков: женские плодущие, мужские бесплодные, а также бесплодные цветки без андрогцея и гинецея. Принято считать исходным, примитивным типом венчика актиноморфный трубчатый. Андрогцей прикреплен к трубке венчика со свободными нитями и склеенными в трубку, окружающую столбик, пыльниками, чередующимися с лепестками. Трубочка пыльников снизу прикрыта еще недоразвитым столбиком. По созревании пыльца высыпается в пыльниковую трубочку, а разрастающийся столбик выталкивает ее наружу. Гинецей паракарпный, 2-членный, псевдомономерный. Завязь нижняя, одногнездная. Столбик с 2-раздельным рыльцем,

часто покрыт выметающими волосками, удаляющими пыльцу из пыльниковой трубки. Вокруг него у основания завязи развит нектарный диск. Плод – семянка с хохолком из лутушек, щетинок или зубчиков. Семена с маслянистым зародышем и с очень тонким остаточным слоем эндосперма. Характерно наличие запасного углевода инулина.

В Красной книге Красноярского края 16 видов: Альфредия поникшая, Дендрантема выемчатолистная, Маралий корень сафлоровидный, Пепельник пурпуровый, Полюнь Мартьянова, Соссюрея байкальская, С. Прайса, С. солончаковая, С. Фролова, Цмин песчаный, Ястребинка Крылова, Я. сосновая и др.

Цель работы: изучить наиболее молодое и богатое видами семейство двудольных растений, выявить признаки насекомоопыляемых двудольных растений.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации по теме.

Натуральные объекты: гербарий: астра альпийская, ромашка ромашковидная, козелец лучистый, василек скабиозовый, лейбница бестычиночная и др.; заспиртованные корзинки подсолнечника однолетнего, козельца лучистого, нивяника обыкновенного.

Ход работы

1. Запишите систематическое положение представителей семейства.

Надцарство _____ Вид Нивяник обыкновенный _____

Царство _____ Подсемейство _____

Подцарство _____ Род _____

Отдел _____ Вид Василек скабиозовый _____

Класс _____ Подсемейство _____

Подкласс _____ Вид Лейбница бестычинковая _____

Порядок _____ Подсемейство _____

Семейство _____ Род _____

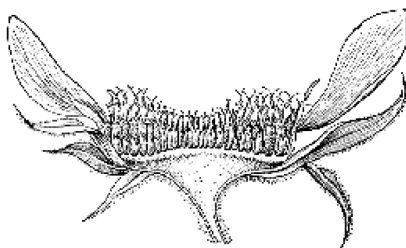
Подсемейство _____ Вид Козелец лучистый _____

Род _____

2. Морфологическое строение вегетативных органов.

По гербарным материалам и таблицам провести морфологический анализ вегетативных органов представителей сложноцветных (Приложение 2).

3. На фиксированном материале изучите строение соцветия сложноцветных, обозначьте цифрами детали строения.



- 1 – ложе корзинки
- 2 – листочки обертки
- 3 – кроющие листья,
- 4 – цветки ложноязычковые
- 5 – цветки трубчатые

Рис. 75. Продольный разрез корзинки

4. На фиксированном материале изучите строение цветков астровых (Приложение 3). Найдите видоизмененную чашечку, отметьте степень срастания чашечки, венчика, особенности андроеца, двучленность гинецея, тип завязи и плода. Найдите паппус. Данные представьте в табл. 1.

Таблица 1

Диагностические признаки семейства Сложноцветные

Подсемейство				
Вид растения	Нивяник обыкновенный	Василек скабиозовый	Лейбница двугубая	Козелец лучистый
1	2	3	4	5
Цветок: рисунок	Трубчатый ложноязычковый	Воронковидный	двугубый	Язычковый
Формула				

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
Диаграмма				
Характеристика подсемейств				
Плод				

5. Представители семейства в местной флоре.

Определите растения из коллекции, собранной во время летней полевой практики. Заполните табл. 2 диагностических признаков представителей семейства сложноцветных.

Таблица 2

Диагностические признаки Сложноцветных

Название растения	Жизненная форма	Листья	Соцветие	Обертка	Паппус	Типы цветков, их окраска	Плод
1	2	3	4	5	6	7	8
Астра альпийская							
Солонечник узколистный							

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Мелколепестник едкий							
Кошачья лапка двудомная							
Девясил британский							
Д. иволистный							
Черда трехраздельная							
Тысячелистник обыкновенный							

6. Заключение (Приложение 5): _____

Класс ЛИЛИОПСИДЫ, или ОДНОДОЛЬНЫЕ, – *LILIOPSIDA* vel *MONOCOTYLEDONES*

По числу семейств, родов, видов однодольные сильно уступают двудольным, содержат 25 % всех видов и семейств цветковых. Подразделяется на 3 подкласса, включающие 31 порядок, 120 семейств, 3 000 родов и 65 000 видов.

Среди однодольных, так же как и среди двудольных, наблюдается 2 основные линии развития: по пути совершенствования насекомоопыления и по пути приспособления к ветроопылению. При этом наблюдаются сходные черты в изменении морфологии цветов, соцветий, биологии опыления. Насекомоопыление сохраняет и совершенствуется: крупный яркий околоцветник, становящийся вначале спайнолепестным, затем зигоморфным; мельчающие цветы собираются в соцветия крупные, хорошо заметные; постепенно начинаются редукции в цветке, приводящие к уменьшению числа тычинок, но с выработкой приспособлений для полного переноса пыльцы на рыльце цветка; появляется нижняя завязь, хотя потери плодолистиков не наблюдается. Для выделения и хранения нектара образуются нектарники и шпорцы.

У ветроопыляемых однодольных (осоковые, злаки, пальмы) первым шагом при переходе к анемофилии становится потеря яркого околоцветника и замена его невзрачным, чешуевидным, затем теряется и он, приобретая новую функцию: у некоторых осоковых, разрастаясь, он превращается в летучку из волосков и служит для распространения плодов; начинаются редукции в цветках, приводящие, как и у двудольных гммамелидид, к раздельнополости цветков, затем к раздельнополости соцветий и к двудомности. Но редукционные процессы – это и результат общей эволюции растений. У ветроопыляемых сокращается число тычинок до 3, т.е. редуцируется 1 круг. Пыльники расклевывающиеся, пыльца легкая. Происходит редукция и числа

плодолистиков. Соцветия образуются колосовидные, т.к. однодольные – травы, а не деревья. Цветут однодольные ветроопыляемые не до распускания листьев, а в первой половине лета, когда травостой еще недостаточно развит и пыльца легко сдувается с соцветий.

Подкласс ЛИЛИИДЫ – *LILIIDAE*

Травы, или вторичные древовидные формы, или эфемероиды обычно с хорошо развитыми подземными запасными органами в виде корневищ, клубней, клубнелуковиц или луковиц. Листья по всему стеблю очередные, часто двурядные, у основания влагалищные, от линейных до яйцевидных. Сосуды обычно только в корнях. Цветки от мелких до крупных в различного рода соцветиях, обоеполые или редко однополые, актиноморфные или могут быть зигоморфными, 3-членными. Гинецей ценокарпный, редко апокарпный. Плоды коробочки, редко многолистовки. Среди лилииид имеются как группы относительно архаичные, так и группы очень продвинутые и высокоспециализированные. К ним относится большинство семейств, свойственных флорам умеренных широт.

Порядок ЛИЛЕЙНЫЕ – *LILIALES*

Порядок лилейные занимает исходное, узловое положение в подклассе. Он включает 7 семейств.

Семейство МЕЛАНТИЕВЫЕ – *MELANTHIACEAE*

47 родов и 380 видов. Наиболее архаичное семейство в порядке. Корневищные или луковичные травы. Цветки одиночные или в разнообразных соцветиях, обоеполые, актиноморфные. Тычинок 6, реже 3 или 9. Завязь верхняя. Плоды многолистовки или коробочки.

Роды *Veratrum* – чемерица, *Tofieldia* – Тофиельдия, *Zigadenus* – зигаденус.

Семейство ЛИЛЕЙНЫЕ – *LILIACEAE*

13 родов и 550 видов. Произрастает в умеренных и субтропических областях Северного полушария, особенно многочисленны в Западной и Восточной Азии, Гималаях. Основные особенности *Liliaceae*: подземные запасующие органы всегда луковицы, сосуды только в корнях, сегменты околоцветника свободные и обычно одинаковые, нектарники у основания сегментов околоцветника. Гинецей синкарпный. Плод – локулицидная коробочка (открывающаяся по гнездам). Семена с маленьким зародышем и обильным эндоспермом. Во флоре юга Красноярского края 6 родов: *Gagea* – гусиный лук, *Lloldia* – ллойдия, *Lilium* – лилия, *Fritillaria* – рябчик, *Tulipa* – тюльпан, *Erythronium* – кандык.

В **Красной книге Красноярского края** – 10 видов: Гусиный лук алтайский, Г.л. длиннострелковый, Г.л. Федченко, Кандык сибирский, Красоднев малый, Лилия карликовая, Л. пенсильванская, Рябчик Дагана, Тюльпан одноцветковый, Т. разнолепестный.

Порядок АМАРИЛЛИСОЦВЕТНЫЕ – *AMARYLLIDALES*

Семейство ГЕМЕРОКАЛЛИСОВЫЕ – *HEMEROCALLIDACEAE*

2 рода, 16 видов. Центральная Европа, Сибирь и Восточная Азия (*Hemerocallis*), юго-западная часть США (*Leucocrinum*).

H. minor – г. малый включен в **Красную книгу Красноярского края**.

Порядок СПАРЖЕВОЦВЕТНЫЕ – *ASPARAGALES*

Семейство ЛАНДЫШЕВЫЕ – *CONVALLARIACEAE*

18 родов, 170 видов. Главным образом в северном полушарии, где особенно многочисленны в Гималаях, Восточной Азии и Северной Америке.

Относятся роды *Polygonatum* – купена, *Maianthemum* – майник, *Smilacina* – смилацина, *Convallaria* – ландыш.

Порядок ДИОСКОРЕЙНОЦВЕТНЫЕ – *DIOSCOREALIS*
Семейство ТРИЛЛИЕВЫЕ – *TRILLIACEAE*

Род *Paris quadrifolia* – вороний глаз обыкновенный. Мнгл., 20–40 см, леснобереговой. Листья 5–14 см длиной. Околоцветник двурядный: наружный круг из ланцетовидных или яйцевидных заостренных листочков 2–4,5 см длиной; внутренний – из линейных и более коротких. Пыльники линейные. Цветет июнь – полов. июля. Обычен в степной и лесной области.

Работа 21

Тема: Порядок ЛИЛЕЙНЫЕ – *LILIALES*

Семейство ЛИЛЕЙНЫЕ – *LILIACEAE*

Порядок СПАРЖЕВОЦВЕТНЫЕ – *ASPARAGALES*

Семейство ЛАНДЫШЕВЫЕ – *CONVALLARIACEAE*

Цель работы: изучить признаки класса однодольных цветковых растений на примере типовых представителей. Ознакомиться с насекомопыляемыми представителями однодольных растений.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации по теме.

Натуральные объекты: гербарий и заспиртованные цветки: купена лекарственная, лилия кудреватая, красоднев желтый, майник двулистный, вороний глаз обыкновенный и др.

Ход работы

1. Запишите систематическое положение представителей семейства.

Царство _____	Род _____
Подцарство _____	Вид Лилия кудреватая _____
Отдел _____	Порядок _____
Класс _____	Семейство _____
Подкласс _____	Род _____
Порядок _____	Вид Купена душистая _____
Семейство _____	

2. Вид Лилия кудреватая.

3. Вид Купена душистая.

Рассмотрите гербарий, составьте (устно) морфолого-экологический анализ растений по плану (Приложение 2). Обратите внимание на строение луковицы, корневище с листовыми следами, тип листьев, цветорасположение.

4. На фиксированном материале изучите строение цветков (Приложение 3). Обратите внимание на взаиморасположение частей цветка, завязи, сростание его членов. Особенности строения представьте в табл. № 1.

Таблица 1

Признаки цветков семейств Лилейные, Ландышевые

Вид растения	Цветок (рисунок)	Формула	Диаграмма	Характеристика цветка
Лилия кудреватая				
Купена душистая				

5. Изучите по гербарии и таблицам плоды (Приложение 4) представителей семейств Лилейные, Ландышевые. Зарисуйте, дайте определение.

Рис. 76. Плоды представителей семейств Лилейные, Ландышевые

Коробочка –

Ягода –

6. Представители семейств в местной флоре (гербарные образцы, слайды).

Названия растений запишите. _____

7. Заключение (Приложение 5): _____

Работа 22

Тема: Порядок ОРХИДНЫЕ – *ORCHIDALES*

Семейство ОРХИДНЫЕ – *ORCHIDACEAE*

(«произошедшие от бога»)

750–800 родов и 20 000–25 000 видов. В Красноярском крае 19 родов и 27 видов. Космополиты, нет только в Антарктиде. Флора орхидных Сибири отличается бедностью видового состава и отсутствием своеобразия. Большинство сибирских орхидей имеют голарктический и евразийский ареалы. Реликтовое растение – скрученник китайский.

Среди огромного числа видов орхидных нет ни одной древесной или кустарниковой формы. Все наши орхидеи – наземные травы, большинство видов автотрофные. Лишь немногие лишены зеленых листьев, ведут микотрофный образ жизни, являясь *сапрофитами*.

Корневые клубни – характерная черта многих орхидных, *корневища* образуются из горизонтальных частей побегов. Они служат органами возобновления, размножения и запасными. Корни придаточные (отходят от стеблей), покрыты *веламеном* – губчатой тканью, клетки которой содержат воздух, отчего корни белого или серого цвета.

Обычно 2 типа листьев: чешуевидные и нормальные. Самое замечательное у орхидей – это цветки разнообразной формы, многочисленные варианты строения которых – это высокоспециализированные приспособления к перекрестному опылению. Цветок орхидей зигоморфный, состоит из 6 листочков, расположенных в 2 круга.

В Красную книгу Красноярского края включены 19 видов: Венерин башмачок крупноцветковый, В.б. настоящий, В.б. пятнистый, Гнездовка красноярская, Гнездоцветка клубучковая, Дремлик зимовниковый, Калипсо луковичная, Ладьян трехнадрезанный, Липарис Лезеля, Надбородник безлистный, Пальчатокоренник балтийский, П. Руссова, П. солончаковый, Тайник яйцевидный, Тулотис буреющая, Ятрышник шлемоносный и др.

Цель работы: изучить морфологические особенности и выявить важнейшие систематические признаки представителей, наиболее высокоорганизованных насекомоопыляемых однодольных растений.

Оборудование и материалы: таблицы и презентации.

Натуральные объекты: гербарий башмачков, пальце-корников.

Ход работы

1. Запишите систематическое положение представителей семейства.

Надцарство _____	Порядок _____
Царство _____	Семейство _____
Подцарство _____	Род Башмачок _____
Отдел _____	Вид _____
Класс _____	Род Пальцекорник – _____
Подкласс _____	Вид _____

2. Вид Башмачок крупноцветный.

3. Представитель Пальцекорник.

Рассмотрите гербарий, составьте (устно) морфологическое описание растений по плану (Приложение 2), зарисуйте, дайте определение.

Рис. 77. Подземные органы орхидных

Корневище –

Клубень –

4. Работая с фиксированным материалом, изучите строение соцветий, цветков в связи со способом опыления. Обратите внимание на форму, размеры, взаиморасположение листочков околоцветника, андроеца и гинецея, тип завязи, плод. Особенности строения отобразите в табл. 1.

Таблица 1

Диагностические признаки орхидных

Вид растения	Части цветка (рисунок)	Формула цветка	Диаграмма цветка	Характеристика цветка
Башмачок крупноцветный				
Пальцекорник				

5. Представители семейства в местной флоре (гербарий, слайды, таблицы). Выделите охраняемые виды во флоре Красноярского края.

6. Заключение (Приложение 5):

**Подкласс *COMMELINIDAE* –
Subclassis КОММЕЛИНИДЫ**

Включает 5 надпорядков, 9 порядков, 35 семейств.

Работа 23

**Тема: Порядок ЗЛАКИ – *POALES*.
Семейство МЯТЛИКОВЫЕ – *POACEAE*,
ЗЛАКИ – *GRAMINEAE***

670–850 родов, 10 500–11 000 видов. Ареал *космополитный*, исключая территории, покрытые льдами. Экологический спектр представителей широк, в нем присутствуют ксерофиты, мезоксерофиты, мезофиты, мезогигрофиты, гигрофиты.

Злаки обычно нетрудно узнать по внешнему облику. Корневая система мочковатая, как и у других однодольных. Стебли преимущественно цилиндрические, членистые, состоящие из хорошо развитых выполненных узлов и полых междоузлий. *Соломина* отличается характером роста: в основании междоузлий имеется вставочная меристема, за счет которой у злаков осуществляется интеркалярный рост

после выколашивания. Ветвление побегов осуществляется лишь у их основания, где находится зона кущения, состоящая из тесно сближенных узлов – плотнокустовые (типчак) и рыхлокустовые (пырей) злаки. Листья очередные, сидячие, состоят из 2 основных частей: линейной или ланцетной листовой пластинки с параллельным жилкованием, постепенно переходящей в охватывающее стебель влагалище. Как правило, листовые влагалища у злаков незамкнутые, открытые, т.е. расчленены вдоль щели, служат защитой для растущего междоузлия. У основания листовой пластинки на границе с влагалищем расположен перепончатый вырост в виде пленки, пластинки, реже волосков, называемый *язычком* или *лигулой*, по-видимому, препятствует проникновению воды, а с ней бактерий и спор грибов внутрь влагалища. Некоторые морфологи считают язычок за 2 сросшихся прилистника. У некоторых злаков язычок отсутствует. Для стебля и листа злаков характерна значительная *склерификация*.

Цветки очень сильно редуцированные, мелкие, обоеполые, редко однополые, циклические, трехчленные, анемофильные, с редуцированным околоцветником, собраны в элементарные соцветия – колоски, образующие общие сложные соцветия – метелки, кисти, колосья, султаны.

Типичный многоцветковый колосок состоит из б. или м. зигзагообразной оси (*rachilla*) и очередно расположенных на ней 2 почти супротивных ряда чешуй (*брактей*), налегающих тесно друг на друга. Самые нижние чешуи, не несущие в своих пазухах цветков, называются колосковыми – нижней и верхней (*glume*). Выше расположены чешуи с цветками в их пазухах – нижними цветковыми чешуями (*lemma*). И те и другие гомологичны листовым влагалищам. В пазухах нижних цветковых чешуй со стороны оси колоска располагается еще одна чешуя, обычно имеющая 2 кия и б. или м. заметную выемку на верхушке. Так как она расположена выше основания нижней цветковой чешуи, ее называют верхней

цветковой чешуей. Предполагают, что верхняя цветковая чешуя представляет собой результат срастания 2–3 листочков внешнего круга околоцветника. Выше верхней цветковой чешуи на оси цветка располагаются 2 маленькие бесцветные чешуйки, называемые цветковыми пленками или *лодикулами*. Лодикулы набухают во время цветения и способствуют раскрытию цветка. Предполагают, что цветковые пленки представляют собой результат видоизменения внутреннего круга околоцветника. Тычинки с длинными гибкими нитями и повисающими на них пыльниками, у более архаичных злаков обычно 6, но у большинства 3. Пыльца сухая с гладкой поверхностью. Гинецей из 2–3 карпелл с 2–3 длинными перистыми рыльцами. Завязь верхняя, 1-гнездная.

Плод – зерновка (разновидность паракарпного плода), не вскрывающийся сухой односемянный. Семя с обильным мучнистым эндоспермом, содержащим главным образом крахмал. Кожистый околоплодник срастается с кожурой семени.

В **Красную книгу Красноярского края** внесен 21 вид: Ковыль Залесского, К. перистый, Коротконожка лесная, Манник складчатый, Мятлик Красноборова, Овсяница высочайшая, О. дальневосточная, Перловник высокий, П. трансильванский, П. Турчанинова, Пырейник повислый и др.

Цель работы: изучить морфологические признаки и эволюционные связи наиболее высокоорганизованных представителей ветроопыляемых однодольных растений, играющих чрезвычайно большое значение в жизни человека. Определить их место в филогенетической системе цветковых растений.

Таблицы: «Строение стебля злака», «Соцветие, цветок, плод пшеницы», «Строение зерновки», «Семейство Мятликовые», «Представители семейства злаковых», «Схема кущения злаков», «Пшеница».

Натуральные объекты: гербарий и заспиртованные соцветия: кострец безостый, лисохвост луговой, пырей ползучий и др.

Ход работы

1. Укажите систематическое положение представителя.

Надцарство _____ Подкласс _____
Царство _____ Порядок _____
Подцарство _____ Семейство _____
Отдел _____ Род _____
Класс _____ Вид Кострец безостый _____

2. Морфологическое строение изучите на гербарных образцах (Приложение 2). Обратите внимание на стебель, листья с влагалищами, язычки.

3. По гербарию, таблицам и определителю изучите строение соцветий злаков.

Начертите схемы, дайте определение.

Рис. 78. Сложный колос Султан (ложный колос) Метелка Початок

4. Выделите колосок костреца, отпрепарируйте, на схеме колоска обозначьте следующее.



- 1 – цветки
- 2 – верхняя цветковая чешуя
- 3 – нижняя цветковая чешуя
- 4 – верхняя колосковая чешуя
- 5 – нижняя колосковая чешуя
- 6 – лодикулы
- 7 – ось колоска
- 8 – ость прямая
- 9 – ость изогнутая

Рис. 79. Колосок злаков

5. Выделите из колоска отдельный цветок, изучите его (Приложение 3): отделите нижнюю цветковую чешую, разверните внутреннюю цветковую чешую, найдите тычинки и пестик, а в его основании – лодикулы, охарактеризуйте (устно) цветок. Составьте диаграмму, формулу, соотнесите стрелками части цветка на рисунке и в диаграмме с обозначениями.

Формула: _____

нижняя цветковая чешуя
 верхняя цветковая чешуя
 лодикулы
 тычинки
 пестик

Диаграмма

Рис. 80. Строение цветка

6. По гербарию и таблицам изучите плод (Приложение 4) представителей семейства злаки, дайте определение.

Зерновка _____

7. Представители семейства в местной флоре.

Заполните табл. 1, используя в работе гербарную коллекцию и определитель растений.

Таблица 1

Диагностические признаки злаков

Вид растения	Соцветие	Число цветков	Колосковые чешуи	Цветковые чешуи	Ости	Листья, язычок
1	2	3	4	5	6	7
Пырей						
Ячмень						

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
Тимофе-евка						
Лисохвост						
Полевица						
Ковыль						
Ежа						
Тонконог						
Овсец						
Овсяница						
Вейник						
Мятлик						

2. Составьте определительную карточку «Злаки».

7. Заключение (Приложение 5): _____

Работа 24

Тема: Порядок **ОСОКОВЫЕ – *CYPERALES*** Семейство **ОСОКОВЫЕ – *CYPERACEAE***

120 родов и 5600 видов. Широко распространены во всех флорах мира (*космополиты*), но наиболее обильны и многочисленны осоки в умеренных и холодных областях. Подавляющее большинство представителей семейства являются *гигрофитами*, произрастающими в избыточно увлажненных местообитаниях.

Большей частью осоковые – многолетние корневищные травы с длинными или короткими симподиально ветвящимися подземными *корневищами*, образующими плотные кусты-дернины или кочки, изредка корневища клубневидные, содержащие крахмал. Формой листьев, строением стебля и корневищ, кущением вегетативных побегов осоковые нередко напоминают злаки. От злаков они отличаются следующими признаками.

1. Стебель осоковых обычно плотный, трехгранный (редко округлый) с более или менее острыми или тупыми гранями, заполненными паренхимой; узлы слабо выражены, нередко большая часть стебля образована одним сильно вытянутым междоузлием, в то время как остальные, находящиеся у основания, укороченные, и тогда листья бывают сближены у основания стебля.

2. Листья расположены трехрядно (а не двурядно как у злаков); у основания листовой пластинки обычно нет развитого язычка; влагалище листа замкнутое (а не расколотое, как у злаков); край пластинки часто режущий; прикорневые листья нередко редуцированы до чешуевидных влагалищ.

Цветки мелкие и невзрачные, обоеполые или однополые, трехчленные, циклические, анемофильные, с простым редуцированным околоцветником или без него. Околоцветник из 6 листочков, располагающихся в 2 круга, но часто он редуцирован до чешуй, волосков или совсем отсутствует. Андроцей редко в числе 6, обычно тычинок 3, иногда 2, однокруговых, пыльники прикрепляются к нитям концом (основанием) и легко опадают. Гинецей лизикарпный. Завязь верхняя, одногнездная, столбик длинный с рыльцевыми ветвями в числе, равном числу карпелл. Общая формула цветка: $* P_{3+3} A_3 G_3$.

Плод – односемянный, нераскрывающийся, ореховидный, трехгранный. Ореховидные плоды распространяются по-разному. У прибрежных видов мешочки вздутые и плоды распространяются водой (*гидрохория*). К *анемохорию* хорошо приспособлены плоды пустынных осок. Плоды некоторых осок распространяются птицами (*орнитохория*). Известна *мирмекохория*.

В Красной книге Красноярского края 3 вида: Осока саянская, О. Хэнкока, Очеретник белый.

Цель работы: изучить морфологические особенности и важнейшие систематические признаки представителей, широко распространенных ветроопыляемых однодольных растений. Определить систематическое положение семейства Осоковые в системе цветковых растений.

Таблицы: «Семейство осоковые», «Ароидные, осоковые, рогозовые».

Ход работы

1. Укажите систематическое положение представителя.

Надцарство _____ Подкласс _____
Царство _____ Порядок _____
Подцарство _____ Семейство _____
Отдел _____ Род Осока _____
Класс _____ Вид _____

2. Представитель Осока.

Морфологическое строение изучите на гербарных образцах (Приложение 2). Сравните со строением злаков. Заполните табл. 1.

Таблица 1

Морфологическая характеристика злаковых и осоковых

Представитель	Жизненная форма	Корневая система	Стебель	Лист	Влагалище, язычок
Злаки					
Осоки					

3. Строение соцветий и цветков (Приложение 3) изучите на фиксированном материале. Данные представьте в табл. 2 (Приложение 3).

Таблица 2

Диагностические признаки осоковых

Женское соцветие (рисунок)	Мужское соцветие (рисунок)
----------------------------	----------------------------

Окончание табл. 2

Пестичный цветок (рисунок)	Тычиночный цветок (рисунок)
Формула	Формула
Диаграмма	Диаграмма
Словесная женского цветка	Характеристика мужского цветка
Плод	Семя

4. Представители семейства Осоковые в местной флоре (гербарий, слайды, фотографии, презентации). Названия растений запишите _____

5. Заключение (Приложение 5): _____

Р а з д е л 3. ГРИБЫ

ИМПЕРИЯ ЗАДНЕЖГУТИКОВЫЕ (*OPISTHOCONTAE*) ЦАРСТВО ГРИБЫ (*Mycobionta*)

Грибы – это одна из самых больших и процветающих групп организмов на Земле. По данным разных авторов, царство включает от 100 000 до 250 000 видов.

Изучением грибов занимается наука **микология** (греч. *Muses* – гриб), ученые – микологи. Французский ботаник Вайян (1918, Париж) охарактеризовал грибы как дьявольское произведение, нарушающее общую гармонию природы. Он заявил, что грибы созданы дьяволом только для того, чтобы смущать и приводить в отчаяние самых талантливых ботаников. Безоговорочно их нельзя отнести ни к растениям, ни к животным, они занимают промежуточное положение. С животными их роднит:

- 1) **гетеротрофный** тип питания – отсутствие хлорофилла, неспособность синтезировать органические вещества из неорганических;
- 2) наличие **хитина** в клеточной стенке;
- 3) синтез **гликогена** как запасного питательного вещества;
- 4) образование **мочевины** в процессе обмена веществ;
- 5) необходимость в **витаминах** для осуществления процессов жизнедеятельности.

С растениями грибы имеют одинаковые:

- 1) способ питания – **абсорбтивный** – поглощение из раствора питательных веществ через клеточную стенку, а не заглатывание пищи, присущее животным;
- 2) способ размножения **спорами**, не образуя подвижных клеток ни на одной из стадий жизненного цикла;
- 3) верхушечный и неограниченный **рост**, приводящий к нитевидной или удлинённой форме многоклеточного роста, немногие грибы – одноклеточные организмы (дрожжи);
- 4) **неподвижность** – неспособность передвигаться;

- 5) наличие поперечных **перегородок** между клетками;
- 6) у отдельных представителей наличие в клеточной стенке гемицеллюлозы, **целлюлозы** и пектиновых веществ (оомикота).

Таким образом, грибы обладают признаками растений и животных – **гетеротрофные осмотрофы** или **осмотрофные гетеротрофы** (греч. осмос – толчок, давление) – молекулы веществ проталкиваются через клеточную стенку. Поэтому их систематическое положение долгое время было (и есть) спорным. К. Линней относил грибы к царству растений. Э. де Фриз предложил в начале XIX в. выделить их в особое царство, но это предложение не было поддержано другими исследователями. Несмотря на явную специфику грибов, до сих пор нет единого мнения о принадлежности их к отдельному царству, и только дальнейшие исследования на современном научном уровне (биохимические, цитологические, генетические) с применением электронного и сканирующего микрофотографирования смогут определить их место в системе органического мира.

Царство Грибы – древняя группа организмов, существовавшая еще до расхождения растений и животных, характеризуется следующими признаками:

- плотная клеточная стенка хитиновая, редко целлюлозная;
- питание абсорбтивное, редко голозойное;
- размножение и расселение при помощи спор;
- обычно прикрепленные формы с неограниченным ростом.

Работа 25

Тема: Класс ЗИГОМИЦЕТЫ – *ZYGOMYCETES*

Порядок МУКОРОВЫЕ – *MUCORALES*

Цель работы: изучить особенности строения, питания и размножения зигомицетов в связи со средой обитания.

Познакомиться с широко распространенными представителями головчатых плесеней.

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, чашки с водой, фильтровальная бумага, марлевые салфетки, пинцет. Таблицы и презентации по теме.

Натуральные объекты: ризопус, мукор – живой материал, выращенный за 4–6 дней до занятия на питательном субстрате (хлебе, фруктах, овощах и др.), помещенном в чашке Петри на влажную фильтровальную бумагу под стеклянный колпак (оптимальная температура +25–27°C);

Ход работы

1. Запишите систематическое положение представителей (Приложение 1).

Царство
Отдел
Класс

Порядок
Род Ризопус
Род Мукор

2. Род **Мукор**.

2.1. Рассмотрите внешний вид плесени на разных стадиях развития. Изучите строение гриба. Для этого небольшое количество пушистого белого налета возьмите концом препаровальной иглы и поместите в каплю воды на предметное стекло, накройте покровным стеклом, рассмотрите при малом и большом увеличении микроскопа. Определите род гриба.



Рис. 81. *Mucor*

ценоцитные гифы
споры
колонка
стилоспорангий
мицелий
спорангиеносец
столоны
ризоиды



Рис. 82. *Rhizopus*

2.2. По электронной микрофотографии изучите ультраструктуру гиф мукора.

Зарисуйте, обозначьте.

ядро
рибосомы
плазматическая
мембрана
аппарат Гольджи
цитоплазма

митохондрии
клеточная стенка
эндоплазматический
ретикулум
вакуоль
запасная гранула

Рис. 83. Ультраструктура гиф мукора

2.3. Ознакомьтесь с циклом воспроизведения ризопуса, обозначьте ядерные фазы этапов цикла, укажите место мейоза:

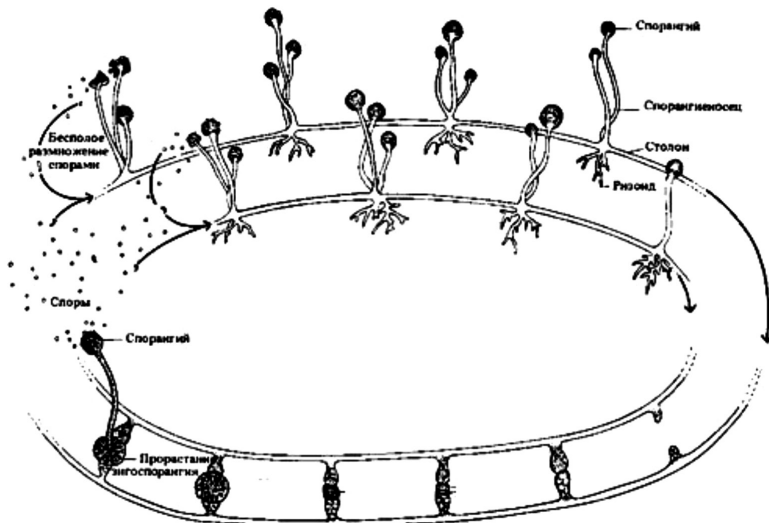


Рис. 84. Цикл воспроизведения мукора

3. Род **Ризопус**. Выявите отличительные признаки мукора и ризопуса, определите объект микропрепарата.

Сравнительная характеристика плесневых грибов

Название гриба	Ризопус	Мукор
Окраска мицелия	Буроватая окраска	Белая окраска
Ризоиды	Имеются	Ризоидов нет
Спорангиеносцы отходят	От столонов, лежащих на поверхности субстрата	От мицелия, лежащего в субстрате
Колонка спорангия	Шаровидная	Цилиндрическая

4. **Опорные точки** (Приложение 1): _____

Работа 26

**Тема: Подотдел САХАРОМИЦЕТЫ, или ГЕМИАСКОМИЦЕТЫ, – НЕМΙΑСКОМΥСΟΤΙΝΑ
Порядок САХАРОМИЦЕТОВЫЕ ГРИБЫ – SACCHAROMYCETALES, ENDOMYCETALES**

Цель работы: изучить характерные черты строения представителей сумчатых грибов. Выделить особенности строения и размножения голосумчатых в связи с их образом жизни. Определить их значение.

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой, 10 %-ный раствор сахарозы.

Таблицы и презентации по теме.

Натуральные объекты: живая культура дрожжей: разводят небольшое количество дрожжей в 10 %-ном растворе сахарозы за 1 час до занятия и помещают в теплое место.

1. Запишите систематическое положение

Надцарство _____ Империя _____
Царство _____ Порядок _____
Отдел _____ Семейство _____
Подотдел _____ Род _____
Класс _____ Вид *Saccharomyces cerevisiae*

2. Род Сахаромицес.

2.1. Приготовьте микропрепарат, используя живую культуру дрожжей и раствор сахарозы вместо воды. Рассмотрите его при большом увеличении микроскопа, обращая внимание на форму клеток в течение 15–20 минут. Зарисуйте первоначальную картину и стадии почкования дрожжей.

клеточная оболочка
цитоплазма
вакуоль
зерна гликогена
гранулы жира
Стадии почкования:

материнская клетка
почки
дочерние клетки
кольцевой валик
шрам почкования
псевдомицелий

Рис. 85. Сахаромицес

2.2. По электронной микрофотографии изучите ультраструктуру клеток дрожжей. Зарисуйте, обозначьте.

ядро
митохондрии
эндоплазматич.
ретикулум
фагосомы
липидные
включения
цитоплазма

ядерная мембрана
комплекс Гольджи
пиноцитные пузырьки
сегрегацион. гранулы
выделительные
пузырьки

Рис. 86. Ультраструктура клеток дрожжей

2.3. Составьте цикл развития дрожжей, используя обозначения.

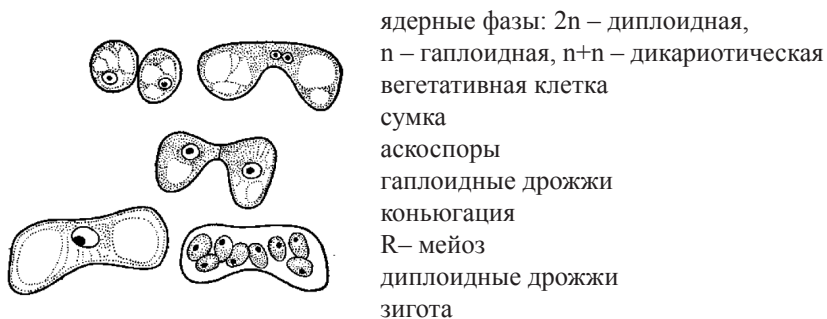


Рис. 87. Схема цикла воспроизведения дрожжей

3. Опорные точки (Приложение 1): _____

Работа 27

Тема: Класс ЭВРОЦИОМИЦЕТЫ –
EUROTIOMYCETES

Порядок ЭВРОЦИЕВЫЕ – *EUROTIALES*

Цель работы: изучить характерные черты строения представителей аспергилловых грибов. Выделить особенности строения и размножения в связи с их образом жизни. Определить значение.

Оборудование и материалы: бинокулярная лупа, микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, чашки с водой, фильтровальная бумага, марлевые салфетки, пинцет. Таблицы и презентации по теме.

Натуральные объекты: аспергилл, пеницилл – живой материал, выращенный на питательном субстрате (хлебе, овощах, фруктах), помещенном за 4–6 дней до занятия под стеклянный колпак в чашку Петри с влажной фильтровальной бумагой на дне (+25–27° С).

Ход работы

1. Запишите систематическое положение представителей (Приложение 1).

Отдел
Класс
Порядок

Семейство
Род Аспергилл
Род Пеницилл

2. Рассмотрите внешний вид колоний аспергилла и пеницилла, отметьте окраску мицелия, конидиеносцев, конидий.

3. Поместите препаровальной иглой часть мицелия на предметное стекло в каплю ледяной уксусной кислоты. Рассмотрите при малом, затем большом увеличении микроскопа строение конидий. Обозначьте на рис. детали строения.

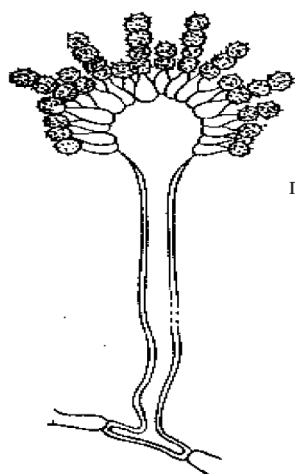


Рис. 88. *Aspergillus*

конидии
конидиеносец
фиалиды
профиалиды (метулы)

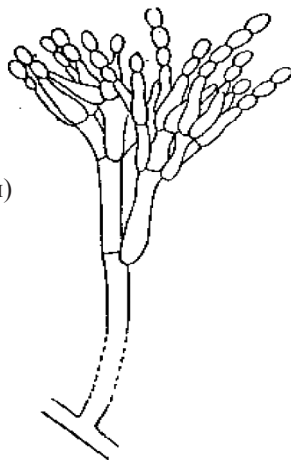


Рис. 89. *Penicillium*

4. Обозначьте этапы полового процесса аскомицетов, изображенные на рис.

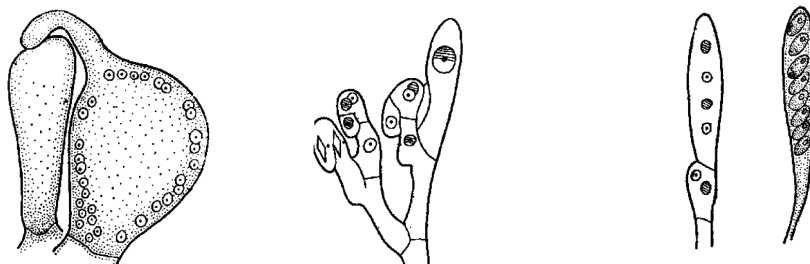


Рис. 90. Схема полового процесса аскомицетов

5. Опишите плодовые тела сумчатых грибов, подпишите названия, буквой С обозначьте сумки на рис. 91.

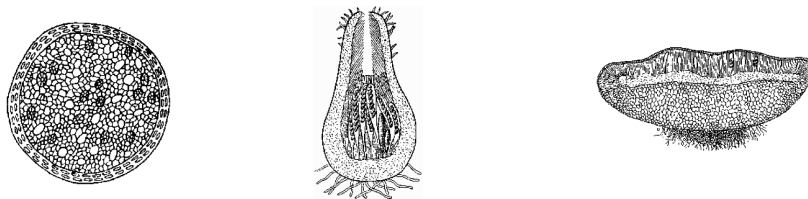


Рис. 91. Плодовые тела аскомицетов

6. Опорные точки (Приложение): _____

Работа 28

Тема: Класс ЭРИЗИФОМИЦЕТЫ – *ERYSIPHOMYCETES* Порядок МУЧНИСТОРОСЯНЫЕ ГРИБЫ – *ERYSIPHALES*

Цель работы: изучить черты строения, питания, размножения паразитических сумчатых грибов. Выявить их биоразно-образии по плодовым телам – клейстотециям.

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки марлевые, пинцет, чашки Петри, колбы с водой, 10 %-ный раствор едкого калия. Таблицы и презентации по теме.

Натуральные объекты: гербарий листьев растений, пораженных грибами: листья ольхи, березы, жимолости – микросферой; яблони, сливы, черемухи – подосферой; розы, кровохлебки, хмеля, манжетки – сферотекой; ивы, тополя – унцинулой; березы – филлактинией; пикульника, горошка, борщевика – эризифе.

1. Запишите систематическое положение

Надцарство _____	Представители:
Царство _____	<i>Microsphaera</i> – Микросфера
Отдел _____	
Подотдел _____	<i>Podosphaera</i> – Подосфера
Класс _____	<i>Sphaerotheca</i> – Сферотека
Порядок _____	<i>Uncinula</i> – Унцинула
	<i>Erysiphe</i> – Эризифе

2. Род Эризифе.

2.1. Рассмотрите внешний вид мицелия с плодовыми телами. Зарисуйте.

2.2. Приготовьте микропрепарат плодовых тел, снятых осторожно препаровальной иглой с поверхности листа горошка, на предметном стекле в капле 10 %-ного раствора едкого калия. Рассмотрите микропрепарат при малом увеличении микроскопа, предварительно накрыв его покровным стеклом.

Найдите плодовые тела, имеющие вид темно-коричневых шариков, обратите внимание на форму придатков. При надавливании на покровное стекло препаровальной иглой оболочка шаровидных плодовых тел ломается и сумки (сумка) с аскоспорами выходят наружу. Зарисуйте микрокартину.

листья горошка	лопнувший клейстотеций:
эктофитный мицелий	перидий
гаустории	сумки
конидии	аскоспоры
клейстокарпии	
аппендиксы	

Рис. 92. Эризифе

2.3. Составьте схему жизненного цикла эризифовых грибов.

аскогоны	клейстотеции
антеридии	аскоспоры
гаустории	оидии
мицелий	

Рис. 93. Схема цикла воспроизведения эризифовых грибов

Представители местной флоры

3. Определите эризифовые грибы, используя определительную табл. 1.

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА 1

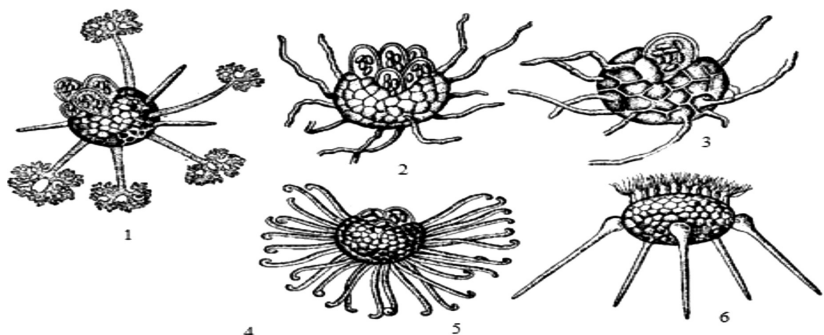
для определения родов **Эризифовых** грибов*

1. В клейстотеции содержится одна сумка.....2
- В клейстотеции несколько сумок.....3
2. Придатки плодового тела на конце разветвленные
.....**Подосфера-Podosphaera**
- Придатки плодового тела на конце острые, мало отличающиеся от нитей грибницы**Сферотека – Sphaerotheca**

* Н.Н. Тупицына (1991, 1998).

3. Придатки плодового тела простые, мало отличающиеся от нитей грибницы **Эризифе – Erysiphe**
 – Придатки плодового тела резко отличаются от нитей грибницы (разветвленные, крючковидные, булавовидно-вздутые).....4
4. Придатки плодового тела, на конце разветвленные
 **Микросфера – Microsphaera**
 – Придатки плодового тела иные5
5. Придатки плодового тела многочисленные, на конце крючковидно загнутые **Унцинула – Uncinula**
 – Придатки плодового тела у основания булавовидно-вздутые, на конце острые **Филлактиния – Phyllactinia**

4. Подпишите плодовые тела представителей.



Филлактиния Унцинула Сферотека Микросфера Подосфера

Рис. 94. Плодовые тела (клейстотеции) эризифовых грибов

4. Опорные точки (Приложение 1): _____

Работа 29

Тема: Класс ЛЕКАНОРОМИЦЕТЫ – *LECANOROMYCETES*

Порядок ЛЕКАНОРОВЫЕ – *LECANORALES*

Цель работы: определить место группы симбиотических организмов в системе органического мира. Изучить характерные черты строения, размножения и взаимоотношений компонентов лишайников. Выявить их биоразнообразии, определить значение.

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки, пинцет, чашки Петри, колбы с водой, скальпель, лезвия, 10 %-ный раствор едкого калия. Таблицы и презентации по теме. Видеофрагмент о лишайниках.

Натуральные объекты: коллекция изучаемых представителей лишайников. Талломы листоватого и кустистого лишайников, помещенные в воду за 1 час до занятия.

1. Запишите систематическое положение

Надцарство _____ Класс _____
Царство _____

Род *Cladonia* – Кладония

Род *Xanthoria* – Ксантория

Род *Peltigera* – Пельтигера

Род *Usnea* – Уснея

Род *Lobaria* – Лобария

Род *Parmelia* – Пармели

Род *Cetraria* – Цетрария

Род *Evernia* – Эверния

2. Представители местной флоры

2.1. Изучите морфологические типы талломов лишайников, используя коллекцию. Результаты работы представьте в табл. 1.

Морфологические типы талломов лишайников

Представители	Внешний вид слоевища (рисунок)	Подписи к рисунку
Накипной		
Листоватый		
Кустистый		

3. Род Пельтигера.**4. Род Кладония.**

Приготовьте микропрепарат поперечного среза таллома (размоченного) листоватого или кустистого лишайников. При большом увеличении микроскопа определите анатомический тип таллома. Микрокартину зарисуйте и подпишите.

Гомеомерный

гифы гриба
клетки водорослей
верхняя кора
альгальный слой
сердцевина
нижняя кора
ризоиды
ризины
гомфы

Гетеромерный

Рис. 95. Анатомические типы талломов лишайников

5. Определите комплект лишайников, используя определительную табл. 2. Дополните табл. 1.

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА 2
наиболее распространенных родов листоватых
и кустистых лишайников*

1. Слоевище лишайников имеет форму ветвистых кустиков или одиночных прямостоячих выростов2
 - Слоевище листоватое или имеет вид чешуек или довольно крупных изрезанных пластиной9
2. Лишайник имеет форму неветвящихся прямостоящих выростов, располагающихся на чешуйчатом основании. Выросты то сужены к вершине и шиловидно заострены, то, наоборот, расширяются к вершине. Иногда на краях таких расширенных кубков или в центре их образуются кубки второго порядка. Поверхность кубка зачастую негладкая, покрыта чешуйками. Живут на почве, пнях, иногда на основании стволов деревьевРод *Cladonia*
 - Слоевище кустистой формы3
3. Кустики свободно лежат на поверхности почвы. Слоевище лентовидное, ветви его хотя бы частично с завернутыми на нижнюю поверхность краямиРод *Cetraria*
 - Кустики прикрепляются к субстрату, на котором растут4
4. Веточки кустиков имеют округлую форму, что хорошо видно на поперечном разрезе5
 - Веточки лентовидные, уплощенные, иногда с завернутыми, никогда не срастающимися краями8
5. Веточки полые внутри, в сухом состоянии весьма хрупкие. Кустики обильно ветвящиеся. Растут на почве в лесах, на болотахРод *Cladonia* (ягель)
 - Веточки неполые внутри6
6. Лишайники, живущие на стволах и ветвях деревьев 7
 - Лишайники, живущие на почве. Веточки покрыты сероватыми чешуйками или бугоркамиРод *Stereocaulon*

7. Веточки угловато-округлые или сплюснутые, с поверхности складчатые..... Род *Evernia* (часть видов)

– Веточки на поперечном разрезе правильно округлые. Кустики серовато-зеленые, главные ветви обильно покрыты короткими боковыми ветвями. При разрывании ветвей обнаруживается плотный осевой стержень, состоящий из гиф и несущий механическую функцию..... Род *Usnea*

8. Слоевище коричневое или почти черное, редко желтовато-зеленое или беловато-коричневое. Лентовидные ветви хотя бы местами трубчато завернуты. Живут на почве, часто в борах с песчаной.....
..... Род *Cetraria* (исландский лишайник)

– Слоевище лишайника светло-желтое или серовато-зеленое. Лентовидные ветви более или менее плоские или выпуклые, реже с завернутыми краями, не имеют ресничек. Живут преимущественно на деревьях Род *Evernia*

9. Слоевище листоватое или имеет вид чешуек либо довольно крупных изрезанных пластинок, прикрепляющихся к субстрату всей или большей частью нижней своей поверхности при помощи ризин. У некоторых слоевище прикрепляется к субстрату только в одном месте при помощи гомфа..... 10

– Слоевище мелкое, чешуйчатое, ярко-желтое.....
..... Род *Candelaria*

10. Слоевище желтой или оранжевой окраски 11

– Окраска слоевища другая 12

11. Слоевище ярко-оранжевое или соломенно-желтое, прикрепляется к субстрату в нескольких местах. На всей поверхности его расположены апотеции, наиболее густо в центре. Апотеции одинаковой со слоевищем окраски. Капля 5–10 %-ного р-ра КОН образует пурпурно-красное пятно на слоевище Род *Xanthoria*

– Слоевище лимонно-желтое или зеленовато-желтое с более или менее приподнимающимися краями. Соредии и апотеции находятся по краям пластинок. Капля КОН не вызывает покраснения слоевища Род *Cetraria*

12. Лишайники, живущие на лесной и луговой почве, реже на основании стволов. Слоевница крупные, верхняя поверхность их во влажном состоянии часто зеленая, в сухое время серая или буроватая. Нижняя поверхность покрыта сетью беловатых или коричневых жилок или пучками беловатых же или темных гиф. Апотеции крупные, коричневые, образуются на верхней поверхности лопастей, по их краям.

.....Род *Peltigera*

– Лишайники, живущие на деревьях, реже на камнях... 13

13. Лишайник, живущий на стволах и ветвях лиственных деревьев. Слоевница очень крупное. Во влажном состоянии верхняя поверхность его серовато-зеленая, блестящая, в сухом – бурая. На верхней поверхности слоевища находятся крупные ячеи, разграниченные ребрами, на нижней – ячеям соответствуют беловатые выпуклины

.....Род *Lobaria*

– Слоевница менее крупное..... 14

14. Внутри слоевища имеются пустоты, вследствие чего нижняя часть его местами более или менее сильно вздувается, местами же плотно срастается с субстратом. На концах лопастей находятся беловатые кучки соредиев

.....Род *Parmelia*

– Слоевница неполное внутри..... 15

15. Ризоиды на нижней стороне слоевища в небольшом количестве. Лишайник, обычно живущий на деревьях.....

.....Род *Cetraria*

– Нижняя часть слоевища покрыта многочисленными ризоидами 16

16. Апотеции на поверхности лишайника образуются редко. Споры одноклеточные. Лишайник размножается соредиями и изидиями

.....Род *Parmelia*

– На поверхности лишайника обычно образуются апотеции. Споры темно-коричневые, двуклеточные.....

.....Род *Physcia*

6. На образцах найдите органы вегетативного размножения лишайников. Используя МБС, рассмотрите и зарисуйте.

изидии

соредии

сорали

Рис. 96. Органы вегетативного размножения лишайников

7. Опорные точки (Приложение): _____

Работа 30

Тема: АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГИМЕНОМИЦЕТЫ

Цель работы: изучить особенности строения и биологии типичных представителей базидиальных грибов. Выявить биоразнообразие афиллофоровых грибов, определить их значение в природе и жизни человека.

Оборудование и материалы: микроскопы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, стеклянные палочки, фильтровальная бумага, салфетки, пинцет, чашки Петри, колбы с водой, водяная баня, скальпель, лезвия. Таблицы и презентации по теме. Видеофрагмент, слайды.

Натуральные объекты: коллекция высушенных плодовых тел изучаемых представителей.

1. Запишите систематическое положение

Надцарство _____ Царство _____
Подцарство _____ Отдел _____
Класс _____ Подкласс _____
Порядок **Ежовиковые – *Hericiales*** Семейство _____

Представители: *Hericium coralloides* – Гериций коралловидный

Порядок **Кантарелловые, или Лисичковые, – *Cantharellales***

Семейство _____

Представители: *Cantharellus cibarius* – Лисичка желтая

Cratarellus cornucopioides – Лисичка серая

Семейство гидновые – *Hydnaceae*

Представитель: *Hydnum repandum* – Ежовик желтый

Порядок **Трутовиковые,**

или **полипоровые**

– **Polyporales**

Семейство Рогатиковые

– *Ramariaceae*

Clavaria ligula

– Клавария язычковая

Clavariadelphus pistillaris

– Клавариадельфус пестиковый

Ramaria flava

– Рамария желтая (грибная лапша)

Семейство спарассиевые

– *Sparassidaceae*

Sparassis crispa

– Спарассис курчавый
(грибная капуста)

Семейство трутовиковые

– *Polyporaceae*(*Poriaceae*)

Fome sfomentarius

– Трутовик настоящий

Семейство фомитопсидные

– *Fomitopsidaceae*

Fomitopsis pinicola

– Трутовик окаймленный

Laetiporus sulphureus

– Трутовик серно-желтый

Piptoporus betulinus

– Трутовик березовый

Ganoderma applanatum

– Трутовик плоский

Phellinus igniarius

– Трутовик ложный

Trametes versicolor

– Траметес разноцветный

Daedaleopsis conforosa

– Дедалеопсис шершавый

Polyporus melanopus

– Трутовик черноногий

Inonotus obliquus

– Чага

2. Вид **Клавария язычковая, Ежовик желтый, Лисичка желтая.**

Изучить строение плодовых тел, определить тип гименофора, его расположение. Заполнить соответствующие строки табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика афиллофоровых грибов

Название семейства, вида	Внешний вид плодового тела (рисунок)	Тип гименофора, расположение	Экологическая группа
1. Рогатиковые			
2. Ежовиковые			
3. Лисичковые			

3. Определите по определительной табл. 3 представителей трутовых грибов.

ОПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА 3
наиболее распространенных **Трутовых** грибов*

1. Плодовое тело на ясно видимой ножке. Ножка целиком черная или черно-бурая. Поверхность шляпки матовая**Трутовик черноногий – *Polyporus melanopus***
– Плодовое тело сидячее, т.е. прикрепленное к субстрату своим основанием или на слабо выраженной ножке2
2. Плодовое тело мясистое, при высыхании ломкое. Поверхность плодового тела без корки, трама сначала белая, затем серно-желтая**Трутовик серно-желтый – *Laetiporus sulfureus***
– Плодовое тело кожистое или деревянистое, при высыхании не ломкое. Поверхность плодового тела с коркой3
3. Поверхность плодового тела не зональная, трама-пробкоподобная, белая**Трутовик березовый – *Piptiporus betulinus***
– Поверхность плодового тела зональная, трама от пробкоподобной до деревянистой4
4. Плодовое тело тонкое, вееровидное5
– Плодовое тело толстое, копытовидное6
5. Гименофор в виде вытянутых трубочек, лабиринтовый, изредка с толстоватыми пластинками**Трутовик шершавый – *Daedaleopsis confarosa***
– Гименофор трубчатый. Верхняя поверхность плодового тела с концентрическими различно окрашенными зонами **Трутовик разноцветный – *Trametes versicolor***
6. Поверхность плодового тела обычно черноватая, как бы лакированная, с красным окаймлением**Трутовик окаймленный – *Fomitopsis pinicola***
– Поверхность плодового тела серая; если черная, то растрескивающаяся, как бы обугленная7

* А.Я. Яворский (1975).

7. Поверхность плодового тела черная, растрескивающаяся, с серым окаймлением
 **Трутовик ложный – *Phellinus igniarius***
 – Поверхность плодового тела серая8
8. Плодовое тело плоское, трама бурая
 **Трутовик плоский – *Ganoderma lipsiense***
 – Плодовое тело выпуклое, трама рыжеватая, ржаво-бурая **Трутовик настоящий – *Fomes fomentarius***

4. Запишите в табл. 2 характерные признаки определенных трутовых грибов.

Таблица 2

Диагностические признаки трутовых грибов

Представитель	Плодовые тела	Корка	Трама	Гименофор

5. Изучить микроскопическое строение трубчатого гименофора. Зарисовать, обозначить.

псевдопарафизы
базидии
цистиды
базидиоспоры
стеригмы
гифиды
базидиолы
отверстия трубочек
трама

Рис. 97. Схема строения трубчатого гименофора

6. Опорные точки (Приложение 1): _____

БИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Раздел 4. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Работа 31.

Тема: КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ЗАПАСНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА

В процессе обмена веществ растения строят свое тело и, кроме того, накапливают в клетках различные продукты. Среди большого разнообразия запасных питательных веществ растительной клетки чаще встречаются углеводы, жиры и белки.

Цель

1. Ознакомление с качественными реакциями на запасные питательные вещества.
2. Обнаружение с помощью качественных реакций запасных питательных веществ в растительных объектах.

Материалы: куриное яйцо, гороховая мука, корнеплоды моркови.

Оборудование и реактивы: вата, марля, колбы, стеклянные палочки, химические стаканы, фильтровальная бумага, терка, спиртовки, спички, штатив с пробирками, зажим, пипетка, дистиллированная вода, 10 %-ный раствор сернокислого аммония, 2 %-ный раствор глюкозы, 20 %-ный раствор едкого натра или калия, 4 %-ный раствор медного купороса, сегнетова соль, крепкая азотная кислота, раствор аммиака.

Опыт 1. Получение рабочих растворов, настоек, вытяжек

1. Методика получения раствора белка куриного яйца.

Ход работы. Белок отделяют от желтка, хорошо взбивают для разрушения имеющихся в нем перепонок, разбавляют 20-кратным количеством воды и фильтруют через вату или марлю в несколько слоев.

2. Методика получения настоя гороховой муки.

Ход работы. Чайную ложку гороховой муки насыпают в колбочку и обливают 20–30 мл 10 %-го раствора серноокислого аммония. Колбочку закрывают пробкой. Встряхивают 5 минут и ставят отстаиваться. В раствор переходит содержащийся в гороховой муке белок легумин из группы глобулинов. Через 30 минут раствор фильтруют через складчатый фильтр.

3. Методика получения вытяжки из корнеплода моркови.

Ход работы. Очищенный и вымытый корнеплод моркови натирают на терке, помещают в колбу и заливают 10-кратным количеством воды. Затем кипятят и фильтруют.

Опыт 2. Ознакомление с качественными реакциями на моносахариды

Углеводы, в составе которых имеются свободные карбонильные группы, дают ряд реакций, основывающихся на окисляемости этой группы.

1. Реакция Троммера.

В основе реакции Троммера лежит окислительно-восстановительный процесс: в щелочной среде при нагревании альдегидная группа сахара окисляется, а гидрат окиси меди (осадок голубого или синего цвета) восстанавливается в гидрат закиси меди (кирпично-красный осадок). Углевод при этом дает различные продукты окисления, так как при окислении в щелочной среде моносахариды претерпевают глубокие изменения с расщеплением углеродной цепи.

Сахара, не имеющие свободной альдегидной группы, пробу Троммера не дают.

Ход работы. К 2–3 мл 2 %-ного раствора глюкозы приливают около 1 мл 20 %-ного раствора щелочи и по каплям добавляют 4 %-ный раствор медного купороса до прекращения растворения образующегося гидрата окиси меди, после чего доводят жидкость до кипения.

Зарисовать и объяснить наблюдаемое образование осадка и окрашивание.

Рис. 98. Образование кирпично-красного осадка при пробе Троммера

2. Реакция Фелинга.

Данная реакция является модификацией реакции Троммера, протекает она в щелочной среде при нагревании. Реакция основана на способности сахара (глюкозы) восстанавливать гидрат окиси меди в гидрат закиси меди и закись меди с образованием кирпично-красного осадка.

Ход работы. К 1–2 мл 2 %-ного раствора глюкозы приливают равный объем жидкости Фелинга и кипятят.

Зарисовать и дать объяснение наблюдаемому выпадению и окрашиванию осадка.

Рис. 99. Образование кирпично-красного осадка при реакции Фелинга

Опыт 3. Испытание вытяжки корнеплода моркови

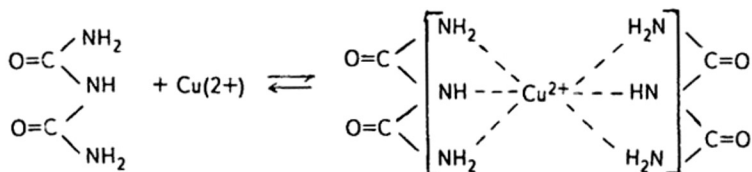
Ход работы. С вытяжкой из корнеплода моркови проводят реакции Троммера и Фелинга. Зарисовывают и делают вывод о наличии в корнеплоде моркови моносахарида (глюкозы).

Рис. 100. Обнаружение моносахаридов в вытяжке из корнеплода моркови

Опыт 4. Ознакомление с качественными реакциями на белки

1. Биуретовая реакция (реакция Пиотровского).

Реакция основана на образовании внутрикомплексного соединения ионов меди с двумя пептидными связями.



В щелочной среде раствор белка при добавлении сульфата меди окрашивается в розово-фиолетовый цвет.

Реакция называется биуретовой, так как она характерна и для биурета, состоящего из двух молекул мочевины $\text{NH}_2\text{-CO-NH-CO-NH}_2$. Биуретовой реакцией обнаруживаются все без исключения белки, а также продукты их неполного гидролиза – пептоны и полипептиды. Для ди- и трипептидов биуретовая реакция ненадежна.

Оттенок зависит от длины полипептидной цепочки. Биуретовая реакция положительна и с веществами небелкового характера, имеющими в составе не менее двух -CO-NH_2 -групп, к ним относятся, например, оксамид –

$-\text{NH}_2-\text{CO}-\text{CO}-\text{NH}_2$, биурет – $-\text{NH}_2-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}_2$, ряд аминокислот (гистидин, серин, треонин, аспарагин).

Ход работы. К 2–3 мл белка прибавляют около 1 мл 20 %-ного раствора щелочи и по каплям 4 %-ный раствор сернистой меди (избытка следует избегать). Отметить наблюдаемое окрашивание раствора.

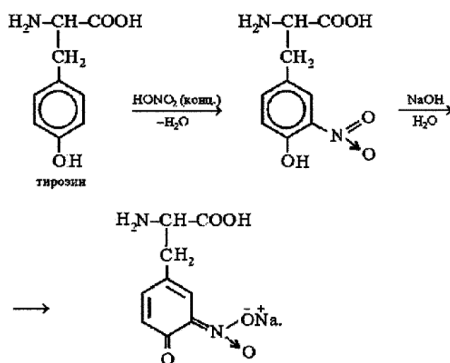
Рис. 101. Биуретовая реакция

2. Ксантопротеиновая реакция (реакция Мульдера).

Реакция открывает наличие в белках циклических аминокислот – триптофана, фенилаланина, тирозина, содержащих в своем составе бензольное ядро.

Большинство белков при нагревании с концентрированной азотной кислотой дает желтое окрашивание, переходящее в оранжевое при подщелачивании.

Ксантопротеиновая реакция обусловлена нитрованием бензольного кольца аминокислот с образованием нитросоединений желтого цвета. При подщелачивании возникает хиноидная структура, окрашенная в оранжевый цвет.



Ход работы. К раствору белка куриного яйца прибавляют по каплям концентрированную азотную кислоту, наблюдают и записывают изменение окраски и состояния белка; затем нагревают до кипения, отмечая интенсивность окраски. После охлаждения прибавляют по каплям раствор аммиака в воде, наблюдая за переходом окраски желтой в оранжевую.

Рис. 102. Окрашивание при ксантопротеиновой реакции

С фильтратом настоя гороховой муки прoделывают биуретовую, ксантопротеиновую реакции и делают вывод о наличии белка в настое гороховой муки.

Вывод:

Работа 32. АНТОЦИАНЫ

Антоцианы – пигменты, содержащиеся в клеточном соке и обеспечивающие пеструю, красивую окраску растений и их плодов. По химической природе относятся к флавоноидам, которые представлены многочисленной группой фенольных соединений, в основе которых лежит фенилпропановый скелет. Структура молекулы состоит из двух частей: первая часть – углеводная, вторая – агликон, который называется антоцианидином.

Антоцианидины придают растениям разнообразную окраску с различными оттенками цветов от красного до синего и голубого.

Известно, что сок многих ягод (брусника, смородина, клюква) имеет кислую реакцию среды (рН), а сок или отвар из листьев краснокочанной капусты – щелочную реакцию. В кислой среде антоцианидин (агликон) является катионом,

в щелочном растворе – анионом. Чем выше концентрация антоцианов в соке, тем более кислая реакция среды. Чем выше концентрация антоцианов в соке капусты, тем больше его щелочность. Методика изучения изменения окраски антоцианов основана на изменении концентрации сока ягод и отвара капусты путем разведения их в воде. Можно подобрать такое разведение сока водой, при котором можно получить разнообразные оттенки пигмента в пробирках.

Цель: получение разноцветной шкалы пигментов-антоцианов из ягод брусники и листьев краснокочанной капусты.

Материалы: сок брусники, отвар листьев краснокочанной капусты.

Оборудование и реактивы: 1, 5, 10 %-ные растворы соляной кислоты, 20 %-ный раствор уксусной кислоты, 5-, 10 %-ные растворы едкого натра или калия, дистиллированная вода, штатив с пробирками, глазные пипетки, колбы на 250 мл.

Опыт 1. Получение шкалы оттенков антоцианов сока брусники

Ход работы. Концентрированный сок брусники развести водой в колбе на 250 мл в разведении 1:100 (до розового цвета). Разлить в 10 пробирок по 10 мл. Глазной пипеткой внести в первую пробирку 2 капли 5 %-ной щелочи, отметить цвет. В каждую последующую пробирку добавить 4, 6, 8, 10 и т.д. капель щелочи. Наблюдать за изменением окраски. Если оттенки цвета мало отличаются, то можно взять другое разведение сока – 1:50 или увеличить резко количество капель: 6, 10, 14 и т.д. Зарисовать цветовые оттенки.

Рис. 103. Шкала оттенков антоцианов сока брусники

Опыт 2. Получение шкалы оттенков антоцианов отвара капусты

Ход работы. Развести водой отвар из листьев краснокочанной капусты в разведении 1:100 в колбе на 250 мл. Разлить в 10 пробирок по 10 мл. Глазной пипеткой внести в первую пробирку 2 капли 1 %-ной соляной кислоты или уксусной, в последующие пробирки добавить 4, 6, 8, 10 и т.д. капель разбавленной кислоты. Наблюдать за изменением окраски. Зарисовать шкалу цветовых оттенков. Можно взять другое разведение отвара.

Рис. 104. Шкала оттенков антоцианов отвара капусты

Вывод:

Работа 33. ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЖИВОЙ И МЕРТВОЙ ЦИТОПЛАЗМЫ ДЛЯ КЛЕТОЧНОГО СОКА

Цитоплазма клетки обладает полупроницаемостью, то есть пропускает воду, задерживает в клетке вакуолярный сок. Однако она способна избирательно пропускать некоторые вещества, необходимые клетке, и накапливать их. Примером могут служить морские водоросли, которые накапливают ионы калия, находящиеся в морской воде в незначительном количестве по сравнению с ионами натрия.

Свойство проницаемости связано со структурой цитоплазмы, в основе которой лежат белково-липидные мембраны – плазмалемма и тонопласт. При нарушении структуры цитоплазмы тонопласт становится проницаемым для клеточного сока, который может свободно вытекать из вакуоли.

Таким образом, свойство проницаемости цитоплазматических мембран легко обнаружить путем сравнения проницаемости живых и убитых клеток для веществ, содержащихся в клеточном соке.

Цель: изучение проницаемости мембран под действием химического и термического факторов.

Материалы: корнеплод свеклы (*Beta L.*).

Оборудование и реактивы: пробирки, стеклянная палочка, химический стакан на 100 мл, держатель, спиртовка, нож столовый, фанерная дощечка, линейка, 50 %-ный спирт, 30 %-ная уксусная кислота, дистиллированная вода.

Ход работы. Из очищенной свеклы вырезать ножом 4 одинаковых брусочка размером $0,7 \times 1$ см, тщательно отмыть от клеточного сока, вытекающего из поврежденных клеток. Один брусочек поместить в пробирку с водой, прокипятить на спиртовке 2–3 мин, пользуясь зажимом, слить воду и залить на $1/3$ дистиллированной водой. Остальные отмытые брусочки разместить по пробиркам следующим образом: во вторую пробирку добавить $1/3$ дистиллированной воды, в третью налить $1/3$ 30 %-ной уксусной кислоты, в четвертую – $1/3$ 50 %-ного спирта. Пробирки поместить в штатив на 30 минут.

По истечении времени отметить цвет в пробирках и занести данные наблюдений в табл. 1. На основании наблюдений сделать вывод о степени проницаемости цитоплазмы под действием ядов и высокой температуры.

Таблица 1

Степень проницаемости цитоплазмы

Дистиллированная вода		30 %-ная уксусная кислота	50 %-ный спирт
После кипячения	Без кипячения		

Вывод:

ВОДНЫЙ ОБМЕН РАСТЕНИЙ

Работа 34. СРАВНЕНИЕ ТРАНСПИРАЦИИ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ СТОРОН ЛИСТА ХЛОРКОБАЛЬТОВЫМ МЕТОДОМ

Известно, что транспирация осуществляется через специальные отверстия – устьица, расположенные на нижней стороне листа у большинства растений. Однако часть воды испаряется клетками верхней кожицы, если имеется молодая, тонкая кутикула.

Доказать это можно с помощью хлоркобальтового метода. Сущность его заключается в следующем: сухая фильтровальная бумага, пропитанная 5 %-ным раствором хлорида кобальта имеет голубой цвет, но при поглощении влаги соль розовеет. Если к такой бумаге плотно приложить лист растения, то порозовение ее наступит тем быстрее, чем интенсивнее идет транспирация.

Цель

1. Определение состояния устьиц комнатных растений.
2. Определение типа транспирации у комнатных растений.

Материалы: комнатные растения.

Оборудование и реактивы: хлоркобальтовая бумага, предметные стекла, резинки для крепления стекол, пинцет, часы.

Ход работы. К каждой из сторон листа любого комнатного растения приложить пинцетом полоски голубой хлоркобальтовой бумаги, прикрыть двумя предметными стеклами во избежание соприкосновения бумаги с парами воды в воздухе, скрепить стекла резинками в виде кольца с двух сторон,

чтобы они не упали. Засечь время и наблюдать за порозовением бумаги. По времени порозовения судят о соотношении устьичной и кутикулярной транспирации. Необходимо испытать несколько комнатных растений и заполнить табл. 2.

Таблица 2

Соотношение устьичной и кутикулярной транспирации комнатных растений

Объект изучения	Скорость порозовения бумаги (мин)	
	на нижней стороне листа	на верхней стороне листа

Вывод:

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

Работа 35. ОБНАРУЖЕНИЕ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЯХ

Нитраты (соли азотной кислоты) поступают в растение через корневую систему из почвы. Прежде чем включаться в аминокислотный или белковый обмен, они должны восстановиться до аммиака. Процесс восстановления возможен в корнях растений (химическое восстановление за счет энергии дыхания) и в листьях (фотохимическое восстановление за счет энергии света).

Нитраты в виде аниона NO_3^- можно обнаружить в листьях и черешках растений с помощью добавления к измельченной ткани раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте. Этот реактив при взаимодействии с нитратами дает синюю окраску.

Цель

1. Ознакомление с лабораторным методом обнаружения нитратов.

2. Обнаружение нитратов в различных частях растений.

Материалы: плоды овощей и фруктов, листья зеленого лука, салата, комнатных растений.

Оборудование и реактивы: раствор дифениламина, стеклянные палочки, фарфоровые чашки, ступки, предметные стекла.

Ход работы. В фарфоровой чашке по очереди размять листья и черешки комнатных растений, зеленого лука, салата, кусочки плодов, облить раствором дифениламина, наблюдая появление синей окраски. Результаты наблюдений оформить в виде таблицы; присутствие нитратов обозначить знаком «+», отсутствие – «-». Сделать вывод о наличии нитратов.

Таблица 3

Содержание нитратов в различных частях растений

Название растений	Условия	Нитраты	
		в черешке	в листовой пластинке

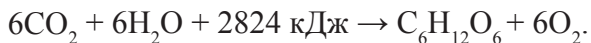
Вывод:

ФОТОСИНТЕЗ ЗЕЛЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Фотосинтез – это процесс углеродного питания растений, который осуществляется с участием световой энергии.

Зеленые растения поглощают солнечную энергию и преобразуют ее в энергию химическую, синтезируя при этом из неорганических веществ – углекислого газа и воды – органические соединения. Этот процесс сопровождается выделением в атмосферу кислорода и представляет собой автотрофный синтез органических веществ. Использование энергии солнечных лучей дает зеленым растениям возможность преобразовывать глубоко окисленные, бедные энергией исходные вещества – углекислый газ и воду – в восстановленные, сложные органические соединения, заключающие в себе потенциальную энергию.

Суммарное уравнение фотосинтеза выглядит так:



В поглощении и преобразовании солнечной энергии первостепенная роль принадлежит пигментной системе растений.

Пигменты, принимающие участие в фотосинтезе, находятся в гранах хлоропластов. Граны имеют сложную мембранную структуру, в которой пигменты связаны с белковыми и липидными молекулами. Этими пигментами являются хлорофиллы, каротиноиды и фикобилины.

Хлорофиллы составляют главную функциональную часть пигментной системы растений. Они способны избирательно поглощать световую энергию и временно запасать ее в своих молекулах в виде энергии электронного возбуждения и через цепь последовательных реакций передавать ее на молекулы ферментов, при участии которых совершается преобразование энергии электронного возбуждения в химическую энергию.

Фотосинтез является основным процессом, определяющим урожай растений. Продуктивность фотосинтеза зависит не только от физиологического состояния растения, но и от целого комплекса внешних условий – освещенности, температуры, влажности и др.

Разработаны методы, с помощью которых можно определить интенсивность фотосинтеза. Ее выражают в миллиграммах поглощенного углекислого газа (выделенного кислорода, накопленного органического вещества) на единицу листовой поверхности за единицу времени.

Работа 36. ПИГМЕНТЫ ЛИСТА И ИХ СВОЙСТВА

Пигменты – это соединения, избирательно поглощающие свет в видимой части солнечного спектра благодаря наличию в их молекуле системы сопряженных двойных связей.

Цель: получение пигментов листа и изучение их свойств.

Материалы: листья крапивы, вытяжка пигментов листа.

Оборудование и реактивы: водяная баня, колба с обратным холодильником, стеклянная палочка, 2 колбы на 100 мл, 2 химических стаканчика на 50 мл, штатив с пробирками, пробки, зажим, воронка, марля, пинцет, бензин, этиловый спирт, дистиллированная вода, 10 %-ный раствор соляной кислоты, 20 %-ный раствор гидроксида натрия (калия), уксуснокислая медь.

Опыт 1. Извлечение пигментов зеленого листа

Пигменты листа нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в спирте, бензине и ацетоне. Чаще всего для извлечения пигментов используют спирт. Спиртовая вытяжка состоит из смеси четырех пигментов: двух зеленых – хлорофилла а и в и двух желтых – каротина и ксантофилла.

Ход работы. Горсть сухих листьев крапивы (можно живые зеленые листья) поместить в марлевый мешочек, обварить кипятком в водяной бане; пользуясь пинцетом, охладить под водопроводной водой, отжать; зеленую массу поместить в термостойкую колбу, залить спиртом (100–200 мл), колбу закрыть пробкой с газоотводной трубкой и поместить в кипящую водяную баню. После 4–5-минутного кипячения колбу охладить, а зеленую вытяжку профильтровать в стакан для дальнейшего использования в последующих опытах.

Опыт 2. Разделение пигментов методом Крауса

Метод основан на различной растворимости пигментов в органических растворителях (спирте и бензине) и определяется степенью их полярности. Ксантофиллы, содержащие две (и более) полярные группы, хорошо растворимы в спирте; каротин, напротив, отличается более высоким сродством с бензином. В хлорофилле фитольный остаток представляет гидрофобную часть молекулы и обуславливает взаимодействие с бензином.

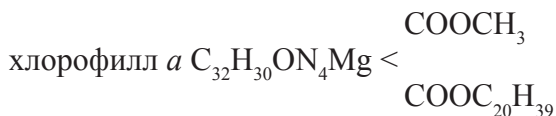
Ход работы. Налить в пробирку 1–2 мл вытяжки пигментов, прибавить равный объем бензина, закрыть пробкой и встряхнуть до образования эмульсии. Дать возможность отстояться. Определить по растворимости, какие пигменты будут находиться в бензиновом и спиртовом слоях. Для лучшего разделения можно добавить 2–3 капли дистиллированной воды.

Зарисовать расположение цветных жидкостей в пробирке и подписать название распределившихся пигментов.

Рис. 105. Обособление пигментов в вытяжке

Опыт 3. Омыление хлорофилла щелочью и обнаружение каротина

Зеленые пигменты (хлорофиллы) по своей химической природе являются сложными эфирами дикарбоновой кислоты хлорофиллина и двух спиртов – высокомолекулярного одноатомного спирта фитола ($C_{20}H_{39}OH$) и метилового спирта (CH_3OH). Формула хлорофилла выглядит так:



Хлорофилл *a* отличается по составу от хлорофилла *b* тем, что содержит в молекуле на 1 атом кислорода меньше и на 2 атома водорода больше.

К каротиноидам относятся каротины и ксантофиллы. Каротины – непредельные углеводороды с эмпирической формулой $C_{40}H_{56}$. По химической структуре они являются ациклическими, моноциклическими и бициклическими соединениями. При этом в циклических каротинах шестичленные кольца представлены двумя типами: β -иононовыми и α -иононовыми.

В фотосинтезирующих организмах эта группа оранжевых пигментов представлена ликопином, α -каротином, β -каротином и γ -каротином. У высших растений основным каротином является β -каротин.

Ксантофиллы – кислородсодержащие производные каротинов, включающие в себя лютеин ($C_{40}H_{56}O_2$), зеаксантин ($C_{40}H_{56}O_4$), виолаксантин ($C_{40}H_{56}O_4$), неоксантин ($C_{40}H_{56}O_4$) и др. (рис. 106). Среди названных ксантофиллов преобладает лютеин, который по химической структуре очень близок к α -каротину, но, в отличие от него, является двухатомным

спиртом, то есть в каждом иононовом кольце, один атом водорода замещен на гидроксильную группу.

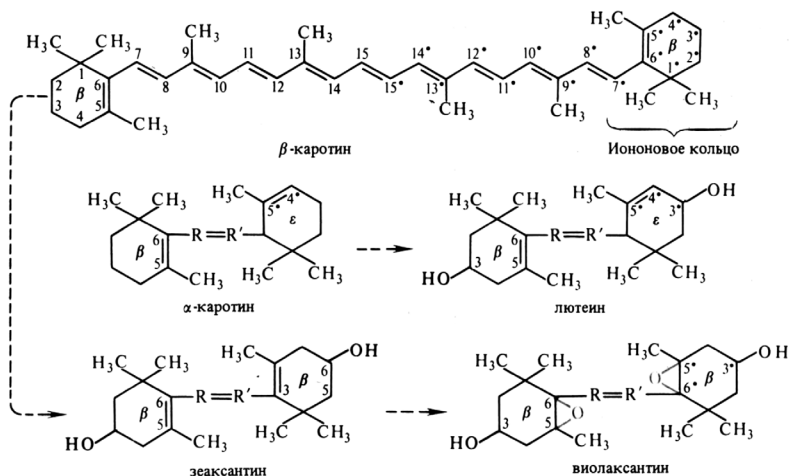


Рис. 106. Структурные формулы каротиноидов и последовательность их превращений

Ход работы. В пробирку налить 2 мл свежей вытяжки, добавить 1 мл 20 %-ной щелочи, встряхнуть, поместить в горячую водяную баню на 1–2 минуты, охладить и добавить равный объем бензина. Пробирку встряхнуть и дать содержимому отстояться. Написать уравнение реакции взаимодействия хлорофилла со щелочью. Зарисовать цветные жидкости в пробирке и подписать продукты реакции.

Рис. 107. Образование щелочной соли хлорофиллина

Опыт 4. Получение феофитина и восстановление металлорганической связи

В порфириновом ядре хлорофилла имеется металлорганическая связь магния с азотом 4-пиррольных колец (рис. 108).

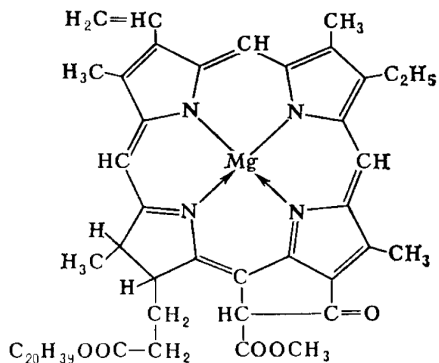


Рис. 108. Структура молекулы хлорофилла

Магний сравнительно слабо удерживается и при действии кислот может замещаться двумя протонами. В результате образуется соединение бурого цвета – феофитин. При действии на него солей металлов протоны замещаются на ионы металла и зеленая окраска восстанавливается, несколько отличаясь от окраски хлорофилла.

Ход работы. В две пробирки налить по 2 мл вытяжки пигментов, добавить по 2–3 капли 10 %-ного раствора соляной кислоты. Пронаблюдать изменение окраски.

В одну пробирку добавить несколько кристаллов уксуснокислой меди и поместить на одну минуту в горячую водяную баню. После нагревания сравнить окраску растворов в пробирках. Написать уравнение реакций.

Рис. 109. Получение феофитина и восстановление металлорганической связи

Вывод:

Список рекомендуемой литературы

1. Антипова Е.М. Высшие растения: учеб. пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. Ч. 1: Высшие споровые растения (Мохообразные. Плауновидные). 252 с.
2. Антипова Е.М. Высшие растения: учеб. пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. Ч. 2: Высшие споровые растения (Папоротниковидные). 196 с.
3. Антипова Е.М. Высшие растения: учеб. пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. Ч. 3: Семенные растения (Голосеменные). Ч. 4. Семенные растения (Покрывтосеменные). 424 с.
4. Антипова Е.М. Основы микологии. Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов: учеб. пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2020. 204 с.
5. Антипова Е.М. Растительный покров Красноярского края: практикум для студентов факультета естествознания. Красноярск: РИО КГПУ, 2003. 56 с.
6. Антипова Е.М. Руководство к практикуму по ботанике: учеб. пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2016. Часть 2–3: Систематика растений. 260 с.; 286 с.
7. Антипова С.В. Руководство к практикуму по ботанике: учеб. пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2016. Ч. 1: Морфология, анатомия и физиология растений. 250 с.
8. Антоцианы – красящие вещества в клетках растений // Удивительный мир растений [Электронный ресурс]. URL: <https://www.valleyflora.ru/7-1.html> (дата обращения: 25.05.2023).
9. Барабанов Е.И., Зайчикова С.Г. Ботаника. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 304 с.
10. Беликов П.С., Дмитриева Г.А. Физиология растений: учеб. пособие. М.: Изд-во РУДН, 2006. 248 с.
11. Гордеева Т.Н. и др. Практический курс систематики растений. М.: Просвещение, 1986. 224 с.
12. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. М.: Мир, 1990. I. 368 с.; II. 325 с.; III. 376 с.
13. Грищенко А., Кодацкая С. Игра цветов, или Пигменты в нашей жизни // Биология. 2010. № 6 (901). URL: https://bio.1sept.ru/view_article.php?id=201000604 (дата обращения: 25.05.2023).

14. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. М.: Мир, I, II. 1986.
15. Гэлстон А., Дэвис П., Сэттер Р. Жизнь зеленого растения. М.: Мир, 1983. 549 с.
16. Камелин Р.В. Лекции по систематике растений: главы теоретической систематики растений. Барнаул: Азбука, 2004. 226 с.
17. Красная книга Красноярского края: Растения и грибы. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2022. Т. 2. 772 с.
18. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высшая школа, 2009. 445 с.
19. Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. М.: Высшая школа, 2015. 736 с.
20. Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений: учебник. М.: Книжный дом «Либроком», 2010. 512 с.
21. Лыгин С.А., Краснова А.О., Пурина Е.С. Практико-ориентированный проект «Пигменты растений» // Химия в школе. 2018. № 3. С. 60–63.
22. Определитель растений юга Красноярского края. Новосибирск: Наука, 1979. 668 с.
23. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 195 с.
24. Рейвн Т., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. М.: Мир, 1990. Т. 1. 688 с.; Т. 2. 688 с.
25. Рябовол С.В. Физиология растений: практикум для студентов-биологов / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2012. 116 с.
26. Степанов Н.В. Высшие споровые растения. Красноярск, 2002. 179 с.
27. Тимонин А.К., Филин В.Р. Ботаника: в 4 т. М.: Академия, 2009. Т. 4: Систематика высших растений. Кн. 1. 320 с.
28. Тупицына Н.Н. Большой практикум. Ботаника. Основы микологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. Красноярск, 2014. 179 с.
29. Шмаков А.И. Конспект папоротников Северной Азии // Turczaninowia, 2009. Т. 12, вып. 3–4. С. 88–148.
30. Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника: учебник для вузов. СПб.: СпецЛит, 2001. 680 с.
31. Якушкина Н.И., Бахтенко Е.Ю. Физиология растений. М.: ВЛАДОС, 2008. 463 с.

**Примерный план подготовки
«Заключения по водорослям и грибам»**

1. Численность отделов (классов, порядков, семейств и т.д.).
2. Распространение.
3. Экологические условия, способы питания
4. Уровень морфологической организации таллома.
5. Анатомическое строение, организация клеток.
6. Особенности размножения.
7. Циклы воспроизведения.
8. Важнейшие представители.
9. Природное и практическое значение.

План анализа (морфологического) цветковых растений

I. Жизненная форма растения

1. Продолжительность жизни растения: однолетнее, двулетнее, многолетнее.
2. Жизненная форма растения: трава, дерево, кустарник, полукустарник, кустарничек, полукустарничек.
3. Приспособления к специфическим условиям существования: суккулент, водное (погруженное или плавающее), лиана и прочие.
4. Способ опыления: ветром, насекомыми, самоопыление или иной.
5. Характерное место обитания: поле, луг, лес, водоем и т.д.

II. Корень и его видоизменения

1. Тип корневой системы: мочковатый, стержневой. Мощность корневой системы.
2. Метаморфозы корня.
3. Наличие клубеньков на корнях. Микориза.

III. Стебель и его видоизменения

1. Деревянистый или травянистый (в последнем случае отметить высоту в сантиметрах).
2. Тип ветвления: моноподиальное, ложносимподиальное и т.д.
3. Форма поперечного сечения стебля: округлая, цилиндрическая или иная. Стебель полый или плотный.
4. Поверхность стебля: голая, опушенная.

IV. Побеги и их видоизменения

1. Типы побегов.
2. Метаморфозы побегов (надземные и подземные).

V. Лист и его видоизменения

1. Листья простые и сложные (пальчатосложные, тройчатосложные и прочие).

Форма листовой пластинки простого листа или листочка сложного листа: линейная, ланцетная и т.д.

3. Рассеченность пластинки листа или листочка.
4. Форма края листа: цельная, зубчатая, пильчатая или другая.
5. Жилкование листа: перистое, пальчатое, дуговое или другое.
6. Степень опушения листа.
7. Листорасположение: спиральное, супротивное, мутовчатое или все листья в прикорневой розетке.
8. Листья низовые, срединные или верхушечные. Их отличия, гетерофилия.
9. Сочленение листа со стеблем (черешковые, сидячие, стеблеобъемлющие, влагалищные).
10. Прилистники и их форма.
11. Метаморфозы листа.
12. Окраска листа.
13. Консистенция листа.

VI. Соцветие

1. Тип соцветия:
 - а) простое, сложное;
 - б) определенное (ботрическое) или неопределенное (цимозное);
 - в) наличие или отсутствие обертки, ее характер;
 - г) название соцветия.
2. Наличие кроющего листа и прицветника. Их величина, форма, окраска.
3. Характер цветоложа, его форма.

План анализа цветка

1. Тип околоцветника:

а) простой (лепестковидный или чашечковидный) или двойной (есть отличающиеся друг от друга чашечка и венчик);

циклический (круговой) или ациклический (спиральный); актиноморфный или зигоморфный; свободнолистный или сростнолистный.

б) число чашелистиков (или зубцов чашечки), наличие подчашия; чашечка опадающая или остающаяся при плодах;

в) число лепестков или лопастей венчика; цвет, форма, длина лепестков; наличие придатков; положение лепестков относительно чашелистиков (чередуются или противолежат).

2. Цветки: обоеполые или раздельнополые. Растение однодомное или двудомное.

3. Андроцей: число тычинок, тычинки свободные или сростшиеся, степень срастания; место прикрепления; длина и форма тычиночных нитей, их опушение. Форма, способ прикрепления и вскрывания пыльников; положение тычинок по отношению к околоцветнику.

4. Гинецей:

а) апокарпный или ценокарпный, число пестиков или плодолистиков (в случае ценокарпного гинецея);

б) положение завязи (верхняя или нижняя); число гнезд, количество семязпочек, плацентация; число столбиков, их длина, форма, наличие волосков, их форма, окраска, количество рылец;

в) формула и диаграмма.

План анализа плодов и семян

1. Тип плода: апокарпный, ценокарпный, соплодие.
2. Околоплодник сухой или сочный; поверхность плода голая или опушенная, покрыт щетинками, прицепками, колючками и т.п.
3. Семя: его величина, форма, цвет, блеск, характер поверхности опушения.
4. Приспособления к распространению плодов и семян.

**Примерный план подготовки «Заключения»
по высшим растениям**

Объем группы (численность родов, видов).

1. Географическое распространение.

Экологические условия обитания.

Диагностические признаки:

а) особенности вегетативных органов (корней, подземных и надземных побегов, листьев);

б) особенности генеративных органов (соцветий, цветков, плодов);

в) биологические свойства (присутствие специфической группы веществ, особенности опыления, распространения плодов и семян).

5. Важнейшие представители флоры Красноярского края.

6. Эволюционное положение, филогенетические связи (черты примитивности, высокой организации, специализации в строении генеративных и вегетативных органов).

7. Значение (в природе, в сложении растительного покрова Земли, во флоре Красноярского края, в хозяйственной деятельности человека).

**Примерный план подготовки
пункта «Опорные точки» по грибам**

1. Численность отдела (класса, порядка и т.д.).
2. Систематическое положение.
3. Способ питания.
4. Экологические условия обитания.
5. Особенности строения (вегетативное тело, плодовое тело, споры).
6. Размножение.
7. Жизненный цикл.
8. Природное и практическое значение.
9. Меры борьбы с паразитическими грибами.

Оглавление

Введение	3
ЧАСТЬ 1. СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ	6
РАЗДЕЛ 1. ВОДОРΟΣЛИ	8
Работа 1. Класс ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – <i>DIATOMOPHYCEAE</i>	9
Работа 2. Класс ХЛОРОФИЦИЕВЫЕ – <i>CHLOROPHYCEAE</i> . Порядок ХЛАМИДОМОНАДОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (в широком смысле) – <i>CHLAMIDOMONADALES</i> s. l.....	13
Работа 3. Класс ХЛОРОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – <i>CHLOROPHYCEAE</i> . Порядок СФЕРОПЛЕЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – <i>SPHEROPLEALES</i> (ранее порядок <i>Chlorococcales</i>).	19
Работа 4. Класс ТРЕБУКСИОФИЦИЕВЫЕ (ТРЕБУКСИЕВЫЕ) ВОДОРΟΣЛИ – <i>TREBOUXIOPHYCEAE</i> . Порядок ХЛОРЕЛЛОВЫЕ – <i>CHLORELLALES</i>	23
Работа 5. Класс УЛЬВОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – <i>ULVOPHYCEAE</i> Порядок УЛОТРИКСОВЫЕ (КОДИЛОВЫЕ) – <i>ULOTRICHALES (CODIOLALES)</i> . Порядок УЛЬВОВЫЕ – <i>ULVALES</i> . Порядок ТРЕНТЕПОЛИЕВЫЕ – <i>TRENTEPOHLIALES</i>	26
Работа 6. Класс УЛЬВОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – <i>ULVOPHYCEAE</i> . Порядок КЛАДОФОРОВЫЕ (СИФОНОКЛАДОВЫЕ) – <i>CLADOPHORALES (SIPHONOCCLADALES)</i> . Порядок КАУЛЕРПОВЫЕ (СИФОНОВЫЕ, БРИОПСИДОВЫЕ) – <i>CAULERPALES (SIPHONALES, BRYOPSIDALES)</i>	31
Работа 7. Класс ЗИГНЕМОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ (КОНЬЮГАТЫ) – <i>ZYGNEMOTOPHYCEAE</i> . Порядок ЗИГНЕМОВЫЕ – <i>ZYGNEMATALES</i> . Порядок ДЕСМИДИЕВЫЕ – <i>DESMIDIALES</i>	34
Работа 8. Класс ХАРОФИЦИЕВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – <i>CHAROPHYCEAE</i> Порядок ХАРОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ – <i>CHARALES</i>	41

РАЗДЕЛ 2. ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ	44
Работа 9. Класс МАРШАНЦИЕВЫЕ МХИ – <i>MARCHANTIOPSIDA</i>	47
Работа 10. ЛИСТОСТЕБЕЛЬНЫЕ МХИ	54
Работа 11. ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ – <i>LYCOPODIOPHYTA</i>	61
Работа 12. Отдел ПАПОРОТНИКОВИДНЫЕ – <i>POLYPODIOPHYTA</i>	69
Работа 13. Класс ХВОЙНЫЕ, или СОСНОВЫЕ, – <i>CONIFEROPSIDA</i> , vel <i>PINOPSIDA</i>	77
Работа 14. Класс ХВОЙНЫЕ, или СОСНОВЫЕ, – <i>CONIFEROPSIDA</i> , vel <i>PINOPSIDA</i> (продолжение)	82
Работа 15. Порядок ЛЮТИКОЦВЕТНЫЕ – <i>RANUNCULALES</i> . Семейство ЛЮТИКОВЫЕ – <i>RANUNCULACEAE</i>	92
Работа 16. Порядок БЕРЕЗОЦВЕТНЫЕ – <i>BETULALES</i> . Семейство БЕРЕЗОВЫЕ – <i>BETULACEAE</i>	96
Работа 17. Порядок КАПЕРЦОЦВЕТНЫЕ, КАПЕРЦОВЫЕ – <i>CAPPARALES</i> . Семейство КРЕСТОЦВЕТНЫЕ, или КАПУСТНЫЕ, – <i>CRUCIFERAE</i> vel <i>BRASSICACEAE</i>	100
Работа 18. Порядок РОЗОВОЦВЕТНЫЕ – <i>ROSALES</i> . Семейство РОЗОВЫЕ – <i>ROSACEAE</i>	104
Работа 19. Порядок БОБОВОЦВЕТНЫЕ – <i>FABALES</i> . Семейство БОБОВЫЕ – <i>FABACEAE</i> , <i>LEGUMINOSAE</i>	108
Работа 20. Порядок АСТРОЦВЕТНЫЕ – <i>ASTERALES</i> . Семейство АСТРОВЫЕ, СЛОЖНОЦВЕТНЫЕ – <i>ASTERACEAE</i> , <i>COMPOSITAE</i>	114
Работа 21. Порядок ЛИЛЕЙНЫЕ – <i>LILIALES</i> , Семейство ЛИЛЕЙНЫЕ – <i>LILIACEAE</i> . Порядок СПАРЖЕВОЦВЕТНЫЕ – <i>ASPARAGALES</i> . Семейство ЛАНДЫШЕВЫЕ – <i>CONVALLARIACEAE</i>	123
Работа 22. Порядок ОРХИДНЫЕ – <i>ORCHIDALES</i> . Семейство ОРХИДНЫЕ – <i>ORCHIDACEAE</i>	125
Работа 23. Порядок ЗЛАКИ – <i>POALES</i> . Семейство МЯТЛИКОВЫЕ – <i>POACEAE</i> , ЗЛАКИ – <i>GRAMINEAE</i>	128
Работа 24. Порядок ОСОКОВЫЕ – <i>CYPERALES</i> . Семейство ОСОКОВЫЕ – <i>CYPERACEAE</i>	134

РАЗДЕЛ 3. ГРИБЫ	138
Работа 25. Класс ЗИГОМИЦЕТЫ – <i>ZYGOMYCETES</i> Порядок МУКОРОВЫЕ – <i>MUCORALES</i>	139
Работа 26. Подотдел САХАРОМИЦЕТЫ, или ГЕМИАСКОМИЦЕТЫ – <i>HEMIASCOMYCOTINA</i> . Класс ГОЛОСУМЧАТЫЕ, ГЕМИАСКОМИЦЕТЫ – <i>HEMIASCOMYCETES</i> . Порядок САХАРОМИЦЕТОВЫЕ ГРИБЫ – <i>SACCHAROMYCETALES, ENDOMYCETALES</i>	142
Работа 27. Класс ЭВРОЦИОМИЦЕТЫ – <i>EUROTIOMYCETES</i> . Порядок ЭВРОЦИЕВЫЕ – <i>EUROTIALES</i>	144
Работа 28. Класс ЭРИЗИФОМИЦЕТЫ – <i>ERYSPHOMYCETES</i> . Порядок МУЧНИСТОРОСЯНЫЕ ГРИБЫ – <i>ERYSPHALES</i>	147
Работа 29. Класс ЛЕКАНОРОМИЦЕТЫ – <i>LECANOROMYCETES</i> . Порядок ЛЕКАНОРОВЫЕ – <i>LECANORALES</i>	150
Работа 30. Группа порядков АФИЛЛОФОРОИДНЫЕ ГИМЕНОМИЦЕТЫ.	155

ЧАСТЬ 2

РАЗДЕЛ 4. ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ	161
Работа 31. КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА ЗАПАСНЫЕ ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА.....	161
Работа 32. АНТОЦИАНЫ	166
Работа 33. ПРОНИЦАЕМОСТЬ ЖИВОЙ И МЕРТВОЙ ЦИТОПЛАЗМЫ ДЛЯ КЛЕТОЧНОГО СОКА.....	168
Работа 34. СРАВНЕНИЕ ТРАНСПИРАЦИИ ВЕРХНЕЙ И НИЖНЕЙ СТОРОН ЛИСТА ХЛОРКОБАЛЬТОВЫМ МЕТОДОМ.....	170
Работа 35. ОБНАРУЖЕНИЕ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЙ	171
Работа 36. ПИГМЕНТЫ ЛИСТА И ИХ СВОЙСТВА.....	174
Список рекомендуемой литературы.....	179
Приложения.....	181

Учебное издание

Екатерина Михайловна Антипова
Светлана Валерьевна Антипова

БИОЛОГИЯ И СИСТЕМАТИКА
РАСТЕНИЙ И ГРИБОВ

Учебное пособие
для профильных естественно-научных классов

Электронное издание

Редактор *М.А. Исакова*
Корректор *А.П. Малахова*
Верстка *Н.С. Хасанишина*

660049, Красноярск, ул. А. Лебедевой, 89.
Отдел научных исследований и грантовой деятельности
КГПУ им. В.П. Астафьева,
т. 8(391) 217-17-82

Подготовлено к изданию 27.12.23.
Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 11,9