

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.19 Ботаника

Направление подготовки (специальность) 06.03.01 Биология

Профиль образовательной программы Биоэкология

Форма обучения *очная*

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	3
1.1 Лекция № 1 Общая характеристика курса ботаники. Строение растительной клетки. Производные протопласта	
1.2 Лекция № 2 Ткани высших растений	
1.3 Лекция № 3 Вегетативные органы растений, их функции и строение. Метаморфозы вегетативных органов	
1.4 Лекция № 4 Введение в систематику. Общая характеристика низших растений. Водоросли. Грибы. Лишайники	
1.5 Лекция № 5 Археγονиальные растения: общая характеристика, происхождение, филогенетическая связь	
1.6. Лекция № 6 Генеративные органы покрытосеменных растений. Размножение и воспроизведение растений	
1.7. Лекция № 7 Систематика покрытосеменных растений. Класс двудольные. Класс однодольные	
1.8 Лекция № 8 Ботаническая география	
1.9 Лекция № 9 Экология растений. Учение о фитоценозах	
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	57
2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Методика работы со световым микроскопом. Растительная клетка. Пластиды. Запасные питательные вещества, их локализация в клетке. Митоз	
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Производные протопласта. Клеточная стенка	
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Растительные ткани. Образовательные, основные, покровные	
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Растительные ткани. Механические, проводящие, выделительные	
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Корень. Первичное и вторичное строение корня. Корнеплоды и другие метаморфозы корня. Коллоквиум по теме: Растительная клетка. Растительные ткани	
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Побег. Строение стеблей однодольных и двудольных травянистых растений. Строение стебля древесного растения	

2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Лист. Морфология и анатомия листа. Метаморфозы побега

2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Водоросли

2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Царство Грибы

2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Высшие споровые растения

2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Голосеменные растения. Коллоквиум по теме «Низшие растения» и «Археогониальные растения»

2.12 Лабораторная работа № ЛР-12 Морфология и анатомия цветка

2.13 Лабораторная работа № ЛР-13 Семя и плод

2.14 Лабораторная работа № ЛР-14 Класс Двудольные, Подклассы Ранункулиды Кариофиллиды, Гамамелидины

2.15 Лабораторная работа № ЛР-15 Класс Двудольные, Подклассы Розиды, Ламииды, Астериды

2.16 Лабораторная работа № ЛР-16 Класс Однодольные, подкласс Лилииды

2.17 Лабораторная работа № ЛР-17 Экологическая морфология растений

3. Методические материалы по проведению практических занятий (не предусмотрено РУП)

4. Методические материалы по проведению семинарских занятий (не предусмотрено РУП)

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1. Лекция № 1 (2 часа)

Тема: «Общая характеристика курса ботаники. Строение растительной клетки. Производные протопласта»

1.1.1. Вопросы лекции:

1. История развития ботаники как науки. Разделы ботаники. Значение растений в природе и жизни человека.
2. Основные особенности растительных клеток.
3. Протопласт и его производные.
4. Деление клетки. Амитоз, митоз, мейоз.

1.1.2. Краткое содержание вопросов

1. История развития ботаники как науки. Разделы ботаники. Значение растений в природе и жизни человека

Ботаника — сложная система научных дисциплин, изучающих растительный мир во всем его богатстве форм и жизненных — проявлений. Вместе с зоологией, изучающей животный мир, она входит в состав биологии — науки о живых существах, о жизни во всех ее проявлениях.

Первые письменные трактаты о растениях принадлежат греческому ученому Теофрасту (372–287 гг. до н.э.), которого называют «отцом ботаники». Он описал свыше 500 видов растений, сделав попытку их классификации на основе жизненных форм. Из ботанических сочинений до нашего времени дошли две книги Теофраста, в которых обобщены сведения по морфологии, географии, медицинскому значению растений.

Дальнейшее развитие ботаники в античном мире, особенно в Древнем Риме, шло в прикладном направлении и касалось в основном земледелия и медицины. Древнеримский ученый Плиний Старший (23–79 гг. н.э.) написал первый учебник по ботанике, дошедший до наших дней. В период средневековья развитие общества шло очень медленно и не способствовало развитию наук, т.к. потребности феодального общества были очень ограниченны, что было связано с периодом инквизиции католической церкви, борьбой с ересями, научным познанием природы. В это время развитие ботаники приостановилось.

Переломный момент в истории ботаники наступил в конце XV века, в эпоху великих географических открытий. Из заморских стран стали привозить новые виды растений, возникла необходимость в их инвентаризации, т.е. описании, наименовании и классификации. В это время зарождаются и развиваются формы сохранения растений для их сравнительного изучения. В середине XVI века было положено начало гербаризации. Возникают первые ботанические сады в Италии (1540 г. — в Падуе, 1545 г. — в Пизе), Швейцарии (1560 г. — в Цюрихе). Немецкий художник Альбрехт Дюрер (1471–1528), иллюстрируя ботанические книги, создает великолепные гравюры растений.

Выдающийся английский естествоиспытатель Роберт Гук (1635–1703) усовершенствовал микроскоп и при рассмотрении среза пробки обнаружил, что она состоит из крохотных ячеек. В 1665 г. он описал растительные клетки и ввел термин «cellula», что на латыни означает «клетка». Марчелло Мальпиги (1628–1694) и Неемий Грю (1641–1712) положили начало томии растений, описав клетки, ткани различных видов и их значение. В 1671 г. они, независимо друг от друга, выпустили книги с одинаковым названием «Анатомия растений».

Систематика и описательная морфология XVIII в. достигла высшего развития в трудах шведского ботаника Карла Линнея (1707–1778). В 1735 г. Линней выпустил книгу «Система природы», где классифицировал растения по строению органа размножения — андрогинея. Он выделил 24 класса. Эта система была искусственна, т.к. в ее основу было положено не родство растений, а сходство некоторых признаков.

Значительными успехами в ботанике был отмечен XIX век. Оформились и возникли такие разделы, как физиология, география и экология растений, геоботаника, палеоботаника, эмбриология и т.д. Во всех разделах ботаники был накоплен огромный фактический материал, что создало базу для обобщающих теорий. Важнейшими из них стали клеточная теория и теория эволюционного развития жизни.

В 1838 г. немецкий ботаник М.Шлейден установил, что клетка – это универсальная структурная единица в теле растений, а в 1839 г. Зоолог Т.Шванн распространил этот вывод и на животных. Разработка клеточной теории оказала огромное влияние на дальнейшее развитие биологии и положила начало цитологии.

Появление эволюционной теории Чарльза Дарвина (1809–1882) стало началом новой эпохи в развитии всех биологических наук. Начался новый период для систематики – эволюционный (филогенетический), т.е. возникла необходимость объединять в одни таксоны виды, единые по происхождению, а не по внешнему сходству.

Роль зеленых растений в природе можно охарактеризовать следующим образом:

- 1) обеспечивают атмосферный воздух кислородом, необходимым для дыхания большинства организмов;
- 2) в процессе фотосинтеза, используя солнечную энергию, создают из неорганических веществ и воды огромные массы органических соединений, которые служат пищей самим растениям, животным и человеку;
- 3) в органическом веществе зеленых растений накапливается солнечная энергия, за счет которой развивается жизнь на Земле;
- 4) растения поддерживают природное равновесие кругооборота веществ и энергии в биосфере Земли.

Исключительна роль растений в жизни человека. Среди растений пищевого назначения в первую очередь следует назвать зерновые культуры, особенно пшеницу, рис, кукурузу. Широко используются в питании овощи, плоды, корнеплоды, ягоды, продукты, которые получают из сахароносных, жиромасличных, орехоплодных, пряновкусовых культур. Непрерывно возрастает использование человеком всех видов сырья, получаемого из леса.

Основные разделы ботаники

Выделяют следующие разделы ботаники:

морфология растений изучает внешнее строение растений, отдельных органов, их видоизменения в зависимости от условий среды;

анатомия исследует внутреннее строение растений, используя оптические приборы;

цитология изучает строение и функции растительных клеток;

гистология изучает ткани, их расположение, функциональные особенности;

физиология исследует жизненные процессы, присущие растениям (обмен веществ, рост, развитие и т. д.).

Систематика ставит перед собой несколько целей:

- описать все существующие виды;
- классифицировать их по более крупным таксонам;
- восстановить пути эволюционного развития растительного мира.

Палеоботаника изучает вымершие виды, дошедшие до нас в виде окаменелостей и отпечатков в горных породах, и тем самым помогает восстанавливать этапы развития растительного царства.

Фитоценология изучает растительные сообщества (фитоценозы) и взаимодействия между их компонентами.

География растений изучает распределение видов растений и фитоценозов по поверхности Земли в зависимости от климата, почвы и геологической истории.

Экология– исследует взаимоотношения растений друг с другом и с условиями окружающей среды.

2. Основные особенности растительной клетки

Клетка — основная форма организации живой материи, элементарная единица организма. Она представляет собой самовоспроизводящуюся систему, которая обособлена от среды и сохраняет определенную концентрацию химических веществ, но одновременно осуществляет постоянный обмен с ней. Клетка как химическая система сохраняет стабильность (гомеостаз) в процессе обмена с окружающей средой. Роль барьера играет плазматическая мембрана. Каждая клетка имеет цитоплазму и генетический материал в форме ДНК, которая регулирует жизнь клетки и воспроизводит себя, благодаря чему образуются новые клетки. Единство клеточного строения организмов подтверждается не только сходством строения различных клеток, но и сходством химического состава и процессов обмена. Нуклеиновые кислоты и белки, процессы их синтеза и превращений универсальны и принципиально близки в клетках всех живых организмов.

Впервые увидел и описал клетку английский естествоиспытатель Р. Гук в 1665 г. Рассматривая в микроскоп тонкий срез бутылочной пробки, Гук обнаружил, что она состоит из многочисленных камер, названных им клетками. Так как пробка представляет собой мертвую ткань, пустые клетки которой состоят только из оболочек, то долгое время считали, что главной частью клетки и является ее стенка. Современники Р. Гука М. Мальпиги (1671) и Н. Грю (1682) впервые описали микроскопическое строение органов растений, подтвердив их клеточное строение. Они считали, что клетки — это мешочки или пузырьки, наполненные слизистым содержимым. Н. Грю полагал, что стенки клеток образованы переплетением нитей, как у текстиля (отсюда термин «ткани»). В 1676 г. А. Левенгук обнаружил окрашенные включения у водорослей и в клетках высших растений, описал хроматофоры спирогиры, хромопласты, открыл мир микроскопических организмов. В XVII и XVIII вв. господствовало представление о том, что основные жизненные свойства клетки связаны с ее стенкой. Содержимому клетки отводилась второстепенная роль питательного сока или растительной слизи. Только в XIX в., когда совершенствовалась микроскопическая техника и накопились данные о внутреннем содержимом клетки, ему стали придавать должное значение. В 1831 г. Р. Броун обнаружил в клетке ядро и описал его в качестве важнейшего образования. В 1839 г. Ян Пуркинё дал слизистому содержимому клетки (обязательному компоненту) название «протоплазма», убедившись в том, что именно оно, а не клеточные стенки представляет собой живое вещество, позднее был введен термин «цитоплазма» (цитоплазма + ядро = протоплазма).

Таким образом, к концу 30-х годов XIX в. были открыты основные компоненты клетки, сформировалось представление о клетке как структурной и функциональной единице живых организмов, которое получило название клеточной теории. Клеточная теория была сформулирована в работах ботаника М. Шлейдена (1838) и зоолога Р. Швана (1839). Они утверждали, что клетка — единая элементарная структура всех живых организмов. Существенным дополнением к клеточной теории было и открытие деления клеток (работы И. Чистякова, Э. Страсбургера и др.). Р. Вирхов в 1858 г. обосновал принцип преемственности клеток путем деления (каждая клетка от клетки).

Развитие учения о клетке шло параллельно с совершенствованием микроскопа. В конце XIX в. появилась возможность изучать основные структурные компоненты клетки, накопились данные об их функциях. В 1866-1888 гг. были открыты хромосомы, в 1880-1883 гг. — хлоропласты, в 1890 г. — митохондрии, в 1898 г. — аппарат Гольджи. К этому времени относится оформление цитологии как науки о клетке. К концу века световой (или оптический) микроскоп почти достиг теоретического предела разрешения, ограниченного длиной световых волн. Современные его модели дают увеличение от 56 до 2500 раз. Развитие цитологии замедлилось. Появление в 30-е годы XX в. электронного микроскопа, позволяющего использовать вместо светового излучения пучок электронов, произвело революцию в биологии (табл. 2). Стало возможным получить разрешение в

500 раз больше, чем в световом микроскопе. Создаваемое увеличение достаточно, чтобы различить ультраструктуры клетки, крупные молекулы. С 1946 г. электронный микроскоп получил широкое распространение в биологии, дав возможность исследовать тонкое строение клетки, которое получило название ультраструктуры.

3. Протопласт и его производные.

Протопласт можно подразделить на цитоплазму и ядро. Цитоплазма состоит из гиалоплазмы и органелл. Гиалоплазма представляет собой непрерывную водную коллоидную фазу клетки и обладает определенной вязкостью. Она способна к активному движению за счет трансформации химической энергии в механическую. Гиалоплазма связывает все находящиеся в ней органеллы, обеспечивая их постоянное взаимодействие. Через нее идет транспорт аминокислот, жирных кислот, нуклеотидов, сахаров, неорганических ионов, перенос АТФ.

Органеллы – это структурно-функциональные единицы цитоплазмы. В клетке выделяют три типа органелл: немембранные, одномембранные и двумембранные. Рассмотрим строение органелл, присущих растительным клеткам.

Несмотря на огромное разнообразие, клетки растений характеризуются общностью строения — это клетки эукариотические, имеющие оформленное ядро. От клеток других эукариот — животных и грибов их отличают следующие особенности: наличие пластид; целлюлозопектиновая жесткая клеточная стенка снаружи от цитоплазматической мембраны, окружающей любую клетку; хорошо развитая система вакуолей; отсутствие центриол при делении.

Цитоплазма — обязательная часть живой клетки, где происходят все процессы клеточного обмена, кроме синтеза нуклеиновых кислот, совершающегося в ядре. Основу цитоплазмы составляет ее матрикс, или гиалоплазма.

Гиалоплазма - бесцветная коллоидная система, которая обладает ферментативной активностью, — среда, обеспечивающая взаимодействие всех структур цитоплазмы. Гиалоплазма пронизана микро-трубочками и микрофиламентами, полимеризация и распад которых обеспечивают обратимые переходы ее участков из золь в гель. Микро-трубочки — надмолекулярные агрегаты со строго упорядоченным расположением молекул.

Функции гиалоплазмы:

1. Составляет внутреннюю среду клетки
2. Объединяет все клеточные структуры.
3. Определяет местоположение органоидов.
4. Обеспечивает внутриклеточный транспорт веществ.

Плазмалемма — наружная цитоплазматическая мембрана, отделяет цитоплазму от клеточной стенки. Играет важную роль в обмене веществ между цитоплазмой и внешней средой, в построении клеточной стенки. Изнутри связана с сократимыми микрофиламентами подстилающего слоя гиалоплазмы, которые обеспечивают изменение ее формы. Участвует в межклеточных контактах, образует выросты и впячивания в активных клетках.

Тонoplast — внутренняя вакуолярная мембрана, играет барьерную роль, определяя во многом физиологические свойства клетки.

Эндоплазматическая сеть, эндоплазматический ретикулум - Это непрерывно изменяющаяся система ультрамикроскопических пузырьков, цистерн, канальцев. Канальцы ЭПС переходят в наружную ядерную мембрану. Часть канальцев переходит из одной клетки в другие, обеспечивая связь между ними. ЭПС поддерживает структуру цитоплазмы и служит основным внутриклеточным транспортным путем, по которому передвигаются вещества.

Существует два вида мембран ЭПС:

1. гладкая – здесь находятся ферментативные системы, участвующие в синтезе жиров, углеводов, гормонов, накоплении и выведении ядовитых веществ;

2. шероховатая – на ее мембране находятся рибосомы. Основная функция – синтез и транспортировка белков.

Эндоплазматическая сеть – это общая внутриклеточная система, по каналам которой осуществляется транспорт веществ, и на мембранах этих каналов находятся многочисленные ферменты, обеспечивающие жизнедеятельность клетки.

Аппарат Гольджи (комплекс Гольджи). Состоит из отдельных диктиосом и пузырьков Гольджи. Диктиосомы — органеллы, представляющие собой пачки (2...7 и более) плоских округлых цистерн, ограниченных мембраной и заполненных матриксом. По краям цистерны переходят в состоящую из трубочек сеть. От этой сети или от края цистерн отчлениваются пузырьки Гольджи. Цистерны аппарата Гольджи — последний участок многих обменных реакций. Здесь накапливаются, конденсируются и упаковываются вещества, подлежащие изоляции или удалению из цитоплазмы, — чужеродные, ядовитые и т. д. Аппарат Гольджи – место синтеза полисахаридов, идущих на построение клеточной стенки, в нем формируются лизосомы.

Лизосомы — округлые одномембранные органеллы, в матриксе которых содержится большое число гидролитических ферментов. Лизосомы осуществляют внутриклеточное переваривание, автолиз. Локальный автолиз обеспечивает использование части цитоплазмы для поддержания жизнеспособности всей клетки.

Сферосомы – округлые тельца диаметром 0,5-1 мкм., осуществляют биосинтез жиров.

Митохондрии. Округлые или цилиндрические, реже нитевидные органеллы, видимые в световой микроскоп. Длина их достигает 10мкм, диаметр 0,2...1.мкм. Митохондрии имеют двумембранное строение, внутри — бесструктурный матрикс. Внутренняя мембрана образует выросты — кристы, которые в растительных клетках обычно имеют вид трубочек. Основная функция митохондрий — образование энергии. На внутренних мембранах митохондрий в процессе внутриклеточного дыхания происходит аэробное окисление метаболитов (продуктов обмена веществ) с выделением энергии. Митохондрии — основной аппарат клетки, в котором химическая энергия метаболитов превращается в энергию макроэргических фосфатных связей АДФ и АТФ, утилизируемых клеткой в процессе жизнедеятельности.

Пластиды. Это органеллы, характерные исключительно для растительных клеток. В них происходит первичный и вторичный синтез углеводов. Форма, размеры, строение и функции пластид различны. По окраске (наличию или отсутствию пигментов) различают три типа пластид:

1. Лейкопласты – бесцветные пластиды, в которых происходит синтез крахмала из моносахаридов и дисахаридов.

2. Хлоропласты – зеленые пластиды, включающие пигмент хлорофилл, в них осуществляется процесс фотосинтеза.

3. Хромопласты – содержат различные пигменты, обуславливающие яркую окраску цветков и плодов.

Возможно взаимное превращение пластид. Обычно в клетке встречается только один тип пластид. Пластиды развиваются из пропластид — сферических недифференцированных телец, которые содержатся в растущих частях растений (в клетках зародыша, образовательной ткани).

Ядро.

Ядро - важная клеточная структура. Функции:

- хранение и воспроизведение генетической информации;
- регуляция процессов обмена веществ, протекающих в клетке;
- управляет жизнедеятельностью клетки, регулирует клеточные процессы: рост, развитие, синтез белков, и т.п.

- регулирует деятельность органелл клетки.

Большинство клеток имеют одно ядро, но бывают и многоядерные клетки. Ядро всегда окружено цитоплазмой, обычно оно шаровидной формы, может быть вытянутым. Форма ядра зависит от формы клеток. Величина ядра различна, диаметр примерно 10-20 мкм.

Ядро представляет собой коллоидную систему, но более вязкую. По химическому составу оно резко отличается от других органелл высоким содержанием ДНК. В нем сосредоточено 99% ДНК клетки, а также в значительных количествах и-РНК и р-РНК.

Ядерная оболочка.

Состоит из 2 мембран, разделенных перинуклеарным пространством, которое заполнено бесструктурным матриксом. Наружная ядерная мембрана, на которой располагаются рибосомы, соединена с канальцами ЭПС. Характерная особенность ядерной оболочки – наличие пор, через которые происходит обмен молекулами между ядром и цитоплазмой. Т.о ядро связано не только с цитоплазмой, но и с внеклеточной средой.

Ядерный сок.

Это бесструктурный матрикс, заполняющий промежутки между структурами ядра. В его составе ферменты, белки, свободные нуклеотиды, необходимое для построения молекул ДНК и РНК, АТФ, все виды РНК.

Здесь накапливаются продукты деятельности ядрышка и хроматина. Ядерный сок - это активный компонент ядра.

Хромосомно – ядерный комплекс.

Хромосомы – важная часть ядра. Они состоят из ДНК и основных белков гистонов. В интерфазном ядре хромосомы деспирализованы и видны в виде тонких нитей. В делящихся клетках хромосомы сильно спирализуются, укорачиваются и приобретают компактные размеры и форму.

Хроматин – спирализованные и уплощенные участки хромосом.

Хромосома – самостоятельная ядерная структура, имеющая первичную перетяжку и плечи. Первичная перетяжка (центромера)- это область, к которой во время деления клетки прикрепляют нити веретена деления. Центромера делит хромосому на 2 плеча.

Ядрышко.

Это плотное шаровидное тельце внутри ядра. Их может быть несколько. Во время митоза ядрышки исчезают. Ядрышко не является самостоятельной структурой ядра. Оно образуется вокруг участка хромосомы, который называется ядрышковым организатором. На нем происходит синтез рРНК. Ядрышко состоит из молекул рРНК, белков, субъединиц рибосом. Основная функция: синтез рРНК и сборка субъединиц рибосом. Ядрышко играет важную роль в биосинтезе белков клетки.

Включения.

Это вещества, временно выведенные из обмена, или конечные продукты обмена. Большинство включений располагаются в цитоплазме и вакуолях. Существуют жидкие и твердые включения.

4. Деление клетки. Амитоз, митоз, мейоз.

Митоз. Новые (дочерние) клетки образуются в результате деления старых (материнских) клеток. Различают три способа деления клеток: митоз (непрямое деление), мейоз (редукционное деление) и амитоз (прямое деление).

В результате митоза образуются две одинаковых клетки с таким же, как у материнской клетки набором хромосом. Митоз характерен для растущих тканей корня, стебля, листа, околоплодника, семени и др. органов растений и животных. При митозе от одного деления до другого в клетке происходят сложные процессы, которые

обеспечивают воспроизведение клеток. Совокупность этих процессов называется митотическим (клеточным) циклом.

Образовавшаяся молодая клетка вступает в интерфазу, которая длится до начала следующего деления.

Митоз делят на четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

1. В начале профазы ядро увеличивается и в нем отчетливо видны спутанные в клубок хромосомы, начавшие конденсироваться. К концу профазы хромосомы укорачиваются, и иногда заметно, что они состоят из двух хроматид, соединенных в области первичной перетяжки, где находится центромера (пластинчатая структура, имеющая форму диска). Ядерная оболочка и ядрышки к этому времени обычно дезинтегрируются.

2. В начале метафазы хромосомы достигают максимальной конденсации и передвигаются к экваториальной пластинке клетки. В клетке формируется веретено деления, состоящее из опорных и тянущих нитей. Опорные нити идут от одного полюса клетки к другому, а тянущие связывают центромеры хромосом с полюсами. Однако нити веретена деления не всегда видны, так как ядерный краситель не окрашивает их. Наиболее характерно для метафазы расположение центромер хромосом, прикрепленных к нитям веретена, в плоскости экваториальной пластинки клетки. Плечи хромосом могут, находиться выше или ниже.

3. В анафазе центромеры разделяются и хроматиды расходятся к полюсам вследствие сокращения тянущих нитей и удлинения опорных нитей веретена деления. Каждая хроматида приобретает строение и функцию полноценной хромосомы. Следовательно, на каждом полюсе оказывается столько хромосом, сколько их было у исходной клетки.

4. В телофазе происходит процесс, противоположный происходящему в профазе: хромосомы деконденсируются, веретено деления разрушается, восстанавливаются ядерная оболочка и ядрышки. В начале телофазы хромосомы видны в виде двух темных сгустков на полюсах клетки, к концу образуются два новых ядра. В это же время в районе экваториальной пластинки клетки появляются вертикальные волокна (фрагмопласт). В центре фрагмопласта накапливаются пузырьки Гольджи, содержащие пектиновые вещества. Разрастаясь, они образуют поперечную перегородку, разделяющую обе клетки - клеточную пластинку. На ней с обеих сторон формируются первичные стенки. Происходит цитокинез. На этом завершается митоз.

Мейоз. Особый тип деления клеток, в результате которого образуются половые клетки, называют мейозом. В отличие от митоза, при котором сохраняется количество хромосом, получаемых дочерними клетками, при мейозе количество хромосом в дочерних клетках уменьшается вдвое.

Процесс мейоза состоит из двух последовательных клеточных делений: мейоза 1 (первое деление) и мейоза 2 (второе деление). Удвоение ДНК и хромосом происходит только перед мейозом 1. В результате мейоза 1 образуются клетки с уменьшенным вдвое количеством хромосом. Мейоз 2 заканчивается образованием половых клеток. Таким образом, все соматические клетки организма содержат двойной, диплоидный ($2n$), набор хромосом, где каждая хромосома имеет парную, гомологичную хромосому. Зрелые половые клетки имеют лишь одинарный, гаплоидный (n), набор хромосом и, соответственно, вдвое меньшее количество ДНК. Оба деления мейоза включают в себя те же фазы, что и митоз: профазу, метафазу, анафазу, телофазу.

Амитоз. Амитоз – прямое деление клетки, при котором ее ядро делится перетяжкой пополам, при этом хромосомы не формируются. Амитоз наблюдается у больных клеток, а также в тех случаях, когда требуется быстро образовать большую клеточную массу, например, при формировании мякоти плодов.

1.2 Лекция № 2 (2 часа)

Тема: «Ткани высших растений»

1.2.1. Вопросы лекции:

1. Понятие о тканях. Ткани образовательные и постоянные. Классификация постоянных тканей.
2. Основные, покровные ткани.
3. Проводящие и выделительные ткани
4. Механические ткани

1.2.2. Краткое содержание вопросов

1. Понятие о тканях. Ткани образовательные и постоянные. Классификация постоянных тканей.

Понятие о тканях как группах сходных клеток появилось уже в трудах первых ботаников-анатомов в XVII в. Мальпиги и Грю описали важнейшие ткани, в частности ввели понятия о паренхиме и прозенхиме, основанные на форме составляющих их клеток. Эти термины оказались удобными для чисто описательных целей и удержались в современной анатомии.

В дальнейшем анатомы классифицировали ткани, беря за основу их наиболее существенные признаки — функции и происхождение.

Классификация тканей на основе физиологических функций была разработана в конце XIX— начале XX в. Швенденером и Габерландтом и сыграла важную роль в развитии анатомии растений, особенно одного из ее разделов — физиологической анатомии.

Тканям называют устойчивые, г. е. закономерно повторяющиеся, комплексы клеток, сходные по происхождению, строению и приспособленные к выполнению одной или нескольких функций.

Строение растений усложнялось в течение многих миллионов лет. В процессе эволюции возникали новые ткани и увеличивалось число разных типов клеток, входящих в состав тканей.

Ткани удобно рассмотреть в следующей системе.

- I. Образовательные ткани (меристемы):
 - 1) верхушечные (апикальные);
 - 2) боковые (латеральные):
 - а) первичные (прокамбий, перицикл),
 - б) вторичные (камбий, феллоген);
 - 3) вставочные (интеркалярные);
 - 4) раневые (травматические).
- II. Ассимиляционные ткани.
- III. Запасающие ткани.
- IV. Аэренхима.
- V. Всасывающие ткани:
 - 1) ризодерма;
 - 2) веламен;
 - 3) всасывающий слой щитка в зародышах злаков;
 - 4) гаустории паразитных растений;
 - 5) гидропоты.
- VI. Покровные ткани:
 - 1) первичная (эпидерма);
 - 2) вторичная (перидерма);
 - 3) третичная (корка, или ритидом).

VII. Ткани, регулирующие прохождение веществ:

- 1) эндодерма;
- 2) экзодерма.

VIII. Выделительные ткани:

- 1) наружные:
 - а) железистые волоски (трихомы) и выросты (эмергенцы),
 - б) нектарники,
 - в) гидатоды;
- 2) внутренние:
 - а) выделительные клетки (с эфирными маслами, смолами, кристаллами, танинами и т.д.),
 - б) многоклеточные вместилища выделений,
 - в) смоляные каналы (смоляные ходы),
 - г) млечники (членистые и нечленистые).

IX. Механические ткани (опорные, скелетные, арматурные):

- 1) колленхима;
- 2) склеренхима:
 - а) волокна,
 - б) склереиды.

X. Проводящие ткани:

- 1) ксилема (древесина);
- 2) флоэма (луб).

Все ткани за вычетом меристем называют постоянными тканями.

Меристемы. Меристемы состоят из недифференцированных и по внешнему виду одинаковых клеток, способных многократно делиться. Возникающие из меристем клетки (производные меристемы) дифференцируются, т. е. становятся различными и дают начало всем тканям и органам растения.

Меристемы могут сохраняться очень долго, в течение всей жизни растения (у некоторых деревьев тысячи лет), так как содержат некоторое число инициальных клеток (инициале *й*), способных делиться неопределенное число раз с сохранением меристематического характера. Именно от этих инициалей ведет начало все тело растения. Остальные клетки меристемы являются производными от инициалей; они делятся ограниченное число раз и превращаются в постоянные ткани.

Распределение меристем в теле растения. На двух противоположных полюсах — на кончике зародышевого корешка и в первичной почке — локализуются группы инициальных клеток, формирующих верхушечные (апикальные) меристемы. Эти меристемы наращивают корень и побег в длину. Боковые (латеральные: лат. *lateralis* — боковой) меристемы в осевых органах (стеблях, корнях) образуют цилиндрические слои, на поперечных разрезах имеющие вид колец.

Вставочные меристемы представляют собой активно растущие меристематические участки, расположенные большей частью у оснований междоузлий. Их можно назвать остаточными, поскольку они происходят от верхушечных меристем, но их преобразование в постоянные ткани задерживается по сравнению с соседними участками стебля.

Раневые (травматические) меристемы, как показывает название, возникают при заживании поврежденных тканей и органов.

2. Основные, покровные ткани

Паренхима. Хлоренхима. Главная функция ассимиляционных тканей — фотосинтез. Хлоропласты обычно располагаются одним слоем вдоль стенок. Общий

объем хлоропластов может достигать 70—80% всего объема клеточного протопласта. Ассимиляционные ткани в теле растения чаще всего залегают непосредственно под прозрачной кожицей (эпидермой), что обеспечивает газообмен и хорошее освещение.

В хлоренхиме находятся большие межклетники, облегчающие циркуляцию газов.

Запасающая паренхима. Вещества, синтезированные растением или воспринятые извне, могут откладываться в виде запасов. К накоплению запасных веществ способны все живые клетки. Запасающие ткани состоят из живых, чаще всего паренхимных клеток.

Вещества накапливаются в твердом или растворенном виде. В виде твердых зерен откладываются крахмал и запасные белки.

Аэренхима. Ткань с очень большими межклетниками. Если у такой ткани функция вентиляции выступает на первое место, то ее называют аэренхимой.

Строение аэренхимы. Чаще всего она представляет собой своеобразную модификацию паренхимы. Однако клетки в ней могут иметь самую различную форму, и крупные межклетники возникают при различных сочетаниях клеток.

Всасывающая паренхима. Всасывающие ткани играют важную роль в жизни растений. Через них в тело растения из внешней среды поступают вода и растворенные в ней вещества. Они очень различны по структуре и по распространенности среди высших растений. Наибольшее значение имеет ризодерма (греч. *риза* — корень; *дерма* — кожа) — наружный слой клеток на всех молодых корнях. Через ризодерму в корень всасывается из почвы вода и поглощаются растворенные в ней вещества.

Веламен особенно хорошо развит на воздушных корнях орхидей.

Гидропоты состоят из одной или из группы клеток, чаще всего на поверхности листьев у растений, погруженных в воду, и способны избирательно поглощать растворенные в воде вещества.

Покровные ткани. В соответствии с происхождением из различных меристем и структурой выделяют три покровные ткани — эпидерму, перидерму и корку (ритидом). Эпидерма (греч. *эпи* — сверху) возникает из наружного слоя апикальной меристемы побега (из протодермы) и покрывает листья и молодые стебли. На смену ей из вторичных меристем могут образоваться перидерма и корка. Перидерма возникает также на корнях.

Главная функция эпидермы — регуляция газообмена и транспирации (естественного испарения воды живыми тканями).

Эпидерма, кроме того, выполняет целый ряд других функций. Она препятствует проникновению внутрь растения болезнетворных организмов, защищает внутренние ткани от механических повреждений и придает органам большую прочность; через эпидерму могут выделяться наружу эфирные масла, вода, соли. Эпидерма может функционировать как всасывающая ткань. Наконец, эпидерма принимает участие в синтезе различных веществ, в восприятии раздражений, в движении листьев. Таким образом, эпидерма — многофункциональная ткань.

Эпидерма — сложная ткань, так как в ее состав входит ряд морфологически различных клеток:

- 1) основные клетки эпидермы,
- 2) замыкающие и побочные клетки устьиц,
- 3) трихомы, т. е. производные эпидермальных клеток в виде выростов, волосков.

Устьища. Среди основных клеток эпидермы размещены устьища в характерном для каждого вида порядке и числе. Отдельное устьице состоит из двух бобовидных замыкающих клеток, между которыми находится устьичная щель.

Перидерма. Перидермой называют сложную многослойную покровную ткань, которая приходит на смену первичным поверхностным тканям. Может она возникнуть и в результате заживления поврежденных тканей раневой меристемой. Сложной перидерма является потому, что состоит из комплекса клеток, различных по строению и функциям.

Эти клетки составляют: а) феллему (пробку), выполняющую главные защитные функции; б) феллоген (пробковый камбий), за счет работы которого перидерма длительное время нарастает в толщину; в) феллодерму, выполняющую функцию питания феллогена.

Феллоген — это один слой меристематических клеток, откладывающих клетки пробки наружу и клетки феллодермы внутрь органа.

Главное значение пробки — защита от потери влаги. Она предохраняет растение от проникновения в него болезнетворных организмов.

Чечевички. Лежащие под пробкой живые ткани испытывают потребность в газообмене. Поэтому в перидерме с самого начала ее образования формируются чечевички — проходные отверстия, через которые происходит газообмен.

Корка (ритидом). Таким образом, корка состоит из чередующихся слоев пробки и прочих отмерших тканей коры, т. е. имеет сложный гистологический состав.

Мертвые ткани корки не могут растягиваться, следуя за утолщением ствола. Рано или поздно на стволе появляются трещины, не доходящие, однако, до глубинных живых тканей. Толстая корка надежно предохраняет стволы деревьев от механических повреждений, лесных пожаров, резкой смены температур.

3. Проводящие и выделительные ткани

Проводящие ткани. Проводящие ткани, т. е. ткани, по которым происходит массовое передвижение веществ, возникли как неизбежное следствие приспособления к жизни на суше. Возникли две проводящие ткани, по которым вещества передвигаются в двух направлениях. По ксилеме (греч. *ксилос* — древесина) в направлении снизу вверх (от корней к листьям) поднимаются вещества почвенного питания — вода и растворенные в ней соли (восходящий ток).

По флоэме (греч. *флойос* — кора) в направлении сверху вниз (от листьев к корням) передвигаются вещества, синтезируемые в листьях, главным образом сахара (нисходящий ток).

Общие черты ксилемы и флоэмы. Ксилема и флоэма имеют ряд общих особенностей.

1) Они образуют в теле растения непрерывную разветвленную систему, соединяющую все органы растения — от тончайших корешков до самых молодых побегов.

2) Ксилема и флоэма представляют собой сложные ткани, т. е. в их состав входят разнородные элементы — проводящие, механические, запасающие, выделительные. Естественно, самые важные из них — проводящие элементы.

3) Проводящие элементы как в ксилеме (трахеиды и сосуды), так и во флоэме (ситовидные элементы) вытянуты по направлению тока веществ, иногда очень значительно.

4) Стенки проводящих элементов содержат поры или сквозные отверстия (перфорации), облегчающие прохождение веществ.

Проводящие пучки. В громадном большинстве случаев ксилема и флоэма расположены рядом, образуя или слои, или так называемые проводящие пучки.

Различают несколько типов проводящих пучков (рис. 64). Наиболее обычны коллатеральные открытые пучки, в которых между флоэмой и ксилемой залегает камбий. Биколлатеральный открытый пучок обладает добавочно внутренней флоэмой (например, у тыквы). Закрытые пучки, напротив, лишены камбия (им как бы «закрыт» путь к вторичному камбиальному утолщению). В концентрических пучках или ксилема окружает флоэму (амфиазальные пучки), или наоборот (амфикрибральные пучки).

Ксилема. В состав ксилемы входят проводящие, механические, запасающие и некоторые другие элементы. Рассмотрим подробнее проводящие элементы как наиболее,

важные, определяющие характер всей ткани. Остальные элементы будут рассмотрены позднее. *Строение и функции трахеальных элементов.* Различают два типа проводящих, или трахеальных, элементов — трахеиды и членики сосудов (иногда к трахеальным элементам причисляют и древесинные волокна, поскольку между ними и трахеидами нет резкой границы). Трахеида представляет собой сильно вытянутую в длину водопроводящую клетку с ненарушенными первичными стенками. Сосуд состоит из многих клеток, называемых члениками сосуда. Членики расположены друг над другом, образуя трубочку.

Древесинные волокна имеют толстые оболочки и узкие простые (не-окаймленные) поры. Древесинные волокна эволюционно возникли, как и сосуды, из трахеид, но их преобразование шло в другом направлении, именно в сторону потери проводящей функции и повышения механической прочности. Наличие волокон в составе древесины делает эту ткань прочнее.

Флоэма. В состав флоэмы входят ситовидные элементы, сопровождающие клетки (клетки-спутницы), несколько типов паренхимных клеток, флоэмные (лубяные) волокна и некоторые другие элементы. Самыми важными являются ситовидные элементы с сопровождающими клетками.

Стенки ситовидных элементов содержат мелкие отверстия, которые часто называют ситовидными порами. Однако во избежание путаницы надо говорить о ситовидных перфорациях, поскольку они сквозные: через них сообщается живое содержимое соседних элементов и происходит передвижение ассимилятов. Перфорации собраны группами, образуя ситовидные поля.

У более примитивных растений (высших споровых, голосеменных) ситовидные поля рассеяны по боковым стенкам. У покрытосеменных они имеют более совершенное строение (перфорации хорошо выражены), располагаются на концах ситовидных элементов и носят название ситовидных пластинок. Если ситовидная пластинка обладает одним ситовидным полем, то ее называют простой, если несколькими — сложной.

Различают два типа ситовидных элементов. Более примитивный присущ высшим споровым и голосеменным. Он представлен ситовидной клеткой, которая сильно вытянута в длину и обладает заостренными концами, ее ситовидные поля рассеяны по боковым стенкам. Кроме того, ситовидные клетки имеют и другие примитивные признаки: они лишены специализированных сопровождающих клеток (о которых речь пойдет ниже) и в зрелом состоянии содержат ядра.

Ситовидные элементы второго типа, соединяясь концами, на которых расположены ситовидные пластинки, образуют ситовидные трубки, проходящие вдоль пучка флоэмы. Около них имеются сопровождающие клетки, структурно и функционально связанные с ситовидными трубками. Как видно, эволюция ситовидных элементов флоэмы и трахеальных элементов ксилемы обнаруживает ясный параллелизм. Как трахеида дала начало членику сосуда с перфорациями, так и ситовидная клетка превратилась в элемент ситовидной трубки перфорационные пластинки сосуда и ситовидные пластинки заняли положение на поперечных или слабо скошенных концах элементов.

Важная роль в проведении ассимилятов по ситовидным трубкам принадлежит сопровождающим клеткам (клеткам-спутницам), которые сохраняют ядра и многочисленные активные митохондрии. Живое содержимое ситовидных элементов и особенно сопровождающих клеток активно, т. е. с затратой энергии, участвует в передвижении ассимилятов. С этим предположением согласуется тот факт, что передвижение ассимилятов требует интенсивного дыхания клеток флоэмы: если дыхание затруднено, то передвижение останавливается.

У двудольных растений ситовидные трубки работают обычно один-два года, затем камбий образует новые элементы. Ситовидные пластинки покрываются сплошным слоем каллозы, тонкостенные элементы флоэмы раздавливаются.

У растений, лишенных ежегодного камбиального прироста, ситовидные элементы значительно долговечнее. Так, у некоторых папоротников отмечена работа ситовидных элементов до 5—10 лет, у некоторых однодольных (пальм) даже до 50—100 лет, хотя последние сроки ставятся под сомнение.

4. Механические ткани

Колленхима. Колленхима рано возникает в молодых побегах (но не в корнях), когда еще продолжается растяжение в длину. Если бы в это время возникали жесткие ткани, неспособные к растяжению, то растяжение органов стало бы невозможным. Колленхима же, обеспечивая прочность молодых органов, сама способна растягиваться по мере растяжения окружающих тканей. Пластичное (остаточное) растяжение ее оболочек возможно лишь при активном участии живого содержимого, которое выделяет вещества, снижающие упругость оболочек. Итак, пластичной растяжимостью обладают оболочки живых клеток. Пластичность оболочек колленхимы сохраняется еще и потому, что они не одревесневают.

Одна из особенностей колленхимы состоит в том, что она выполняет свое назначение только в состоянии тургора.

Склеренхима отличается от колленхимы признаками, указанными выше: она состоит из клеток с равномерно утолщенными и большей частью одревесневшими оболочками, а содержимое клеток отмирает после окончательного формирования оболочек. Таким образом, склеренхима выполняет свою функцию уже после отмирания протопластов.

Оболочки склеренхимных клеток обладают высокой прочностью, близкой к прочности стали. Отложение лигнина (одревеснение) повышает прочность оболочек, их способность противостоять раздавливанию. Однако одревеснение делает оболочки более хрупкими. Различают два основных типа склеренхимы — волокна и склереиды.

Волокна имеют форму прозенхимных клеток, сильно вытянутых в длину и заостренных на концах. Обычно они имеют толстые стенки и очень узкую полость. Волокна, входящие в состав древесины, называют древесинными волокнами (волокнунами либриформа), а входящие в состав луба — лубяными волокнами.

Склереидами называют склеренхимные клетки, не обладающие формой волокон. Они могут быть округлыми (каменистые клетки, брахисклереиды, ветвистыми (астросклереиды) или иной формы.

В стеблях колленхима и склеренхима чаще всего располагаются или непосредственно под эпидермой, или несколько глубже, но все же близко к поверхности.

1.3 Лекция № 3 (2 часа)

Тема: «Вегетативные органы растений, их функции и строение. Метаморфозы вегетативных органов»

1.3.1. Вопросы лекции:

1. Закономерности строения вегетативных органов (метамерия, полярность, симметрия). Эволюционное возникновение вегетативных органов.
2. Корень. Макро- и микроскопическое строение корня.
3. Побег и система побегов.
4. Лист. Морфология и анатомия листа. Метаморфозы вегетативных органов

1.3.2. Краткое содержание вопросов

1. Закономерности строения вегетативных органов (метамерия, полярность, симметрия). Эволюционное возникновение вегетативных органов.

Прогрессивная эволюция вегетативной части тела растений привела к функциональной специализации разных его участков и появлению вегетативных органов, т.е. частей тела, имеющих специфичную форму, строение и выполняющих определенный набор (вегетативных) функций. Исторически сложилось так, что морфологи имеют дело преимущественно с семенными растениями, все разнообразие вегетативной сферы которых можно описать как вариации немногих органов. Их принято называть основными вегетативными органами. С 60-х XIX в. различают три *основных вегетативных органа*: корень, стебель и лист («железная триада»).

В настоящее время выделяют основные вегетативные органы: побег и корень. Лист и стебель как элементы побега потеряли статус основных органов. Это органы более низкого порядка в иерархии конструктивных единиц тела растения.

Возникновение листьев и побеговой организации. Побеговая организация возникла из талломной, причем только цилиндрические талломы (теломы) преобразовывались в побеги. Существуют два принципиально возможных способа возникновения плоских органов фотосинтеза (листьев) на цилиндрическом таломе, и, вероятно, оба они реализовывались в эволюции растений. Один из них состоит в прогрессирующем развитии *энациев*, т.е. выростов поверхности тела с параллельным их уплощением. В результате появились многочисленные, как правило, густо покрывающие стебель мелкие листья крайне простой формы. В ходе последующей эволюции листья могли приобретать большие абсолютные размеры, но почти всегда сохраняли простую форму. Обладающие такими листьями растения называют *микрофилльными* независимо от абсолютного размера листьев. Это — некоторые сифоновые водоросли, по-видимому, мохообразные и, вероятно, плаунообразные.

Другой способ возникновения листьев связан с функциональной дифференциацией ветвей дихоподиально или моноподиально нараставших теломов и наиболее полно прослежен у теломных риниевых, тримерофитовых и примитивных папоротникообразных. При этом лидирующие ветви специализировались на размещении в пространстве более слабых ветвей, занимавших боковое положение и в основном осуществлявших функцию фотосинтеза. Равным образом эволюционное срастание веточек морфогенетически представляет собой незавершенное их разъединение в процессе ветвления.

Описанным способом возникали не очень многочисленные листья, сохранявшие некоторые признаки ветвей: длительный апикальный рост, сложное расчленение и относительно крупный размер. Последнее свойство дало основание называть растения с такими листьями *макрофилльными*, хотя в ходе последующей эволюции листья у многих из них стали мелкими и значительно упростили свою форму. К макрофилльным растениям относятся некоторые красные и бурые водоросли и большинство высших растений (кроме мохообразных и, возможно, плаунообразных).

2. Корень. Макро- и микроскопическое строение корня.

Ризоид. Прогресс в организации тела растений был связан с переходом их к прикрепленному образу жизни. *Ризоиды*, обычно представляющие собой подобные нитям ветвящиеся или неветвящиеся выросты поверхности тела. Они стелются по субстрату и проникают в глубь него, прочно закрепляя растение. Эволюционно ризоиды оказались первыми вегетативными органами растений. У водных растений они выполняют функцию закрепления организма на субстрате. У наземных растений наряду с функцией прикрепления ризоиды приобрели функцию поглощения воды и необходимых веществ.

Ризомоид. Наземные растения не могут использовать воздух для опоры своего тела вследствие его низкой плотности. Эволюционное увеличение размеров ортотропно растущих наземных растений было сопряжено с выработкой у них значительно более

мощного органа закрепления — *ризомоида*. Ризомоид представляет собой видоизмененный телом, покрытый ризоидами и растущий плагиотропно по поверхности или, возможно, на небольшой глубине внутри субстрата.

Корень. Остальные высшие растения имеют еще более совершенный орган закрепления и поглощения почвенных растворов — *корень*. Он представляет собой узкоцилиндрический, т.е. осевой, орган, способный расти ортотропно в глубь субстрата, что позволяет более прочно закреплять организм и полнее использовать ресурсы почвы.

Так как растущий корень должен продвигаться сквозь очень плотный субстрат, то он может расти только апикально. В отличие от апексов таллома и побега апекс корня формирует не только новые участки корня, но и особое образование — *корневой чехлик*, который с дистальной стороны и боков прикрывает апекс и защищает его от повреждений, когда он продавливается сквозь грунт. У большинства видов корень в этой зоне несет многочисленные *корневые волоски*, очень похожие на ризоиды и выполняющие такие же функции. Корневые волоски сильно увеличивают поверхность соприкосновения корня с почвой. У некоторых видов корневых волосков нет. Развитие корневых волосков позади удлиняющегося участка корня предохраняет их от обрывов при продвижении корня в плотном грунте. Они функционируют в течение нескольких дней и отмирают, вследствие чего зона всасывания смещается акропетально вслед за нарастающей верхушкой корня.

Корни многих семенных растений способны не только удлиняться, но и длительно утолщаться по всей длине. Это утолщение, как и подобное ему утолщение стеблей, называют вторичным.

Выделяют зоны корня: зона деления, зона роста, зона всасывания, зона проведения.

Корни способны ветвиться. У плаунов и, вероятно, других плаунообразных ветвление корней апикальное; у остальных, имеющих корни высших растений, ветвление корней боковое *эндогенное*. Боковые корни закладываются довольно далеко от апекса материнского корня, за его зоной всасывания, что предохраняет боковые корни от обрыва при росте материнского корня и не мешает ему выполнять функцию поглощения почвенных растворов.

Корневая система. В результате ветвления корней возникает *корневая система*, разные типы которой различаются особенностями слагающих ее корней и характером соединения корневой и побеговой систем.

Корневая система бывает стержневой, мочковатой и смешанной.

У некоторых семенных растений, преимущественно однодольных, главный корень развит слабо или быстро отмирает, а корневая система формируется благодаря развитию на гипокотиле и/или базальных узлах главного побега нескольких мощных придаточных корней. В этом случае корневая система выглядит как пучок более или менее одинаковых разветвленных корней и называется *мочковатой*.

3. Побег и система побегов.

Побег состоит из осевой части — *стебля*, несущей уплощенные боковые, или *аппендикулярные*, придатки — *листья*. Листья прикрепляются к стеблю в *узлах*. Соответственно участки стебля между узлами называют *междоузлиями*. Междоузлия могут быть *удлиненными* с длиной, превышающей диаметр стебля, или *укороченными*, когда их длина равна либо меньше диаметра стебля. Побег с удлиненными междоузлиями называют *удлиненным*. Побег, все междоузлия которого укорочены, называется *укороченным*, или *розеточным*. У деревьев и кустарников удлиненные побеги обычно называют *ростовыми* или *ауксибластами*, а укороченные — *брахибластами*. Если у побега часть междоузлий укороченная, а часть удлиненная, то говорят о *полурозеточном*

побеге. В поперечном сечении междоузлия обычно округлые, но бывают и иных очертаний.

Листья располагаются на стебле по-разному, но не хаотично, а строго закономерно, что позволяет различать несколько типов *листорасположения*, или *филлотаксиса*.

Мутовчатый филлотаксис свойствен побегам, на каждом узле которых находится несколько листьев, число которых специфично для вида растения, но чаще всего равно 3 или 4.

Супротивный филлотаксис отличается от мутовчатого тем, что на каждом узле располагается пара листьев.

Очередной, ил и **рассеянный**, филлотаксис наблюдается в тех случаях, когда на каждом узле располагается по одному листу.

Симметрию побега с очередным филлотаксисом обычно описывают как радиальную, что неверно. На самом деле такие побеги обладают особой *винтовой* симметрией, сочетающей элементы радиальной и поступательной симметрий. Симметрию побега с двухрядным филлотаксисом можно также рассматривать как *зеркально-поступательную*.

Ни один из реально существующих вариантов филлотаксиса не позволяет избежать взаимного перекрывания листьев. Однако степень перекрывания листьев значительно уменьшается благодаря различиям их размеров, а также искривлениям листьев и скручиваниям междоузлий стебля. В результате проекция листьев подобна флорентийской мозаике. Ее так и называют «*листовая мозаика*».

4. Лист. Морфология и анатомия листа. Метаморфозы вегетативных органов.

Листья современных растений очень разнообразны по размерам, очертаниям, расчленению на структурные компоненты. Основные элементы листа включает листовое основание, прилистники, черешок и листовую пластинку

Листовое основание — это базальная часть листа, которой он крепится к узлу побега.

У большинства растений основание вполне развитых листьев очень короткое и плохо заметное, но у некоторых видов оно разрастается в длину и ширину, более или менее полно охватывая междоузлие в виде *влагалища* (влагалищные листья). Края влагалища остаются свободными (незамкнутые влагалища) или срастаются на том или ином протяжении (замкнутые влагалища). У бананов, чемериц и некоторых других растений длинные трубчатые влагалища последовательно прикрепленных листьев на укороченном побеге, как матрешки, вставленные друг в друга, составляют так называемый *ложный стебель*, весьма полно имитирующий настоящий стебель.

Пластинка — главный элемент листа, осуществляющий фотосинтез. При описании листа характеризуют общее очертание пластинки, очертания ее основания и окончания, характер края и особенности расчленения глубокими выемками. У *цельных* листьев глубоких выемок нет, хотя край листа может быть не только ровным (цельнокрайний лист), но и зубчатым, городчатым и пр. Выемки глубиной до $\frac{1}{2}$ ширины половины пластинки расчленяют ее на *лопасти* (*лопастной* лист). Выемки глубиной $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$ ширины половины листовой пластинки разделяют *доли* *раздельного* *листа*. Еще более глубокие выемки выделяют *сегменты* *рассеченного* листа. Лопасты, доли и сегменты располагаются перисто- или пальчато-.

В листовой пластинке развиты *жилки* — протяженные структуры, в которых проходят элементы проводящей системы. Совокупность жилок листовой пластинки составляет ее *жилкование*, особенности которого у разных видов неодинаковы. Различают *открытое* жилкование, когда соседние жилки не связаны друг с другом и слепо оканчиваются по краю листа, и *закрытое*, когда между соседними жилками имеются

перемычки — анастомозы. Выделяют: *дихотомическое*, *параллельное*, *дуговидное*, *сетчатое*, *перистое*

У многих видов на листовом основании развиваются парные выросты — *прилистники*. Есть виды, у которых зеленые прилистники сохраняются и фотосинтезируют наряду с листовой пластинкой.

В зависимости от числа листовых пластинок различают простые и сложные листья. У первых пластинка одна, у вторых — несколько. Каждая пластинка сложного листа независимо от своего размера носит название *листочек* (сложного листа). Листочки *пальчато-сложных* листьев скучены на вершине черешка, а листочки *перисто-сложных* листьев располагаются попарно вдоль *рахиса*, представляющего собой непосредственное продолжение черешка. Рахис оканчивается слепо либо непарным листочком. В первом случае лист имеет четное число листочков и называется *парноперистосложным*, а во втором — нечетное число и называется *непарноперистосложным*. Листья с 3 листочками относят к *тройчатосложным*.

Разнообразие листьев на побеге. Листья, развивающиеся на одном побеге, никогда не бывают абсолютно одинаковыми. Выделят 3 формации. Листья *низовой формации*, или *катафиллы*, чешуевидные и состоят из разросшегося листового основания, а пластинка и прилистники отсутствуют или представлены маленькими рудиментами на верхушке катафилла. Листья *срединной формации* наиболее крупные и сложно устроенные листья побега, обеспечивающие фотосинтетическую функцию растения. В области соцветия (следовательно, не на всех побегах!) развиты *гипсофиллы*, т.е. мелкие слаборасчлененные листья *верховой формации*. Часто они представлены, как и катафиллы, чешуевидными разросшимися основаниями с редуцированными прилистниками и пластинками.

Значительные различия между листьями разных узлов одного побега или разных побегов одного растения определяют как *гетерофилию*.

Ветвление побега. Ветвление побега происходит внутри терминальной почки. Теоретически оно может быть апикальным (верхушечным) и латеральным (боковым). При апикальном ветвлении апекс разделяется на дочерние апексы равного или неравного размера.

Почка. В пазухе листа обычно развивается одна почка, но у некоторых видов в одной пазухе закладывается несколько почек, как правило, разных размеров. *Серийные пазушные почки* располагаются в медианной плоскости кроющего листа в один или два ряда от пазухи вверх по междоузлию. *Коллатеральные пазушные почки* вес находятся в пазухе кроющего листа, в ряд поперек стебля. Есть растения, у которых одиночные пазушные почки рано ветвятся, причем их пазушные почки быстро вырастают и лишь немногим уступают в размерах материнской почке. Группа таких почек сильно напоминает коллатеральные почки.

Боковые почки могут прорасти без периода покоя в боковые *побеги обогащения*, которые растут в том же вегетационном сезоне, что и материнский побег, как бы обогащая его крону.

Боковые ветви распределены по материнскому побегу неравномерно. При *базитонном ветвлении* они находятся главным образом в базальной части побега. Такое ветвление очень хорошо выражено у многолетних трав и полукустарников. При *акротошном ветвлении* боковые ветви располагаются преимущественно в дистальной части побега. Такое ветвление типично для деревьев, поскольку хорошо соответствует задаче формирования вынесенной ввысь кроны. *Мезотонное ветвление*, при котором ветви сосредоточены в средней части побега, встречается нечасто, главным образом у растений с плагитропными наземными и подземными побегами.

Метаморфозы побега. Диапазон метаморфозов побега очень широк: от не-большого отклонения от типичного строения до сильно измененных форм, в которых лишь с большим трудом удастся распознать побег.

Кочан — гигантская покоящаяся открытая почка с утолщенной стеблевой частью (кочерыгой) и десятками молодых неразвернувшихся листьев. В кочане запасные вещества депонированы и в кочерыге, и в листьях.

Корневище представляет собой долговечный побег, в котором запасает ассимиляты стебель, а листья представлены катафиллами, как правило, очень недолговечными.

Каудекс очень похож на укороченное ортотропное корневище. Однако при нем всегда сохраняется мощный главный корень, причем граница между корнем и собственно каудексом с возрастом становится трудноразличимой.

Клубень обозначают метаморфозы разных органов: побега, гипокотыля, корня, характеризующиеся значительной толщиной и не несущие заметных листовых органов. *Стеблевой* клубень представляет собой *терминальную* часть закончившего продольный рост видоизмененного элементарного побега.

Туберидий очень похож на клубень, но развивается из *базальной* части надземного побега, включающей одно или несколько утолщающихся междоузлий, запасующих воду и ассимиляты.

Клубнелуковица — это подземный укороченный метаморфизированный побег с толстым стеблем, запасующим ассимиляты, придаточными корнями, отрастающими с нижней стороны клубнелуковицы, и сохраняющимися засохшими основаниями листьев, в совокупности составляющими защитный покров.

Луковица резко отличается от других видоизмененных запасующих побегов тем, что запасные вещества в ней откладываются в чешуях листовой природы, а стебель преобразован в донце: он очень сильно укорочен, имеет форму диска и снизу несет придаточные корни.

Колючки — это побеги с ограниченным продольным ростом, очень твердым одревесневающим стеблем и острой верхушкой.

Метаморфозы листа. *Ловчие пузырьки* пузырьчатки, представляющие собой асцидиатные конечные доли многократно отдельных листьев, устроены наиболее сложно.

Филлодии — это уплощенные черешки, функционально замещающие пластинку простого листа или листочки сложного листа, которые развиты слабо или вообще отсутствуют.

Они активно улавливают плавающую в воде добычу. У них имеется подвижный клапан, плотно замыкающий устье. В пустом закрытом пузырьке давление воды отрицательное. Снаружи вокруг устья растопырены 4 длинных волоска, или *антенны*, обладающие тактильной чувствительностью. При соприкосновении жертвы с антенной клапан резко отгибается внутрь пузырька, ток воды заносит жертву в пузырек, а возникающий гидростатический удар захлопывает клапан. Весь процесс занимает около 15 мс (миллисекунд).

Филлодиям свойственно параллельное или дуговое жилкование, притом что жилкование пластинки — сетчатое. Поэтому многие ботаники подозревают, что листья однодольных, для которых столь характерно параллельное и дуговое жилкование, суть филлодии.

Очень интересны метаморфозы листа, по облику и функциям сходные с метаморфозами побега. Это *листовые усики* и *колючки*, которые могут соответствовать всему листу или только его отдельным структурным элементам (например, некоторым листочкам и рахису сложного перистого листа, как усики гороха, или прилистникам, как колючки белой акации).

От колючек листового и побегового происхождения следует отличать похожие на них *шипы*, которые представляют собой не метаморфизированные органы, а выросты поверхности стебля и листа (например, у розы). Чаще всего они располагаются без определенного порядка.

Метаморфозы корня. Особенность метаморфозов корней состоит в том, что очень многие из них отражают не изменения главных функций корня, а изменения условий их выполнения.

Наиболее распространенным метаморфозом корня, по-видимому, следует считать *микоризу*, т.е. комплекс корня и сросшихся с ним гиф грибов, из которых растение получает воду с растворенными в ней минеральными веществами. Гриб, в свою очередь, извлекает из корня ассимиляты. Такое сожительство, полезное обоим организмам разных видов, называют *симбиозом*, хотя правильнее было бы рассматривать его как взаимный паразитизм. В микоризе одних видов растений, главным образом трав, гифы гриба проникают внутрь корня. Это *эндомикориза*, внешне практически неотличимая от сосущих корней. У других видов растений, преимущественно деревьев и кустарников, имеется *эктотомикориза*, в которой гифы гриба густо оплетают корень снаружи, плотно прилегая в определенных местах к его поверхности. Сам корень теряет способность к неограниченному росту, изменяется текстура его поверхности и внутреннее строение.

Бобово-ризобийный симбиоз осуществляется через развивающиеся на корнях *клубеньки*, содержащие внутри ризобии в особой форме бактериоидов, которые потребляют ассимиляты растения и синтезируют аммонийные соединения, используя азот воздуха. Аммонийные соединения усваиваются растением. Форма клубеньков у разных видов бобовых бывает веретеновидной, шаровидной, неправильной; у ряда бобовых клубеньки ветвящиеся. У наиболее знакомых европейским и североамериканским ботаникам видов бобовых клубеньки настолько не похожи на корни, что некоторые ученые считают их особого рода опухолями. Однако сравнение клубеньков у бобовых мировой флоры показывает, что все они представляют видоизменение боковых корней.

У небобовых семенных растений симбиоз с азотфиксирующими организмами осуществляется посредством метаморфизированных *коралловидных* корней. Такие корни слабо растут в длину, но обильно ветвятся, причем боковые корни остаются частично сросшимися с материнским корнем и друг с другом. У ольхи в коралловидных корнях поселяются актиномицеты. Саговниковые вступают в симбиоз с цианеями, которые фиксируют атмосферный азот. Несмотря на то, что цианеи усваивают азот воздуха только в отсутствие света, коралловидные корни саговниковых обладают отрицательным геотропизмом, т.е. растут против силы тяжести до тех пор, пока не выставятся верхушками над субстратом. Возможно, это облегчает поглощение ими азота из воздуха.

Немногие высшие растения перешли к гетеротрофному паразитическому или полупаразитическому существованию на других высших растениях. Они извлекают необходимые им вещества из тела хозяина посредством *гаусторий*. Гаустория, проникающая в тело хозяина, настолько отличается от обычного корня, что некоторые ботаники отказываются признать ее за метаморфизированный корень.

У ряда растений тропических болот развиваются *пневматофоры*, или *дыхательные корни*, снабжающие кислородом корневую систему, располагающуюся в анаэробной почве или иле. Пневматофоры — это утолщенные отрицательно геотропичные корни с ограниченным ростом, выступающие над субстратом и пронизанные огромным числом полостей, по которым кислород воздуха диффундирует к скелетным и сосущим корням.

Выполнение корнем опорной функции может также сочетаться с его метаморфозом. *Ходульные* корни, обычно развивающиеся у прибрежных тропических деревьев, — это придаточные корни на надземных побегах, которые растут вниз, не ветвясь и не образуя корневых волосков, пока не достигнут субстрата, где обильно ветвятся. От обычных корней ходульные корни отличаются не столько обликом, сколько

тем, что значительные их участки находятся над землей и функционируют, подобно стеблям, как опорные колонны, а не как заякоривающие канаты.

Значительно сильнее от обычных корней отличаются *досковидные* корни, отходящие горизонтально от основания ствола некоторых деревьев, главным образом тропических, и в механическом отношении соответствующие контрфорсам. Такие корни вначале устроены вполне ординарно. Они приобретают досковидную форму постепенно в процессе резко асимметричного вторичного утолщения, ограниченного верхней стороной горизонтального корня. Впрочем, некоторые ботаники полагают, что досковидная форма корней никак не связана с их опорной функцией, а их резко асимметричное утолщение обусловлено недостатком кислорода с нижней стороны корня, что препятствует проявлению там ростовых процессов.

Корни-прицепки развиваются на узлах побегов немногих видов лиан и закрепляются на опоре. Эти корни быстро прекращают рост, не развивают корневых волосков, но часто образуют множество боковых корней в одной плоскости, также отличающихся ограниченным ростом и отсутствием корневых волосков. В результате на узлах возникают перистые структуры, плотно прилегающие и прикрепляющиеся к субстрату.

Контракtilьные корни, развивающиеся на корневищах и луковицах, заглубляют их в грунт. Такие корни вначале интенсивно растут в длину не ветвясь, а затем сильно замедляют продольный рост и обильно разветвляются на конце. Разветвления прочно заякоривают верхушку контракtilьного корня, а лишенная боковых корней базальная его часть укорачивается и втягивает корневище или луковицу в глубь почвы. Благодаря этому нарастающие корневища и луковицы остаются на одной и той же глубине. *Запасающие* корни сильно утолщены. Это могут быть боковые и/или придаточные корни, которые называют *корневыми шишками*, или *корневыми клубнями*, либо главный корень. В последнем случае у растения формируется *корнеплод*, в образовании которого участвуют также утолщенные ги-покотиль и основание главного побега. В зрелом корнеплоде граница между органами неразличима.

Очень редко корни специализируются на выполнении функции защиты растения от фитофагов. В этих случаях они преобразуются в *корневые колючки*, как у тропических эпифитов из рода *Myrmecodia*.

У немногих водных видов есть *ассимилирующие* корни, играющие значительную роль в обеспечении растения ассимилятами. Ассимилирующие корни бывают двух типов ветвящиеся, напоминают стелющиеся по дну пластинчатые талломы. Другие располагаются в толще воды на узлах побега, радиально-симметричны, имеют ограниченный апикальный рост и несут несколько ортостих обильных боковых корней. Ассимилирующие корни обоих типов корневых волосков не образуют.

1.4 Лекция № 4 (2 ч)

Тема: «Введение в систематику. Общая характеристика низших растений. Водоросли. Грибы. Лишайники»

1.4.1. Вопросы лекции:

- 1.1. Задачи и методы систематики. Классификации, номенклатура, филогенетика.
- 1.2. Филогенетическое положение грибов. Цитологические особенности и размножение. Классификация грибов.
- 1.3. Общая характеристика водорослей. Классификация водорослей. Отделы: диатомовые, зелёные, красные и бурые водоросли. Значение водорослей в природе и их использование человеком.
- 1.4. Отдел Лишайники - классификация, характеристика и значение.

1.4.2. Краткое содержание вопросов:

1 Задачи и методы систематики. Классификации, номенклатура, филогенетика.

Живая природа представляет собой сложно организованную иерархическую систему. Изучением многообразия организмов, выявлением их сходства и различий, классификацией по группировкам (таксонам) разного ранга занимается наука **систематика**. Принципы систематики, введение бинарной номенклатуры разработаны шведским ученым К. Линнеем (1753г).

Основы современной классификации растений и животных были заложены в XVIII в. шведским ученым К. Линнеем (1707-1778). Считая, что нахождение определенного порядка в природе является главной целью науки, К. Линней в качестве основной (начальной) систематической (таксономической) единицы (таксона) определил вид, под которым он понимал совокупность организмов, сходных между собой, как сходны дети от одних родителей, и способных давать плодородное потомство. Однако К. Линней считал, что со времени создания виды постоянны и неизменны. Он полагал также, что каждый классифицируемый организм должен быть сравним с идеальным типом и что все подобные организмы должны группироваться вокруг идеального типа. На основе изучения сходства организмов он подразделил животных на млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, рыб, насекомых, червей, а также ввел в оборот такие таксономические единицы, как вид, род, отряд, класс, разместив их в виде иерархической системы и определив их соподчиненность, заключающуюся в том, что каждая категория более высокого уровня включает в себя одну или несколько категорий низшего порядка. Например, класс включает в себя несколько отрядов, отряд — несколько родов, а род — несколько видов.

Методы систематики: сравнительно — морфологический, палеоботанический, онтогенетический, физиолого-биохимический, цитологический.

Задача систематики - расположить организмы в такую систему, которая отражала бы историю развития мира организмов от форм древнейших и примитивных до современных и самых сложных. Определяя место вида в системе органического мира, систематика имеет важное теоретическое и практическое значение, позволяя ориентироваться в огромном разнообразии живых существ.

Проблемы систематики охватывают вопросы классификации, номенклатуры и филогенетики.

Классификация. Распределение организмов в соответствии с их сходством и различием по определенной системе соподчиненных (иерархических) категорий.

Номенклатура — перечень названий организмов и категорий, употребляемых в систематике. **Таксономические категории** - определенные ранги или уровни классификации, т.е. ступени определенной иерархии. **Таксоны** - совокупность реально существующих или существовавших организмов, отнесенных к определенным таксономическим категориям. (Примеры таксонов и категорий). Построение филогенетической системы.

Филогенетика. Изучает историческое развитие живых организмов (филогенез) и его закономерности как в целом, так и в эволюцию таксонов разного ранга - от видов и родов до царств. Основа филогенетики - эволюционная теория, дарвинизм. Филогенетика изучает, в частности, такие проблемы, как эволюция и происхождение организмов, перспективы эволюции и возможности влияния на эволюционный процесс, механизмы микроэволюции и возникновение в результате видов.

Понятие «вид» закрепилось в биологии еще в середине 17 века после работ Карла Линнея, однако его строгого общепринятого определения не существует. Вид объединяет множество реальных особей; тождественных и имеющих общее географическое расположение.

Виды возникают и существуют в процессе эволюции. По Комарову В.Л., «... вид есть совокупность поколений, происходящих от общего предка и под влиянием среды и

борьбы за существование обособленных отбором от остального мира живых существ; вместе с тем вид есть определенный этап в процессе эволюции».

Вид основная структурная единица в системе живых организмов и особый качественный этап эволюции. Вследствии этого вид представляет собой основную таксономическую категорию в систематике.

2. Филогенетическое положение грибов. Цитологические особенности и размножение. Классификация грибов.

Грибы — одно из самых больших царств организмов, разнообразных по строению и образу жизни. Появилась эта древняя группа 450...500 млн лет тому назад. В силуре уже были микоризные грибы. К концу каменноугольного периода существовало три класса грибов. Ископаемые грибы напоминали современные. Грибы имеют полифилитическое происхождение: их группы произошли независимо от разных жгутиковых. Некоторые грибы предположительно произошли от водорослей или амeboидных предков. Слизевики, родство которых неясно, обычно включают в царство Грибы. Лишайники, которых раньше относили к растениям, также сейчас предпочитают рассматривать в составе грибов, в ранге отдела или класса.

Общие сведения. Существует около 100 000 видов грибов, разнообразных по внешнему виду и распространению. Среди грибов есть микроскопически малые и гигантские организмы. Все тело дрожжевого гриба состоит из одной клетки микроскопических размеров, а трутовик имеет мицелий, пронизывающий ствол дерева от основания до вершины, и образует сложно устроенные многолетние плодовые тела внушительных размеров. Продолжительность жизни грибов — от нескольких дней до десятков лет. Долговечностью мицелия объясняются находки плодовых тел грибов на одном и том же месте из года в год.

Общие признаки. Грибы - особое царство живых организмов, насчитывающее 100 000 видов. В них сочетаются черты растений и животных, а также признаки, свойственные только грибам. Признаки растений: неподвижность, постоянный рост, питание растворенными веществами, наличие клеточных оболочек. Признаки животных: отсутствие пластид и способности к фотосинтезу, наличие хитина в клеточных оболочках.

Вегетативное тело гриба представляет собой мицелий (грибницу), состоящий из нитей - гифов. Это признак, свойственный только грибам.

Шляпочные грибы. Помимо грибницы они образуют плодовые тела, которые в быту и называют грибами. Плодовое тело также состоит из гиф и делится на шляпку и ножку. С нижней стороны шляпки видны пластинки или отверстия очень тонких трубочек.

Различают трубчатые и пластинчатые грибы. Трубчатые грибы: белый, подберезовик, масленок и др. Пластинчатые грибы: сыроежка, опенок, лисичка и др.

В трубочках и на пластинках образуются мельчайшие споры. Даже в небольших плодовых телах их миллионы. Попав в благоприятные условия, спора прорастает в гифу. Гифы растут, ветвятся, число клеток увеличивается. Образуется мицелий - белая плесень на земле, опавших листьях. В этом виде гриб может пребывать длительное время.

Шляпочные грибы всасывают из почвы воду, минеральные соли, органические вещества. Многие из них (но не все) могут получать органические вещества только из корней деревьев. При этом гифы тесно оплетают корень и даже проникают внутрь его клеток. Корни дерева, в свою очередь, получают от гриба воду и минеральные соли. Подобные связи называются симбиозом, а симбиоз мицелия гриба с корнями - микориза. Одни грибы связаны лишь с определенными древесными породами (подосиновик - осина, подберезовик - береза), другие - с несколькими (белый гриб - сосна, ель, дуб, береза). Не образуют микоризу, например, шампиньоны. Поэтому их легче разводить искусственно.

Большинство шляпочных грибов съедобны. Однако среди них есть и малосъедобные и очень ядовитые грибы. Самые ядовитые грибы - бледные поганки, ядовиты также мухоморы, ложные опята, ложные лисички, горький боровик и др.

Плесневые грибы. Очень многие грибы не образуют крупных плодовых тел, но размножаются также спорами. Плесневые грибы образуют мицелий на хлебе, варенье и других продуктах. Гриб мукор представляет собой белую пушистую плесень. Споры же образуются внутри шарообразных спорангиев. Мицелий мукора не разделен на клетки, но ядер много.

Гриб пеницилл образует зеленую плесень. Мицелий разделен на клетки. Некоторые гифы образуют на концах кистевидные разветвления, заканчивающиеся цепочками спор. Из пеницилла изготавливают одно из известнейших лекарств - пенициллин. Применяется он при гнойно-воспалительных заболеваниях, легочных заболеваниях и др. Пенициллин относится к антибиотикам - веществам, подавляющим развитие многих бактерий и вирусов.

Дрожжевые грибы. Дрожжи - также грибы, однако не имеют настоящего мицелия. Под микроскопом видно, что дрожжи представляют собой либо отдельные клетки, либо цепочки, возникшие в результате размножения - почкования. В диком состоянии дрожжи не известны. Как некоторые бактерии, они осуществляют процесс брожения. Дрожжи разлагают сахар с образованием спирта и углекислого газа.

Грибы-паразиты. Вероятно, не менее 30% всех грибов - паразиты растений, а некоторые вызывают опасные болезни животных и человека - микозы. Назовем важнейшие паразитические грибы, вызывающие болезни сельскохозяйственных культур.

Головневые грибы. Паразитируют на пшенице, ржи, кукурузе и других сельскохозяйственных злаках. Признак поражения - черные, как бы обугленные колоски, наполненные спорами гриба.

Хлебная ржавчина. Поражает главным образом пшеницу. За лето образуется несколько поколений спор ржаво-красного цвета, покрывающих листья и стебли. Цикл развития гриба очень сложный. Весной и в начале лета он развивается на барбарисе.

Мучнистая роса картофеля - фитофтора. Признак поражения - белый пушок на листьях и клубнях. В середине прошлого века порча картофеля мучнистой росой вызывала настоящий голод среди населения, питающегося главным образом картофелем.

Большое распространение имеют также мучнистая роса крыжовника и роз, парша плодовых деревьев, спорынья ржи (вызывает отравление) и многие другие.

Трутовики. Так называют грибы, образующие многолетние копытообразные плодовые тела на деревьях. Они могут питаться живыми клетками деревьев, но также и мертвой древесиной.

3. Общая характеристика водорослей. Классификация водорослей. Отделы: диатомовые, зелёные, красные и бурые водоросли. Значение водорослей в природе и их использование человеком.

Водоросли (Algae), обширная и неоднородная группа примитивных, напоминающих растения организмов. За немногими исключениями, они содержат зеленый пигмент хлорофилл, который необходим для питания путем фотосинтеза, т.е. синтеза глюкозы из диоксида углерода и воды. Очень редко встречаются бесцветные водоросли, но во многих случаях зеленый хлорофилл маскируется у них пигментами другого цвета. Фактически среди тысяч видов, входящих в эту группу, можно найти формы, окрашенные в любой из тонов солнечного спектра. Хотя водоросли иногда относят к наиболее примитивным организмам, это мнение можно принять лишь с существенными оговорками. Действительно, у многих из них отсутствуют сложные ткани и органы, сравнимые с хорошо известными у семенных растений, папоротниковидных и даже у мхов и печеночников, однако все процессы, необходимые для роста, питания и

размножения их клеток, весьма, если не полностью, сходны с происходящими в растениях. Таким образом, физиологически водоросли достаточно сложны.

Водоросли – самые многочисленные, самые важные для планеты и шире всего распространенные фотосинтезирующие организмы. Их много повсюду – в пресных водах, на суше и в морях, чего нельзя сказать, например, о печеночниках, мхах, папоротниковидных или семенных растениях. Невооруженным глазом водоросли часто можно наблюдать в виде мелких или крупных пятен зеленой или иначе окрашенной пены («тины») на поверхности воды. На почве или древесных стволах они обычно выглядят как зеленая или сине-зеленая слизь. В море слоевища крупных водорослей (макрофитов) напоминают красные, бурые и желтые блестящие листья различной формы.

Морфология и анатомия. Размеры водорослей широко варьируют – от микроскопических форм диаметром или длиной в тысячные доли сантиметра до морских гигантов длиной более 60 м. Многие водоросли – одноклеточные или состоят из нескольких клеток, образующих рыхлые агрегаты. Некоторые представляют собой строго организованные колонии клеток, но есть и настоящие многоклеточные организмы. Клетки могут соединяться торцами, образуя цепочки и нити – как ветвистые, так и неветвистые. Вся структура в целом иногда выглядит как маленький диск, трубка, булава и даже дерево, а иногда напоминает ленту, звезду, лодочку, шар, лист или пучок волос. Поверхность клеток может быть гладкой, или же покрытой сложным узором из шипов, сосочков, ямок и гребней.

У большинства водорослей клетки по общему строению сходны с зелеными клетками растений, например кукурузы или томата. Жесткая клеточная стенка, состоящая в основном из целлюлозы и пектиновых веществ, окружает протопласт, в котором различают ядро и цитоплазму с включенными в нее особыми органоидами – пластидами. Самые важные из них – хлоропласты, содержащие хлорофилл. В клетке также имеются заполненные жидкостью полости – вакуоли, которые содержат растворенные питательные вещества, минеральные соли и газы. Однако такая структура клетки свойственна не всем водорослям. У диатомовых одним их важнейших составляющих клеточной стенки является кремнезем, создающий как бы стеклянный панцирь. Зеленый цвет хлоропластов часто маскируется другими веществами, обычно – пигментами. У небольшого числа водорослей жесткой клеточной стенки нет совсем.

Локомоция. Многие водные вегетативные клетки и колонии водорослей, а также некоторые типы их репродуктивных клеток движутся довольно быстро. Они снабжены одним или несколькими бичевидными придатками – жгутиками, биение которых проталкивает их сквозь толщу воды. Некоторые лишенные клеточной стенки водоросли способны вытягивать вперед части своего тела, подтягивать к ним остальные и за счет этого «ползти» по твердым поверхностям. Такое движение называется амeboидным, поскольку примерно так же перемещаются всем известные амобы. Прямолинейная или зигзагообразная локомоция диатомовых – обладателей твердой клеточной стенки, – вероятно, обусловлена токами воды, создаваемыми различными струйчатыми движениями их цитоплазмы. Скольжение, ползание, волнообразное перемещение более или менее жестко прикрепленных к субстрату водорослей обычно сопровождается образованием и разжижением слизи.

Размножение. Почти все одноклеточные водоросли способны размножаться простым делением. Клетка делится надвое, обе дочерние клетки – тоже, и этот процесс в принципе может идти до бесконечности. Поскольку клетка погибает только в результате «несчастливого случая», можно говорить о своего рода бессмертии. Особый случай – клеточное деление у диатомовых. Их панцирь состоит из двух половинок (створок), входящих друг в друга, как две части мыльницы. Каждая дочерняя клетка получает одну родительскую створку, а вторую достраивает сама. В результате у диатомеи одна створка может быть новой, а вторая – полученной в наследство от далекого предка. Протопласт некоторых вегетативных клеток способен разделяться с образованием подвижных или

неподвижных спор. Из них после длительного или короткого периода покоя развивается зрелая водоросль. Это одна из форм бесполого размножения. При половом размножении у водорослей формируются мужские и женские половые клетки (гаметы). Мужская гамета сливается с женской, т.е. происходит оплодотворение, и образуется зигота. Последняя, обычно после периода покоя, длящегося в зависимости от вида водорослей от нескольких недель до нескольких лет, начинает расти и дает в конечном итоге взрослую особь. Гаметы сильно варьируют по размерам, форме и подвижности. У некоторых водорослей мужская и женская гаметы структурно сходны, а у других четко различаются, т.е. представляют собой спермии и яйцеклетки. Таким образом, половое размножение водорослей имеет множество форм и уровней сложности.

Водоросли – обитатели воды. Они живут в водоемах с красной водой, соленой, а есть и такие, которые живут на коре деревьев.

Водоросли:

- одноклеточные (хламидомонада, хлорелла)
- многоклеточные (улотрикс, спирогира).

Группа водорослей содержит отделы: Зеленые, Бурые, Красные. Водоросли являются производителями первичного органического вещества. Водоросли поддерживают уровень кислорода в атмосфере. Из водорослей получают множество химических веществ, необходимых человеку: альгинаты; агар; кизельгур; ламинария используется в пищу, порфира – настоящий деликатес; одноклеточная водоросль – хлорелла использовалась в качестве лабораторного объекта в космических исследованиях.

Человек использует водоросли в хозяйстве, употребляет их в пищу.

Кроме пользы водоросли могут наносить определенный вред, например при разложении остатков в водоеме накапливается огромное число аэробных бактерий, которые приводят к резкому истощению запасов кислорода в воде. В результате начинается гибель всех других организмов водоема.

4 . Отдел Лишайники - классификация, характеристика и значение.

Как и грибы, лишайники - особая и очень распространенная группа (25 000 видов) живых организмов.

Внешнее строение. Лишайники встречаются трех типов. Кустистые лишайники похожи на беловатые "кустики" или "косматые бороды", свисающие с ветвей деревьев. Листоватые лишайники представляют собой пластинки на почве или коре деревьев, несколько похожие на сухие листья. Накипные лишайники, похожие на накипь, сплошь покрывают в горах камни и скалы. Размеры лишайников невелики - несколько сантиметров. Окраска разнообразна: желтая, белая, серая, почти черная, красноватая, зеленовато-серая.

Лишайники - симбиотические организмы. На разрезе через любой крупный лишайник хорошо видны клетки водорослей или фотосинтезирующих бактерий, оплетенные гифами гриба. Гриб и водоросль находятся в таком тесном контакте, что возникает как бы единый организм. Водоросль в результате фотосинтеза вырабатывает органические вещества, которые используются грибом. Гриб снабжает водоросль водой и минеральными солями. Гриб более сильный компонент лишайника, часто угнетающий клетки водорослей. В свободном состоянии гриб лишайника практически не может существовать. Водоросль гораздо меньше зависит от гриба.

Размножение лишайников. Лишайники размножаются маленькими клубочками, состоящими из клеток водорослей и гифов гриба. Размножаются лишайники и частями своего тела - слоевища. Кроме того, гриб и водоросль часто сохраняют собственные способы размножения.

Экология и значение лишайников. Лишайники нетребовательны к субстрату и часто играют роль первопоселенцев на совершенно голых скалах. Лишайники могут пребывать в почти обезвоженном состоянии. При этом они выдерживают сильное

нагревание и жестокие холода. И наоборот, лишайники очень чувствительны к ядовитым веществам, содержащимся в воздухе, особенно к сернистому газу, который разрушает хлорофилл. Вот почему лишайники используют для оценки чистоты воздуха в городах и их окрестностях, а также для контроля за выпадением радиоактивных осадков.

В хозяйственном отношении в тундре большую роль играет ягель, или "олений мох", которым питаются олени. Следует иметь в виду, что растут лишайники чрезвычайно медленно, на 0,1-10 мм в год.

1.5 Лекция № 5 (2 часа)

Тема: «Археγονиальные растения: общая характеристика, происхождение, филогенетическая связь»

1.5.1. Вопросы лекции:

1. Происхождение и классификация споровых растений. Общее направление эволюции. Значение споровых растений.
2. Происхождение, общая характеристика и классификация Голосеменных.
3. Эволюционные связи голосеменных с высшими споровыми растениями. Основные представители и их хозяйственное значение.
4. Биологические преимущества семенных растений

1.5.2. Краткое содержание вопросов:

1. Происхождение и классификация археγονиальных растений. Общее направление эволюции. Значение споровых растений.

Высшие растения, или Наземные растения, или Эмбриофиты — тип зеленых растений, которым свойственна дифференциация тканей, в отличие от низших растений – водорослей. К высшим растениям относятся мхи и сосудистые растения (папоротникообразные, псилотовые, хвошевидные, плауновидные, голосеменные и покрытосеменные).

Эволюция высших растений тесно связана с выходом на сушу и завоеванием наземных ниш.

Развитие специализированных тканей было важным условием для выхода растений на сушу. Для комфортного существования в воздушной среде растениям было необходимо развить как минимум эпидермис с устьицами для защиты от высыхания и теплообмена и проводящие ткани для обмена минеральных и органических веществ. Результатом выхода растений на сушу также стало деление организма растения на корень, стебель и лист.

Большое разнообразие условий существования наземной жизни объясняет чрезвычайное богатство форм растений. Но, несмотря на разнообразие внешнего вида, всем высшим растениям свойственен один тип полового процесса (оогамия) и два варианта одного типа смены ядерных фаз, или «смены поколений» (гетероморфные циклы развития с преобладанием либо спорофита, либо гаметофита). Во всех случаях оба «поколения» — гаметофит и спорофит — различаются морфологически, цитологически и биологически. В эволюции почти всех отделов высших растений (за исключением мохообразных) в циклах развития преобладает спорофит.

Чем ниже уровень эволюционного развития высших растений, тем в большей степени их половой процесс зависит от наличия воды. У более примитивных растений (например, плаунов, хвощей, папоротников и особенно мхов) некоторые фазы развития организма происходят только в воде. Она необходима для активного передвижения мужских половых клеток при оплодотворении, а само половое «поколение» (гаметофит) тоже нуждается для своего существования иногда в очень значительной влажности. Вероятно, предки высших растений жили в водной среде, где проходили и все стадии их развития.

Высшие растения, вероятно, произошли от каких-то водорослей. Об этом говорит прежде всего то, что в геологической истории растительного мира эре высших растений предшествовала эра водорослей. В пользу этого предположения также свидетельствуют, например, следующие факты: 1) сходство наиболее древней и уже давно вымершей группы высших растений — риниофитов — с водорослями и, в частности, очень сходный характер их ветвления;

2) сходство в чередовании «поколений» высших растений и многих водорослей;

3) наличие жгутиков и способность к самостоятельному плаванию у мужских половых клеток многих высших растений;

4) сходство в строении и функциях хлоропластов.

Предполагают, что высшие растения произошли скорее всего от зеленых водорослей, пресноводных или солоновато-водных.

Наземные условия существования резко отличаются от условий жизни в воде. На земле высшее растение живет одновременно в двух существенно разных средах. В то время как надземные его части приспособились к жизни в атмосфере, подземные органы проводят свою жизнь в почве. Воздушная среда характеризуется гораздо большим содержанием кислорода, чем водная, а почвенная — иными условиями минерального питания и особенно водоснабжения. Поэтому переход предков высших растений в эти совершенно новые для них условия обитания мог произойти лишь по мере выработки специальных приспособлений для водоснабжения, для защиты половых органов от высыхания и для обеспечения полового процесса. Приспособления эти выразились в возрастающем расхождении спорофита и гаметофита и в появлении защищенных слоев стерильных клеток многоклеточных половых органов; в глубокой морфологической дифференциации спорофита и возникновении многоклеточных вместилищ спор (спорангиев); в развитии проводящей и механической систем тканей, появлении эпидермы, устьиц и т. д. Эволюция большинства высших растений, за исключением вторичных водных форм, шла по пути возрастающего приспособления к условиям наземного существования.

Недавно было высказано предположение, что переходу водорослевого предка высших растений в условия наземного существования значительно способствовал симбиоз с грибами. Как известно, симбиоз с грибами характерен для большинства высших растений, причем наиболее обычной его формой является симбиоз грибов с подземными органами (так называемая микориза).

Грибы, относимые к вымершему роду палеомицес (*Palaeomyces*), найдены в подземных частях ряда древнейших высших растений, в частности в подземных органах вымершего рода хорнеофит (*Horneophyton*). Наличие гриба в тканях подземного органа, вероятно, способствовало более интенсивному использованию минеральных веществ, особенно фосфатов, заключенных в бедных питательными веществами субстратах силурийского и девонского периодов. Кроме того, предполагают, что наличие гриба в тканях подземных органов могло также способствовать повышению устойчивости высшего растения к засыханию.

2. Происхождение, общая характеристика и классификация Голосеменных.

Общая характеристика. Первые голосеменные появились в конце девонского периода около 350 млн. лет назад; вероятно, они произошли от древних папоротниковидных, вымерших в начале каменноугольного периода. В мезозойскую эру — эпоху горообразования, поднятия материков и иссушения климата — голосеменные достигли расцвета, но уже с середины мелового периода уступили свое господствующее положение покрытосеменным.

Отдел современных голосеменных насчитывает более 700 видов. Несмотря на относительно малую численность видов, голосеменные завоевали почти весь земной шар.

В умеренных широтах Северного полушария они на огромных пространствах образуют хвойные леса, называемые тайгой.

Современные голосеменные представлены преимущественно деревьями, значительно реже — кустарниками и очень редко — лианами; травянистых растений среди них нет. Листья голосеменных значительно отличаются от других групп растений не только по форме и размерам, но и по морфологии и анатомии. У большинства видов они игловидные (хвоя) или чешуевидные; у отдельных представителей они крупные (например, у вельвичии удивительной их длина достигает 2—3 м), перисто-рассеченные, двулопастные и др. Листья располагаются поодиночке, по два или несколько в пучках.

Водопроводящая система (ксилема) голосеменных состоит преимущественно из трахеид, и лишь у некоторых групп имеются настоящие сосуды.

подавляющее большинство голосеменных — вечнозеленые, одно- или двудомные растения с хорошо развитыми стеблем и корневой системой, образованной главным и боковым корнями. Расселяются они семенами, которые формируются из семязачатков. Семязачатки голые (отсюда название отдела), расположены на мегаспорофиллах или на семенных чешуях, собранных в женские шишки.

В цикле развития голосеменных наблюдается последовательная смена двух поколений — спорофита и гаметофита с господством спорофита. Гаметофиты сильно редуцированы, причем мужские гаметофиты голо- и покрытосеменных растений не имеют антеридиев, чем резко отличаются от всех разнospоровых бессеменных растений.

Голосеменные включают шесть классов, два из которых полностью исчезли, а остальные представлены ныне живущими растениями. Наиболее сохранившейся и самой многочисленной группой голосеменных является класс Хвойные, насчитывающий не менее 560 видов, образующих леса на обширных пространствах Северной Евразии и Северной Америки. Наибольшее число видов сосны, ели, лиственницы встречается у побережий Тихого океана.

Класс Хвойные. Все хвойные — вечнозеленые, реже листопадные (например, лиственница) деревья или кустарники с игловатыми или чешуевидными {например, у кипариса) листьями. Игловидные листья (хвоя) плотные, кожистые и жесткие, покрыты толстым слоем кутикулы. Устьица погружены в углубления, заполненные воском. Все эти особенности строения листьев обеспечивают хорошее приспособление хвойных к произрастанию как в засушливых, так и в холодных местообитаниях.

У хвойных прямостоячие стволы, покрытые чешуйчатой корой. На поперечном разрезе стебля хорошо видны развитая древесина и менее развитые кора и сердцевина. Ксилема хвойных на 90—95% образована трахеидами. Шишки хвойных раздельнополюе; растения — чаще однодомные, реже — двудомные.

Сосна обыкновенная — однодомное растение. В мае у основания молодых побегов сосны образуются пучки зеленовато-желтых мужских шишек длиной 4—6 мм и диаметром 3—4 мм. На оси такой шишки расположены многослойные чешуйчатые листочки, или микроспорофиллы. На нижней поверхности микроспорофиллов находятся два микроспорангия — пыльцевых мешка, в которых образуется пыльца. Каждое пыльцевое зерно снабжено двумя воздушными мешками, что облегчает перенос пыльцы ветром. В пыльцевом зерне имеются две клетки, одна из которых впоследствии, при попадании на семязачаток, формирует пыльцевую трубку, другая после деления образует два спермия.

На других побегах того же растения образуются женские шишки красноватого цвета. На их главной оси располагаются мелкие прозрачные кроющие чешуйки, в пазухах которых сидят крупные толстые, впоследствии одревесневающие чешуи. На верхней стороне этих чешуй расположено по два семязачатка, в каждом из которых развивается женский гаметофит — эндосперм с двумя архегониями с крупной яйцеклеткой в каждом из них. На верхушке семязачатка, снаружи защищенного интегументом, имеется отверстие — пыльцевход, или микропиле.

Поздней весной или в начале лета созревшая пыльца разносится ветром и попадает на семязачаток. Через микропиле пыльца втягивается внутрь семязачатка, где и прорастает в пыльцевую трубку, которая проникает к архегониям. Образовавшиеся к этому времени два спермия по пыльцевой трубке попадают к архегониям. Затем один из спермиев сливается с яйцеклеткой, а другой отмирает. Из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) формируется зародыш семени, а семязачаток превращается в семя. Семена у сосны созревают на второй год, высыпаются из шишек и, подхваченные животными или ветром, переносятся на значительные расстояния.

Семенные растения, как голосеменные, так и цветковые, отличаются от всех остальных представителей растительного мира тем, что размножаются

Мегаспорангий у семенных растений окружен особым защитным покровом, называемым интегументом. Мегаспорангий с окружающим его интегументом называется семязачатком. Это действительно зачаток семени (его почка) из которой после оплодотворения развивается семя. Как мы уже знаем, развитие мегаспоры, так же как и развитие женского гаметофита происходит внутри мегаспорангия, а следовательно, внутри семязачатка. Внутри же семязачатка происходит процесс оплодотворения и развитие зародыша. Это обеспечивает независимость оплодотворения от воды, его автономность.

В процессе развития зародыша семязачаток превращается в семя - основную единицу расселения семенных растений. У подавляющего большинства семенных растений это превращение семязачатка в зрелое, готовое к прорастанию семя происходит на самом материнском растении. Но у примитивных растений семязачатки могут опадать еще до образования зародыша и даже до оплодотворения и тогда оплодотворение и развитие зародыша происходит на поверхности почвы. Совершенно очевидно, что эти семена представляют собой более раннюю стадию эволюции семени. Но, тем не менее, будь то на материнском растении или на земле, зародыш рано или поздно формируется, и в обоих случаях семязачаток превращается в семя.

Для примитивных семян, в том числе для семян саговниковых, характерно также отсутствие периода покоя. Для большинства же семенных растений характерен более или менее длительный период покоя. Период покоя имеет большое биологическое значение, т.к. он дает возможность пережить неблагоприятное время года, а также способствует более далекому расселению.

Внутреннее оплодотворение, развитие зародыша внутри семязачатка и появление новой, чрезвычайно эффективной единицы расселения - семени - являются главными биологическими преимуществами семенных растений, давшими им возможность полнее приспособиться к наземным условиям и достигнуть более высокого развития, чем папоротники и другие бессемянные высшие растения.

Если при размножении спорами каждый раз образуется огромное их число, обычно миллионы, то семян требуется сравнительно небольшое количество. Это вполне понятно, т.к. семя несравненно более надежная единица расселения, чем спора. В семени уже содержится, причем в очень хорошей, надежной упаковке зародыш - крошечный спорофит с корешком, почечкой и зародышевыми листьями - семядолями. Стоит ему высвободиться из семенной кожуры - он легко укореняется и начинает самостоятельную жизнь. Кроме того, в семени содержится запас питательных веществ и необходимый ферментативный аппарат для его утилизации. В этом есть что-то отдаленно напоминающее заботу о потомстве в животном мире.

Микроспорангии развиваются на микроспорофиллах, а семязачатки - на мегаспорофиллах. Микро- и мегаспорофиллы голосеменных имеют различный внешний вид, размеры и строение.

У наиболее древней и примитивной группы голосеменных - у семенных папоротников - микроспорофиллы и мегаспорофиллы сидели свободно на обыкновенных

длинных побегах. У всех остальных голосеменных они собраны в более или менее компактные стробилы.

Стробилы могут быть обоеполыми, как у некоторых беннетитов. Однако у подавляющего большинства голосеменных стробилы однополые, т.е. состоят или только из микроспорофиллов, или только из мегаспорофиллов.

Стробилы, состоящие только из микроспорофиллов, называют мужскими стробилами или микростробилами. Стробилы же, состоящие из мегаспорофиллов, носят название женских стробилов или мегастробилов.

Строение стробилов у голосеменных характеризуется исключительно большим разнообразием. В наиболее примитивных случаях они еще перистые и не вполне потеряли свой листовидный облик и сходство со спорофиллами семенных папоротников. Таковы, например, перистые стробилы современного рода саговник (*Cycas*). Но у подавляющего большинства голосеменных стробилы достигают очень высокого уровня специализации (особенно мегастробилы у хвойных).

3. Эволюционные связи голосеменных с высшими споровыми растениями.

Основные представители и их хозяйственное значение.

Появление голосеменных было важной вехой в эволюции растений. Дело в том, что более ранние палеозойские спороносные нуждались для своего размножения в воде или, во всяком случае, во влажной среде. Это немало затрудняло их расселение.

Развитие семян позволяло растениям утратить столь тесную зависимость от воды. Семязачатки могли теперь оплодотворяться пылью, переносимой ветром или насекомыми, и вода, таким образом, не предопределяла больше размножения. Кроме того, в отличие от одноклеточной споры с ее относительно малым запасом питательных веществ, семя обладает многоклеточной структурой и способно дольше обеспечивать пищей молодое растение на ранних стадиях развития. При неблагоприятных условиях семя долгое время может оставаться жизнеспособным.

Имея прочную оболочку, оно надежно защищает зародыш от внешних опасностей. Все эти преимущества давали семенным растениям хорошие шансы в борьбе за существование. Семязачаток (яйцеклетки) первых семенных растений был незащищенным и развивался на специальных листьях; возникшее из него семя также не имело внешней оболочки. Вот почему эти растения были названы голосеменными.

Среди самых многочисленных и самых любопытных голосеменных начала мезозойской эры мы находим цикадовые (*Cycas*), или саговые. Их стебли бывали прямыми и столбообразными, похожими на стволы деревьев, или же короткими и клубневидными; они несли крупные, длинные и, как правило, перистые листья (например, род *Pterophyllum*, чье имя в переводе означает «перистые листья»). Внешне они походили на древовидные папоротники или на пальмы. Помимо цикадовых, большое значение в мезофите приобрели беннеттитовые (*Bennettitales*), представленные деревьями или кустарниками. В основном они напоминают настоящие цикадовые, но их семя начинает приобретать прочную оболочку, что придает беннеттитовым сходство с покрытосеменными. Имеются и другие признаки адаптации беннеттитов к условиям более засушливого климата.

В триасе на авансцену выходят новые формы. Быстро расселяются хвойные, и среди них пихты, кипарисы, тиссы. Из числа гинкговых широкое распространение получил род *Baiera*. Листья этих растений имели форму веерообразной пластинки, глубоко рассеченной на узкие доли. Папоротники захватили сырые тенистые места по берегам небольших водоемов (*Hausmannia* и другие *Dipteridaceae*). Известны среди папоротников и формы, произраставшие на скалах (*Gleicheniaceae*). По болотам произрастали хвощи (*Equisetites*, *Phyllothea*, *Schizoneura*), не достигавшие, однако, размеров своих палеозойских предков.

В среднем мезофите (юрский период) мезофитная флора достигла кульминационной точки своего развития. Жаркий тропический климат в тех областях, которые сегодня относятся к умеренной зоне, был идеальным для процветания древовидных папоротников, в то время как более мелкие виды папоротников и травянистые растения предпочитали умеренную зону. Среди растений этого времени господствующую роль продолжают играть голосеменные (в первую очередь цикадовые). Значение голосеменных в природе и жизни человека чрезвычайно велико. Несмотря на небольшое число видов в общей флоре Земли, они занимают огромные территории. Как и все зеленые растения, они способны к фотосинтезу. Потребляя углекислый газ и выделяя кислород, голосеменные поддерживают стабильный газовый состав атмосферы. Кроме того, хвойные породы выделяют в атмосферу особые летучие вещества, убивающие бактерии, и таким образом очищают воздух. Эти вещества называют фитонцидами (греч. фитон - растение, цаедо - убивать).

Многие хвойные неприхотливы, поэтому произрастают в таких условиях обитания, где другие породы не могут жить (болотистые места, пески, склоны гор). Это обогащает зеленый покров нашей планеты и предохраняет поверхность Земли от разрушения водой и ветром. Сосна играет важную роль в борьбе с разрушением почвы. Естественное заселение лесных высеков и пожарищ, запущенных полей начинается с появления на этих участках светолюбивых, неприхотливых сосны, березы, осины. Поселившись на сыпучих песках, сосна укрепляет их. Хвойные леса, так же как и лиственные, задерживают таяние снега, что обогащает почву влагой. Кроме того, тенистые еловые леса удерживают влагу в почве и регулируют водный баланс на обширных территориях.

4. Биологические преимущества семенных растений

Семенные растения (голосеменные и покрытосеменные) отличаются от всех представителей растительного мира тем, что образуют семена. Семя - многоклеточное образование, имеет зародыш, запас питательных веществ, защищено от воздействия условий среды плотными покровами. Поэтому семя в отличие от одноклеточной споры имеет значительно больше возможностей выжить в неблагоприятных условиях. В этом заключается преимущество семенных перед споровыми растениями, что позволило им в наибольшей степени заселить Землю.

Семенные растения имеют еще одно большое преимущество перед бессемянными высшими споровыми растениями: у них имеется специальное образование - семязачаток, хорошо защищенный от воздействия внешней среды, в котором и происходит образование яйцеклетки, ее оплодотворение и развитие зародыша. Непосредственно в семязачаток попадают и спермин из пыльцевого зерна, которое прорастает и освобождает гаметы только тогда, когда оказывается на семязачатке женской шишки или на пестике¹. Все это обеспечивает независимость полового размножения от наличия воды. Вот почему семенные растения могут размножаться половым путем даже в пустыне, в засушливое время года. В процессе развития зародыша семязачаток превращается в семя - основную единицу расселения семенных растений.

Для большинства семенных растений характерен более или менее длительный период покоя. Он имеет большое биологическое значение, так как дает возможность пережить неблагоприятные условия, а также способствует более широкому расселению. Размножение семенами обеспечило господство на суше семенных растений.

1.6. Лекция № 6 (2 часа)

Тема: «Генеративные органы покрытосеменных растений. Размножение и воспроизведение растений»

1.6.1. Вопросы лекции:

1. Типы размножения. Типы полового процесса. Смена ядерных фаз и чередование поколений в жизненном цикле.
2. Цветок и соцветие.
3. Семя и плод.

1.6.2. Краткое содержание вопросов:

1. Типы размножения. Типы полового процесса. Смена ядерных фаз и чередование поколений в жизненном цикле.

Новые особи могут образоваться от родительских бесполом путем, т. е. без участия гамет и полового процесса, и половым путем, когда образованию дочерних особей обязательно предшествует половой процесс. При бесполом размножении в широком смысле родительская особь или разделяется на более или менее равные части (деление одноклеточных водорослей, партикуляция у многолетних трав, см. гл. V и VII), или отделяет от себя мелкие зачатки дочерних особей, способные развиваться в самостоятельные растения. Разделение вегетативного тела или отделение от него вегетативных же зачатков, например почек, клубеньков,— это вегетативное бесполое размножение. При этом генотип потомства остается в принципе неизменным и каждый потомок" полностью воспроизводит материнское растение. Иногда же в качестве зачатков отделяются специализированные клетки, называемые спорами (греч. спора — посев, сеяние). У высших растений образование спор связано с редукцией числа хромосом, поэтому вырастающие из спор дочерние растения не похожи на материнские (не воспроизводят их). Размножение спорами хотя и является бесполом, поскольку спора прорастает без всяких слияний с другими клетками, но оно связано у высших растений с половым размножением в закономерном цикле воспроизведения (см. ниже).

При половом размножении генотип дочерних особей может изменяться и обогащаться за счет различных рекомбинаций индивидуальных признаков родителей.

Вегетативное размножение растений. Вегетативное размножение — это увеличение числа особей данного вида или сорта посредством отделения жизнеспособных частей вегетативного тела растения. Каждая отделившаяся часть живет какое-то время самостоятельно и, как правило, образует новые органы, нередко недостающие (на отделившемся побеге образуются корни, на частях корня — побеги). Таким образом, при вегетативном размножении обычна и типична регенерация — восстановление целого из части. Впрочем, довольно часто все необходимые органы создаются у будущей самостоятельной особи еще до отделения ее от материнской (например, новые розеточные побеги с придаточными корнями на концах усов земляники).

Бывает и обратное. При так называемом старческом распаде особи у отделившихся частей новообразований не происходит совсем и части клона скоро отмирают, имея.

Смена ядерных фаз. При половом процессе в результате слияния гамет и их ядер происходит удвоение числа хромосом в ядре. На определенном этапе цикла развития, при мейозе, происходит редукция числа хромосом, в результате которой образующиеся ядра получают одинарный набор хромосом. Спорофиты многих водорослей диплоидны, и мейоз в цикле их развития совпадает с моментом образования спор, из которых развиваются гаплоидные гаметоспорофиты или гаметофиты. Такой мейоз называют спорической редукцией. Спорофиты более примитивных красных водорослей (родов Кладифора, Эктокарпус и многие другие) наряду с гаплоидными спорами образуют диплоидные споры, которые снова развиваются в спорофиты. Споры, появляющиеся на гаметоспорофитах, служат для самовозобновления материнских растений. Спорофиты и гаметофиты водорослей, стоящих на высших ступенях эволюции, строго чередуются без самовозобновления.

У ряда водорослей мейоз происходит в зиготе. Такой мейоз называют зиготической редукцией и встречается у ряда видов зеленых и харовых водорослей. У пресноводных вольвоксовых и улотриковых водорослей спорофит представлен одноклеточной зиготой,

которая производит до 32 зооспор, по массе во много раз превышающих родительские гаметы, т.е. по существу наблюдается спорическая редукция.

Некоторые группы водорослей имеют гаметическую редукцию, которая характерна для животных, а не для растительных организмов. У этих водорослей мейоз происходит при образовании гамет, при этом остальные клетки слоевища остаются диплоидными. Такая смена ядерных фаз присуща широко распространенным по всему земному шару диатомовым водорослям и бурым фукусовым (которые включают наиболее массовые морские виды водорослей), а из зеленых – крупному роду Кладифора. Развитие с гаметической редукцией ядра, как полагают, дает указанным водорослям определенные преимущества по сравнению с другими.

Если редукционное деление происходит в спорангиях перед образованием спор бесполого размножения (спорическая редукция), то имеет место чередование поколений – диплоидного спорофита и гаплоидного гаметофита. Этот тип жизненного цикла называется гапобионтным со спорической редукцией. Он характерен для некоторых зеленых водорослей, многих бурых и красных водорослей.

Наконец, у немногих водорослей мейоз происходит в вегетативных клетках диплоидного таллома (соматическая редукция), из которых затем развиваются гаплоидные талломы. Такой жизненный цикл с соматической редукцией известен у красных и зеленых водорослей.

2. Цветок и соцветие.

Цветок — это укороченный видоизмененный побег с ограниченным ростом, содержащий вместо обычных зеленых листьев концентрически расположенные листья, приспособленные для выполнения функций размножения. Осева часть цветка называется цветоложем, переходящим в цветоножку — часть стебля, непосредственно несущую цветок. Если цветоножка отсутствует, такой цветок называют сидячим. На цветоложе расположены все остальные части цветка: чашелистики, лепестки, тычинки и пестик (или пестики).

Чашечка и венчик — внешние части цветка, составляющие покров, называемый околоцветником. Околоцветник может быть двойным и простым.

Простой околоцветник образован только чашелистиков или только лепестками. Двойной состоит из чашечки и венчика. Существуют растения, цветки которых не имеют околоцветника. Такие цветки называют голыми (у ясеня, ивы).

Чашелистики обычно зеленого цвета и больше всех похожи на настоящие листья. Они могут быть свободными или сросшимися, тогда собственно чашечка будет называться раздельно- или сростнолистной.

Венчик представляет собой совокупность лепестков, окраска которых зависит от наличия в них разных пигментов — красящих веществ, находящихся в клетке.

Лепестки также могут быть сросшиеся — сростнолепестные и свободные — раздельнолепестные. Они не только защищают тычинки и пестики, но и служат для привлечения насекомых-опылителей.

Главные части цветка — тычинки и пестики. Каждая тычинка состоит из тонкой тычиночной нити с расположенным на ее конце пыльником.

Пыльник представляет собой группу пыльцевых мешков. В них развиваются микроспоры, а из них — пыльцевые зерна или пылинки. Пыльцевое зерно (пылинка) микроскопических размеров, в нем развиваются мужские половые клетки — спермии, необходимые для оплодотворения. Тычинки могут быть в цветке свободные или сросшиеся. Совокупность тычинок называют андроцеом.

Пестик образуется из одного, двух или большего числа плодолистиков, совокупность которых называют гинецеом.

Пестик состоит из завязи, в которой находятся семязачатки (семяпочки), столбика (одного или нескольких) и рыльца, на котором прорастает попавшая при опылении

пыльца. Завязь бывает верхняя (свободная), то есть прикрепленная основанием к цветоложу, средняя — срастается с цветоложем и нижняя — под околоцветником.

Цветки, у которых есть тычинки и пестики, называют обоеполыми. Если же в цветке есть только тычинки или только пестики, их называют раздельнополыми. Цветки, где есть только тычинки, называют тычиночными, если только пестики, — пестичными. Если тычиночные и пестичные цветки находятся на одном растении, то такие растения называются однодомными. Например, у кукурузы на верхушке растения находится соцветие-метелка, где собраны тычиночные цветки, а пестичные цветки расположены в соцветиях-початках. К однодомным относятся тыква, орешник, дуб, береза, огурец и др.

У двудомных растений (ива, конопля) на одном растении расположены тычиночные цветки, на другом — пестичные. Различают цветки правильные, или неправильные — зигоморфные и несимметричные.

Все части цветка — чашелистики, лепестки, тычинки и пестики — могут прикрепляться к цветоложу, но спирали или кругами. Чтобы иметь более полное представление о цветке, о строении и расположении его частей, составляют его формулу и рисуют диаграмму. Особенности строения цветков — важнейший признак, который учитывается систематиками при классификации покрытосеменных, особенно при определении растения к такой таксономической единице, как семейство.

Соцветия. У многих растений развиваются одиночные цветки, располагающиеся по одному на верхушке побега, или в пазухах листьев (пазушные). У других растений цветки располагаются группами. Такая совокупность цветков получила название соцветие. Соцветия имеют большое биологическое значение для растения, так как благодаря им увеличивается возможность продлить существование вида.

Соцветия бывают простые и сложные.

К простым соцветиям принадлежат: кисть, зонтик, початок, щиток, корзинка, головка, простой колос. Им свойственна только одна ось соцветия, которая может быть удлиненной или укороченной.

Сложные соцветия образуются из простых вследствие разветвления главной оси соцветия. Сюда относятся: сложный зонтик, сложный колос, метелка, сережка и др.

Соцветие является собранием цветков, расположенных на одной оси. Все соцветия делятся на две основные группы: неопределенные (рацемозные) и определенные (цимозные).



К простым соцветиям принадлежат: кисть, зонтик, початок, щиток, корзинка, головка, простой колос. Им свойственна только одна ось соцветия, которая может быть удлиненной или укороченной.

Сложные соцветия образуются из простых вследствие разветвления главной оси соцветия. Сюда относятся: сложный зонтик, сложный колос, метелка, сережка и др.

Соцветие является собранием цветков, расположенных на одной оси. Все соцветия делятся на две основные группы: неопределенные (рацемозные) и определенные (цимозные).

В неопределенных соцветиях главная ось нарастает моноподиально, сверху она не ограничена, часто имеет большое число боковых осей, не перерастающих главную. Очередность цветения отдельных цветков снизу вверх или с края к середине. Среди этого типа соцветий выделяются следующие:

Колос имеет цветки без цветоножки, сидящие на удлиненной главной оси. Початок является особым видом колоса, с главной мясистой сильно утолщенной осью. Сережка также является колосом, но с тонкой свисающей главной осью, позже полностью падающей.

У сложного колоса на главной оси вместо одиночных цветков находятся колоски (у злаков).

Кисть состоит из цветков, расположенных на цветоножках одинаковой длины на главной оси.

Метелка – сложная кисть, боковые оси которой отходят из главной и ветвятся также, как кисти или другие соцветия.

Щиток (полузонтик) состоит из цветков, расположенных на главной оси на тем более коротких ножках, чем ближе они располагаются к вершине оси, таким образом все цветки находятся в одной плоскости.

Зонтик имеет укороченную главную ось и цветки, расположенные на ножках почти одинаковой длины, выходящих из одной точки. Зонтик сверху бывает плоский или округлый.

Сложный зонтик образуется тогда, когда на боковых осях расположены не одиночные цветки, а маленькие зонтики.

Головка имеет очень укороченную главную ось, которая образует мясистое, выпуклое ложе соцветия, цветки сидячие или расположены на очень коротких ножках.

Корзинка тоже имеет короткую главную ось, переходящую в выпуклое, плоское или вогнутое ложе соцветия. Цветки не имеют ножек. У основания каждого цветка находятся прицветники, называемые чешуйками. Снизу корзинка окружена листьями обертки.

Определенные соцветия ветвятся симподиально и зацветают в обратной последовательности, чем неопределенные соцветия типа кисти, а именно сверху вниз или от середины к краям. Среди них различают двулучевой верхоцветник или дихазий, который возникает когда рядом с верхушечным цветком главной оси, прекращающим ее дальнейший рост, развиваются на том же уровне две боковые оси, разветвляющиеся дальше таким же образом. Многолучевой верхоцветник (плейохазий) образуется тогда, когда ниже верхушки главной оси вырастает больше двух боковых, которые развиваются в одинаковой степени.

Завиток является однолучевым верхоцветником, который, образуется подобно двулучевому, но имеет только одну боковую ось, растущую с одной и той же стороны.

Извилины также являются однолучевым верхоцветником, но боковые оси располагаются то с одной, то с другой стороны.

Завитки иногда состоят из очередных ветвей, расположенных перпендикулярно к оси соцветия, направленных то в одну, то в другую сторону; в этом случае они имеют винтообразную форму. Если боковые оси, расположены перпендикулярно к оси соцветия

и всегда направлены в одну сторону, образуется соцветие типа извилины, но спиралевидной формы.

3. Семя и плод

Плоды могут быть односемянные и многосемянные, сочные и сухие. Обычно вскрываются сухие многосемянные плоды, а остальные не вскрываются. Назовем основные типы плодов.

Костянка — сочный односемянный плод с тремя слоями околоплодника: наружный — кожица, средний — сочная мякоть, внутренний — косточка; внутри плода находится семя (примеры: вишня, слива, персик).

Ягода — многосемянный или односемянный плод с сочной мякотью, но без косточек (могут быть только семена с твердой кожурой). Примеры: помидор, виноград.

Яблоко — многосемянный плод с сочной мякотью, в котором принимают участие кроме завязи другие части цветка (яблоня, груша, рябина).

Тыквина — сочный, многосемянный плод, с толстым кожистым наружным слоем околоплодника. К тыквинам принадлежат сочные крупные плоды, достигающие нескольких десятков килограммов (тыква, огурец, дыня, арбуз).

Боб — сухой многосемянный плод, без перегородки внутри, вскрывающийся двумя створками (горох, бобы, соя).

Стручок — сухой многосемянный плод, с перегородкой внутри, вскрывающийся двумя створками (например, капуста, горчица).

Коробочка — сухой многосемянный плод, вскрывающийся дырочками, несколькими створками, зубчиками, крышкой (например, мак, тюльпан, гвоздика).

Зерновка — сухой односемянный плод, с тонким околоплодником, срастающимся с семенной кожурой (например, рожь, пшеница, кукуруза).

Семянка — сухой односемянный плод с кожистым околоплодником, не срастающимся с семенной кожурой (например, подсолнечник, одуванчик).

Орех — сухой односемянный плод с очень твердым околоплодником (например, орешник, липа).

Желудь — сухой односемянный плод с более мягким кожистым околоплодником (например, дуб).

1.7. Лекция № 7 (2 часа)

Тема: «Систематика покрытосеменных растений. Класс двудольные. Класс однодольные»

1.7.1. Вопросы лекции:

1. Происхождение покрытосеменных растений. Современные филогенетические системы цветковых растений. Критерии эволюционной продвинутости.
2. Сравнительная характеристика классов двудольных и однодольных растений.
3. Основные порядки и семейства, важнейшие представители дикорастущей и культурной флоры Южного Урала, хозяйственное значение.

1.7.2. Краткое содержание вопросов:

1. Происхождение покрытосеменных растений. Современные филогенетические системы цветковых растений. Критерии эволюционной продвинутости.

Возникновение покрытосеменных растений из голосеменных представляет в эволюционной истории растений большой скачок вперед. Существует много теорий и гипотез о происхождении покрытосеменных (цветковых) растений, однако пока что ни одна из них не заслужила всеобщего признания. Бесчисленное множество родов и

семейств этих растений в позднем мелу никак нельзя расценивать как доказательство того, что эта эпоха является временем их возникновения; наоборот, это обстоятельство убеждает нас в противоположном, а именно в том, что они должны были возникнуть гораздо раньше, по меньшей мере, в середине мезозоя (в юре). Некоторые палеонтологи предполагают, что покрытосеменные возникли в тропическом поясе на континенте, который позднее погрузился под воды океана. Если это действительно так, мы их никогда не узнаем, т. к. они погребены в слоях на дне моря. Ясно лишь то, что в таком случае потомки этих первых цветковых растений перед погружением континента распространились в более удаленные, сейчас еще существующие области и там продолжали свое развитие. Это предположение по крайней мере удовлетворительно разрешает вопрос внезапного и массового появления цветковых растений в позднем мелу.

К наиболее древним покрытосеменным мелового периода на основании строения цветка и древесины следует отнести магнолии и другие.

Флора покрытосеменных позднего мела и раннего третичного времени доказывает, что в то время различные пояса земного шара почти не отличались в климатическом отношении. В более позднее третичное время условия изменились. Пальмы и другие теплолюбивые растения начали медленно отходить на юг и в наших географических широтах преобладал очень влажный тепло-умеренный климат.

Номенклатура - это особый, важный и очень сложный раздел систематики. Международный кодекс ботанической номенклатуры основан на следующих принципах:

- Ботаническая номенклатура независима от зоологической (зоологи имеют свой Международный кодекс зоологической номенклатуры, а микробиологи - Международный кодекс номенклатуры бактерий). Кодекс применяется к названиям таксонов, определяемых как растения (включая грибы), независимо от того, рассматривались ли эти таксоны первоначально как растения или нет.

- Принцип типификации: применение названий таксонов определяется при помощи номенклатурных типов. Номенклатурный тип вида - это гербарный экземпляр (или в некоторых случаях изображение), с которым связывается название. Если вид разделяется на два или больше видов, то старое название сохраняется за той его частью, к которой принадлежит этот типовой образец, а другие виды должны получить новые эпитеты. Номенклатурный тип рода - определенный вид: например, для рода дудник (*Angelica* L.) - *Angelica sylvestris* L., а для рода солонечник (*Galatella* Cass.) - *Galatella punctata* (Waldst. et vit.) Nees.

Номенклатурный тип таксонов более высокого ранга до семейства включительно - определенный род, от которого производится название семейства: семейство маковые (*Papaveraceae*), тип мак (*Papaver* L.); семейство кладофоровые (*Cladophoraceae* Wille), тип кладофора (*Cladophora* Kutzing). По отношению к семействам, правда, сделано 2 исключения: признаются правильными и законными старые и прочно укоренившиеся для них названия, но разрешается использовать альтернативные названия, произведенные от названия типового рода: Пальмы - *Palmae* (= *Arecaceae*, тип *Arecas* L.); Злаки - *Gramineae* (= *Poaceae*, тип *Poa* L.); Крестоцветные - *Cruciferae* (= *Brassicaceae*, тип *Brassica* L.); Бобовые - *Leguminosae* (= *Fabaceae*, тип *Faba* Miller); Капельконосные - *Cuttiferae* (= *Clusiaceae*, тип *Clusia* L.); Зонтичные - *Umbelliferae* (= *Apiaceae*, тип *Apium* L.); Губоцветные - *Labiatae* (= *Lamiaceae*, тип *Lanium* L.); Сложноцветные - *Compositae* (= *Asteraceae*, тип *Aster* L.).

К названиям таксонов рангом выше семейства принцип типификации не применяется, если только не типифицируются автоматически как основанные на родовом названии (род *Lilium* - семейство *Liliaceae* - порядок *Liliales* - подкласс *Liliidae*, класс - *Liliopsida*).

- Принцип приоритета: номенклатура таксонов основывается на приоритете в обнародовании. При этом время действия принципа приоритета ограничено, и для большинства групп точкой отсчета выбрано 1 мая 1753г., когда был опубликован

важнейший труд К. Линнея "Species plantarum" ("Виды растений") с последовательно примененными наряду с полиноминалами "тривиальными" названиями. Вся долиннеевская номенклатура и даже послелиннеевская, но в которой не применяются строго бинаминальные названия, не считаются научной и не рассматриваются Международным кодексом ботанической номенклатуры.

- Принцип уникальности: каждый **таксон** с определенными границами, положением и рангом может иметь только одно название - наиболее раннее и соответствующее правилам Кодекса.

- Принцип универсальности: научные названия таксонов рассматриваются как латинские независимо от их происхождения и подчиняются правилам латинской грамматики. Названия растений на живых языках - русском, английском, китайском и др. - не считаются научными, и никаких правил, регламентирующих их создание и применение, не существует.

2. Сравнительная характеристика классов двудольных и однодольных растений.

Отдел цветковых растений делится на два класса: двудольных и однодольных (магнолиописиды и лилиописиды). Однодольные растения произошли от двудольных на заре эволюции цветковых растений. Двудольные и однодольные различия: у двудольных есть два зародышевых листа (две семядоли), а у однодольных — одна семядоля. Эти семядоли очень хорошо видны, например, у фасоли при прорастании семян. Они поднимаются над землей на тонком стебельке и напоминают два круглых листика, а между ними из почки вырастают первые настоящие листья. У однодольных семядоля чаще всего остается в земле, а на поверхности появляются только настоящие листья. Это на первый взгляд несущественное различие говорит о разных эволюционных путях, по которым пошли две группы растений.

Отличить двудольные и однодольные растения можно ещё и по листьям. У листьев двудольных растений (дуб, клён, роза) чаще всего есть черешок — «ножка»; у однодольных лист обычно без черешка (тюльпан, осока, злаки). У двудольных от центральной жилки на листе в разные стороны отходят «лучики», как веточки у дерева, а у однодольных чаще всего жилки идут параллельно, вдоль краёв листа. Класс двудольных более представительный, чем класс однодольных. К двудольным относятся почти все деревья и кустарники, а также травы и лианы. Класс однодольных представлен в основном травами, порой гигантских размеров, к ним относятся также пальмы.

Отдел цветковых растений традиционно подразделяется на 2 класса — Magnoliopsida (двудольные) от названия рода *Magnolia* и Liliopsida (однодольные) от названия рода *Lilium*. Используются также и традиционные названия этих таксонов — *Dicotyledones* и *Monocotyledones*. Происхождение этих названий связано с тем, что представители *Dicotyledones* обычно имеют две семядоли в семени (у некоторых видов может быть одна, три или четыре), тогда как у представителей *Monocotyledones* семядоля всегда одна.

Имеется целый ряд современных систем классификации цветковых растений. Классы двудольных и однодольных могут подразделяться на подклассы, те, в свою очередь, на порядки (иногда объединяемые в надпорядки), семейства, роды и виды со всеми промежуточными категориями.

Ботаническая систематика. Отдел цветковых растений традиционно подразделяется на 2 класса — *Magnoliopsida* (двудольные) от названия рода *Magnolia* и *Liliopsida* (однодольные) от названия рода *Lilium*. Более популярны традиционные названия этих таксонов — *Dicotyledones* и *Monocotyledones*. Происхождение этих названий вполне очевидно: *Dicotyledones* имеют две семядоли в семени, тогда как у *Monocotyledones* семядоля одна. Классы двудольных и однодольных, в свою очередь,

подразделяются на подклассы, которые делятся на порядки (иногда объединяемые в надпорядки), семейства, роды и виды со всеми промежуточными категориями. Имеется целый ряд современных систем классификации цветковых растений.

3. Основные порядки и семейства, важнейшие представители дикорастущей и культурной флоры Южного Урала, хозяйственное значение.

Покрытосеменные растения — цветковые растения, покрытосеменные (лат. Magnoliophyta, или Angiospermae) — отдел высших растений, имеющих цветок. Эта важнейшая группа наземных растений насчитывает свыше 165 порядков, 540 семейств, более 13 000 родов и, вероятно, не менее 250 000 видов. По числу видов цветковые растения значительно превосходят все остальные группы высших растений, вместе взятые. Они составляют одну из двух групп семенных растений.

Цветковые растения обычно рассматриваются как отдел. Так как эта систематическая категория более высокого ранга, чем семейство, есть определённая свобода в выборе названия. Статья 16 Международного Кодекса Ботанической Номенклатуры позволяет использовать, как и традиционные исторические названия, так и название, образованное от рода. Официальное униномиальное название этого таксона — Magnoliophyta, от названия рода Magnolia. Но традиционно укоренились такие имена, как Angiospermae и Anthophyta (цветковые растения).

Отдел цветковых растений традиционно подразделяется на 2 класса — Magnoliopsida (двудольные) от названия рода Magnolia и Liliopsida (однодольные) от названия рода Lilium. Более популярны традиционные названия этих таксонов — Dicotyledones и Monocotyledones. Происхождение этих названий вполне очевидно: Dicotyledones имеют две семядоли в семени, тогда как у Monocotyledones семядоля одна. Классы двудольных и однодольных, в свою очередь, подразделяются на подклассы, которые делятся на порядки (иногда объединяемые в надпорядки), семейства, роды и виды со всеми промежуточными категориями. Имеется целый ряд современных систем классификации цветковых растений.

Класс Двудольные. В классе Двудольные (Magnoliopsida, или Dicotyledones) описано 8 подклассов, 128 порядков, 418 семейств, приблизительно 10 000 родов и около 190 000 видов двудольных растений. Выделяют подклассы: 1. Магнолиевые (Magnoliidae); 2. Гаммелисовые (Hamamelididae); 3. Гвоздичные (Caryophyllidae); 4. Диллениевые (Dilleniidae); 5. Розоцветные (Rosidae); 6. Сложноцветные (Asteridae). Класс Однодольные. В класс однодольных растений (Liliopsida, или Monocotyledones) включаются 5 подклассов, 37 порядков, около 120 семейств, 30 000 родов и больше 60 000 видов.

Выделяют подклассы: 1. Частуховые (Alismatidae); 2. Лилейные (Liliidae); 3. Коммелиновые (Commelinidae); 4. Арековые (Arecidae); 5. Имбирные (Zingiberidae).

Покрытосеменные являются обширнейшим отделом растительного мира. Более половины всех видов Земных растений относятся к этому отделу. Покрытосеменные характеризуются рядом четких признаков, отличающих только эту группу растений. Важнейшей отличительной особенностью является наличие у них пестика и развивающегося из него плода. Пестик образуется в результате смыкания краев одного плодолистика или в результате срастания нескольких плодолистиков. Расширенная нижняя часть пестика — завязь — представляет собой замкнутое полое вместилище, в котором находятся семязачатки.

Особенности структуры — является также наличие рыльца — органа, улавливающего пыльцу и обеспечивающего прорастание пыльцевых зерен. После оплодотворения завязь разрастается и постепенно превращается в плод, а семязачатки развиваются в семена, скрытые внутри плода, почему растения и получили название — покрытосеменные. Отличительным признаком покрытосеменных является также наличие у них цветка, снабженного околоцветником, в связи с чем их называют

цветковыми. Цветок представляет собой своеобразный видоизмененный спороносный побег. Для покрытосеменных характерно огромное разнообразие в строении цветков. У цветковых растений произошли серьезные изменения и в циклах развития.

Уменьшение доли в жизненном цикле полового поколения — гаметофита. Мужской гаметофит представлен у них двухклеточным пыльцевым зерном; одна из этих клеток образует впоследствии два спермия. Женский гаметофит представлен восьмиядерным зародышевым мешком. Для покрытосеменных характерен и особый половой процесс, получивший название двойного оплодотворения, в ходе которого используются оба спермия пыльцевой трубки.

— **Споровое поколение — спорофит** — покрытосеменных устроено чрезвычайно разнообразно и представлено всеми жизненными формами растений — деревьями, кустарниками, древесными лианами и травами. Магнолия

Первые покрытосеменные растения появились на Земле 125 — 150 миллионов лет назад, что соответствует юрскому и меловому периодам мезозойской эры. Очевидно, предками первых покрытосеменных были какие-то вымершие голосеменные растения. Быстрое распространение покрытосеменных растений повлияло на животный мир Земли, обеспечив эволюцию насекомых, птиц и млекопитающих.

Покрытосеменным принадлежит ведущая роль в развитии всего живого населения на нашей планете. Отдел покрытосеменные насчитывает в настоящее время около 235000 видов растений. Они преобладают в составе растительного покрова Земли — лесов, лугов, болот — только в тундре и на верховых болотах уступают место мхам и лишайникам. Исключительно важное значение имеют покрытосеменные для человека.

Общепринятая система классификации покрытосеменных отсутствует, но их принято делить на 2 класса: **двудольные и однодольные**. Из общего числа видов цветковых растений двудольные составляют около 80%. Они насчитывают **292 семейства**. Класс однодольных объединяет около **20% цветковых растений** и насчитывает около **80 семейств**.

Реликтовые представители покрытосеменных. Некоторые из наиболее примитивных представителей ныне живущих двудольных, сохранили архаичное строение проводящей системы, тычинок, пыльцевых зерен, плодолистиков, и других органов.

Часть видов семейства винтеровых (Winteraceae), роды троходендрон (Trochodendron) и тетрацентрон (Tetracentron), по строению проводящей системы мало чем отличаются от примитивных представителей голосеменных. У них отсутствуют проводящие сосуды во всех органах, их роль выполняют трахеиды.

Другие демонстрируют архаичное строение цветка, в частности примитивное строение тычинок; особенно заметное у таких растений, как дегенерия (Degeneria vitiensis), гальбулимима (Galbulimima) и ряда представителей магнолиевых и винтеровых. Настоящими "живыми ископаемыми" являются виды амборелла (Amborella), дегенерия (Degeneria), австробэйлия (Austrobaileya), буббия (Bubbia), эвпоматия (Eupomatia)..

Отличие однодольных от двудольных. Однодольные, класс покрытосеменных растений с одной семядолей в зародыше. В отличие от двудольных проводящие пучки у них расположены беспорядочно, лишены образовательной ткани, и поэтому стебель и корень, как правило, в толщину не растут; листья обычно с параллельным или дугообразным жилкованием; цветок большей частью трехчленного типа. К однодольным относятся злаки, пальмы, орхидные и другие. В класс однодольных растений (Liliopsida, или Monocotyledones) включаются 5 подклассов, 37 порядков, около 120 семейств, 30 000 родов и больше 60 000 видов. Выделяют подклассы:

Подкласс 1. Частуховые (Alismatidae)

Подкласс 2. Лилейные (Liliidae)

Подкласс 3. Коммелиновые (Commelinidae)

Подкласс 4. Арековые (Arecidae)

Подкласс 5. Имбирные (Zingiberidae)

Двудольные, класс покрытосеменных растений с 2 семядолями в зародыше. Травы, кустарники, деревья. Свыше 180 тыс. видов. В отличие от однодольных имеют, как правило, листья с сетчатым жилкованием, проводящие пучки располагаются кольцеобразно, а между древесиной (ксилемой) и лубом (флоэмой) находится образовательная ткань (камбий), обеспечивающая вторичное утолщение; число частей цветка (чашелистиков, тычинок и плодolistиков) обычно кратно 4 или 5. Среди двудольных пищевые (в т. ч. зернобобовые, плодовые, масличные и т. д.), лекарственные, декоративные растения. Например, Беквичия ледниковая (*Beckwithia glacialis*). Встречается в Хибинах, распространена в альпийском, субальпийском поясах гор Скандинавии, Средней Европы, Восточной Гренландии, Исландии. В классе Двудольные (Magnoliopsida, или Dicotyledones) описано 8 подклассов, 128 порядков, 418 семейств, приблизительно 10 000 родов и около 190 000 видов двудольных растений.

В системах Тахтаджяна название используется для группы, известной как двудольные. Магнолиописиды имеют следующий состав:

класс Магнолиописиды [= Двудольные]

подкласс Магнолииды

подкласс Нимфеиды

подкласс Нелюмбониды

подкласс Ранункулиды

подкласс Кариофиллиды

подкласс Гамамелииды

подкласс Дилленииды

подкласс Розиды

подкласс Корниды

подкласс Астериды

подкласс Ламиииды

1.8. Лекция № 8 (2 часа)

Тема: «Ботаническая география»

1.8.1. Вопросы лекции:

1. География растений. Флора. Ареалы растений и типы ареалов. Понятие о флористическом районировании Земного шара.
2. Растения эндемики и космополиты. Антропофиты: культурные, сорные, рудеральные и другие растения.
3. Растительность. Распределение растительности в зависимости от климатических условий. Понятия зональной, интразональной и аazonальной растительности.

1.8.2. Краткое содержание вопросов:

1. География растений. Флора. Ареалы растений и типы ареалов. Понятие о флористическом районировании Земного шара

География растений, фитогеография, раздел ботаники и физической географии, изучающий географическое распространение растений. Основные объекты географии растений: ареалы видов и более крупных систематических единиц, а также флоры — совокупности видов растений, населяющих ту или иную территорию. Отраслью

географии растений, специально изучающей ареалы, является фитохорология. Флоры изучает флористическая Г. р. Зависимость распространения растений от условий внешней среды — предмет исследования экологической географии растений. Однако выделение её в особую отрасль условно, поскольку изучение ареалов и флор неизбежно включает рассмотрение экологических вопросов.

Область распространения вида называется его ареалом. Границы ареалов видов экологически и исторически обусловлены. Наиболее ранние представления о географической дифференцированности растительного мира Земли и закономерностях его распространения в зависимости от условий местообитания имеются в трудах Теофраста, использовавшего фактические данные, собранные во время походов Александра Македонского. История современной географии растений начинается гораздо позднее. Значение имели великие географические открытия, а также работы К. Линнея, И. Г. Гмелина, П. С. Палласа и др. Более широкое развитие ряд основных положений географии растений получают в трудах А. Гумбольдта (1769—1859), связанных с обработкой материалов многолетней экспедиции в страны Южной и Центральной Америки. Следует также отметить труды А. Декандоля (1855), А. Гризебаха (1872), Ч. Дарвина (1859). Исторический принцип, основывающийся на эволюционном учении Ч. Дарвина, внедрил в географию растений А. Энглер.

Ареал вида объединяет все конкретные местонахождения его, т. е. все точки земной поверхности, где этот вид найден. Степень заселенности ареала особями вида может быть различной. Она зависит от приуроченности вида к определенным типам местообитаний.

Ареал вида может быть сплошным и прерывистым (дизъюнктивным). Критерий сплошного ареала — регулярная встречаемость вида на соответствующих его природе местообитаниях. Например, виды рода кувшинка (*Nymphaea*) можно наблюдать только в водоемах. Если вид не встречается на значительных пространствах, то такой ареал прерывистый. Например, обыкновенная кисличка имеет две части ареала: европейско-сибирскую и дальневосточную. Для правильного представления об ареале вида составляют карту. При этом используют преимущественно точечный метод, когда каждое известное местонахождение вида наносят на бланковую карту в виде точки или небольшого кружка.

Размеры и форма ареалов различны. Если ареал охватывает почти всю поверхность суши, или встречается во всех частях света, то это космополитический ареал, а вид — космополит. Явление космополитизма наиболее часто наблюдается у водных растений, что связано с большим постоянством условий водной среды, нежели воздушной (рдесты и др.). Широко распространенные наземные растения встречаются реже (папоротник орляк). Многие виды, наоборот, имеют узкое распространение (некоторые колокольчики, крупки и др.).

Виды растений различны по своему географическому происхождению. Формирование новых видов растений осуществляется на определенном пространстве, заселенном исходной для данного вида предковой формой. Это первичный ареал вида. Возникнув, вид расселяется (при биологическом прогрессе) и увеличивает ареал. Скорость расселения зависит, в частности, от способности к распространению семян, плодов и др. Условия, препятствующие расселению растений, принято рассматривать как преграды: топографические (моря, горы), экологические и биологические.

При уменьшении численности и вымирании видов наблюдаются регрессивные изменения ареалов. Виды, встречающиеся в определенном географическом районе, получили название эндемиков. Эндемизм может быть связан с недавним появлением новых видов (неоэндемизм) и с сокращением ареала вида в результате регрессии и вымирания (палеоэндемики). Например, на территории России встречаются реликты третичного возраста (тисе, самшит, альбиция и др.) во влажных субтропиках Закавказья.

В пределах своего ареала, некоторые виды - встречаются - на довольно разнообразных местообитаниях — эвритопные виды, имеющие широкую экологическую амплитуду (сосна и др.). Виды, приуроченные к узкому набору местообитаний, называют стенотопными (к ним относятся водные, болотные и другие растения).

Каждая флора представляет собой исторически сложившуюся совокупность видов. На ее составе отражаются современные условия и условия минувших эпох. Общность определенных видов или родов говорит об общности истории развития флоры. Поэтому при ботанико-географическом анализе флоры выделяют географические элементы флоры, т. е. группы видов (родов), сходные по своему распространению и происхождению. Например, в лесной зоне европейской территории страны можно выделить следующие географические элементы флоры: арктические; арктоальпийские (сформировавшиеся в ледниковый период); бореальные (связаны в своем распространении с таежными лесами); атлантические (западные); сибирские (восточные); понтические (южные); неморальные (дубравные).

Виды флоры относятся к разным систематическим группам (семейства, порядки, роды). Каждой флоре свойственна своя систематическая структура. Кроме того, всякую флору можно проанализировать по наличию экологических групп видов, фитоценологических и хозяйственных.

2. Растения эндемики и космополиты. Антропофиты: культурные, сорные, рудеральные и другие растения.

Космополиты – виды, роды и более крупные таксономические категории растений и животных, обитающие не менее чем на 3-х материках.

Для отнесения наземных организмов к космополитам должно выполняться условие, заключающееся в распространении их по всей суше, а морских – по всему Мировому океану. Космополиты имеют не только весьма обширный ареал, но и широкий диапазон экологической толерантности: они способны существовать в различных местообитаниях. К космополитам относятся растения водной среды и влажных местообитаний, что объясняется большой однородностью среды и расселением их текучими водами и перелетными птицами (тростник, рдест, ряска, рогоз, папоротник-орляк). К этой группе, благодаря широкой экологической адаптации, относятся также сорные и мусорные (рудеральные) растения: одуванчик, лебеда белая, подорожник большой, пастушья сумка. Видов растений, подлинных космополитов, то есть распространенных на все континентах (Кроме Антарктиды) и во всех природных зонах не существует. Ни один вид из высших растений, произрастающих в Арктике не встречается ни в субтропических пустынях, ни в тропических саваннах. Точно так же, ни одно из цветковых растений, наиболее широко распространенных в экваториальном тропическом поясе не проникает в высокие широты. Поэтому понятие «космополит» в большей степени применяется только в отношении таксонов более высокого ранга, чем вид (род, семейство). А.Г.Воронов предлагает называть космополитами виды, которые населяют не менее $\frac{1}{4}$ поверхности суши или $\frac{1}{4}$ акватории Мирового океана или внутренних водоемов планеты.

Эндемики (редкие) – это виды, имеющие ограниченный ареал распространения, не выходящий за пределы той или иной природной области, имеющие географические границы. Понятие «эндемики» применяется в том случае, когда вид или род встречается только на одном материке или его части. Поскольку размеры территории или акватории не являются строго определенными, термином «эндемики» стали обозначать таксоны, ареалы которых не выходят за пределы административно-территориальных образований (эндемики России, Беларуси). Ареалы эндемиков иногда очень малы по площади, так сосна Эльдарская в Восточном Закавказье имеет площадь 50 га. Уникальную эндемичную флору имеет озеро Байкал; из 600 видов растений и 1200 видов животных $\frac{3}{4}$ – эндемики.

а) **Палеоэндемики** (древние эндемики) – это эндемичные виды (роды) растений и животных, возникшие очень давно и существующие длительное время. Они обычно не связаны родственными отношениями с представителями местной флоры и фауны (фауна Австралии и Мадагаскара).

б) **Неоэндемики** (молодые эндемики) – это виды (роды) растений и животных, ограниченность ареала которых связана с их молодым происхождением, находятся в родственных отношениях с другими представителями местной флоры и фауны. Так в Средней Азии появились виды полыней, а на Британских островах среди неоэндемиков белка, имеющая более светлый мех. В целом палеоэндемизм – признак угасания вида, а неоэндемизм – развития.

Реликты (древние) – виды растений и животных, входящие в состав биоты конкретной географической области как пережитки флор и фаун минувших геологических эпох и находящиеся в несоответствии с современными условиями существования. О реликтовых ареалах целесообразно говорить лишь в том случае, если вид за пределами своего основного ареала имеет **ограниченное местоположение**. Если же он широко распространен в области, значительно удаленной от главного ареала, то это островные находения – **эксклавы**. Реликтовые ареалы и эксклавы образуются в результате сокращения площади ареала под влиянием климатических и других экологических факторов. Решающие условия, когда вид относят к реликтам – **это редкость и изолированность**.

Реликты классифицируются по их возрасту (климатические), отражению определенных эдафических условий (эдафические или геоморфологические), принадлежности к растительным формациям (формационные).

а) **Климатические реликты** свидетельствуют о климатических условиях тех геологических периодов, в течение которых они имели обширные ареалы. В умеренных широтах Северного полушария реликты теплого периода (палеоген, неоген) сохранились в наиболее подходящих для них климатических условиях, образовав убежища (Западное Закавказье – каштан; Поозерье – водный папоротник сальвиния), много реликтов встречается в горах. Особую группу составляют климатические **реликты ледникового периода**. При наступлении ледника флора и фауна северных широт были оттеснены на более южные территории, а при отступлении часть видов там и осталась. Места обитания реликтов ледникового периода находятся южнее их основного современного ареала и понятие «реликт» в данном случае относительно. **На территории РБ** сохранилось много реликтов ледникового периода: береза карликовая, багульник болотный, клюква, роснянка круглолистная, голубика и другие растения верховых болот.

б) **Эдафические или геоморфологические реликты** свидетельствуют о смене песков грунтами более тяжелого механического состава, изменении береговой линии моря, солености водной среды.

в) **Формационные реликты** отражают смену растительных формаций на определенной местности. Например, при наступлении дубрав на темнохвойные леса в древесном ярусе в одиночных экземплярах остается ель. Возраст формационных реликтов, в отличие от климатических, может измеряться сотнями лет.

Часто очень трудно различать климатические, эдафические и формационные реликты, поскольку ни один из абиотических факторов не является единственной причиной реликтовости. Как правило, с изменением климата связаны трансформации почвенного и растительного состава.

Сказанное о растительных реликтах, во многом справедливо и для **животных**. Реликтами в животном мире считаются роды и виды уже прошедшие эпоху расцвета и сократившие или сокращающие свой ареал, так как изменились экологические условия. Для реликтов в мире животных характерны уменьшение численности их популяций и сокращение ареала. Они могут быть древними (гаттерия) и сравнительно молодыми (белая куропатка в Альпах, заяц беляк в Европе).

Как правило, реликт является палеоэндемиком, но в отличие от него имеет значительно большую площадь распространения. Вид может быть реликтовым не во всем своем ареале, тогда как палеоэндемик занимает всю площадь своего ограниченного ареала.

Викаризм – замещение вида другими видами, образовавшимися из одного корня (родственными), но развивавшимися самостоятельно в разных экологических условиях. Примером является викарный ряд лиственниц Евразии: европейская, сибирская, Гмелина (даурская), камчатская, бурый и гималайский медведь. Не следует путать викаризм и псевдовикаризм. **Псевдовикаризм** – это замещение видов, обитающих в разных климатических условиях неродственными видами: карликовая береза в Альпах и Скандинавии.

3. Растительность. Распределение растительности в зависимости от климатических условий. Понятия зональной, интразональной и аazonальной растительности.

Распределение растительности по поверхности земного шара подчинено определенным закономерностям. В основе распределения растительности лежат горизонтальная (широтная) зональность и вертикальная зональность, или поясность.

Широтная зональность связана с климатом, который определяется углом падения солнечных лучей на поверхность Земли. С изменением угла падения солнечных лучей изменяется количество поступающей солнечной радиации и уровень температур. На экваторе наблюдается максимум солнечной радиации и максимальные среднегодовые температуры воздуха, а с удалением от экватора их величина постепенно уменьшается, намечается сезонность в распределении радиации и температур, изменяются другие показатели климата. Изменение климата ведет к изменению растительного покрова, который расчленяется в широтном направлении на геоботанические области. Так, например, на равнинах северной Евразии выделяются такие геоботанические области, как тундрово-арктическая, бореально-лесная (бореальная), широколиственно-лесная (неморальная), степная, пустынная. Каждая геоботаническая область характеризуется своим зональным типом растительности или классом формаций.

Геоботанические области занимают обширные территории, в пределах которых климат, сохраняя общие типические черты, все же изменяется в широтном направлении, и это ведет к расчленению последних на зоны, которые в свою очередь могут разделяться на подзоны. Каждая геоботаническая зона и подзона характеризуются своими зональными типами сообществ – классами формаций, группами формаций и формациями.

Долготные изменения климата обусловлены ослаблением влияния на климат океанов по мере удаления от них вглубь континента. Океаны оказывают существенное влияние на два климатических показателя – влажность и температурный режим. Вблизи океанов климат более влажный и более мягкий – с менее жарким летом и менее холодной зимой. По мере удаления от океанов вглубь материков климат становится более сухим и более суровым – континентальным, поскольку колебания сезонных и суточных температур постепенно возрастают.

Долготные изменения климата также влияют на растительный покров, что хорошо иллюстрируется так называемыми схемами идеального континента.

Вдоль экватора через весь континент простирается обширная область влажных тропических лесов. В центре идеального континента по обе стороны от экватора располагаются области пустынь и степей, которые от тропических влажных лесов отделяются областями саванн и дождевых муссонных лесов, а на севере сменяются комплексом зон сосновых, лиственных и темнохвойных лесов бореально-лесной области, которая на северной окраине суши уступает место тундрово-арктической области.

По окраинам материков, в условиях более влажного и мягкого климата, на всем пространстве от экватора до полярных тундр безраздельно господствуют леса. При этом

область влажных тропических лесов сменяется зонами влажных субтропических (лавролистных) лесов, а далее к северу располагаются выклинивающиеся у берегов океанов зоны твердолистных (склерофильных) лесов, затем области летнезеленых широколиственных лесов и, наконец, зоны темнохвойных лесов, тоже сужающиеся к берегам океанов.

Реальное распределение растительного покрова в Восточном полушарии сильно отличается от рассмотренной схемы идеального континента. Связано это с тем, что на распределение растительного покрова оказывают влияние не только широтные и долготные изменения климата, но и другие факторы, например наличие холодных и теплых океанических течений, горный рельеф и др.

В естественном растительном покрове земного шара, кроме зональной, различают еще незональную (интра- и экстразональную) растительность. *Зональная*, или климатически обусловленная, растительность занимает *плакоры* - хорошо дренированные водораздельные пространства с почвами среднего механического состава. В досельскохозяйственный период в пределах каждой зоны зональная растительность, как правило, господствовала по площади. В настоящее время вследствие уничтожения естественного растительного покрова человеком на больших территориях зональная растительность в некоторых районах уже не является господствующей (например, в степной зоне европейской части России степей сохранилось сравнительно мало).

Интразональной растительностью называют такую растительность, которая развивается в особых, экстремальных условиях среды (например, в стоячих водоемах, на засоленных и избыточно увлажненных почвах, на скалах, песках и т.п.) и в то же время нигде не образует своей отдельной зоны (не является зональной). Она определяется в меньшей степени климатом и в гораздо большей – субстратом. Поэтому интразональная растительность распространена в почти неизменном виде на одинаковых почвах в различных зонах. Водные фитоценозы очень сходны от бореальной области до тропиков. Довольно сходна растительность засоленных почв и песчаных дюн в разных климатических областях. Тем не менее, интразональная растительность в разных климатических зонах, как правило, несет на себе отпечаток зонального климата.

Зональная растительность может встречаться и за пределами своей климатической зоны, если находит там подходящие местообитания, тогда она носит название *экстразональной*. Например, небольшие участки степи в лесной зоне, развивающиеся на склонах южной экспозиции, или лесная растительность в степной зоне, если грунтовые воды вблизи рек восполняют недостаточное количество осадков.

Таким образом, зональная растительность создает основной фон, а интра- и экстразональная обычно встречаются в виде вкраплений и связаны с какими-то особыми условиями среды.

Климат изменяется не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлении. То же самое происходит с растительностью. Зональной растительности на равнинах соответствуют высотные пояса в горах. По мере подъема вверх климат становится холоднее, вегетационный период сокращается, теплое время года начинается позднее. Меняются также и условия увлажнения, в одних случаях с подъемом вверх климат становится более влажным, в других, наоборот, более сухим.

Есть некоторое сходство в чередовании поясов растительности в горах и растительных зон на равнинных пространствах. Например, поднимаясь в горы на Кавказе, мы наблюдаем почти такие же смены растительности, что и при движении с юга на север по равнине в европейской части России. Однако полной аналогии между высотными поясами и широтными зонами нет. Так, в европейской части России хвойные леса сменяются тундрой, а на Кавказе - высокогорными лугами. Тем не менее, общая причина смены поясов в горах и чередования зон на равнинах одна и та же - изменение климата в пространстве.

Горные системы, расположенные в пределах разных растительных зон, имеют свою

специфику в отношении высотной поясности растительности. Каждой растительной зоне и каждому крупному региону в пределах зоны присущ особый тип высотной поясности. Тип поясности может быть океаническим, если горная система расположена близ побережья океана, и континентальным, если горы находятся вдали от океана, в центральной части материка.

1.9. Лекция № 9 (2 часа)

Тема: «Экология растений. Учение о фитоценозах»

1.9.1. Вопросы лекции:

1. Группы растений по отношению к экологическим факторам.
2. Классификация экологических факторов. Абиотические, биотические и антропогенные факторы.
3. Жизненные формы как результат приспособления растений к экологическим факторам.
4. Структура и динамика фитоценозов. Классификация фитоценозов. Агроценозы.

1.9.2. Краткое содержание вопросов:

1. Группы растений по отношению к экологическим факторам:

Термин «экологические группы» введен в 1912 г. Б. А. Келлером. Целенаправленное выделение экологических групп связано с именем Г. Элленберга. Виды внутри групп никогда не бывают тождественными по экологии, а лишь подобны. В качестве критерия отнесения к одной экологической группе можно использовать не только экологический оптимум, но и сходство экологических амплитуд видов. Выделение экологической группы возможно по одному или нескольким факторам, например можно выделить группы только по отношению к увлажнению, а затем каждую из групп последовательно дробить на подгруппы по отношению к кислотности почвы, свету и т. д. С увеличением числа учтенных факторов объем группы уменьшается и стремится к единице, что отражает индивидуальность экологии каждого вида. Экологические группы могут быть выделены с помощью ординации -- специальных методов обработки данных о связи растительности и условий среды, а также с помощью экологических шкал -- специальных таблиц, в которых приводятся экологические характеристики видов по отношению к факторам среды (шкалы Л. Г. Раменского, Д. Н. Цыганова, Г. Элленберга, Е. Ландольта и др.).

По отношению к температуре выделяют следующие экологические группы: термофильные, или мегатермы, -- растения с оптимумом в области повышенных температур; криофильные, или микротермы, -- растения, обитающие при низких температурах; мезотермные растения занимают промежуточное положение между термофильными и криофильными (растения умеренных зон). Растения, произрастающие на холодных и влажных почвах, но испытывающие недостаток влаги из-за низких температур, выделяют в самостоятельную экологическую группу -- психрофиты (многие болотные, тундровые и высокогорные кустарнички и кустарники). Растения сухих и холодных местообитаний (сухих скал, песчаных тундр) относят к криофитам, которые в экологическом отношении близки к психрофитам и связаны с ними переходными формами. По отношению к свету выделяют следующие экологические группы: 1) светолюбивые растения, или гелиофиты, приурочены к открытым пространствам и не переносят сильного затенения (экологический оптимум находится в области полного солнечного освещения); 2) теневыносливые растения, или гемисциофиты, лучше растут и развиваются при полной освещенности, но хорошо адаптируются и к слабому свету (широкая экологическая амплитуда по отношению к свету); 3) тенелюбивые растения, или сциофиты, живут в условиях низкой освещенности и не переносят полного освещения (экологический оптимум находится в области слабой освещенности).

По отношению к способу регулирования водного режима растения разделяют на две экологические группы: 1) пойкилогидридные растения не способны регулировать свой водный режим в связи с отсутствием приспособлений для защиты от испарения (наземные водоросли, лишайники, некоторые мхи и папоротники, немногочисленные представители покрытосеменных растений); 2) гомеогидридные, или гомойогидридные, растения имеют специальные приспособления для регуляции водного режима, например устьичные аппараты, водонепроницаемые клеточные оболочки и др. (подавляющее большинство высших сосудистых растений, формирующих растительный покров Земли).

По приуроченности к местообитаниям с разными условиями увлажнения выделяют гидрофиты, гелофиты, гигрофиты, мезофиты, ксерофиты. Гидрофиты -- водные растения, свободно плавающие или укореняющиеся на дне водоема и полностью погруженные в воду, иногда с плавающими на поверхности листьями или выставленными над водой соцветиями (например, кувшинка белая). Гелофиты -- земноводные растения, растущие как в воде, так и в переувлажненных местообитаниях (например тростник обыкновенный). Гигрофиты - растения избыточно увлажненных местообитаний с высокой влажностью воздуха и почвы. Гигрофиты неспособны выносить даже незначительную потерю воды, у них нет приспособлений, ограничивающих расход воды. Различают теневые гигрофиты, произрастающие под пологом сырых лесов (например, кислица обыкновенная), и световые гигрофиты, приуроченные к хорошо освещенным местообитаниям (например, калужница болотная). Мезофиты -- растения, произрастающие в условиях среднего (т. е. достаточного, но не избыточного) увлажнения. К мезофитам относятся растения лугов, травяного покрова лесов, многие лиственные древесные и кустарниковые породы из областей умеренновлажного климата. Ксерофиты - растения сухих местообитаний, способные переносить значительный недостаток влаги -- почвенную и атмосферную засуху. В зависимости от особенностей строения и способов регуляции водного режима выделяют несколько разновидностей ксерофитов: эуксерофиты имеют сравнительно неглубокую, хорошо развитую корневую систему и др. ксероморфные черты, а в засуху сильно сокращают транспирацию, хорошо выносят глубокое обезвоживание и перегрев (например безлистные пустынные кустарники -- саксаулы, эфедра); гемиксерофиты имеют глубокие корни, нередко достигающие грунтовых вод, отличаются интенсивной транспирацией (например верблюжья колючка); пойкилоксерофиты -- засухоустойчивые растения с пойкилогидридным типом регуляции водного обмена, которые переносят засуху в состоянии анабиоза (например, лишайники); суккуленты -- растения с сочными мясистыми листьями или стеблями, в которых запасается вода (например очиток едкий).

По отношению к гранулометрическому составу почвы подстилающих пород различают экологические группы: псаммофиты -- растения, приспособленные к обитанию на подвижных песчаных субстратах, пелитофиты -- растения глинистых субстратов, алеврофиты -- растения суглинистых и супесчаных субстратов, хасмофиты -- растения щебнистых субстратов, петрофиты, или литофиты, -- растения плотных скальных пород.

По отношению к кислотности почвы различают ацидофилы (см. Ацидофильные растения), предпочитающие кислые почвы, нейтрофилы - растения почв нейтральной реакцией (ясень обыкновенный, сныть обыкновенная), базифилы -- растения щелочных почв (люцерна хмелевидная, тимьян Маршалла, саксаул), индифферентные виды -- растения с широкой экологической амплитудой, живущие в широком диапазоне кислотности (сосна обыкновенная).

Некоторые растения проявляют положительную реакцию на высокое содержание солей кальция. Это - кальцефилы (лиственница сибирская, бук лесной).

Противоположная группа растений -- кальцефобы, произрастающие на болотах и кислых почвах (вереск, водяника). Отношение растений к содержанию кальция в почве, как правило, обратно их отношению к pH почвенного раствора: на карбонатных почвах произрастают базифилы, большинство из которых относится к ацидофобным растениям, или ацидофобам. Напротив, ацидофильные растения являются кальцефобами.

По отношению к общему богатству почвы различают следующие экологические группы: олиготрофные растения, или олиготрофы, довольствующиеся небольшим количеством питательных веществ, мезотрофные растения, или мезотрофы, приуроченные к почвам со средней обеспеченностью элементами минерального питания; эвтрофные растения, или эвтрофы, распространенные преимущественно на плодородных почвах. Растения, особо требовательные к повышенному содержанию азота в почве, называют нитрофилами (малина, крапива).

От экологических групп следует отличать экологоценотические группы -- группы видов растений, сходных по отношению к совокупности экологических факторов, присущих биотопам того или иного типа. Напр., для лесов Восточной Европы выделены следующие эколого-ценотические группы: бореальная лесная (виды сомкнутых темнохвойных лесов); бореальная опушечная (виды, растущие в «окнах» и на опушках темнохвойных лесов); неморальная лесная (виды сомкнутых широколиственных лесов); неморальная опушечная (виды, приуроченные к «окнам» и опушкам широколиственных лесов); нитрофильная лесная (виды сомкнутых черноольховых лесов); нитрофильная опушечная (виды разреженных черноольховых лесов); боровая лесная (виды сомкнутых сосновых лесов северной части лесной зоны); боровая опушечная (виды разреженных сосновых лесов южной части лесного пояса) и др.

2. Классификация экологических факторов. Абиотические, биотические и антропогенные факторы

Экологический фактор - любое условие среды, на которое живое реагирует приспособительными реакциями.

Экологический фактор - это любой элемент среды, оказывающий прямое или косвенное влияние на живые организмы хотя бы на протяжении одной из фаз их развития.

По своей природе экологические факторы делят, по крайней мере, на три группы: 1. абиотические факторы - влияния неживой природы; 2. биотические факторы - влияния живой природы; 3. антропогенные факторы - влияния, вызванные разумной и неразумной деятельностью человека ("антропос" - человек).

Человек видоизменяет живую и неживую природу, и берет на себя в известном смысле и геохимическую роль (например, высвобождая замурованный в виде угля и нефти на многие миллионы лет углерод и выпуская его в воздух углекислым газом). Поэтому антропогенные факторы по размаху и глобальности своего воздействия приближаются к геологическим силам.

Действие экологических факторов всегда выражается в изменении жизнедеятельности организмов, а в конечном итоге, - приводит к изменению численности популяции. Это и позволяет сравнивать действие различных экологических факторов.

Фактор воздействует на организм определенной дозой, и среди этих доз можно выделить минимальные, максимальные и оптимальные дозы, а также те значения, при которых жизнь особи прекращается (их называют летальными, или смертельными).

Фактор абиотический - условие или совокупность условий неорганического мира; экологический фактор неживой природы.

Фактор антропогенный - экологический фактор, обязанный своим происхождением деятельности человека.

Экологический фактор играет роль лимитирующего фактора, если данный фактор находится ниже критического уровня или превосходит максимально выносимый уровень.

Лимитирующий фактор обуславливает ареал распространения вида или (при менее суровых условиях) сказывается на общем уровне обмена веществ. Например, содержание фосфатов в морской воде является лимитирующим фактором, определяющим развитие планктона и в целом продуктивность сообществ.

Понятие "лимитирующий фактор" применимо не только к различным элементам, но и ко всем экологическим факторам. Не редко в качестве лимитирующего фактора выступают конкурентные отношения.

У каждого организма в отношении различных экологических факторов существуют пределы выносливости. В зависимости от того, насколько широки или узки эти пределы, различают эврибионтные и стенобионтные организмы. Эврибионты способны выносить широкую амплитуду интенсивности различных экологических факторов. Стенобионты, напротив, переносят лишь очень узкие колебания интенсивности экологического фактора. Например, практически все растения влажных тропических лесов - стенобионты.

Возникновение в процессе биологической эволюции стенобионтных видов можно рассматривать как форму специализации, при которой большая эффективность достигается в ущерб адаптивности.

3. Жизненные формы как результат приспособления растений к экологическим факторам.

Понятие о «жизненной форме» как совокупности приспособительных признаков впервые ввел в 1884 г. один из основоположников экологии растений, датский ботаник Е. Варминг. По его определению, это форма, в которой вегетативное тело растения (индивида) находится в гармонии с внешней средой в течение всей его жизни. Определение этого понятия, более краткого и общего, находим у целого ряда современных ученых-исследователей. По А. П. Шенникову (1964), «виды растений, сходные по форме и приспособлению к среде, объединяют в одну жизненную форму». В. В. Алехин (1944) считает, что «жизненная форма — это результат длительного приспособления растений к местным условиям существования, выраженный в его внешнем облике».

Широкое применение в экологических и фитоценологических исследованиях находит классификация жизненных форм, разработанная датским ботаником К. Раункиером (1934). В основу ее положена -идея, что сходные типы приспособлений растений к среде — это прежде всего сходные способы перенесения наиболее трудных условий. Действительно, благоприятные условия в целом благоприятны для всех растений (за исключением случаев резкого сдвига экологических оптимумов в особых условиях) и не требуют особых приспособлений. Адаптивные же изменения связаны главным образом с преодолением условий, лежащих за пределами оптимальных. В областях с сезонной периодичностью климата такие трудные для растений условия наступают в основном в осенне-зимний сезон, а в аридных областях — еще и в период летних засух. Отсюда основное сходство приспособлений растений к среде должно заключаться в сходстве способов перенесения неблагоприятного периода года. К. Раункиер для классификации жизненных форм растений выбрал только один признак, но имеющий большое приспособительное значение: положение почек или верхушек побегов в течение неблагоприятного времени года по отношению к поверхности почвы и снегового покрова. Этот признак на первый взгляд является частным, имеет глубокий биологический смысл (защита меристем, предназначенных для продолжения роста, обеспечивает непрерывное существование особи в условиях резко переменной среды) и широкое экологическое содержание, вследствие того, что речь идет о приспособлении не к одному какому-либо фактору, а ко всему комплексу факторов среды. Выбранный К. Раункиером признак, таким образом, оказался коррелятивно связанным с целым рядом других, в том числе и с чисто физиономическими, а классификация стала универсальной. Все растения К. Раункиер подразделил на пять типов жизненных форм.

1. Фанерофиты (Ph) — почки возобновления, открытые или закрытые, расположены высоко над поверхностью почвы (выше 30 см). По консистенции стебля, по высоте растения, по ритму развития листвы, по защищенности почек подразделяются на 15 подтипов.

2. Хамефиты (Ch) — почки возобновления у поверхности почвы или не выше 20—30 см. Подразделяются на четыре подтипа.
3. Гемикриптофиты (НК) — почки возобновления у поверхности почвы или в самом поверхностном слое ее, часто покрытом подстилкой. Включает три подтипа и более мелкие подразделения.
4. Криптофиты (К) — почки возобновления скрыты в почве (геофиты) или под водой (гелофиты и гидрофиты). Подразделяются на семь подтипов.
5. Терофиты (Th) — возобновление после неблагоприятного времени года только семенами.

Подразделение на подтипы основано на использовании морфологических признаков, таких, как характер и расположение побегов, защищенность почек и т. д. К. Раункиер считал, что жизненные формы складываются исторически как результат приспособления растений к климатическим условиям среды. Он назвал процентное распределение видов по жизненным формам в растительных сообществах на изучаемой территории биологическим спектром. Были составлены биологические спектры для разных зон и стран, которые могли служить индикаторами климата

Континентальный климат умеренного пояса был назван климатом гемикриптофитов, а жаркий и влажный климат тропиков — климатом фанерофитов. Вместе с тем типы жизненных форм растений, по К. Раункиеру, слишком обширны и неоднородны. Так, хамефиты включают растения с разным отношением к климату. Их много, как в тундрах, так и пустынях.

Для растительности умеренных областей в связи с конкретными задачами исследований растительного покрова были предложены различные системы жизненных форм применительно к отдельным группам растений и типам растительности. Г. Н. Высоцким в 1915 г. была разработана система жизненных форм для степных сообществ юга России. Впоследствии она была дополнена и развита Л. И. Казакевичем (1922) и до настоящего времени находит применение при анализе растительных сообществ, составленных травянистыми многолетниками. За основу выделения жизненных форм авторами были взяты способы вегетативного размножения и расселения растений, поэтому большое внимание уделено строению подземных органов. На эколого-морфологическом принципе построена классификация жизненных форм И. Г. Серебрякова (1962, 1964), разработанная в основном для кустарниковых и древесных форм. Он определяет жизненную форму как своеобразный общий облик или габитус группы растений, включая их надземные и подземные органы (подземные побеги и корневые системы). Габитус возникает в онтогенезе в результате роста и развития растения в определенных условиях среды и выражает приспособленность к наиболее полному использованию всего комплекса условий местообитания, пространственному расселению и закреплению территории. И. Г. Серебряков особо подчеркивал, что жизненная форма — это своеобразная внешняя форма организмов, обусловленная биологией развития и внутренней структурой их органов, возникает в определенных почвенно-климатических условиях как приспособление к жизни в этих условиях, т. е. они представляют собой формы приспособившихся под длительным влиянием экологических факторов. Ввиду многообразия комплексов условий на Земле существует и большое количество жизненных форм организмов. У растений выделяются такие формы, как древесные, полудревесные, наземные травянистые и водные травянистые. Каждая из них, в свою очередь, представлена многими более мелкими группами жизненных форм.

К жизненной форме деревьев относятся многолетние растения с одним одревесневшим стволом (береза, осина, сосна, ель и др.), сохраняющимся на протяжении всей жизни растения. Они могут быть листопадными и вечнозелеными. Среди них выделяются формы наземных кронообразующих, где имеются деревья: с прямостоячими стволами, кустовидные (немногоствольные) и одноствольные с низкими стволами.

У всех у них при спиливании ствола могут вырасти из спящих почек новые один или несколько заменяющих (вторичных) стволов. Эта жизненная форма растений распространена очень широко и является показателем оптимальных условий местообитания.

Среди наземных кронообразующих деревьев имеются жизненные формы с лежащими стволами — стланцы. Они формируются в районах, мало благоприятных для жизни древесных растений, — там, где длинная зима, прохладное лето, где часто дуют холодные ветры.

К числу древесных растений относится большая группа жизненных форм — кустарники. Характерным признаком является наличие многих или нескольких равных по размеру стволов. Главный ствол, имеющийся в начале жизни, в дальнейшем практически не выделяется по длине среди боковых. Высота стволов кустарников обычно составляет от 0,5—0,8 до 5—6 м.

Кустарнички — третий тип жизненных форм древесных растений. К ним относятся брусника, черника, багульник и др. Для всех их характерен низкий рост стеблей (от 5—7 до 50—60 см). Главный стебель существует не более трех — семи лет. На смену ему развиваются укореняющиеся боковые подземные одревесневающие стебли, как правило, из спящих почек.

Среди жизненных форм следует выделить полудревесные растения, к которым относятся полукустарники (степные полыни, прутняк, астрагал прутняковый и другие). Характерный признак для полукустарников — регулярное отмирание верхних частей надземных побегов. Оставшиеся, неопавшие части стеблей одревесневают и сохраняются в таком виде на протяжении нескольких лет. На этих одревесневших надземных частях стебля имеются почки возобновления, из которых на следующий год развиваются многочисленные новые травянистые стебли. Этим полукустарники и отличаются от настоящих травянистых растений.

Большая и разнообразная группа жизненных форм — наземные травянистые растения. Они разделены И. Г. Серебряковым на две части: травянистые поликарпики, плодоносящие много раз в своей жизни и травянистые монокарпики, плодоносящие лишь однажды. В свою очередь, травянистые поликарпики подразделяются на ряд жизненных форм: стержнекорневые растения (многолетние мятликовые травы и др.), длинностержневые растения (люцерна, кермек, шалфей и др.), короткостержневые растения (сон-трава, крестовник Якова и др.), кистекорневые (лютики, калужница болотная и др.), короткокорневищные (купена, ветреница и др.), дерновинные травянистые поликарпики (плотнокустовые, рыхлокустовые, длиннокорневищные растения), столонообразующие растения (майник двулистный, земляника, клубника и др.), ползучие травянистые поликарпики (вероника лекарственная, луговой чай и др.), клубнеобразующие поликарпики (любка двулистная, картофель, стрелолист и др.), луковичные поликарпики (гусиные луки, луки, тюльпаны, подснежник снежный и др.). Травянистые монокарпики широко распространены в засушливых областях умеренной зоны северного полушария. Среди таких монокарпиков есть двулетние и многолетние растения (ряд видов из сем. зонтичных, крестоцветных: борщевик, капуста, тмин и др.). Большинство из них имеет утолщение и содержит запасные питательные вещества. Однолетние травянистые монокарпики подразделяют на длительно вегетирующие (василек синий, дымянка лекарственная, пикульник, пастушья сумка и др.), эфемеры (вероника весенняя, крупка весенняя и др.), листовидные (горец выюнковый), полупаразитные (очанка, погребок и др.), паразитные (поливика). Среди всех типов жизненных форм нередко встречаются подушковидные формы. Это большей частью многолетние травянистые, реже — древесные растения, иногда вечнозеленые. Для них характерны малый прирост главной оси и сильное ветвление боковых побегов, которые, располагаясь радиально или этажами, создают компактную форму «подушки» (акантолимон алатавский, дриадоцвет, камнеломки и др.)

4. Структура и динамика фитоценозов. Классификация фитоценозов. Агроценозы

Фитоценоз как система представляет сложное образование, которое следует рассматривать как своеобразную природную систему. Любой фитоценоз состоит из различных компонентов, каким-то образом связанных друг с другом. Эти связи между различными видовыми группами бывают различные и поэтому имеют определенную устойчивость системы. При очень слабых связях, система может быть разрушена и такие фитоценозы нельзя назвать устойчивыми, они могут быть обречены на смену.

Структура и состав фитоценозов зависит от взаимоотношений растений между собой и с окружающей средой. Под средой обитания понимают комплекс абиотических, биотических, антропогенных факторов.

Кроме понятия «среда обитания», есть понятие «условия существования», означающее совокупность жизненно необходимых факторов среды (свет, тепло, влага, питательные вещества).

Экотоп – определенная территория или акватория со свойственными особенностями почв, грунтов, микроклимата и других факторов в неизменном организмах виде. В результате воздействия на экотоп растений, животных, микроорганизмов экотоп превращается в биотоп. Каждому биоценозу свойственен свой биотоп. При одном экотопе в разных биоценозах формируются разные биотопы.

Растения представляют требования к среде обитания в соответствии со своей наследственностью, обусловленной их происхождением из определенных природных зон.

Индикаторные свойства растений и фитоценозов. Использование дикорастущих растений в качестве индикатора (показателя) тех или иных почвенно-климатических условий применяется издавна. Индикаторами природных условий могут быть как виды растений, так и растительные сообщества. Среди видов растений лучшими индикаторами служат виды с узкой экологической амплитудой (стенобионты). Например, крапива двудомная индицирует богатые азотом почвы (при большом обилии и жизнеспособности). Закон “Экологической индивидуальности растений” послужил толчком к более систематическому изучению экологии видов в связи с их приуроченностью к определенным местообитаниям, приведшему к созданию экологических шкал.

Научное направление, использующее растения и растительный покров для определения экологических свойств местообитаний, получило название индикационной геоботаники. Большой вклад в развитие индикационной геоботаники внесли работы С.В. Викторова, Б.В. Виноградова, Е.А. Востоковой и др.

Индикаторами местообитаний служат также фитоценозы, т.к. они приурочены к определенным условиям среды. Анализ растительного покрова – один из объективных средств индикации почвы.

Классификация фитоценозов. Растительный покров разнообразен, и поэтому, чтобы правильно учитывать и использовать растительные ресурсы, необходимо все это многообразие привести в определенную систему, т.е. классифицировать. Следует различать классификацию флоры и растительного покрова. Основы классификации флоры заложены шведским ученым Карлом Линнеем. Он описал около 1200 родов растений, установил более 8000 видов. Для видов растений К. Линней предложил двойные названия (бинарную номенклатуру) на латинском языке. В названии вида первое слово (существительное) обозначает род, второе (прилагательное) обозначает вид. Например, клевер луговой (*Trifolium pratense* L.). Буква «L» означает, что вид описан К. Линнеем. Двойные названия указывают на родство между видами, происхождение их от общего предка. Сходные роды объединяют в семейства. Так, род клевер вместе с родами люцерны (*Medicago*), чина (*Lathyrus*), горох (*Pisum*) и другими относится к семейству бобовых (*Zeguminosae*). Семейства объединяются в порядки, порядки — в классы, классы — в отделы (типы).

Основная единица классификации растительного покрова — ассоциация. В 1910 г. на Брюссельском ботаническом конгрессе было принято следующее определение ассоциации: «Ассоциация есть растительное сообщество определенного флористического состава с особыми условиями существования, особой физиономией», т. е. ассоциация — это тип фитоценоза. Фитоценоз — понятие конкретное, он приурочен к определенной территории. Ассоциация же как тип фитоценоза абстрактна. Например, ассоциация «ельник кисличный» характерна для многих районов южной тайги и хвойно-широколиственных лесов. Все ельники-кисличники сходны по господствующим в их ярусах и синузиях видам растений. Ярусы древостоя образованы елью, подлесок состоит из рябины, крушины, ив и др.; в травяно-кустарничковом покрове господствует кислица, омоховение слабое, преобладает мох плеурозий Шребера.

Классификационные системы растительности в России строятся по принципу фитоценотического сходства, выражающегося в наличии в сообществах общих доминантов, эдификаторов и жизненных форм. При выделении единиц более высокого ранга учитывается экологическая и физиологическая близость эдификаторов.

В России принято выделять следующие таксономические категории растительности: ассоциация, группа ассоциаций, формация, группа формаций, класс формаций, тип растительности. Иногда применяют также таксон — класс ассоциаций и некоторые другие. К ассоциации относят фитоценозы с однородным видовым составом, одинаковой структурой, приуроченностью к сходным условиям местообитания. Ассоциации выделяют по однородности видового состава, но не по полной общности. Общими должны быть доминанты и содоминанты.

К группе ассоциаций относят все ассоциации, различающиеся по составу одного из ярусов при тождестве основных особенностей остальных ярусов, в том числе главного яруса: Так, группа ассоциаций ельники зеленомошные объединяет ассоциации ельников, в мохово-лишайниковом покрове которых преобладают зеленые мхи. В ее состав входят ассоциации ельник бруснично-зеленомошный, чернично-зеленомошный, кисличный зеленомошный и зеленомошный чистый (без кустарничков).

В формацию входят группы ассоциаций, характеризующиеся общими эдификаторами. Так, в таежных лесах различают формации: ели европейской и сибирской, сосны обыкновенной, березы повислой. Формация — основная таксономическая единица среднего ранга.

К группе формаций относят такие формации, эдификаторы которых принадлежат к одной жизненной форме. Так, формации ели сибирской и европейской, пихты сибирской и других теневыносливых хвойных деревьев образуют группу формаций темнохвойные леса. А формации светолюбивых хвойных деревьев (сосны обыкновенной, лиственницы сибирской др.) составляют группу формаций светлохвойные леса. Группы формаций с эдификаторами, сходными по жизненной форме, объединяют в классы формаций. Так, группы формаций темнохвойных и светлохвойных лесов объединяют в класс формаций хвойные леса. Группы формаций мелколиственных и широколиственных лесов умеренной зоны образуют класс формаций лиственные леса с опадающей на зиму листвой.

Классы формаций объединяют в тип растительности. Наиболее правильно тип растительности выделять по морфолого-экологическим признакам. Классы формаций хвойные и лиственные леса с опадающей на зиму листвой относят к лесному типу растительности (леса). Выделяют следующие основные типы растительности: лесная, болотная, луговая, степная, пойменная.

Рассмотренная выше система классификации растительности — субординационная, так как представлена рядом таксонов, последовательно подчиняющихся один другому.

Название ассоциации дают на русском и латинском языках по доминантным видам ярусов растительности в сообществе. Например, если в древостое леса господствует сосна, в травяно-кустарничковом покрове — вереск, а в мохово-лишайниковом покрове — лишайники, то эта ассоциация будет называться сосняк вересково-лишайниковый. Если в

лесном фитоценозе достаточно хорошо выражен подлесок, то доминантные виды подлеска также включают в название ассоциации — ельник лещиново-кисличный.

Русские названия луговых ассоциаций можно давать, поэтому же принципу. При этом по постановлению ботанического конгресса преобладающее в ассоциации растение ставят в названии на последнее место — душистоколосково-луговоовсянищевая ассоциация. Применяют также следующий способ названия ассоциаций: доминанты - относящиеся к одному ярусу, соединяют знаком « + », а к разным — знаком «—». Например, лисохвост луговой + ежа сборная — душистый колосок. Используют народные названия: бор, суборь и др.

Наименование ассоциаций на латинском языке может состоять из двух слов. Например, ассоциация ельник-кисличник: *Piceetum oxalidosum*. Название образовано из корня латинского названия эдификатора ели — *Picea* (к которому прибавляют окончание «etum») и корня латинского названия субэдификатора кислицы — *Oxalis* (к которому прибавляют окончание «osum»).

Имеется много классификаций по почвенному покрову, при описании фитоценозов особенно сложных, соблюдается строгое соподчинение единиц различного ранга. Классификация фитоценозов нужна для изучения, длительного мониторинга, проследить наличие сукцессий, для практических целей — для создания карт различных растительных территорий. Перед составлением карт проводят классификацию растительного покрова, обследование растительности, которая встречается.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

Тема: «Методика работы со световым микроскопом. Растительная клетка. Пластиды. Запасные питательные вещества, их локализация в клетке. Митоз»

2.1.1 Цель работы: Изучить строение и правила работы со световым микроскопом, рассмотреть строение клетки эпидермы сочной чешуи луковицы лука

2.1.2 Задачи работы:

1. Изготовить препарат эпидермы сочной чешуи луковицы лука.
2. Найти и рассмотреть при малом увеличении участок эпидермы, состоящий из одного слоя клеток с хорошо заметными ядрами.
3. Изучить строение клетки при большом увеличении сначала в капле воды, а затем в растворе йода в йодиде калия.
4. Зарисовать одну - две клетки и обозначить их основные части.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Луковица лука (*Allium cepa*),
2. раствор йода в йодиде калия.
3. Микроскоп

2.1.4 Описание (ход) работы:

Хорошим объектом для изучения строения клетки является кожица луковицы лука.

Удалив сухие чешуи, кончиком острой иглы приподнимают кожицу мясистой чешуи с выпуклой поверхности и сдирают небольшую полоску. Снятая кожица имеет вид тонкой и нежной плёночки; её кладут наружной стороной вверх в помещённую на предметное стекло каплю воды и тщательно расправляют иглой так, чтобы нигде не было подогнутых краёв. Накрывают препарат покровным стеклом, избегая попадания пузырьков воздуха.

Передвигая препарат, при малом увеличении находят участок из одного слоя клеток с ясно заметными ядрами и цитоплазмой. Выбранный участок объекта помещают в центр поля зрения, и дальнейшее изучение ведут при большом увеличении.

На препарате, приготовленном в капле воды, хорошо видны светлые стенки клеток, в которых при внимательном рассмотрении можно увидеть неутолщенные места - поры.

Внутри каждой клетки вдоль клеточной стенки расположена зернистая цитоплазма, которая в некоторых клетках пересекает их полости в виде тяжей. Ядро обязательно окружено цитоплазмой. В нем хорошо видны ядрышки.

В молодых клетках ядро находится в центральной части, а вокруг между тяжами цитоплазмы расположены вакуоли, заполненные клеточным соком. В более старых клетках ядро лежит в постенном слое цитоплазмы, а всю центральную часть занимает большая вакуоль.

Граница между цитоплазмой и вакуолями будет видна значительно лучше, если на клетки подействовать раствором йода в йодиде калия, который является также реактивом на белок. Реакцию проводят, не снимая препарат со столика микроскопа. Каплю раствора на стеклянной палочке подносят к краю покровного стекла, а с противоположной стороны стекла кладут фильтровальную бумагу. Бумага впитывает воду из-под покровного стекла, а на ее место проникает реактив. В результате реакции белки цитоплазмы окрашиваются в желтый цвет, а белки ядра в темно желтый. Вакуоли представляет собой более светлые пятна. Стенки клеток остаются бесцветными.

2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

Тема: «Производные протопласта. Клеточная стенка»

2.2.1 Цель работы: Ознакомиться с основными производными протопласта

2.2.2 Задачи работы:

1. Изготовить препарат листа элодеи.
2. Рассмотреть общее строение листа при малом увеличении. Зарисовать его контуры и среднюю жилку.
3. Рассмотреть край листа при большом увеличении. Найти паренхимные и прозенхимные клетки.
4. Исследовать содержимое клеток, найти хлоропласты и обнаружить в них первичный (фотосинтетический) крахмал.
5. Зарисовать пять-шесть прозенхимных и паренхимных клеток с хлоропластами, а также одну клетку с хлоропластами и первичным крахмалом в ней и сделать обозначения.
6. Исследовать клеточную стенку, и сделать обозначения

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Листья элодеи (*Elodea canadensis*).
2. микроскоп
3. Покровные, предметные стекла
4. Пипетки

2.2.4 Описание (ход) работы:

Готовят временны препарат листа элодеи. Обычно препарат не умещается целиком в поле зрения микроскопа, но передвигая его, можно составить себе представление о форме и основных чертах его строения. Внутри клетки заполнены бесцветной цитоплазмой, в которую погружены зеленые пластиды - хлоропласты.

Рассматривая край листа, отмечают форму и детали прозенхимных клеток и зубчиков. Обращают внимание на заостренные концы вытянутых клеток; они вклиниваются в промежутки между смежными по длине клетками и обеспечивают прочное сцепление между элементами края листа, что предохраняет его от разрыва. Внутри прозенхимных клеток хлоропластов несколько меньше, чем в паренхимных клетках.

Помещая в поле зрения микроскопа жилку листа, обнаруживают, что она состоит из нескольких слоев живых продолговатых клеток. Каждая клетка имеет клеточную оболочку и живое содержимое. Отмечают, что прозенхимные элементы жилки

отличаются от клеток края листа как более тонкой оболочкой, так и отсутствием заострений на концах. Главная функция этих клеток — проведение воды и растворённых веществ.

Заранее выдержанные на свету и обесцвеченные спиртом листья используют для обнаружения первичного крахмала, который в виде мельчайших зёрен возникает в хлоропластах. Один из листочков погружают в каплю раствора йода в йодиде калия на предметном стекле и рассматривают при большом увеличении хорошо видимые внутри бесцветных хлоропластов крупинки первичного крахмала, окрасившиеся под действием йода в тёмно - синий цвет

2.3 Лабораторная работа № 3 (3 часа).

Тема: «Растительные ткани. Образовательные, основные, покровные.»

2.3.1 Цель работы: Изучить строение, классификацию и функции образовательных, основных, покровных тканей

2.3.2 Задачи работы:

1. Изучить строение, классификацию и функции образовательных тканей
2. Изучить строение, классификацию и функции основных тканей
3. Изучить строение, классификацию и функции покровных тканей

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Микроскоп
2. Постоянные препараты
3. Наглядные пособия

2.3.4 Описание (ход) работы:

Рассмотреть и зарисовать кончик корня лука репчатого, выделив зону делящихся клеток. Рассмотреть под малым увеличением и зарисовать конус нарастания с зачатками листьев (листовые примордии) и бугорков будущих почек. Рассмотреть готовый препарат поперечного среза стебля бузины. Обозначить камбий, обратив внимание на правильные ряды клеток образовательной ткани.

Рассмотреть препарат покровные ткани при малом увеличении, зарисовать, обратив внимание на устьица, отсутствие хлоропластов в клетках эпидермиса и наличие их в замыкающих клетках устьиц. Сравнить форму замыкающих клеток устьиц эпидермиса листа ириса и кукурузы. На поперечном срезе ветки бузины найти и рассмотреть перидерму и её основные части. На поверхности пробки можно заметить остатки эпидермиса. Найти чечевичку и зарисовать, используя для этого готовый препарат. На постоянном препарате корки дуба, березы, ивы (поперечный спил) рассмотреть слои, составляющие третичную покровную ткань - корку. Обозначить ткани и зарисовать

Рассмотреть препарат листа фикуса. Обратив внимание на многослойную столбчатую и рыхлую с тонкостенными клетками ткань, лежащую под эпидермисом. Это будет основная ткань - ассимиляционная паренхима. Клетки овальной формы заполнены хлоропластами. Зарисовать группу соседних клеток. Рассмотреть препарат срез корня ириса в зоне корневых волосков. Сразу же за эпидермой (покровной тканью) лежит к центру среза большой массив рыхло расположенных округлых клеток поглощающей паренхимы. Рассмотреть под малым увеличением и зарисовать группу клеток.

2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа).

Тема: «Растительные ткани. Механические, проводящие, выделительные»

2.4.1 Цель работы: Изучить строение, классификацию и функции механических, проводящих и выделительных тканей.

2.4.2 Задачи работы:

1. Изучить строение, классификацию и функции механических тканей
2. Изучить строение, классификацию и функции проводящих тканей.
3. Изучить строение, классификацию и функции выделительных тканей.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Микроскоп
2. Постоянные препараты
3. Наглядные пособия

2.4.4 Описание (ход) работы:

Рассмотреть препараты. При малом увеличении среди тонкостенных клеток груши мякоти видны группы тонкостенных клеток. Значительная толщина клеточных стенок объясняется мощным развитием вторичной клеточной стенки, которая откладывается слоями на первичную. После окончания роста в толщину клеточная стенка одревесневает, приобретает твердость и прочность. Одревесневшую клеточную стенку можно выявить реакцией со спиртовым раствором флороглюцина (1-0,5%) в 50% - ном спирте и обработанную после удаления флороглюцина концентрированной соляной кислотой. Клеточные стенки после обработки приобретают вишнево-красный цвет. На препарате хорошо видны ветвящиеся каналы. При большом увеличении микроскопа зарисовать: а) 2-3 каменные клетки в оптическом разрезе и с поверхности, отметив в них первичную клеточную стенку, слоистую вторичную клеточную стенку, поры в плане и в разрезе; б) тонкостенные клетки мякоти плода, окружающие группы каменных клеток.

На продольном срезе стебля подсолнечника рассмотреть сосуды (трахеи). Обратить внимание на последовательность расположения элементов проводящих тканей. Самые первые сосуды (спиральные и кольчатые), расположенные ближе к центру органа, являются первичными, т.к. возникают из прокамбия, затем идут лестничные, сетчатые и точечные сосуды. Первые два типа сосудов имеют целлюлозные стенки, и только спирали и кольца одревесневают, все остальные типы сосудов пропитываются лигнином полностью. Между сосудами располагаются основная ткань и древесные волокна - склеренхима. Выше камбия в толще основной ткани встречаются ситовидные трубки с клетками спутницами. На срезе они представлены вытянутыми крупными клетками с явно выраженными торцевыми стенками с перфорацией. Зарисовать ситовидные трубки с клетками - спутницами, сосуды (трахеи). Рассмотреть и зарисовать типы проводящих пучков: коллатеральный, биколлатеральный, радиальный, концентрический. Выделить открытые и закрытые проводящие пучки.

Рассмотреть постоянные препараты выделительной ткани. Зарисовать железистые волоски.

2.5 Лабораторная работа № 5(2 часа).

Тема: «Корень. Первичное и вторичное строение корня. Корнеплоды и другие метаморфозы корня. Коллоквиум по теме: Растительная клетка. Растительные ткани»

2.5.1 Цель работы: Изучить первичное и вторичное строение корня, типы корневых систем, метаморфозы корней.

2.5.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с различными типами корневых систем проростков тыквы, пшеницы и фасоли
2. Рассмотреть препарат поперечного среза коня ириса или лука и ознакомиться с первичным строением корня. Зарисовать часть корня в виде сектора и обозначить ткани и комплексы тканей
3. Изучить постоянный препарат поперечного среза молодого корня тыквы и ознакомиться с началом деятельности камбиального слоя, изучить вторичное строение корня, зарисовать.
4. Изучить метаморфозы корня.

2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Микроскоп
2. Постоянные препараты.

3. Наглядные материалы.

2.5.4 Описание (ход) работы:

Рассмотреть препарат корня ириса. На срезе уже при малом увеличении обращает на себя внимание широкая первичная кора, покрытая одним слоем клеток с корневыми волосками - эпиблемой, занимающая большую часть поперечного сечения корня, и относительно узкая внутренняя часть - центральный цилиндр. Наружный слой первичной коры отчетливо выражен трехслойной экзодермой. Крупные многогранные клетки её плотно сомкнуты и несколько вытянуты в радиальном направлении. Они не образуют правильных рядов, а чередуются друг с другом. По мере отмирания корневых волосков стенки клеток экзодермы опробковывают, пропитываясь суберином и становятся непроницаемыми ни для воды, ни для газов. Экзодерма превращается в покровную ткань корня, выполняющую роль пробки, но в отличие от последней первичную по происхождению. На препарате видно, что пропускные клетки расположены почти напротив участков ксилемы. Центральную часть корня составляет небольшой участок механической ткани состоящей из клеток с равномерно утолщенными одревесневшими клетками. Такие же волокна (клетки) вклиниваются между сосудами и трахеидами, образуя единый центральный тяж механической ткани.

Зарисовать центральный цилиндр с прилегающим участком первичной коры. Обозначить: центральный цилиндр, состоящий из радиального проводящего пучка (ксилема, флоэма) и перицикла; первичную кору, состоящую из эндодермы с пропускными клетками, паренхимы первичной коры и экзодермы, эпиблему с корневыми волосками.

Переход от первичного к вторичному строению корня. На постоянном препарате поперечного среза молодого корня тыквы можно ознакомиться с его первичным строением, а также уловить момент заложения и начало деятельности камбия. Первичное строение корня тыквы в общих чертах сходно со строением корня ириса. Вторичные изменения корня связаны с появлением камбия. При большом увеличении видно, что в центральном цилиндре корня тыквы между радиальными участками первичной ксилемы под каждой группой клеток первичной флоэмы остается слой тонкостенных живых клеток, сохранивших меристематический характер, которые несколько вытянуты в радиальном направлении и разделены тангенциальными перегородками, а в некоторых местах внутрь от этого слоя заметны только что образовавшиеся и еще не одревесневшие сосуды. Делящиеся клетки образуют между лучами первичной ксилемы и участками флоэмы вогнутые дуги пучкового камбия, которые своими концами упираются в перицикл. Следует зарисовать часть центрального цилиндра с двумя лучами первичной ксилемы, обозначить: первичную ксилему, камбий, сосуды вторичной ксилемы, вторичную и первичную флоэму, перицикл.

Рассмотреть вторичное строение корня тыквы. Для изучения вторичного строения корня тыквы можно воспользоваться постоянным препаратом поперечного среза корня в зоне проведения. При малом увеличении находят в середине корня четырехлучевую первичную ксилему с более крупным центральным сосудом и мелкими, иногда даже слабо заметными элементами ксилемы в её лучах. Схематично зарисовать и обозначить: ксилему (первичная и вторичная, радиальный луч), камбиальную зону, вторичную кору (первичная и вторичная флоэмы, паренхима), пробку.

Рассмотреть и зарисовать основные типы корневых систем. Рассмотреть и зарисовать метаморфозы коней.

2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа).

Тема: «Побег. Строение стеблей однодольных и двудольных травянистых растений. Строение стебля древесного растения»

2.6.1 Цель работы: Изучить строение стеблей однодольных и двудольных травянистых растений, строение стебля деревянистого растений

2.6.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть побеги архегониальных, двудольных и однодольных растений
2. Рассмотреть и зарисовать основные типы ветвления побегаю..
3. Изучить различия в стеблях двудольных и однодольных растений

2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Гербарные образцы побегов плауна (*Lycopodium*), сосны (*Pinus*) или ели (*Picea*), вишни (*Cerasus*), сливы (*Prunus*), липы (*Tilia*), сирени (*Syringa*), пшеницы (*Triticum*), ржи (*Secale*).

2. Постоянные препараты стебля

3. Микроскоп

2.6.4 Описание (ход) работы:

Рассмотреть побеги плауна булавовидного, ели, липы, сирени. Обратить внимание на то, что точка роста у плауна делится на две равные части, у ели - верхушечная почка продолжает нарастание побега предыдущего года. У липы на границе годичных приростов ветвей найти отмершие верхушечные почки, и новые побеги, формирующиеся из боковых почек, у сирени на отмершую верхушечную почку и два боковых побега, возникших из боковых почек. Зарисовать схему ветвления побегов, дать им определение.

Узел кушения злака. Рассмотреть растения ржи или пшеницы. Обратить внимание на то, что в нижней части стебля междоузлия сильно укорочены и боковые побеги вырастают только из пазух листьев, находящихся на сближенных узлах нижней части стебля. Это и есть узел кушения. Боковые побеги имеют нормальные удлиненные междоузлия и придаточные корни. Зарисовать нижнюю часть растения и сделать соответствующие обозначения: узел кушения, побеги первого и последующих порядков, придаточные корни.

Строение почки. Рассмотреть одну из почек побега каштана конского или другого растения и установить, что она покрыта плотными чешуйками бурого цвета, расположенными черепитчато. Скальпелем или бритвой сделать продольный разрез почки и изучить её при помощи лупы или стереоскопического микроскопа. Найти довольно короткий зачаточный стебель с конусом нарастания на верхушке и зачаточные листья (примордии) с небольшими бугорками в пазухах. Из этих бугорков впоследствии образуются пазушные почки. У некоторых почек в пазухах примордий располагаются соцветия с зачаточными цветками, следовательно, это не вегетативные почки, а смешанные.

Зарисовать общий вид и продольный разрез почки и сделать обозначения: кроющая чешуйка, примордий, бугорок пазушной почки, конус нарастания стебля.

Морфология ветви сирени..

В качестве примера рассмотреть ветвь широко распространённого кустарника - сирени обыкновенной. Уже при беглом взгляде на стебле видно, что они деревянистые, с верхушечным ростом, прямостоячие. Разрезав стебель с помощью ножа или скальпеля, отметить, что в поперечном сечении он округлый.

Особенно внимательно изучить характер ветвления, т.е. расположение осей разных порядков по отношению друг к другу. Определив ось первого порядка, устанавливают, что она, как правило, довольно скоро заканчивает свой рост. Одновременно начинают расти две оси второго порядка, отходящие выше верхушки оси первого порядка и расположенные супротивно. В свою очередь на осях второго порядка после прекращения их роста образуются оси третьего порядка, также расположенные супротивно. Таким образом, оси второго и последующих порядков все время образуют развилки, характерные для ложнодихотомического ветвления.

Побеги сирени летом хорошо облиственны, зимой же о листорасположении можно судить по отчетливо заметным листовым рубцам. Листорасположение у сирени

супротивное, от каждого узла отходят по два листа. Поскольку междоузлия не укорочены и хорошо заметны, то это типичные удлиненные побеги.

На верхушке побега и в пазухе каждого листа расположено по одной почке. Почка покрыта сверху почечными чешуйками.

Итак, стебель сирени обыкновенной деревянистый, прямостоячий, с верхушечным ростом и ложнодихотомическим ветвлением. Побеги облиственные, удлиненные, с супротивным листорасположением, верхушечными пазушными почками. Все почки как верхушечные, так и пазушные защищенные.

Рассмотреть строение стебля ириса, строение центрального цилиндра. Все пространство внутри от склеренхимного кольца перидиклического происхождения занято основной паренхимой, среди которой повсюду рассеяны проводящие пучки. Проводящие пучки располагаются в кажущемся беспорядке: на периферии их больше, но они мелкие, в центре стебля - меньше, но они крупнее. Отметить, что проводящий пучок состоит только из ксилемы и флоэмы и не содержит камбия, т.е. является закрытым. В более старой части стебля пучки окружены склеренхимой.

Зарисовать схематично сектор среза стебля с несколькими проводящими пучками и обозначить: эпидерму; первичную кору с хлоренхимой, эндодермой; центральный цилиндр со склеренхимой перидикла, основной паренхимой, закрытыми коллатеральными пучками.

При рассматривании стебля ржи при большом увеличении, можно заметить, что к механической ткани примыкают небольшие закрытые коллатеральные проводящие пучки. Ближе к центру расположены более крупные пучки. Они окружены склеренхимой. Между пучками находится крупноклеточная паренхима. В центре стебля - полость, свойственная стеблям большинству растений семейства мятликовых. Зарисовать схематично сектор среза стебля, обозначить: эпидерму, участки хлорофиллоносной паренхимы, механическую ткань, закрытый коллатеральный пучок, склеренхиму, паренхиму сердцевины и полость.

Рассмотреть стебель льна. Рассматривая ксилему при большом увеличении, отметить, что между довольно крупными элементами без протопластов располагаются радиальные ряды мелких клеток, заполненных цитоплазмой и от этого имеющих более темный цвет. Это сердцевинные лучи, состоящие из живых паренхимных клеток с одревесневшими стенками. Ниже ксилемы расположена крупноклеточная паренхима сердцевины. Схематично зарисовать сектор стебля и обозначить: эпидерму, паренхиму первичной коры, эндодерму, лубяные волокна, флоэму, камбиальную зону, вторичную ксилему, первичную ксилему, паренхиму сердцевины, полость.

Рассмотреть стебли деревянистых растений. Рассмотреть два-три распила многолетних стволов березы, дуба, желательнее не моложе 30-35 лет. Обратить внимание на то, что на распилах березы вся древесина (первичная и вторичная ксилемы) более или менее однородна, тогда как на остальных хорошо выражена слоистость. Причем последовательно чередуются более широкие светлые кольца и более узкие темные. Светлое кольцо формируется при интенсивном росте. Оно состоит из элементов ксилемы, которые имеют относительно тонкие стенки и большие полости. Темное кольцо формируется осенью при замедленном росте. Оно состоит из сходных элементов ксилемы, но более толстостенных, с небольшими полостями. Светлое и темное кольца составляют годичное кольцо древесины. Таким образом, слоистость древесины определяется периодичностью функционирования камбия. У березы же камбий в течение всего вегетационного периода образует более или менее одинаковые элементы ксилемы, поэтому слоистость у нее выражена слабо, однако под микроскопом она заметна. По числу колец можно установить приблизительный возраст ствола, ветви.

В центре распила находится сердцевина, иногда слабо выраженная иногда более или менее разрушенная. При рассмотрении распилов невооруженным глазом или при помощи лупы видно, что на некоторых из них по радиусам, т.е. в направлении от

сердцевины к коре, идут светлые линии. Это сердцевинные лучи. Они состоят из тонкостенных паренхимных клеток.

Рассмотреть постоянные препараты под микроскопом. Схематично зарисовать сектор среза. Схема располагается на листе так, чтобы осталось место для детальных рисунков отдельных участков тканей при большом увеличении. На схеме сначала отмечается расположение камбия на границе между древесиной и флоэмой. Затем, начиная от периферии, проводятся границы пробки, первичной коры, древесины. При этом надо строго следить за соблюдением масштаба. После этого провести линии первичных сердцевинных лучей в древесине и показывают их расширение при переходе во флоэму. Очертить годовые кольца вторичной ксилемы. Выделить центральный цилиндр, состоящий из вторичной коры, камбия, древесины, сердцевины

2.7 Лабораторная работа № 7 (7 часа).

Тема: «Лист. Морфология и анатомия листа. Метаморфозы побега»

2.7.1 Цель работы: Изучить строение и функции листа, метаморфозы побега.

2.7.2 Задачи работы:

1. Изучить строения черешкового, сидячего, влагалищного листьев.
2. Изучить типы жилкования листьев.
3. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых и сложных листьев, типами (формами) изрезанности края листовой пластинки и формами верхушки л.п.

4. Зарисовать строение трех типов листьев, типы жилкования листьев, простые листья с различными формами листовой пластинки (цельной и расчлененной), сложные листья разной формы, типы края листовой пластинки, типы листорасположения и сделать обозначения

2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Гербарные образцы листьев
2. Постоянные препараты
3. Микроскоп
4. Наглядные материалы.

2.7.4 Описание (ход) работы:

Рассмотреть строение черешкового листа - простого (яблоня, фиалка) и сложного (шиповник). Зарисовать и сделать обозначения: у простого листа - черешок, пластинку, прилистники, основание; у сложного листа - рахис, листочки, прилистники, основание. Зарисовать сидячий лист (мак). У влагалищного листа (ячмень, кукуруза) находят пластинку, влагалище, язычок, ушки. Зарисовать и сделать обозначения.

Рассмотреть лист с различными типами жилкования: простым (элодея, пихта), параллельным (кукуруза, ячмень), дуговым (ландыш), сетчатым перистым (яблоня), сетчатым пальчатым (клен), дихотомическим (гинкго).

Изучить формы листовой пластинки простого цельного листа: игольчатая (сосна), линейная (пшеница, ячмень), ланцетная (ива, олеандр), яйцевидная (подорожник), округлая (осина), почковидная (копытень), сердцевидная (сирень), копьевидная (выюнок), стреловидная (стрелолист), щитовидная (мальва, настурция).

Рассмотреть простые листья с расчлененной листовой пластинкой: лопастные (с выемками не глубже 1/3 расстояния от края пластинки до средней жилки): перистолопастные (дуб) и пальчатолопастные (клен), отдельные (с выемками, равными 2/3 расстояния от края пластинки до средней жилки): перистораздельные (одуванчик) и пальчатораздельные (клещеви́на), рассеченные (с выемками, достигающими до средней жилки): перисторассеченные (редька), пальчаторассеченные (лютик), многократноперисторассеченные (морковь, тысячелистник).

Изучить формы сложных листьев: перистосложные: парноперистосложные (карагана), непарноперистосложные (шиповник), пальчатосложные (каштан конский),

тройчатосложные (клевер красный, земляника), двоякоперистосложные (василистник). Зарисовать и сделать обозначения.

Рассмотреть и зарисовать формы края листовой пластинки: цельная (лимон, традесканция), пильчатая (ива, земляника), зубчатая (лебеда), городчатая (шалфей, бук).

Рассмотреть и зарисовать типы расположения листьев на стебле: очередное или спиральное (листья располагаются по одному в каждом узле), мутовчатое (несколько листьев в одном узле), супротивное (в одном узле развиваются 2 листа, расположенные друг против друга), розеточное (листья образуют прикорневую розетку, например у одуванчика)

Микроскопическое строение листа. Рассмотреть препарат поперечного среза листа камелии. Кожистый лист зажать в сердцевину бузины и сделать срезы строго перпендикулярно главной жилке. Отобрать самый тонкий срез, провести реакцию на лигнин, положить в каплю глицерина на предметное стекло, накрыть покровным стеклом и изучить при малом (*8 или *9) увеличении. Можно использовать постоянный препарат. Рассмотреть срез, отмечая, что снаружи лист покрыт эпидермой. Между верхней и нижней эпидермой находится ассимиляционная (хлорофилоносная) паренхима - мезофилл. Между клетками мезофилла на некотором расстоянии друг от друга расположены сосудисто-волокнистые пучки. Приступить к детальному изучению тканей листовой пластинки при большом увеличении.

Рассмотреть и сравнить между собой верхнюю и нижнюю эпидермы листа. Отметить, что для верхнего эпидермиса характерны небольшое количество устьиц и наличие бесструктурной прозрачной пленки - кутикулы, которая представляет собой застывший кутин. В нижнем эпидермисе обнаруживается большое количество устьиц и восковой налет или густое опушение.

Изучить мезофилл. Отметить, что он состоит из основной ассимиляционной паренхимы и обычно подразделяется на 2 типа - столбчатую (палисадную), примыкающую к верхнему эпидермису и губчатую, граничащую с нижним эпидермисом, паренхиму. При внимательном изучении губчатого мезофилла можно в некоторых клетках заменить друзы оксалата кальция, а также крупные разветвленные механические клетки - склереиды, выполняющие опорную функцию.

Детально изучить строение сосудисто-волокнистого пучка на главной жилке (так как с увеличением порядка ветвления постепенно исчезает флоэмная часть и пучок становится простым). При малом увеличении хорошо видна мощная ксилема, состоящая из правильных рядов проводящих элементов, которые чередуются с древесинной паренхимой. К ксилеме примыкает флоэма. Отметить, что ксилема обращена в сторону столбчатой ткани, а флоэма - в сторону губчатой паренхимы. Только при таком расположении ксилемы и флоэмы проводящий пучок листа может сомкнуться с проводящим пучком стебля, у которого ксилема всегда обращена к центру, а флоэма - к поверхности стебля. Зарисовать схему строения листа в районе средней жилки, сделать обозначения.

Зарисовать схему хвои и сделать необходимые обозначения.

2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часа).

Тема: «Водоросли»

2.8.1 Цель работы: Изучить строение водорослей на примере отделов зеленые, красные и бурые водоросли.

2.8.2 Задачи работы:

1. Рассмотреть под микроскопом представителей семейства Равножгутиковые; из пор. Вольвокальные — хламидомонаду; из пор. Хлорококкальные — хлореллу; из пор. Улотриксковые — улотрикс;

2. Рассмотреть под микроскопом представителей класса Конъюгатофициевые; из пор. Зигнемальные – спирогиру

3. Рассмотреть препараты, гербарные образцы, зарисовать и описать по схеме представителей класса: Бангиофициевые - порфира.; Флоридеофициевые из пор. Немалиальные – батрахоспермум; из пор. Гигартиальные – анфельцию; из пор. Церамиальные – полисифонию

4. Рассмотреть под микроскопом представителя класса Гетерогенератофициевые, порядок Ламинариальные - ламинарию.

5. Рассмотреть под микроскопом представителя класса

Циклоспоровые, порядок Фукальные - фукус.

6. Зарисовать рассмотренные виды и сделать обозначения.

2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Фиксированные в спирте и гербарные образцы водорослей: эктокарпуса, ламинарии, фукуса; постоянные микропрепараты этих водорослей

2. Фиксированные в спирте водоросли: порфира, батрахоспермум, анфельция, полисифония и др., гербарные образцы этих водорослей.

3. Микроскоп

2.8.4 Описание (ход) работы:

Род Хламидомонада (Chlamidomonas). Обитает в лужах, канавах и других мелких пресных водоемах, вызывая цветение воды. Взять пипеткой каплю воды с хламидомонадами, поместить её на предметное стекло и, прикрыв покровным стеклышком, рассмотреть в микроскоп при малом и большом увеличениях. При малом увеличении видно, что клетки хламидомонады чрезвычайно активно движутся во всех направлениях. Таллом у них одноклеточный, форма тела эллипсоидная, со слегка заостренным передним концом, обращенным при движении вперед. Рассмотреть строение хламидомонады при большом увеличении на постоянном окрашенном препарате. Клетка обладает тонкой пектиновой оболочкой, заканчивается носиком, от которого отходят два жгутика. Протопласт содержит одно ядро, чашевидный хроматофор, в который погружены пиреноид и глазок (стигма), в передней части сократительные вакуоли

Род Улотрикс (Ulothrix). Широко распространен, как в пресных водоёмах, так и морях, на поверхности влажной почвы. Для нормальной жизнедеятельности улотрикса необходим постоянный приток кислорода, поэтому водоросль живет на границе воздушной и водной среды, у самого уреза воды, прикрепляясь в виде довольно больших (до 10 см) ярко – зеленых кустиков.

Для приготовления препарата взять небольшое количество нитей и поместить в большую каплю воды на предметном стекле. Покачиванием стекла можно добиться равномерного распределения нитей, не повредив материала, после чего, удалив избыток воды, накрыть покровным стеклом.

Улотрикс состоит из коротких цилиндрических клеток, расположенных в один ряд. Все клетки таллома, кроме базальной, имеют одинаковое строение. Базальной клеткой, носящей название ризоида, водоросль прикрепляется к подводным предметам. Ризоид – бесцветная, вытянутая в длину и слегка изогнутая клетка, в нижней части конически заостренная. Протоплазма ризоида прижата к оболочке клетки, центр её занят вакуолью с бесцветным клеточным соком.

Оболочки клеток состоят из целлюлозы с примесью пектиновых веществ. Цитоплазма стенная. Содержит пластинчатый хроматофор, опоясывающий клетку изнутри в виде незамкнутого кольца. Чтобы увидеть это, надо слегка нажать и сдвинуть в сторону покровное стекло временного препарата, изготовленного из спиртового материала, при этом нити разрушаются и среди беспорядочно расположенных клеток, всегда можно найти клетку, лежащую на своём основании, в котором видно, что хроматофор имеет форму незамкнутого кольца.

На поверхности хроматофора имеются пиреноиды, вокруг которых при обработке слабым раствором йода в йодистом калии можно выделить зерна крахмала. Количество крахмала вокруг пиреноидов является показателем жизненных условий. В постенной цитоплазме одно ядро, центр клетки занят вакуолью с клеточным соком.

Род Порфира (*Porphyra*). Распространена как в северных, так и южных морях, где живет в прибрежной литоральной зоне. Таллом пластинчатый. Пластина состоит из одного – двух слоев клеток и при помощи короткого черешка и подошвы прикрепляется к подводным предметам. Края ее волнисты, поэтому на гербарных образцах образуются складки. Карпогоны и антеридии формируются из вегетативных клеток с более густым цитоплазменным содержимым.

2.9 Лабораторная работа № 9 (2 часа).

Тема: «Царство Грибы»

2.9.1 Цель работы: Изучить строение водорослей на примере мукора, пеницилла, дрожжей, спорыньи, шампиньона.

2.9.2 Задачи работы:

1. Изучить строение и размножение представителя отдела Зигомикота (*Zygomycota*) – мукора (*Mucor*).
2. Изучить строение и размножение спорыньи (*Claviceps purpurea*) из класса Эуаскомицеты (*Euscomycetidae*), пор. Спорыньевые (*Clavicipitales*).
3. Изучить строение и размножение дрожжей пекарских (*Saccharomyces cerevisiae*)-представителей класса Археаскомицеты (*Archaeascomycetes*).
4. Изучить строение и размножение пеницилла (*Penicillium*) и аспергилла (*Aspergillum*) из класса Эуаскомицеты (*Euscomycetidae*), пор. Эвротиевые (*Eurotiales*).
5. Изучить строение плодового тела шампиньона (*Agaricus bisporus*) из подкласса Гомобазидиомицеты группы пор. Гименомицеты, порядка Агариковые (*Agaricales*).

2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Свежий материал мукора на хлебе.
2. Гербарные образцы соцветий ржи, пораженных спорыньей.
3. Постоянные препараты
4. Свежий материал: дрожжи пекарские в сахаристой жидкости.
5. Свежий материал: пеницилл на околоплоднике лимона.
6. Живые или фиксированные в спирте, или гербарные образцы плодовых тел шампиньона.

2.9.4 Описание (ход) работы:

Род Мукор –Mucor. Небольшой кусочек мицелия со спорангиями помещают в каплю воды на предметное стекло и осторожно, чтобы не раздавить спорангии, накрывают покровным стеклом. Рассматривая при малом увеличении мицелий, следует обратить внимание на то, что он обильно ветвится и конечные гифы его очень тонкие. Мицелий мукора дает наглядное представление о величине всасывающей поверхности грибов. В естественном состоянии мицелий пронизывает весь субстрат, в котором он растет, и находится в полном контакте с окружающей питательной средой. Кое-где видны спорангиеносцы, заканчивающиеся спорангиями. Многие спорангии лопнули, и поэтому одноклеточные споры заполняют каплю воды. Спорангии находятся на разных фазах роста: мелкие - бесцветные, крупные имеют черную окраску. Форма их шаровидная. В лопнувшем спорангии можно заметить вздувшееся окончание гифы, от которого отделился спорангий,- колонку. Вокруг нее лежат оставшиеся споры. В воздухе всегда присутствует множество спор мукора. Попадая на увлажненный органический субстрат, они прорастают.

Переведя микроскоп на большое увеличение, рассматривают строение мицелия. Гифы мицелия без перегородок, гриб представляет как бы одну чрезвычайно большую

клетку, напоминающую строение сифоновых водорослей. В гифах рассматривают бесцветную зернистую цитоплазму, множество мелких ядер и вакуоли.

Зарисовывают участок мицелия со спорангиями и спорангиеносцами.

Род Сахаромицес, или Дрожжи – *Saccharomyces*. Небольшой кусочек дрожжевой массы помещают за час-два до занятий в теплую подсахаренную воду и ставят в теплое место. Через некоторое время начинается процесс брожения - материал превращается в мутную пенящуюся жидкость: дрожжи разлагают сахар, выделяя углекислый газ и спирт. Освободившаяся при этом энергия идет на осуществление жизненных процессов. В каплю воды на предметном стекле переносят небольшое количество мутной жидкости, прикоснувшись к ней кончиком стеклянной палочки, и, закрыв препарат покровным стеклом, рассматривают его при большом увеличении микроскопа. В поле зрения видны отдельные клетки округлой и овальной формы и клетки почкующиеся. При почковании на поверхности клетки появляется небольшое вздутие (иногда не одно, а несколько), постепенно увеличивающееся в размерах и, наконец, отделяющееся от производящей ее клетки и, в свою очередь, также размножающееся. Если условия для почкования благоприятны (достаточное количество сахара, нужная температура и аэрация), то процесс идет так быстро, что клетки не успевают разъединиться, и получаются непрочные цепочки клеток. При недостатке питания и большом доступе кислорода клетка превращается в сумку, и в ней развиваются по 4, реже по 8 аскоспор.

На окрашенном постоянном препарате при большом увеличении рассматривают строение клетки дрожжей. Содержимое клетки состоит из цитоплазмы, крупной вакуоли (одной или нескольких), занимающей обычно центральное положение, мелких ядер и гранул запасных веществ.

Зарисовывают ряд клеток с почками и обозначают вакуоли, цитоплазму, зерна запасного вещества.

Род Пеницилл - *Penicillium*. Рассматривают кусочек хлеба или другого продукта, на поверхности которого имеется пеницилл, под бинарным микроскопом. Так как мицелий не нарушен переносом на стекло, на препарате хорошо видны его размеры и вся система разветвления гиф. Обращают внимание на группы спор, от которых во все стороны распространяются повторно ветвящиеся гифы, сложенные из вытянутых в длину клеток. По мере того, как нити ветвятся, они делаются более тонкими. Над мицелием возвышаются конидиеносцы, разделенные на клетки и заканчивающиеся на верхушке разветвлениями, имеющими форму кисточек (отсюда название «кистевик»). От их конечных удлиненных клеток – фиалид – отделяются цепочки конидий. Наиболее молодые конидии расположены в основании цепочки, а наиболее старые, созревшие – на её конце. Конидии образуются в чрезвычайно больших количествах; это обуславливает широкое распространение гриба. Отделившиеся конидии разносятся токами воздуха и при благоприятных условиях (влажность воздуха, температура, наличие питательной среды), прорастая, формируют новые мицелии.

Клейстотеции (плодовые тела) у пеницилла возникают очень редко, даже при наступлении неблагоприятных условий. Они мелкие шарообразные с сетчатым рисунком на поверхности, их скопления окрашены в лимонно – желтый цвет. Клейстотеции заключают много сумок, чередующихся с бесплодными клетками.

Зарисовать мицелий пеницилла, конидиеносец с конидиями, плодовое тело.

Род Спорынья – *Claviceps*. Рассматривают колосья ржи с темно-фиолетовыми склероциями. Склероций – покоящаяся стадия мицелия. Готовят поперечный срез через склероций (или рассматривают постоянный препарат). Для этого скальпелем разрезают склероций и затем, выровняв поверхность среза бритвой, делают как можно более тонкий срез и помещают его в каплю воды на предметное стекло. Отыскав при малом увеличении возможно более тонкое место, рассматривают его при большом увеличении. Срез состоит из угловатых клеток паренхимного типа – это гифы гриба в поперечном разрезе. В гифах

и в окружающей воде плавают капельки масла – запасного питательного продукта. Покоящиеся склероции содержат также сахара и многоатомные спирты. Зимуют склероции в почве, куда они попадают при уборке урожая с культурных злаков или с дикорастущих злаков, обитающих по краям полей. Здесь накапливается обычно большое количество склероциев, с чем связано более сильное заражение посевов спорыньей по краям полей.

Изучают постоянный препарат среза стромы. Отмечают, что перитеции погружены в строму, они имеют кувшинообразную форму и узкое выводное отверстие. Рассматривая перитеции при большом увеличении, находят в них удлиненные аски, каждый из которых содержит по восемь нитевидных аскоспор. Вследствие повышения тургорного давления оболочки сумок вскрываются и споры выбрасываются наружу. Споры настолько мелки и легки, что подхватываются малейшими течениями воздуха и парят в нем. Заражение злаков аскоспорами спорыньи происходит во время цветения. Наиболее сильное заражение наблюдается при высокой влажности воздуха и холодной, бессолнечной погоде, когда затягивается период цветения злаков, а, следовательно, и их восприимчивость к заражению грибом. Споры, попадающие на рыльца цветущих злаков, прорастают, внедряются в завязь и развивают в ней мицелий. Мицелий за счет поступающих в завязь питательных веществ, быстро разрастается и приступает к размножению, отчленив от концов гиф большое количество конидий. Одновременно гифы выделяют жидкость в виде капель - «медвяную росу». Она имеет неприятный запах и содержит большое количество сахаров.

Зарисовывают склероций спорыньи со стромами.

Род Агарикус, или Шампиньон – *Agaricus*. Рассматривают плодовое тело шампиньона двуспорового, которое образуется на сильно разветвленном в почве мицелии (рис.109). Оно имеет шляпку и ножку. Шляпка округлая с плоскозагнутым краем и остатками частного покрывала на нем. Окраска ее колеблется от почти беловатой до насыщенно – коричневой. Поверхность шляпки гладкая, в середине глянцевая или радиально-волокнуистая до ясно выраженной чешуйчатости. Ножка белая, гладкая, цилиндрическая, шириной 3-6см, и высотой 10-20см, заполненная или почти полая, с хорошо выраженным кольцом. Мякоть плотная, сочная, на изломе розовеющая.

У молодых плодовых тел нижняя сторона шляпки, на которой находится гименофор затянута покрывалом - белой пленкой, прикрепленной к краю шляпки и ножке. Покрывало играет защитную роль. Если пинцетом удалить пленку, можно убедиться в том, что на этой стадии развития плодового тела пластинки имеют розовую окраску. По мере разрастания шляпки (что сопровождается созреванием спор) покрывало лопается и остается на ножке в виде прочного пленчатого кольца. Созревающие споры, отделяющиеся от базидий, теперь могут свободно падать вниз. На этой стадии пластинки приобретают темно-коричневый оттенок, так как споры шампиньона в массе окрашены в темный цвет. Ножка плодового тела, кожица, покрывающая шляпку, мякоть и пластинчатый гименофор, расположенный на нижней поверхности шляпки, состоят из плектенхимы. Зарисовывают внешнее строение плодового тела шампиньона.

Для изучения микроскопического строения пластинчатого гименофора с пластинок делают бритвой срез, перпендикулярный к их длине. Из шляпки плодового тела при помощи скальпеля вырезают небольшой сектор, значительную часть мякоти удаляют, а затем готовят ряд срезов бритвой, направляя ее от мякоти к пластинкам и срезая их поперек. Рассматривают также постоянный препарат продольного среза гименофора.

При малом увеличении микроскопа срез имеет вид гребешка, зубцы которого представляют собой перерезанные поперек пластинки. По краям пластинок и в промежутках между ними располагается гимений, средняя же часть пластинок состоит из более или менее рыхлого сплетения стерильных грибных гиф, называемого трамой.

При большом увеличении детально изучают строение гимения, состоящего из многочисленных базидий, несущих по две споры (вместо четырех, как это типично для

большинства Базидиомицетов), и булавовидных псевдопарафиз между ними. Споры шампиньона, широкоэллипсоидальные по форме, в молодом состоянии бесцветные, у зрелых спор оболочка окрашена в буровато-коричневый цвет. Базидии и псевдопарафизы берут начало от мелкоклеточной псевдопаренхимы, называемой субгимениальным слоем, располагающимся в несколько рядов между трамой и гимением. Зарисовывают участок гимениального слоя под большим увеличением микроскопа.

2.10 Лабораторная работа № 10 (2 часа).

Тема: «Высшие споровые растения»

2.10.1 Цель работы: Изучить строение различных представителей отделов Моховидные, Плауновидные, Хвощевидные, Папоротниковидны

2.10.2 Задачи работы:

1. Исследовать предложенные виды моховидных и описать каждый из них. Рассмотреть постоянные препараты в микроскоп. Сделать рисунки, указать обозначения. Составить схему жизненного цикла одного из изученных моховидных.

2. Описать строение плауна булавовидного. Зарисовать лист, участок оси колоска со спорофиллами, спорофилл со спорангием, две-три споры. Зарисовать и сопоставить схемы жизненных циклов родов плауна от прорастания споры до появления спорофита со спороносными колосками.

3. Описать один из видов хвоща, зарисовать его внешний вид. Изучить строение спороносного колоска. Зарисовать колосок и спорангиофор со спорангием, сделать обозначения. Составить схему жизненного цикла хвоща.

2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Живые или гербарные образцы маршанции разнообразной (*Marchantia polymorpha*). Постоянные микропрепараты поперечных срезов листа и стебля, продольных срезов верхушек женского и мужского гаметофоров и спорогона этих видов.

2. Гербарные образцы плауна булавовидного (*Licopodium clavatum*), селлагинеллы селлагинелловидной (*Selaginella selaginoides*), постоянные микропрепараты продольных срезов спороносных колосков указанных растений,

3. Гербарные образцы хвоща полевого (*Equisetum arvense*), хвоща лесного (*Equisetum silvaticum*), хвоща наплывающего (*E. fluviatile*), хвоща зимующего (*E. hiemale*). постоянные микропрепараты продольных срезов спороносных колосков, сухие споры хвоща.

3. лупа, микроскоп.

2.10.4 Описание (ход) работы:

Класс Печеночники (*Hepaticopsida*). В ходе работы рассмотреть постоянные препараты. Отмечают, что маршанция представляет собой стелющуюся, дихотомически ветвящуюся пластинку. На верхней поверхности ее видна несколько углубленная также дихотомически ветвящаяся жилка. На верхушке слоевища в небольшой выемке находится точка роста, за счет деятельности ее клеток происходит нарастание слоевища по обе стороны от выемки. В результате возникают новые ветви. Старые части слоевища постепенно отмирают, становясь бурыми. Когда отмирание доходит до места ветвления, каждая ветвь продолжает расти дальше как самостоятельная особь. Так происходит вегетативное размножение. При малом увеличении видно, что верхняя часть среза зеленая, нижняя же более мощная почти бесцветная. От нижнего эпидермиса отходят пучки ризоидов. Бесцветная ткань состоит из крупных клеток, не имеющих признаков специализации, однако она является проводящей, служа посредником между ризоидами и зеленой ассимиляционной тканью. В то же время в этой ткани откладывается запасной крахмал, что легко обнаружить, обработав препарат йодом. Верхняя зеленая часть среза состоит из одного ряда широких воздушных камер, внутри которых выделяются ярко-зеленые клетки-ассимиляторы, расположенные вертикальными рядами. На верхней стороне слоевища находят специальные органы вегетативного размножения, называемые

выводковыми корзиночками. Рассматривают в лупу выводковую корзиночку, обращают внимание на ее форму и на находящиеся в ней выводковые почки, видимые даже невооруженным глазом.

Класс плауновидные. Рассматривают спороносные колоски, венчающие вертикальные побеги. Они расположены на довольно длинных ножках по два, реже по три-пять. Колосок цилиндрической формы, состоит из оси, на которой плотно расположены спорофиллы. Спорофилл по форме и структуре отличается от вегетативного листа. Он чешуевидный, треугольный, с заостренным и загнутым кверху концом. Пользуясь препаровальными иглами, выделяют один спорофилл и рассматривают его под лупой. Наблюдают, что на верхней стороне крепится почковидный спорангий на короткой ножке. Зарисовывают часть колоска и спорофилл со спорангием. Строение колоска можно также изучить, пользуясь постоянным препаратом его продольного среза.

Отдел Хвощевидные. Рассматривают гербарный экземпляр наиболее широко распространенного вида - хвоща полевого. Спорофит хвоща полевого – это многолетнее травянистое растение с корневищем, проникающим в почву на глубину до двух метров. На корневище имеются клубеньки, богатые крахмалом. От узлов корневищ во множестве отходят пучки тонких придаточных корней. Наземные побеги, восходящие от корневища полевого хвоща, двоякие: одни побеги, называемые ранневесенними, розовато-бурые, спороносящие, появляются ранней весной и вскоре, после выпадения созревших спор, увядают, другие – поздневесенние – зеленые, стерильные, мутовчаторазделенные вегетирующие.

От каждого узла зеленого побега вверх направлена мутовка мелких острых листьев, сросшихся основаниями в трубку, которая наподобие острозубчатого воротника охватывает нижнюю (растущую) часть междоузлия. Листья хвоща почти не содержат хлорофилл и поэтому не зеленые. Функцию фотосинтеза выполняет зеленый стебель и многочисленные зеленые боковые побеги, сидящие мутовками. Рассматривают в лупу боковой побег хвоща и сравнивают его с главным – строение их одинаковое. Отмечают, что поверхность междоузлий продольнобороздчатая. Число бороздок, чередующихся с параллельными ребрышками, равно числу листьев, т.е. зубцов воротничка. Прослеживают направление ребрышек при переходе с одного междоузлия к другому – ребрышки на одном междоузлии продолжаются в бороздки на другом, и наоборот.

Розово- бурый ранневесенний побег состоит из двух частей – спороносного колоска и его подставки. Этот побег не ветвящийся, высота его 15-30 см. Узлы этого побега охвачены колокольчатыми отодвинутыми друг от друга влагалищами из видоизмененных листьев. По краю каждого влагалища расположено 8-12 крупных ланцетных зубцов.

При помощи микроскопа рассматривают фиксированные в спирте спороносные колоски – поверхность их образована спорангиофорами - правильными шестигранными щитками, расположенными горизонтальными мутовками. Извлекают пинцетом из колоска один щиток вместе с ножкой, соединяющей его со стержнем. Вокруг ножки по краю щитка свисают 8-12 мешковидных спорангиев. Рассматривают постоянные микропрепараты продольных срезов спороносных колосков, зарисовывают их.

В микроскоп рассматривают сухие споры хвоща. Споры, кроме обычных двух оболочек - экзины и интины имеют еще одну – наружную, которая при полном созревании разрывается по спирали на две ленты – элатеры, крестообразно прикрепленные к экзине в одной точке. Элатеры у хвоща в сухом состоянии оттопырены во все стороны, а при увлажнении скручиваются вокруг спор; меняющаяся влажность приводит споры в движение. У хвоща элатеры не только разрыхляют массу спор и этим способствуют их рассеиванию, но и обеспечивают распространение их целыми группами. Зарисовывают две-три споры.

Рассматривают гербарные образцы различных видов хвощей, отмечают их отличительные признаки.

2.11 Лабораторная работа № 11 (2 часа).

Тема: «Голосеменные растения. Коллоквиум по теме «Низшие растения» и «Археогониальные растения»

2.11.1 Цель работы: Изучить строение, размножение представителей отдела голосеменные.

2.11.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться по гербарным образцам и препаратам с видами кл. хвойные – сосной обыкновенной, кипарисом вечнозеленым, елью обыкновенной, лиственницей сибирской, можжевельником обыкновенным, пихтой сибирской.
2. Составить краткое описание этих видов по схеме.
3. Зарисовать отдельные части изученных растений и сделать обозначения.
4. Ознакомиться со строением представителя кл. Гинкговые – гинкго двухлопастным.
5. Ознакомиться со строением представителей кл. Гнетовые – пор. Эфедровые – эфедрой двухколосковой, пор. вельвичиевые – вельвичией удивительной.
6. Изучить практическое значение хвойных растений.

2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Живые или гербаризованные ветви с шишками сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), ели обыкновенной (*Picea abies*), пихты сибирской (*Abies sibirica*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), туи западной (*Thuja occidentalis*), кипариса вечнозеленого (*Cupressus sempervirens*), можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis*), эфедры двухколосковой (*Ephedra distachya*).

2. Женские и мужские шишки указанных видов.

3. Постоянные микропрепараты продольных срезов мужских и женских шишек сосны обыкновенной, ели обыкновенной, лиственницы сибирской

2.11.4 Описание (ход) работы:

1. В качестве образца рассматривают строение ели обыкновенной (*Picea abies*)
2. Описывают растение по следующей схеме:

Растение имеет побеги – только длинные, двух типов: длинные и укороченные; вечнозеленое, летнезеленое.

Листья игольчатые, чешуйчатые; форма сечения игольчатых – плоская, плоско-выпуклая, четырехгранная; верхушка – острая, выемчатая; длина; расположение – спиральное, супротивное, мутовчатое, пучками (по 2,3 и т.д.)

Шишка женская (зрелая): расположение в пространстве – повисающая, прямостоячая; форма – цилиндрическая, овальная, округлая и др.; длина; опадение – сразу после высыпания семян, через 3-4 года; целиком, по частям; семенные чешуйки – есть, нет; консистенция – деревянистая, сочная; форма.

3. Рассматривают лист (хвою).
4. Изучают шишки при помощи микроскопа. Зарисовывают строение мужской и женской шишек.
5. Изучают и зарисовывают семена.
6. Описывают другие виды кл. Хвойные, кл. Гнетовые (пор. эфедровые), кл. Гинкговые.
7. Определяют некоторые из видов.
8. В заключении составляют схему жизненного цикла голосеменных.

2.12 Лабораторная работа № 12 (2 часа).

Тема: «Морфология и анатомия цветка.»

2.12.1 Цель работы: Изучить строение цветка покрытосеменных, различные виды соцветий.

2.12.2 Задачи работы:

1. Проанализировать строение и зарисовать околоцветник цветков следующих растений: лука (*Allium*), капусты (*Brassica*), гороха (*Pisum*), сирени (*Siringa*), картофеля (*Solanum*), льнянки (*Zinaria*), шалфея (*Salvia*).

2. Сравнить между собой чашечки цветков капусты, гороха, картофеля; венчики цветков табака, картофеля, сирени, льнянки, гороха, шалфея. Дать им названия.

2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Живые или заспиртованные цветки тюльпана (*Tulipa*), капусты (*Brassica*), лютика (*Ranunculus*), яблони (*Malus*), гороха (*Pisum*), сирени (*Syringa*), картофеля (*Solanum*), льнянки (*Linaria*), шалфея (*Salvia*).

2. Гербарий с соцветиями.

3. Плакаты

2.12.4 Описание (ход) работы:

В качестве образца исследовать околоцветник цветка капусты. Отметить, что через цветок можно провести две и больше плоскости симметрии, следовательно, он актиноморфный. Рассматривая далее цветок в лупу, можно установить, что листки околоцветника располагаются в два круга, причем листки наружного круга явно отличаются от листков внутреннего круга по цвету, форме, размерам, т.е. околоцветник состоит из чашечки и венчика. Потянув за чашелистик, а потом за лепесток, убедиться, что чашечка и венчик свободные, т.к. листочки, их составляющие, легко отрываются по одному, т.е. не срастаются между собой. Особое внимание уделяют форме лепестка, отметив хорошо выраженные нижнюю, суженную часть - ноготок и верхнюю, широкую часть - отгиб. Итак, околоцветник капусты актиноморфный, двойной; чашечка и венчик вполне свободные, четырехчленные; лепестки с хорошо выраженными ноготками. Это типичный околоцветник растений из семейства капустные. Зарисовать общий вид цветка, чашелистик, лепесток.

Строение андроеца. В качестве образца рассмотреть строение андроеца у лука круглоголового. Отметить, что в цветке лука шесть тычинок. Они свободные, расположены в двух кругах, причём тычинки первого круга противостоят листочкам околоцветника внешнего круга, а тычинки второго круга - листочкам внутреннего круга. Тычиночная нить, упрощенная с боковыми выростами, особенно у тычинок внутреннего круга. Зарисовать тычинку и обозначить её части: тычиночную нить, связник и пыльник. Затем ознакомиться с микроскопическим строением пыльника

Строение гинецея. Как образец исследовать гинецей цветка пролески. Взяв цветок, найти гинецей и определить, что он состоит из одного пестика. Обратив внимание на то, что цветоложе не расширено; пестик прикрепляется к нему только своим основанием, завязь легко отделить от цветоложа, она сидит на нем свободно. Листочки околоцветника и тычинки прикреплены к цветоложу ниже завязи пестика. Значит, перед нами подпестичный цветок с верхней завязью.

Далее отделить с помощью препаровальных принадлежностей пестик и рассмотреть его под стереоскопическим микроскопом. Отметить, что он состоит из завязи, довольно длинного столбика и почти незаметного рыльца. На завязи видны три шва. Скальпелем разрезать ее поперек. На срезе видно, что завязь образована тремя сросшимися боковыми стенками плодолистиками, каждый из которых образует гнездо, т.е. это ценокарпный (синкарпный) гинецей с трехгнездной завязью. В гнездах располагаются семязачатки. По форме они обратные (анатропные), поэтому микропиле и фуникулюс располагаются рядом. Плаценты проходят по краям плодолистика около шва, во внутреннем углу завязи, поэтому плацентация угловая. зарисовать пестик и обозначить его части: завязь, столбик, рыльце. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза завязи под микроскопом при малом увеличении. Зарисовать разрез завязи и обозначить: стенку завязи, гнездо, семязачаток, плаценту, фуникулюс. Затем выбрать семязачаток, в котором срез проходит через его середину и в нуцеллусе можно видеть зародышевый мешок. Рассмотреть его при большом увеличении. Зарисовать семязачаток и обозначить

его части: фуникулус, интегументы, микропиле, халазу, нуцеллус, зародышевый мешок, яйцеклетку, синергиды, антиподы, вторичное ядро зародышевого мешка.

В заключение сделать краткое описание гинецея: гинецей ценокарпный (синкарпный), образован тремя плодолистиками; столбик хорошо выражен; рыльце головчатое; завязь верхняя трехгнездная; семязачаток анатропный, с угловой плацентацией, с двумя интегументами и восьмиядерным зародышевым мешком.

2.13 Лабораторная работа № 13 (2 часа).

Тема: «Семя и плод»

2.13.1 Цель работы: Рассмотреть классификацию плодов и семян

2.13.2 Задачи работы:

1. Изучить строение семени двудольного растения - фасоли (*Phaseolus vulgaris*). Зарисовать и обозначить: рубчик (место прикрепления семени), микропиле (семявход), семя. Снять кожуру и зарисовать зародыш семени: развернутые семядоли, почечку, подсемядольное колено и корешок зародыша. Обратить внимание на отложение запасных питательных веществ в семядолях.

2. Изучить строение семени однодольного растения в зерновке пшеницы (*Triticum aestivum*) на готовом препарате. Зарисовать и отметить: околоплодник, сросшийся с кожурой семени, зародыш, состоящий из щитка (семядоли), почечки (с наружным листом - coleoptile), стебелька, корневого чехлика, coleorhизы, эпибласта; эндосперм.

3. Провести анализ структуры семян овса, пшеницы, ячменя, фасоли, гороха, подсолнечника, куколя и др. Указать, к какому типу их относят.

4. Изучить классификацию плодов на основе типа гинецея, уяснить, какие части цветка принимают участие в образовании плодов.

2. Провести анализ коллекции плодов, определить, к какой группе их относят, и дать им название. Зарисовать плоды и обозначить их.

2.13.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Предварительно намоченные зерновки пшеницы (*Triticum*) или других злаков, семена фасоли (*Phaseolus*) и гороха (*Pisum*), семена перца (*Piper*); семена куколя (*Agrostemma*);

2. Постоянные микропрепараты продольных срезов зерновок злаков, а также семян куколя,

3. Гербарий семян

4. Микроскоп

5. Наглядные материалы.

6. Свежие или консервированные плоды: сокирок (*Consolida*), лютика (*Ranunculus*), гороха (*Pisum*), ярутки (*Thlaspi*), мака (*Papaver*), белены (*Hyoscyamus*), дурмана (*Datura*), лещины (*Corylus*), гречихи (*Fagopyrum*), подсолнечника (*Helianthus*), земляники (*Fragaria*), пшеницы (*Triticum*), вяза (*Ulmus*), клена (*Acer*), редьки (*Raphanus*), томата (*Lycopersicum*), вишни (*Cerasus*), малины (*Rubus*), яблони (*Malus*), огурца (*Cucumis*), свеклы (*Beta*).

2.13.4 Описание (ход) работы:

Для изучения берутся семена фасоли. Снаружи её семя покрыто довольно толстой спермодермой. Рассматривая поверхность семени, найти семенной рубчик, расположенный на узкой вогнутой поверхности семени. Это место прикрепления семени к семяножке. На одной линии с рубчиком, рядом с ним, размещается микропиле (семявход), через него вода и газы поступают внутрь семени; убедитесь в этом, надавив пальцами на набухшее семя. Возле микропиле отмечают маленький бугорок - корешок зародыша, находящийся под кожурой семени. С противоположной от микропиле стороны к рубчику примыкает семенной шов - след от срастания семязачатка с семяножкой.

Осторожно надрезав кожуру, обнажить зародыш и осторожно раскрыть две крупные семядоли. Семядоли рассмотреть в лупу, замечая, что они прикрепляются к вершине зародышевого стебелька, называемого подсемядольным коленом, или гипокотилем. Между семядолями находится почка со сложенными листьями. Ниже гипокотиля виден первичный (зародышевый) корешок.

Зарисовать семя с боковой стороны и со стороны рубчика и зародыш семени, обозначить все его части.

Семя с эндоспермом. Рассмотреть такое строение на примере зерновки пшеницы (овса или другого злака). Зерновка злака - односемянной плод. Снаружи он покрыт кожистым околоплодником, плотно сросшимся с кожурой семени (убедиться в этом, попробовав препаровальной иглой снять околоплодник). Внимательно рассмотреть хохолок, бороздку, на ней рубчик, зарисовать внешний вид зерновки.

Отметить, что в семени хорошо развита запасаящая ткань - эндосперм, а маленький зародыш как бы оттеснен к концу зерновки. Небольшие размеры зародыша объясняются тем, что запасные продукты отложены не в зародыше, а в эндосперме.

Взять постоянный препарат продольного среза зерновки пшеницы и изучить его при малом увеличении микроскопа. Сначала рассмотреть околоплодник, кожуру, эндосперм. Наружный слой эндосперма состоит из плотно сомкнутых клеток с зернами запасного белка. Это алейроновый слой. Под ним (к центру препарата) располагается крахмальный слой эндосперма, клетки которого наполнены крахмальными зёрнами, между которыми вкраплены алейроновые зёрна.

Изучить строение зародыша при большом увеличении. Найти в нем щиток, почечку, стебелек, корешок и эпибласт. Щиток - это единственная семядоля зародыша, прилегающая к эндосперму семени и поглощающая из него питательные вещества, необходимые для развития проростка. Почечка покрыта наружным зародышевым листом - колеоптилем, под которым виден конус нарастания с зачаточными листьями. Под ней располагается короткий зародышевый стебелек - гипокотиль, переходящий в зародышевый корешок с корневым чехликом и корневое влагалище - колеоризу. На противоположной от щитка стороне зародыша имеется маленький чешуевидный вырост - эпибласт (рудимент второй семядоли). Все части зародыша (кроме щитка) состоят из меристемы, в которой хорошо видны узкие клетки прокамбия, из него образуются проводящие пучки.

Итак, зерновка пшеницы состоит из околоплодника и одного семени. Семя имеет три основных части: спермодерму, сросшуюся с околоплодником, зародыш и эндосперм.

В завершение зарисовать поперечный разрез зерновки и обозначить части зерновки и зародыша.

В коллекции плодов отделить сухие плоды от сочных. Сухие плоды разобрать на три группы - нераскрывающиеся, раскрывающиеся, дробные. Провести морфологический анализ плодов каждой группы. Найти зерновку, семянку, летучку, крылатку, орешек, орех, листовку, боб, стручок, стручочек, дробный стручок и коробочку. Установить различие между ними. Зарисовать внешний вид плода, его разрезать поперек и на втором рисунке, рядом с первым, показать внутреннее строение.

Под каждым рисунком сухого плода дать краткое его описание в виде ответов на следующие вопросы: название растения, простой или сложный плод, число плодолистиков, состояние околоплодника (деревянистый, кожистый или пленчатый), наличие срастания с кожурой, количество гнезд, количество семян, как вскрывается, к какому типу плодов относится.

Рассмотреть и зарисовать сочные плоды, истинные - ягоду и костянку и ложные - ягдовидные и яблочковидные. Познакомиться со строением сложного плода малины и соплодия свеклы.

Под рисунком сочных плодов должны быть: название растения, указание на истинный или ложный плод и части цветка, за счет которой образовалась мясистая часть

плода, число плодолистиков, количество гнезд, односемянный или многосемянный плод, и к какому типу он относится.

Плод малины отличается от уже рассмотренных тем, что состоит из многочисленных отдельных плодиков, каждый из которых легко отделить от других. Плод возник из одного цветка, следовательно он сборный, формируется из многочленного апокарпного гинецея. Рассмотрев один из плодиков, определяют, что он имеет сочный околоплодник с деревянистым эндокарпием (косточкой), внутри которой находится одно семя, следовательно плод костянка. На основании проведенного исследования приходят к выводу, что у малины плод сборная костянка.

Итогом работы по теме «Семя и плод» является заполнение таблицы №2 .

2.14 Лабораторная работа № 14 (2 часа).

Тема: «Класс Двудольные, Подклассы Ранункулиды Кариофиллиды, Гамамелидиды»

2.14.1 Цель работы: Изучить представителей подклассов Ранункулиды Кариофиллиды, Гамамелидиды»

2.14.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с разнообразием представителей семейства Лютиковых на гербарном материале и записать названия растений.
2. Ознакомиться с разнообразием представителей семейства Березовые на гербарном материале и записать названия растений
3. Ознакомиться с разнообразием представителей семейства Гречишные на гербарном материале и записать названия растений
4. Проанализировать растения, взятые для исследования, составить их описание согласно общей схеме, уделить особое внимание строению цветков.
5. Зарисовать общий вид цветка и отдельные части: лепесток, тычинки, гинецей и один пестик, лист.
6. Определить исследованные растения.

2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Живые и гербаризованные растения семейства лютиковых, цветы и плоды.
2. Гербарий, плоды и фиксированные цветки родов: *Fagopyrum*, *Polygonum*, *Rumex*.
3. Живые и гербаризованные растения семейства березовые, цветы и плоды
4. Наглядные материалы
5. Лупа

2.14.4 Описание (ход) работы:

Рассмотреть гербарии. Проанализировать растения, взятые для исследования разных семейств, составить в тетради их описание согласно общей схеме. Зарисовать общий вид цветка и отдельные части: лепесток, тычинки, гинецей и один пестик, лист. Законспектировать материал.

Лютик (*Ranunculus*). Формула цветка $*C_5C_5A_\infty G_\infty$. Многолетние и однолетние травы. Цветки обоеполые, гемициклические, обыкновенно желтые, нектарники желтые, иногда белые, с медовой ямкой в основании. Плод – сборный орешек. Лютики ядовиты и жгучи, поэтому домашние животные их не едят. Обладая сходной формулой строения цветков, виды этого рода различаются по размерам лепестков, по форме листьев и стеблей.

Семейство Гречишные – *Polygonaceae*. Представители этого семейства встречаются в самых разнообразных экологических условиях, главным образом в северном полушарии. Среди гречишных есть луговые мезофитные растения, водные и земноводные, а также растения засушливых мест обитания, пустынные, например характерный пустынный р. *Calligonum* – джужгун.

К этому семейству принадлежат травы, кустарники, лианы, реже древесные растения с очередными простыми листьями, имеющими при основании черешка так называемый раструб, возникший из сросшихся прилистников. Цветки обычно мелкие, собранные в сложные соцветия, обоеполые или раздельнополые, чаще всего 3-членные, иногда 5-членные, с простым околоцветником. Андроцей чаще всего из 2 трехчленных кругов, однако наблюдается редукция части тычинок или их расщепление, в результате чего андроцей из 6-членного может иметь иное число тычинок (5-8). Гинецей из 3-2 плодolistиков, лизикарпный, завязь верхняя. Плоды сухие, невскрывающиеся, орешковидные, сохраняющие обильный эндосперм.

Семейство Маковые – Papaveraceae. Многолетние и однолетние травы (реже встречаются полукустарники и кустарники). Характерной особенностью семейства является присутствие в тканях стеблей и листьев млечных сосудов, в которых содержится сок белого, желтого или оранжевого цвета; содержит алкалоиды, используемые в медицине (папаверин, кодеин, наркотин, морфин). Листья у маковых обычно очередные, простые, прилистников нет, поверхность листовых пластинок и черешков сизоватая. Цветки насекомоопыляемые, актиноморфные, иногда очень большие, яркие, одиночные (у мака), либо собраны в кистевидные соцветия. Цветки с круговым расположением частей по 2 или по 4 члена в круге, причем чашелистики опадают рано, к моменту раскрытия цветка. Андроцей из большого числа свободных тычинок, расположенных по спирали. Гинецей парикарпный из многих или двух плодolistиков, пестик с сидячим рыльцем, завязь верхняя. Плод – коробочка, часто стручковидная. Семена мелкие с маленьким зародышем и обильным эндоспермом.

Семейство Крапивные (*Urticaceae*) насчитывает 45 родов и около 850 видов. В основном это травы, реже кустарники или даже небольшие деревья, широко распространенные в тропиках. Неизменные спутники человека — растения мусорных мест — крапивы двудомная (*Urtica dioica*) и жгучая (*U. urens*). Жгучесть многих представителей семейства обусловлена мельчайшими жгучими волосками, имеющими вид капиллярной трубочки. При соприкосновении с кожей эти острые хрупкие волоски проникают в кожный покров и легко обламываются. При этом содержимое трубочки, включающее органические кислоты и целый ряд других едких органических соединений, попадает в ранку, вызывая всем знакомое раздражение. Ожоги некоторых тропических крапивных, например видов рода лапортея (*Laportea*) или жирардиния (*Girardinia*), исключительно болезненны и оставляют болевые ощущения в течение многих месяцев. Ветроопыляемые, сильно упрощенные, раздельнополые цветки крапивных собраны большей частью в сережковидные, метельчатые или головчатые соцветия. Околоцветник простой, из 4 долей, либо сильно или даже полностью редуцированный, что более характерно для женских цветков. Тычинок 1-4, а гинецей представлен двумя плодolistиками. Формула цветков крапивы двудомной: * $P_{2+2}A_{2+2}G_0$ и ♀ * $P_{2+2}A_0G_{(2)}$. Плоды сухие, ореховидные или семенковидные, но в некоторых случаях они окружены сочным ярко окрашенным покровом, развивающимся из чашечки, цветоложа или цветоножки, и напоминают ягоду.

2.15 Лабораторная работа № 15 (2 часа).

Тема: «Класс Двудольные, Подклассы Розиды, Ламииды, Астериды»

2.15.1 Цель работы: Изучить представителей подклассов Розиды, Ламииды, Астериды.

2.15.2 Задачи работы:

1. Ознакомиться с разнообразием представителей семейства Розовые на гербарном материале и записать названия растений.
2. Ознакомиться с разнообразием представителей семейства Бобовые на гербарном материале и записать названия растений

3. Ознакомиться с разнообразием представителей семейства Норичниковые на гербарном материале и записать названия растений

4. Проанализировать растения, взятые для исследования, составить их описание согласно общей схеме, уделить особое внимание строению цветков.

5. Зарисовать общий вид цветка и отдельные части: лепесток, тычинки, гинецей и один пестик, лист.

6. Определить исследованные растения

2.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Гербарные образцы видов из родов: спирея (*Spiraea*), земляника (*Fragaria*), малина (*Rubus*), шиповник (*Rosa*), яблоня (*Malus*), груша (*Pyrus*), боярышник (*Crataegus*), вишня (*Cerasus*), слива (*Prunus*), черемуха (*Padus*); фиксированные в спирте цветки этих растений.

2. Гербарные образцы сои (*Glycine*), караганы (*Caragana*), дрока (*Genista*), чины (*Lathyrus*), вики (*Vicia*), лядвенца (*Lotus*), эспарцета (*Onobrychis*), люцерны (*Medicago*), клевера (*Trifolium*), гороха (*Pisum*) фиксированные в спирте цветки этих растений.

3. Гербарий, плоды и фиксированные цветки семейств Норичниковые, Бурачниковые, Пасленовые.

4. Лупа

2.15.4 Описание (ход) работы:

Рассмотреть гербарии. Проанализировать растения, взятые для исследования разных семейств, составить в тетради их описание согласно общей схеме. Зарисовать общий вид цветка и отдельные части: лепесток, тычинки, гинецей и один пестик, лист. Законспектировать материал

Семейство Розовые включает около 100 родов и свыше 3000 видов, распространенных практически по всему земному шару с заметным преобладанием в субтропических и умеренных областях Северного полушария. Растения весьма разнообразных жизненных форм – вечнозеленые и листопадные деревья, кустарники, полукустарники, многолетние и однолетние травы. Листья очередные или, очень редко супротивные, простые или сложные, снабженные прилистниками, свободными или прирастающими к черешку, реже без прилистников. Цветки одиночные или собраны в соцветия различных типов, обычно энтомофильные, актиноморфные, циклические, обоеполые, часто с хорошо развитым гипантием – плоским, вогнутым или бокаловидным (рис.91). Околоцветник двойной, редко венчик редуцирован. Чашелистиков и лепестков обычно по 5, реже 3, 4, 6, 8 или более. Чашечка часто с подчашием, образующим как бы наружный круг чашелистиков. Тычинок в 2-4 раза больше чем лепестков, реже столько же, сколько лепестков или чашелистиков, редко всего 2 или 1. Гинецей апокарпный или синкарпный. Завязь верхняя или нижняя. Плоды очень разнообразны: многолистовка, многоорешек, многокостянка, костянка, яблоко, очень редко – коробочка. Семена без эндосперма.

Семейство бобовые. Корни многих бобовых несут небольшие клубеньки, образованные разрастающейся паренхимной тканью при внедрении в корень бактерий из рода (*Rhizobium*). Эти симбиотические бактерии способны фиксировать атмосферный азот, которыми они не только снабжают растение, но и обогащают почву.

Листорасположение очередное, листья сложные с прилистниками (перисто, реже пальчатосложные и трехлисточковые). У некоторых травянистых бобовых, например, у гороха (*Pisum*), верхние доли листа превращаются в цепляющиеся усики, иногда роль листовой пластинки целиком переходит к листовидным прилистникам. Ксерофитные же виды некоторых пустынных акаций (*Acacia*) иногда полностью утрачивают листовые пластинки, функция которых переходит к уплощенным черешкам листьев, так называемым филлодиям. У основания черешков и черешочков бобовых часто имеются утолщения, которые благодаря изменению тургора приводят в движение листовую пластинку или только листочки. Из-за этого парноперистые листья многих бобовых на

ночь складываются. А листочки мимозы стыдливой (*Mimosa pudica*) способны резко складываться и поникать даже от легкого прикосновения. Соцветия бобовых очень разнообразны, чаще они ботриодные, кистевидные, метельчатые или головчатые, изредка редуцированы до одного цветка. Обоеполые актиноморфные, или зигоморфные цветки бобовых опыляются чаще насекомыми, реже, у тропических бобовых, птицами и летучими мышами. Иногда отмечается и самоопыление (например, у гороха). Околоцветник двойной, с 4-5 сегментами в каждом кругу или очень редко безлепестной. При основании цветка очень часто, особенно у представителей мотыльковых, заметен гипантий, образованный срастанием части тканей цветоложа, чашечки тычинок и лепестков. По форме гипантий чаще кубковидный. От его основания как бы отходят чашелистики, тычинки и лепестки. Тычинок чаще всего 10, причем они, располагаясь в два круга, нередко различным образом срастаются, иногда образуя желобок или трубку, в которую скапливается нектар. В других случаях тычиночные нити при развитии цветка многократно расщепляются и число тычинок возрастает до нескольких десятков или даже сотен. Гинецей бобовых почти всегда монокарпный, завязь верхняя, расположенная обычно на дне гипантия. Можно предположить следующую формулу цветка, например бобы (*Vicia faba*): $\uparrow C_{a(5)} C_{o(1+2+2)} A_{(9)+1} G_{\underline{1}}$. Плод бобовых называется бобом.

Семейство Норичниковые – Scrophulariaceae. Листья простые, без прилистников, супротивные или очередные. Цветки в цимозных соцветиях или одиночные, обоеполые, чаще всего зигоморфные и значительно реже актиноморфные, чашечка 4-5-членная, сростная в основании, венчик обычно двугубый, 4-5-лопастной, андроцей из 5-4-2 тычинок, гинецей из 2 плодolistиков, завязь верхняя, плоды – коробочки, иногда ягодообразные или костянковидные. Для норичниковых характерно накопление гликозидов, поэтому животные их не поедают. Их используют в медицине и культивируют как декоративные.

Семейство Пасленовые – Solanaceae. Листья очередные, иногда вследствие деформации побегов почти супротивные, без прилистников, простые с цельной или рассеченной пластинкой. В стеблях обычна внутренняя флоэма. Цветки собраны в завитки или одиночные, внешне правильные, но нередко слегка зигоморфные, пятичленные. Чашечка сростнолистная. Венчик сростнолепестный с колесовидным, воронковидным или звездчатым отгибом. Тычинок 5, чередующихся с зубцами венчика, прирастают к его трубке. Гинецей синкарпный из двух плодolistиков. Завязь верхняя обычно с массивными плацентами, несущими многочисленные семязачатки. Формула цветка: $*C_{a(5)} C_{o(5)} A_5 G_{(2)}$. Плод – ягода или коробочка. Семена с изогнутым зародышем (редко прямым), с эндоспермом. Семейству принадлежат пищевые, лекарственные, наркотические, декоративные растения.

Семейство Яснотковые, или Губоцветные – Lamiaceae, Labiatae

Семейство содержащее около 200 родов и 3500 видов, очень широко распространено по всему земному шару во всех климатических зонах. К нему принадлежат многочисленные травы, полукустарники и кустарники, изредка деревья. Семейство выделяется рядом признаков: четырехгранные стебли, накрест супротивные простые без прилистников листья, двугубые цветки. Стебель и листья покрыты железистыми волосками или эпидермальными железистыми чешуйками, выделяющими эфирные масла. Цветки – в ложных мутовках, образованных дихазиями, иногда собранных в колосовидные или метельчатые соцветия. Цветки обоеполые, четко зигоморфные, со сростной пятилепестной (почти правильной или двугубой) чашечкой, двугубым венчиком (верхняя губа из 2, нижняя из 3 лепестков), четырьмя двусильными тычинками (иногда тычинок 2), гинецей синкарпный из двух плодolistиков, получающих ложную перегородку и потому 4 гнездный с одной семязачатком в каждом гнезде. Завязь верхняя, окружена нектарником. Плод – ценобий (четыреорешек), распадается на 4 эрема (орешка).

Семейство Сложноцветные, или Астровые – Asteraceae. Листья сложноцветных простые, цельные или рассеченные, очередные или реже супротивные. У многих представителей семейства, например одуванчика, имеются млечники, содержащие белый латекс. Цветки всегда собраны в корзинки, которые часто группируются в сложные агрегатные соцветия – колосья, кисти, метелки, цимоиды или даже головки. Последние состоят из одноцветковых корзиночек, как, например, у степного растения мордовника (*Echinops*). Цветок обоеполый (срединные цветки корзинки у видов родов: подсолнечник, ромашка, иногда однополый пестичные и тычиночные цветки у кошачьей лапки двудомной (*Anthenaria dioica*). Формула цветка – $\ast C_{a(5)-0} C_{o(5)} A_{(5)} G_{(2)}$.

Язычковый цветок – явно производный от трубчатого. В нижней части венчика у него тоже есть трубка, только очень короткая. Выше образуется пластинчатый отгиб (язычок), заканчивающийся пятью зубчиками. Цветок зигоморфный, обоеполый, встречается у видов родов одуванчик, цикорий. Формула цветка: $\uparrow C_{a(5)-0} C_{o(5)} A_{(5)} G_{(2)}$.

Ложноязычковый цветок, очевидно, произошел от двугубого, венчик имеет только одну губу – нижнюю. Ложный язычок образован лишь тремя лепестками, на что указывают три зубчика на верхушке язычка. Цветок зигоморфный, часто пестичный, например краевые цветки корзинки у видов родов подсолнечник и ромашка. Формула цветка – $\uparrow C_{a(5)-0} C_{o(3)} A_0 G_{(2)}$.

Воронковидный цветок очень напоминает трубчатый. Основное отличие – воронковидное расширение венчика в верхней части трубки. Число зубцов – более пяти вследствие расщепления свободных окончаний лепестков. Цветок бесполой – без тычинок и пестика. Такие цветки расположены только по периферии корзинки, например у видов родов василек. Формула цветка: $\uparrow C_{a(5)-0} C_{o(5-7)} A_0 G_0$.

2.16 Лабораторная работа № 16 (2 часа).

Тема: «Класс Однодольные, подкласс Лилииды»

2.16.1 Цель работы: Рассмотреть класс однодольные, ознакомиться с основными характерными особенностями растений данного класса на примере семейств лилейные, луковые, осоковые, мятликовые

2.16.2 Задачи работы:

1. Записать формулу цветка Асера и составить краткое морфологическое описание растения
2. Разобрать строение простых колосков, подсчитать число цветков в них и составить краткое морфологическое описание рассмотренных видов. Зарисовать типы кушения злаков. Определить исследованные растения.

2.16.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Гербарий и фиксированные цветки родов *Allium*, *Narcissus*, *Galanthus*
2. Гербарные образцы растений с соцветием сложный колос – пшеница (р. *Triticum*), рожь (р. *Secale*), пырей (р. *Agropyron*); с агрегатным соцветием – просо (р. *Panicum*), овсяница (р. *Festuca*), мятлик (р. *Poa*), овес (р. *Avena*), райграс (р. *Arrhenatherum*), полевица (р. *Agrostis*), и др
3. Растения с соцветием султан – тимopheевка (р. *Phleum*), лисохвост (р. *Alopecurus*). Фиксированные в спирте или сухие соцветия этих растений.

2.16.4 Описание (ход) работы:

Семейство Луковые – Alliaceae. Включает 32 рода и около 750 видов. Наибольшего разнообразия луковые достигают в Северном полушарии. Все представители этого семейства луковичные или корневищные травы. Листья обычно сидячие, листовая пластинка линейная, дудчатая или трубчатая. Листорасположение очередное, часто двухрядное. Цветки собраны в цимозное, зонтиковидное соцветие и до цветения заключены в чехол из одного – двух кроющих листьев. Соцветие располагается на верхушке безлистного побега – стрелке. Околоцветник простой венчиковидный или

чашечковидный шестичленный, листки его свободные или при основании спаяны, располагаются в два круга. Тычинок шесть, обычно срастающихся с околоцветником. Гинецей синкарпный из трех плодолистиков. Завязь верхняя, с несколькими или многими семязачатками. Формула цветка: $*P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$. Плод – коробочка. Семена мелкие с обильным эндоспермом и маленьким зародышем. Для луковых характерно живорождение.

Род Лук – *Allium* (рис.133) - объединяет около 400 видов многолетних трав с трубчатыми или плоскими листьями. У большинства видов имеются луковицы, образованные утолщенными влагалищами листьев, у некоторых – кроме луковиц развиваются и корневища. Как правило, луки обладают резким запахом.

Лук репчатый - *A.сера* - в диком виде неизвестен, но повсеместно распространен в культуре. Луковица простая пленчатая, листья трубчатые, соцветие шаровидное. Ценное пищевое растение, содержит сахара до 5% и витамины В, С. Острый запах лука обусловлен наличием лукового эфирного масла (0,03...0,06 %). В луковичных чешуях содержатся вещества, действующие антисептически. Лук обладает хорошими антицинготными свойствами.

Семейство Мятликовые или Злаковые - Poaceae, Gramineae. Мятликовые – очень разнообразная и широко распространенная группа растений. Объединяет около 900 родов и до 11000 видов. Среди них есть виды – космополиты. Нередко мятликовые доминируют в естественных растительных сообществах лугов и степей. Общеизвестно их высокое народнохозяйственное значение как основных пищевых и кормовых растений.

В семействе преобладают травянистые многолетние, реже однолетние растения, для которых характерен особый тип ветвления – кущение. Максимальное разнообразие жизненных форм приурочено к субтропическим и тропическим районам, где встречаются и древовидные представители (бамбуковидные).

Стебель у большинства мятликовых полый, лишь в узлах выполненный (соломина). В основаниях междоузлий находится интеркалярная меристема, обуславливающая рост стебля в длину. Боковые побеги могут быть внутривлагалищными или вневлагалищными. В месте перехода влагалища в листовую пластинку нередко есть язычок (пленчатый или из волосков) и ушки.

Соцветие – сложный колос или агрегатное – метелка, состоящая из колосков, ложный колос (султан), редко початок. В основании колоска расположены видоизмененные листья – колосковые чешуйки. Каждый цветок образуется на оси колоска в пазухе прицветника, называемого наружной цветковой чешуйкой. Цветки мелкие, невзрачные, обычно обоеполые, лишь у видов р. кукуруза (*Zea*) раздельнополые, в последнем случае растения однодомные. Трехчленный цветок, типичный для однодольных, можно наблюдать только у немногих современных мятликовых, например из р. стрептохета. Околоцветник редуцирован, до внутренней цветковой чешуйки, возникшей в результате срастания двух листочков, и двух цветковых пленок – лодикул. Тычинок обычно три (наружный круг), реже две (душистый колосок - *Anthoxanthum*) или одна (виды р. цинна - *Cinna*), но иногда их шесть (виды р. рис - *Oryza*) или даже больше (некоторые бамбуки). Завязь верхняя, всегда с одним семязачатком. Формула цветка: $\uparrow P_{(2)+2}A_3G_{(2)}$. Плод – зерновка, кожистый околоплодник слипается с кожурой семени, а иногда и с цветковыми чешуйками (виды р. ячмень - *Hordeum*). Зародыш прилегает к эндосперму сбоку.

Семейство подразделяют на три подсемейства: бамбуковидные (*Bambusoideae*), мятликовидные (*Poaeoideae*), просовидные (*Panicoideae*).

Подсемейство Мятликовидные - Poaeoideae. Растения травянистые, одно- и многолетние. Листья большей частью с пленчатыми или волосковидными язычками и равномерно распределенной хлорофилоносной паренхимой. Соцветия - метелка, султан, сложный колос. Колоски имеют по две колосковые чешуйки, многоцветковые или

одноцветковые. В подсемействе много родов важнейших хлебных растений: пшеница (*Triticum*), рожь (*Secale*), ячмень (*Hordeum*), овес (*Avena*), рис (*Oryza*) и др.

Рожь посевная - *Secale cereale* - традиционная хлебная культура, иногда используемая и на фураж, и в качестве кормового растения, дающего прекрасное сено. Это высокое рыхлокустовое растение с соцветием сложный колос. Если колос ржи согнуть дугой, то хорошо видно, что на общей оси соцветия располагаются отдельные простые колоски, из которых торчат по 2 длинные ости. Если оторвать один такой колосок и рассмотреть его, то видно, что в его основании, почти на одном уровне, располагаются 2 удлинённые колосковые чешуи, верхняя и нижняя, а сам колосок состоит из 2 цветков. Отделив один цветок, следует рассмотреть и его. Снизу он закрыт нижней цветковой чешуей, несущей длинную ось, покрытую по килю острыми, вниз направленными волосками. Сверху в неё, как крышка в коробку, входит верхняя цветковая чешуя, полупрозрачная, мягкая, с 2 зеленоватыми килями. Раздвинув их, можно увидеть 3 крупные тычинки, заполняющие почти всю полость цветка, а у основания цветковых чешуй обнаруживается вздутая завязь с перистыми рыльцами и прикрепленные в её основании 2 маленькие лодиколы. Набухая в момент распускания цветка, они раздвигают цветковые чешуи, выпуская тычинки и пушистые рыльца, затем лодиколы спадаются, а цветковые чешуи смыкаются вновь, закрывая собой созревающий плод растения.

2.17 Лабораторная работа № 17 (2 часа).

Тема: «Экологическая морфология растений»

2.17.1 Цель работы: Изучить многообразие морфологических, анатомических и биологических приспособлений к разнообразным климатическим, почвенным и биоценотическим условиям.

2.17.2 Задачи работы:

1. Изучение морфологических особенностей строения растений и их органов во взаимосвязи с абиотическими и биотическими факторами среды различных климатических зон;

2. Выявление взаимосвязи между структурой растительного сообщества и условиями среды;

3. Изучение анатомических адаптаций различных органов растений в разнообразных местообитаниях;

2.17.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Демонстративный материал

2.17.4 Описание (ход) работы:

Сделать конспект на тему «Экологическая морфология растений». Рассмотреть основные классификации жизненных форм растений.

Все растения К. Раункиер подразделил на пять типов жизненных форм.

1. Фанерофиты (Ph) — почки возобновления, открытые или закрытые, расположены высоко над поверхностью почвы (выше 30 см). По консистенции стебля, по высоте растения, по ритму развития листвы, по защищенности почек подразделяются на 15 подтипов.

2. Хамефиты (Ch) — почки возобновления у поверхности почвы или не выше 20—30 см. Подразделяются на четыре подтипа.

3. Гемикриптофиты (НК) — почки возобновления у поверхности почвы или в самом поверхностном слое ее, часто покрытом подстилкой. Включает три подтипа и более мелкие подразделения.

4. Криптофиты (К) — почки возобновления скрыты в почве (геофиты) или под водой (гелофиты и гидрофиты). Подразделяются на семь подтипов.

5. Терофиты (Th) — возобновление после неблагоприятного времени года только семенами.

Межклетники не только увеличивают плавучесть, но и способствуют регуляции газообмена. У большинства гидатофитов сильно развито вегетативное размножение, которое возмещает ослабленное семенное размножение. Побеги светолюбивых растений довольно толстые, с хорошо развитой ксилемой и механической тканью. Жаростойкие растения характерны для сухих и жарких областей земного шара, также как и рассмотренные ранее ксерофиты. Каждый регион представляет собой территорию, в пределах которой флора более или менее однородна, однотипна, имеет свою специфику и в большей или меньшей степени отличается от флоры других регионов. Богатство флоры может быть обусловлено и историческими причинами.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (не предусмотрено РУП)

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ (не предусмотрено РУП)