

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Уральский государственный университет им.
А.М. Горького»

ИОНЦ « экология и природопользование »

биологический факультет

экологии _____ кафедра

МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ

Учебное пособие

Подпись руководителя ИОНЦ

Дата

**Екатеринбург
2007**

От авторов

Учебное пособие является практической частью общего теоретического курса «Морфология и анатомия высших растений». Оно подготовлено для студентов - экологов первого года обучения в соответствии с общей программой по ботанике для биологических факультетов университетов по специальности «Экология».

Пособие написано в целях более качественной подготовки студентов к занятиям во внеаудиторное время, лучшей организации их самостоятельной работы во время лабораторных занятий и в целом более полному усвоению знаний по теоретическому курсу. Пособие построено с расчетом на индивидуальную работу каждого студента в лаборатории под руководством преподавателя после предварительного самостоятельного изучения материала по рекомендуемой литературе. К тому же пособие должно способствовать развитию у студентов элементарных навыков самостоятельного исследования и поиска самостоятельных решений, что так необходимо им в предстоящей научно-практической деятельности.

Пособие содержит описание лабораторных занятий, посвященных основным разделам курса: клетка, ткани, вегетативные и репродуктивные органы высших растений. Каждое занятие составлено по единому плану: тема, литература, цель работы, теоретические положения, материал и оборудование, задание, пояснение к заданию и вопросы для самоконтроля. Краткое изложение теоретических вопросов включает основную терминологию, современные классификации, основные принципы строения и т.д. Оно не заменяет необходимости чтения специальной литературы по каждой теме.

Пособие содержит сведения по методике приготовления препаратов, анализу объектов и оформлению результатов наблюдения. Оно иллюстрировано 40 рисунками, которые должны помочь студенту не только освоить изучаемый материал, но и овладеть общими приемами и техникой

биологического рисунка. Некоторые из приведенных рисунков заимствованы из других пособий (Бавтуто, 1985; Барыкина и др., 1963, 1979; Вехов и др., 1980; Воронин, 1972; Киселева, 1969; Комаров, 1941; Хржановский и др., 1989). Ультраструктуру клетки студенты изучают на электронных микрофотографиях взятых из «Атласа ультраструктуры растительных клеток» Петрозаводск, 1972 и других пособий. В конце пособия приводится список контрольных вопросов для подготовки к коллоквиумам по теме «Ткани», «Вегетативные органы» и «Цветок» вопросы самоконтроля по основным разделам курса. Приложение включает перечень приборов, инструментов, реактивов, постоянных препаратов, фиксированного и свежего материалов, комнатных растений и гербария, необходимых для занятий.

В пособии использованы материалы учебного пособия Е.Я. Ильиной “Практикум по анатомии растений”, Свердловск, 1979; руководства к лабораторным занятиям по морфологии растений (раздел «Соцветие»), Свердловск, 1979, Екатеринбург, 2002, в соавторстве с З.Т. Артюшенко и руководства к лабораторным занятиям по морфологии растений (Репродуктивные органы), Екатеринбург, 2000, в соавторстве с С.А. Зимницкой.

Авторы глубоко признательны сотрудникам кафедры ботаники и кафедры экологии, добрые советы и критические замечания которых способствовали созданию настоящего пособия. Особые слова благодарности выражаем доценту Е.Я. Ильиной и доценту Н.С. Мельник за знания, которыми они щедро и умело делились со своими учениками. Их постоянное внимание и поддержку мы ощущаем до настоящего времени.

Занятие 1
МИКРОСКОП.
ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ.
СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Литература: Атлас ультраструктуры растительных клеток. Под. ред. Г.М. Козубовой, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск, 1972. С. 9-12.

Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н. и др. Практикум по анатомии растений. М., 1979. С. 5-18.

Ботаника. Морфология и анатомия растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978. С.19-35 ; 1988. С. 36-51.

Ботаника с основами фитоценологии: анатомия и морфология растений. Серебрякова Т.И., Воронин Н.С. и др. М., 2007, С. 54-59.

Вехов В.Н., Лотова Л.И. и др. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980. С.3-26.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972. С. 4-16; 1981. 4-30.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. Т 1. Анатомия и морфология. М., 1966. С. 26-38.

Лотова Л.И. Строение растительной клетки. М., 1981. С. 6-12.

Малый практикум по цитологии. Под ред. Ю.С. Ченцова. М., 1977. С. 8-16.

Практикум по цитологии. Под ред. Ю.С. Ченцова. М., 1988. С. 8-16.

Хржановский В.Г., Понаморенко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979. С. 5-21; 1989. С. 5-22.

Цель работы: Познакомиться с устройством светового микроскопа, освоить навыки микроскопирования и приготовления временных препаратов. Изучить строение растительной клетки.

Строение тканей и органов высших растений на клеточном уровне возможно изучить только с помощью микроскопа. Микроскоп – сложный оптико-механический прибор, служащий для рассмотрения объектов, недоступных невооруженному глазу. Микроскоп дает мнимое, обратно увеличенное изображение. В зависимости от метода получения увеличенного изображения объекта различают световую и электронную микроскопию, которые позволяют изучить микроскопическое и ультрамикроскопическое изучение объекта. Максимальное увеличение светового микроскопа – 1000-1500 раз, а электронного – 10000-100000 раз.

Главной характеристикой микроскопа является его разрешающая способность (предел разрешения) – минимальное расстояние между двумя точками объекта, при котором они видны раздельно. Разрешающая способность человеческого глаза составляет около 100 мкм. Максимальная разрешающая способность светового микроскопа – 0,13-0,20 мкм, электронного – 0,1-0,2 нм. В настоящее время имеется серия биологических микроскопов различных марок. На лабораторных занятиях будут использоваться микроскопы: МБР-1, МБС-10, Биолам-1, Микмед-1 и Микмед-5.

Световой микроскоп состоит из оптической и механической систем. Оптическая система микроскопа включает объектив, окуляр, конденсор, зеркало.

Объектив представляет наиболее важную часть оптической системы: именно от него зависит четкость и увеличение изображения. Объектив строит геометрически подобное объекту увеличенное изображение с обратным расположением частей по отношению к препарату. Он состоит из нескольких линз, вправленных в металлическую гильзу. На объективе имеются цифровые и буквенные обозначения. Цифры 8, 10, 20, 40, 90 указывают на собственное увеличение объектива. Цифры 0,2; 0,4; 0,65; 0,75, 0,95 отвечают апертуре объектива, которая связана с разрешающей способностью. Следовательно, чем выше апертура объектива, тем более тонкую структуру объекта можно рассмотреть, но при этом уменьшается глубина резкости. Ниже цифры

апертуры на объективе располагаются цифры заводского номера, две первые обозначают год выпуска микроскопа.

Буквы ВИ, МИ на объективе указывают на иммерсию среды (водную или масляную; АХРО, АПО, ПЛАН – обозначают категорию объектива, связанную с абберацией линз (недостатками, искажающими изображение).

Окуляр устроен намного проще объектива и состоит всего из двух линз, вставленных в металлический цилиндр. Он строит мнимое изображение и увеличивает его, не выявляя подробностей строения. На практических занятиях будут использоваться окуляры с -7, -10 и 15 кратным увеличением. Для более качественного изображения применяют специальные компенсационные окуляры с маркировкой "К" и "Ф". Последний используется в микрофотографии.

Для определения общего увеличения микроскопа увеличение объектива умножают на увеличение окуляра.

Конденсор с апертурной диафрагмой служит для наилучшего освещения изучаемого объекта. Изменением положения конденсора и размера апертурной (ирисовой) диафрагмы регулируют яркость освещения и четкость изображения. Увеличение диаметра отверстия диафрагмы уменьшает освещение объекта, но увеличивает глубину резкости. Конденсор позволяет осветить объект широко расходящимся пучком лучей, что особенно необходимо при работе с большим увеличением.

Зеркало служит для направления лучей от источника света через конденсор и отверстия предметного столика на объект. Зеркало имеет вогнутую и плоскую поверхности. Плоская сторона используется при работе с источником искусственного света специального осветителя, расположенного близко от микроскопа; вогнутая – при удаленных источниках освещения, чаще всего, рассеянного естественного и при работе с большими увеличениями.

Механическая система предназначена для удобства пользования оптикой микроскопа. Она состоит из основания (штатива, подставки), тубусодержателя, механизмов макрометрической (макрвинт) и

микрометрической (микровинт) фокусировок, тубуса, револьвера и предметного столика.

Подставка придает микроскопу устойчивость. Это массивное подковообразное или прямоугольное основание микроскопа.

Тубусодержатель, подвижно соединен со штативом. С помощью подающих механизмов его можно передвигать по вертикали для наведения на фокус.

Механизм макрометрической настройки используется для грубой настройки микроскопа. Он имеет два винта и может перемещаться в вертикальном направлении в пределах 50 мм.

Механизм микрометрической настройки предназначен для тонкой фокусировки. Величина перемещения тубусодержателя с помощью механизма микрометрической механизма равна 2,2-2,4 мм. Крайние положения тубусодержателя отмечены рисками на коробке механизма. При работе с этим механизмом нужно быть особенно аккуратным, так как ограничители его работы легко выходят из строя.

Тубус – полый цилиндр, в верхнее отверстие которого вставляется окуляр, а к нижней части подвижно присоединяется револьвер. Он предназначен для быстрой смены объективов и представляет собой диск с гнездами, в которые ввинчиваются объективы, дающие разное увеличение.

Предметный столик, служит для установки микроскопа он имеет круглую или квадратную форму и неподвижно соединен со штативом микроскопа. Как правило, он имеет округлую или квадратную форму и на некоторых марках подвижно соединен со штативом микроскопа. В центре столика имеется отверстие, в которое входит верхняя часть конденсора. Отверстия на поверхности столика служат для установления зажимов (клемм), закрепляющих препарат, и препаратоводителя.

Микроскоп – сложный прибор, который требует осторожного, умелого и внимательного обращения. С самых первых занятий следует осваивать и закреплять приемы и навыки работы с микроскопом, а также с другими

приборами и инструментами, используемыми при микроскопировании. Прежде всего, следует ознакомиться с правилами работы на лабораторных занятиях и беспрекословно их выполнять.

Организация рабочего места

1. Микроскоп устанавливается на столе против левого плеча, примерно на 2 см от края стола. Его ставят тубусодержателем к себе, перпендикулярно к краю стола, и не сдвигают до конца занятий.

2. Направляют зеркало к источнику освещения и устанавливают свет.

3. С правой стороны от микроскопа размещают тетрадь для зарисовок и записи наблюдений, оборудование и материалы.

4. Тщательно чистят предметные и покровные стекла. Недостаточно чистые стекла делают изображения мутным и затрудняют изучение объекта.

Подготовка рабочего места всегда проводится перед началом занятия.

Работа с микроскопом

1. Работают с микроскопом только сидя.

2. Проверяют чистоту оптической системы микроскопа. В случае загрязнения линзы протираются сухой чистой тряпочкой из хлопчатобумажной ткани. Если грязь не удаляется, тряпочку смачивают бензином или смесью спирта с эфиром.

3. Микроскопирование всегда начинают при малых увеличениях (объектив х8).

4. Конденсор поднимают в крайне верхнее положение, полностью раскрывают апертурную диафрагму.

5. Направляют зеркало, в том случае если микроскоп оснащен зеркалом, к источнику света и устанавливают максимальную освещенность, контролируя ее через окуляр. Включают осветитель, если микроскоп оснащен им.

6. Помещают препарат на предметный столик так, чтобы оптическая ось проходила через объект.

7. Проводят фокусировку механизмом макрометрической настройки и приступают к исследованию объекта.

8. При переходе к работе с большим увеличением (объективы х20 и х40) объект или интересующую часть объекта устанавливают в центр поля зрения, препарат закрепляют клеммами. Затем поворотом револьвера устанавливают в рабочее положение объектив с необходимым увеличением.

9. Проводят фокусировку механизмами макро- и микрометрической настройки. Вращать винты следует плавно, не допуская рывков и применения силы. Микрометрический винт можно вращать влево и вправо только на полоборота.

10. По окончании работы микроскоп снова переводят на малое увеличение и только после этого снимают препарат с предметного столика. Со штатива убирается пыль и следы жидкости, и микроскоп переносят на место хранения. Микроскоп переносят двумя руками: одной берут за изгиб тубусодержателя, другой поддерживают за основание.

Приготовление временных препаратов

Временные препараты готовятся непосредственно в процессе занятия. Основные моменты приготовления таких препаратов сводятся к следующему:

1. Тщательно вычистить предметные и покровные стекла.
2. На середину предметного стекла капнуть воды и поместить в нее исследуемый объект;
3. Накрыть каплю покровным стеклом так, чтобы вода вытеснила воздух и заполнила все пространство под покровным стеклом. Для этого большим и указательным пальцами правой руки взять покровное стекло за уголки, завести его за каплю и противоположным краем стекла, наклоняя его под острым углом к предметному, коснуться краем капли. Затем осторожно и постепенно опустить стекло на каплю. При этом вода Если опускать покровное стекло резко, в препарате могут оказаться пузырьки воздуха, которые под

микроскопом видны в виде сферических тел с черными контурами, что затрудняет изучение объекта. Если вода не заполняет всего пространства под покровным стеклом, то пипеткой или стеклянной палочкой сбоку покровного стекла добавляют небольшую каплю. В силу поверхностного натяжения капля втягивается под стекло и заполняет под ним все пространство. Если вода выступит за края покровного стекла, ее следует удалить, прикладывая сбоку полоску фильтровальной бумаги.

Оформление результатов наблюдений

Результаты лабораторных работ заносятся в дневник. Для ведения дневника следует иметь альбом для рисования с бумагой хорошего качества (формат листов 20х30 см), простой остро заточенных карандаш средней твердости (ТМ, НВ) и мягкую резинку.

При оформлении лабораторного занятия в альбоме указывается дата, название темы и перечень заданий. Рисунок – это не только отчетный материал выполненной работы. Рисунок является одним из эффективных методов познания, так как именно в процессе зарисовки объект детально и вдумчиво анализируется. Это способствует лучшему усвоению материала, развивает у студентов внимание и наблюдательность. По сути дела, рисунок – это вывод, полученный в процессе изучения объекта.

Биологический рисунок широко используется как один из важнейших активных методов научного исследования, позволяющий более детально изучить объект. С помощью рисунка исследователь по настоящему видит объект, а смотреть и видеть понятия не тождественные. По образному выражению С.Г. Навашина, «рисунок – это язык морфологии».

Требования к биологическому рисунку

1. Биологический рисунок представляет собой проекцию оптического сечения через объект.
2. Биологический рисунок – рисунок графический, выполняемый линиями и точками.

3. Рисунок должен соответствовать действительности, правдиво изображая объект. Рисуют только то, что видят в микроскоп, т.е. с препарата. Перерисовка с книг и таблиц – не допустима.

4. Рисунок должен быть предельно точным, четким, простым и понятным, его не загромождают лишними деталями.

5. Рисовать нужно наиболее главное, типичное, существенное, то что необходимо для понимания препарата. Подчеркиваются те особенности, на которые требуется обратить внимание. Опускают все второстепенное, случайное. Что мешает восприятию.

6. Рисунок должен быть крупным, чтобы на нем можно было показать все необходимые детали.

7. В рисунке не должны быть нарушены пропорции между размерами органелл, клеток, тканей. Соблюдение пропорций – одно из основных правил биологического рисунка.

8. При зарисовке необходимо разумно сочетать детальный и схематический рисунки. На схемах обычно показывают расположение и границы тканей с точным соблюдением пропорций и масштаба. Схему строения органов принято рисовать при малом, а детальное строение отдельных клеток и тканей - при большом увеличении микроскопа. Никогда не рисуют все клетки, слагающие ткань. Можно ограничиться двумя-тремя клетками, но их строение должно соответствовать действительности.

9. Рисунок должен «говорить», поэтому обязательно снабжается пояснительными надписями (обозначениями) с его правой стороны. Обозначения на рисунке делаются стрелкой по направлению от подписи к изображению. Стрелки могут подходить к структурам под любым углом, но не должны пересекаться. Название рисунка должно быть точным и пишется под рисунком. Оставшееся место на альбомном листе заполняется пояснительным текстом, согласно заданию.

10. Рисунок выполняется только простым карандашом. Цветные карандаши используются довольно редко и должны нести биологический

смысл. Построение рисунка при изучении препарата начинают с того, что мысленно прикидывают форму будущего рисунка, соотношение его длины и ширины, то есть общие пропорции рисунка.

Затем в левой половине альбомного листа, сразу под текстом задания отмечают крайние точки будущего рисунка сверху, внизу, справа и слева, то есть определяют местонахождение будущего рисунка и его границы.

После этого легкими штрихами карандаша намечают общие контуры рисунка, изучая препарат при малом увеличении микроскопа. Детализацию рисунка проводят при большом увеличении. Ненужные линии стирают, а правильные прорисовывают сильнее.

Линии рисунка должны быть контурными, четкими и законченными. Название рисунка и обозначение к нему – обязательны.

Дневник-альбом является прекрасным пособием при освоении теоретического курса отчетным документом при сдаче экзамена. Альбом, по существу, это зеркало знания студента.

Строение растительной клетки

Клетка является основной, структурной единицей растительного организма. Организм одноклеточных растений представлен одной клеткой, которая осуществляет все жизненные функции, характерные для целого организма – питание, дыхание, размножение, накопление запасов, выделение продуктов обмена. И. т.д. Клетки, составляющие тело многоклеточного организма, как правило, неоднородны, имеют разную структуру, и выполняют различные функции.

Живая клетка растений представляет собой объемное тело, состоящее из протопласта, окруженного оболочкой. Протопласт (от греч. протос – первый, пластос – вылепленный) состоит из цитоплазмы и ядра. Ядро – обязательный органоид растительной клетки, состоящий из двумембранной липопротеидной оболочки, отделяющей его содержимое от цитоплазмы, хроматина, ядрышка, кариоплазмы и продуктов синтетической активности. Цитоплазма

неоднородна по строению и составу и включает в себя гиалоплазму, мембранные и немембранные компоненты. К мембранным компонентам относится вакуолярная система (эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли) и двумембранные компоненты (митохондрии и пластиды). К немембранным компонентам относят рибосомы, микротрубочки, микрофиламенты и немембранные макромолекулярные комплексы.

Гиалоплазма (от греч. гиалине – прозрачный), основная плазма или матрикс цитоплазмы, представляет собой сложную систему истинных и коллоидных растворов различных веществ, среди которых основную роль играют высокомолекулярные соединения, главным образом белки. Важнейшая роль гиалоплазмы заключается в том, что эта среда объединяет все клеточные структуры и обеспечивает химическое взаимодействие их друг с другом.

В живой растительной клетке основное вещество находится в постоянном движении. Это движение называется током цитоплазмы или циклозом. Он, несомненно, облегчает передвижение веществ в клетке и обмен ими между клеткой и окружающей средой. Циклоз прекращается в мертвой клетке.

Клетки высших растительных организмов в цитоплазме содержат вакуоли. У молодых клеток может быть несколько мелких вакуолей, которые по мере роста и дифференцировки клетки сливаются друг с другом и образуют одну или несколько крупных вакуолей, занимающих до 80% объема всей клетки. Мембрана, ограничивающая вакуоли носит название тонопласта. Полость вакуоли заполнена клеточным соком, представляющим собой водный раствор, в который входят различные неорганические соли, сахара, органические кислоты и их соли, и другие низкомолекулярные соединения, а также некоторые высокомолекулярные вещества, например, белки.

Одной из главных функций вакуолей является поддержание тургорного давления клеток.

Оболочка является продуктом жизнедеятельности протопласта и представляет собой более или менее плотную пленку. Оболочка защищает

живое содержимое от повреждений, принимает участие в поглощении и передвижении веществ, транспирации и выделении секретов. Очень часто оболочка растительной клетки выполняет жизненно важные функции, и после отмирания живого содержимого. В связи с этим в ботанике клеткой называют: 1) протопласт, лишенный оболочки; 2) протопласт, имеющий твердую оболочку; 3) оболочку, которая облекала протопласт, впоследствии отмерший.

Все многообразие форм растительных клеток в зависимости от соотношения длины и ширины подразделяется на две группы: 1) паренхимные, или изодиаметрические (от греч. пар – равный, энхима – налитое) – клетки длина которых равна ширине или превышает ее не более чем в три раза; 2) прозенхимные (от греч. прос – по направлению к ..., энхима – налитое) – длина которых превосходит ширину более чем в три раза.

Материал и оборудование

1. Чешуя лука репчатого (красного сорта).

2. Микроскопы.

3. Предметные и покровные стекла, капельницы с дистиллированной водой, препаровальные иглы, пипетки, марлевые салфетки, фильтровальная бумага, пинцеты, скальпели.

4. Учебники и методические руководства.

5. Таблицы.

Задание

1. Познакомиться с устройством микроскопа, записать название его частей и основные правила работы с ним.

2. Приготовить временный препарат эпидермиса сочной чешуи луковицы лука *репчатого* (*Allium cepa* L.). Рассмотреть и зарисовать строение клетки, отметить оболочку, ядро, цитоплазму, вакуоли.

Пояснение к заданию. Изучить внутреннюю структуру растительного организма на уровне клеток и тканей возможно только с помощью специальных оптических приборов – микроскопа и бинокулярной лупы. Работа с

микроскопом требует определенных навыков и знаний всех его потенциальных возможностей. В микроскоп можно рассматривать не только поверхность объекта, но и внутреннюю ее часть, так как свет, полученный от источника, проходя через объект освещает всю его толщу. Опуская или поднимая тубус микроскопа, можно поставить фокус и рассматривать любые участки объекта, находящиеся на разной глубине, то есть получать «оптическое сечение».

Резкость изображения участков, лежащих на разных уровнях, - глубина поля зрения – зависит от размеров отверстия диафрагмы. Уменьшая это отверстие путем закрывания диафрагмы можно получить большую глубину поля зрения.

Четкость изображения существенно зависит от показателя преломления среды. При одинаковом показателе преломления среды и объекта последний трудно рассмотреть под микроскопом, так как в этом случае он будет слишком прозрачным. Если показатель преломления объекта значительно больше, чем показатель преломления среды, объект будет выглядеть под микроскопом слишком темным. Необходимо научиться полно и правильно их использовать.

При выполнении первого задания необходимо внимательно изучить принципы устройства микроскопа и познакомиться с основными частями оптической и механической систем. Особо внимание обратить на цифровые и буквенные обозначения, имеющиеся на объективах и окулярах и чистоту их линз. Освоить основные приемы и правила работы с микроскопом и подготовить его к просмотру препарата при малом увеличении. В альбоме сделать записи согласно заданию.

Для выполнения второго задания необходимо прежде всего подготовить предметные и покровные стекла. Для этого поместить стекло в складку марлевой салфетки между большим и указательным пальцами руки и протереть их легкими и круговыми движениями пальцев. Затем на середину предметного стекла нанести каплю воды. Внутреннюю мясистую чешую лука слегка надрезать и препаровальной иглой или пинцетом снять кожу с вогнутой или

наружной стороны. Эпидермис расправить препаровальной иглой в капле воды на предметном стекле и накрыть покровным.

При малом увеличении микроскопа в поле зрения будут видны множество плотно сомкнутых клеток многоугольной формы и разных размеров (рис. 1). При большом увеличении микроскопа внимательно изучить одну-две клетки. Работая микровинтом и изменяя диаметр диафрагмы добиться четкой видимости всех структур клетки. Обратите внимание, что каждая клетка имеет собственную оболочку. В клетке различимы несколько вакуолей с окрашенным соком. Внутреннюю поверхность клеточной оболочки выстилает тонкий слой цитоплазмы с зернистыми включениями, от которого отходят тяжи, пересекающие полость клетки. Они образуют ядерный кармашек, в котором располагается ядро округлой формы с хорошо различимым ядрышком.

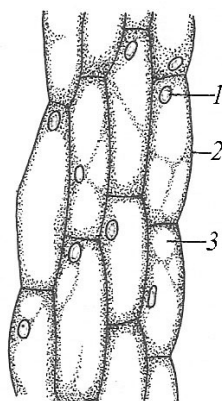


Рис.1. Клетки эпидермиса мясистой чешуи лука: 1-ядро; 2-оболочка; 3-вакуоль (из Бавтуто, 1985)

При большом увеличении микроскопа зарисовать в крупном масштабе одну-две клетки. Обозначить оболочку, ядро цитоплазму, вакуоли.

Вопросы

1. Какие типы микроскопов Вам известны?
2. Какие Вы знаете марки биологического микроскопа?
3. Какова кратность увеличения светового и электронного микроскопов?
4. Что такое разрешающая способность микроскопа?

5. Перечислите и охарактеризуйте основные части механической системы микроскопа.

6. Перечислите и дайте характеристику основным частям оптической системы микроскопа.

7. Дайте определение апертуры объектива.

8. Как сменить объектив малого увеличения микроскопа на объектив большого увеличения микроскопа.

9. Назовите основные правила работы с конденсором микроскопа и его диафрагмой.

10. Какие основные правила работы с макро- и микровинтом вы знаете?

11. Какова последовательность установления освещения при микроскопировании?

12. В каком положении следует оставлять микроскоп после окончания работы?

13. В чем отличие детального рисунка от схематичного?

К каким двум группам можно свести все многообразие клеток по форме?

14. Каковы размеры растительных клеток? Приведите примеры наиболее крупных клеток.

15. Какие основные органоиды растительных клеток можно наблюдать под световым и электронным микроскопом?

16. В чем отличие между животной и растительной клеткой?

17. Какие основные свойства цитоплазмы как живой системы ?

18. Какие существуют типы движения цитоплазмы?

19. Каковы основные физические свойства цитоплазмы?

20. Какова субмикроскопическая структура цитоплазмы?

21. Как определить живая или мертвая растительная клетка?

Занятие 2

ЯДРО.

ДЕЛЕНИЕ ЯДРА И КЛЕТКИ

Литература: Атлас ультраструктуры растительных клеток. Под. ред. Г.М. Козубовой, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск, 1972. С. 12-37.

Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н. и др. Практикум по анатомии растений. М., 1963. С. 35-40; 1971. С. 38-48; 1979. С. 38-49.

Ботаника. Морфология и анатомия растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978. С. 42-51; 1988. С.59-66.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972. С. 4-16.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. т. 1. Анатомия и морфология высших растений. М., 1966. С. 40-57.

Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. т.1.М., 1990. С. 24-25, 36-45.

Ченцов Ю.С. Общая цитология. М., 1984. С. 52-55, 300-305.

Цель работы: Познакомиться со строением ядра растительной клетки и фазами кариокинетического деления.

Ядро – обязательный органоид живой клетки. Как правило, клетка имеет одно ядро, но у некоторых растений (низших) могут встречаться двоядерные и многоядерные клетки. Ядро является местом хранения и воспроизводства генетической информации, определяющей признаки данной клетки и всего организма в целом. Ядро служит также центром управления обменом веществ и почти всех процессов, происходящих в клетке. Оно имеет обычно шаровидную или овальную форму. Положение ядра в клетке зависит от степени развития вакуолярной системы. Если клетка имеет одну большую центральную вакуоль, ядро располагается в постенном слое цитоплазмы. При наличии нескольких вакуолей цитоплазма образует сеть тяжей, а ядро находится в ядерном кармашке, соединенном тяжами цитоплазмы с постенным слоем.

Ядро эукариотической клетки окружено двумя элементарными мембранами, образующими ядерную оболочку. Она пронизана

многочисленными порами, видимыми в электронный микроскоп. Наружная мембрана ядерной оболочки в некоторых местах объединяется с эндоплазматическим ретикулумом.

В ядре, окрашенном специальными красителями, можно различить одно или несколько ядрышек и тонкие нити хроматина, которые погружены в ядерный сок (кариолимфу), или основное вещество ядра. Хроматин состоит из ДНК, связанной с большим количеством специальных белков – гистонов.

Строение ядра не остается постоянным. В процессе клеточного деления происходят существенные изменения его структуры, что выражается в появлении хромосом. Эти изменения характерны для двух типов непрямого деления – митоза и мейоза.

Мейоз (от греч. мейон – меньше) или редукционное деление – такой тип деления в процессе которого образуются четыре дочерние клетки, ядра которых получают половинное число хромосом (гаплоидное) по сравнению с материнским (диплоидным). Мейоз всегда состоит из двух последовательных делений и имеет место у всех растительных организмов с половым циклом развития при образовании спор, у животных организмов мейоз происходит при формировании гамет.

Митоз (от греч. митос – нить) или кариокинез – тип деления, в результате которого из одной материнской клетки формируется две дочерних. Ядра дочерних клеток содержат то же число хромосом, что имелось в материнском ядре. Это обусловлено тем, что до наступления деления происходит удвоение хроматиновых структур, ответственных за передачу наследственных свойств. В процессе деления удвоенные структуры точно распределяются между двумя клетками. Митотическое деление приурочено к так называемым зонам деления, где находятся верхушечные, боковые, вставочные и травматические образовательные ткани. Таким образом, путем митоза образуются все клетки, составляющие вегетативное тело растений.

Делению клетки предшествует интерфаза (от лат. интер – между и греч. фазис – проявление). В ней происходит длительная и сложная

биохимическая подготовка: удвоение ДНК и гистонов, из которых построены хромосомы, накопление продуктов для построения митотического веретена. В интерфазе ядра округлые или овальные, в них видны одно или несколько интенсивно окрашенных ядрышек и мелкие окрашенные зернышки – глыбки хроматина (от греч. хромео – крашу). Интерфаза и митоз тесно связаны между собой. Непрерывный процесс митоза включает несколько фаз: профазу, метафазу, анафазу, телофазу. Каждая из фаз имеет свои характерные особенности.

В профазе митоза (от греч. про – раньше, пред, фазис – проявление) ядро увеличивается в размерах и в нем становятся отчетливо видны нити хромосом. По мере того, как они укорачиваются и утолщаются, проявляется строение хромосом, которые состоят из двух переплетенных нитей, называемых хроматидами. В поздней профазе в цитоплазме клеток у двух противоположных полюсов возникают полярные колпачки, расположение которых впоследствии определяет направление оси деления клетки. В конце профазы обычно исчезает ядерная оболочка и ядрышки.

В метафазе (от греч. мета – после, фазис – проявление) хромосомы располагаются в экваториальной плоскости клеток. В этой фазе структура хромосом видна наиболее четко. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных первичной перетяжкой или центромерой. Хромосомы располагаются таким образом, что их центральные участки лежат строго в экваториальной плоскости.

Для метафазы характерно наличие ахроматинового веретена (от греч. а – без, хрома – цвет, краска). Оно образуется на месте полярных колпачков, имеет вид фигуры, заостренной у концов и расширяющейся в экваториальной плоскости клетки и состоит из гомогенной массы, пронизанной бесцветными волокнами и нитями. Одни из нитей являются непрерывными и соединяют противоположные полюса веретена; часть нитей ахроматинового веретена соединяет центромерные участки хромосом с полюсами.

В анафазе (от греч. анна – вверх, фазис – проявление) хроматиды каждой хромосомы разъединяются и синхронно начинают удаляться друг от друга к разным полюсам. С момента разъединения хроматид они называются сестринскими или дочерними хромосомами.

В телофазе (от греч. телос – конец, фазис – проявление) разошедшиеся к полюсам хромосомы начинают деконденсироваться и увеличиваться в объеме, образуя у полюсов два темноокрашенных сгустка. На более поздних стадиях сгустки хромосом постепенно округляются, разрыхляются, возникает ядерная мембрана и ядрышки. Таким образом, в телофазе происходят процессы, приводящие к восстановлению интерфазного ядра.

В телофазе происходит также разделение материнской клетки на две дочерние в результате формирования клеточной стенки. Этот процесс называется цитокинезом (от греч. китос – оболочка, сосуд, кинезис – движение). В ранней телофазе между двумя дочерними ядрами формируется бочкообразная система волокон, называемая фрагмопластом (от греч. фрагма – перегородка, пластос – вылепленный). Волокна фрагмопласта, как и волокна митотического веретена состоят из микротрубочек. В экваториальной плоскости фрагмопласта появляются мелкие капли, которые затем сливаются, образуя клеточную пластинку. Клеточная пластинка растет до тех пор, пока не достигнет оболочки делящейся клетки. На этом завершается разделение двух дочерних клеток. Мембрана, разделяющая материнскую клетку на две дочерних, называется клеточной или срединной пластинкой. Она состоит из пектиновых веществ. Вслед за этим на обе стороны пектиновой мембраны откладывается целлюлоза. Таким образом, у каждой дочерней клетки формируется собственная оболочка, одна из ее стенок возникает в ходе деления заново, остальные принадлежат к бывшей материнской клетке. Между стенками вновь образованных клеток располагается пектиновая межклеточная пластинка.

Каждая фаза длится определенный промежуток времени и характеризуется рядом последовательных изменений, характерных для ее

начала, середины и конца. В связи с этим различают "раннюю", "среднюю" и "позднюю" профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

Материал и оборудование

1. Постоянные препараты “Кариокинез в корне лука”.
2. Микроскопы.
3. Учебники и методические руководства.
4. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать:

1. Строение интерфазного ядра. Отметить форму ядра, количество и форму ядрышек. Установить соотношение размеров ядра и клетки;
2. Фазы митотического деления в клетках апикальной меристемы корня лука (*Allium* сера L.). Дать краткую характеристику каждой фазы, определить относительную длительность фаз. Подсчитать число хромосом.

Пояснение к заданию. Прекрасным объектом для изучения кариокинеза служит кончик корня лука, где располагается верхушечная меристема корня. Изучение проводится на микротомных постоянных препаратах, которые в отличие от временных, могут сохраняться и использоваться для изучения неопределенно долгое время.

Для выполнения задания необходимо на препарате невооруженным глазом найти срез. Он окрашен с сиреневый или серый цвет. Положить препарат таким образом, чтобы срез находился над отверстием предметного столика. При малом увеличении микроскопа получить изображение объекта. Обратит внимание, что зона интенсивного деления клеток прикрыта рыхлорасположенными паренхимными клетками корневого чехлика. Поместить препарат так, чтобы в поле зрения находилось максимальное количество делящихся клеток. Отметить, что выше зоны деления располагаются клетки более вытянутой формы, в которых деление почти не происходит. Уже при малом увеличении видно, что образовательная ткань

состоит из мелких тонкостенных клеток с крупными ядрами или с интенсивно окрашенными палочками – хромосомами (рис. 2). При смене объектива на большее увеличение необходимо соблюдать осторожность, чтобы не раздавить препарат. При большом увеличении микроскопа можно увидеть как неделящиеся клетки (стадия интерфазы), так и клетки во всех стадиях митоза. На препарате нельзя увидеть последовательного расположения клеток по фазам митоза. Деление клеток в точке роста проходит неодновременно, а длительность фаз неодинакова, поэтому рядом расположенные клетки могут находиться в разных фазах деления. Переход одной фазы в другую совершается постепенно, поэтому, кроме клеток типичных для той или иной фазы, на препарате будут встречаться клетки, как бы переходные от одной фазы к другой. Необходимо найти все фазы деления и изобразить их, обозначив характерные структуры. В интерфазном ядре отметить ядерную оболочку ядрышки, глыбки хроматина; в метафазе – хромосомы с центромерами; в профазе – нити хроматина; в анафазе – хромосомы и нити веретена деления; в телофазе – сгустки хроматиновых нитей и срединную пластинку. Рисунки следует располагать в той последовательности, в которой протекают фазы митоза.

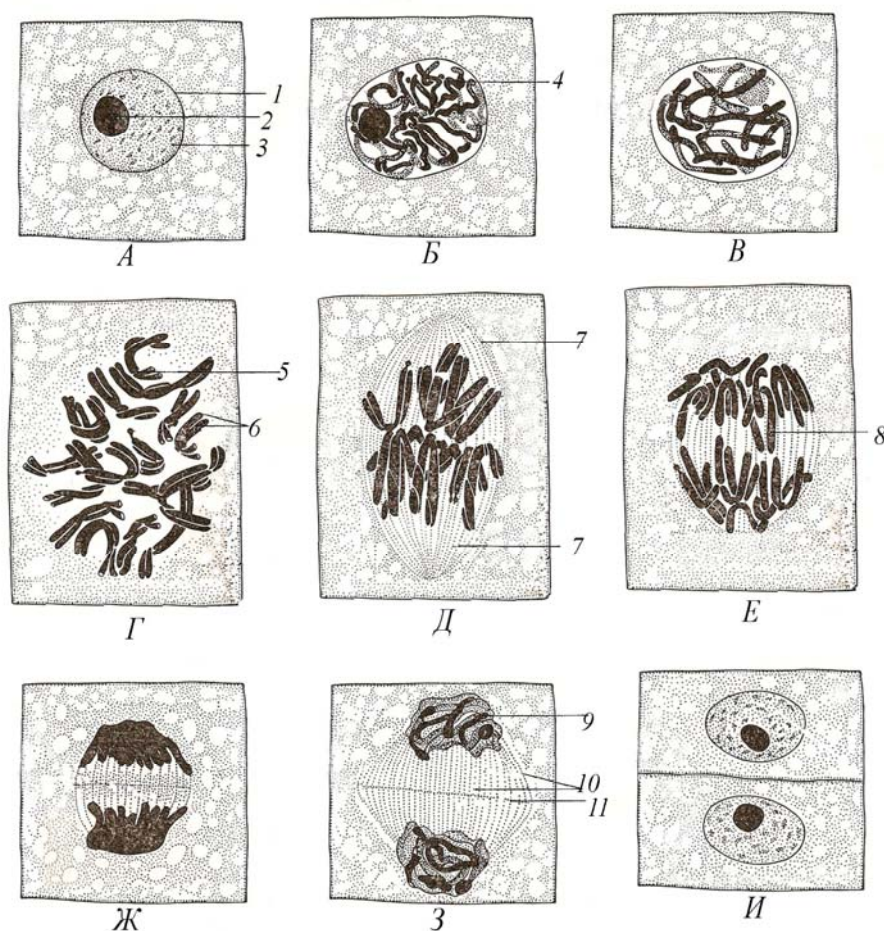


Рис. 2. Митоз в клетках меристемы корня лука: А- ядро в интерфазе; Б- ранняя профаза; В- поздняя профаза; Г, Д – метафаза; Е- анафаза; Ж, З – телофаза; И- сестринские клетки. 1- ядерная мембрана; 2- ядрышко; 3- кариолимфа; 4- хроматиновая нить; 5- центромета; 6- хроматиды; 7- ахроматиновое веретено; 8 -плечи хромосом; 9- формирующиеся ядро; 10- фрагмопласт; 11- закладывающаяся клеточная пластинка (из Барыкиной и др., 1979 с изменениями)

Подсчитать хромосомы можно в клетке с четко выраженной метафазой, когда плоскость метафазной пластинки обращена к наблюдателю и хромосомы практически не налегают друг на друга. Для установления продолжительности различных фаз митоза просматривают максимальное количество клеток и учитывают частоту встречаемости различных фаз. Фазы, которые встречается

чаще, длятся по времени длиннее, а реже встречающиеся фазы длятся по времени короче.

Вопросы

1. Ядро растительной клетки. Его составляющие и химический состав.
2. Какие функции выполняет ядро?
3. Каково строение ядра в интеркинезе?
4. Какова ультрамикроскопическая структура ядра?
5. Какие существуют типы деления ядра и клетки?
6. Фазы митоза и их особенности.
7. В чем отличие между митозом и мейозом?
8. В каких клетках растения происходит митоз и мейоз?
9. Каково строение и биологическое строение хромосом?
10. Что такое кариотип?
11. Каковы строение и функция ядрышка?
12. Что такое митотический цикл?
13. В чем биологический смысл митоза и мейоза?

Занятие 3

ПЛАСТИДЫ

Литература: Атлас ультраструктуры растительных клеток. Под. ред. Г.М. Козубовой, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск, 1972. С. 38-81.

Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н. и др., Практикум по анатомии растений. М., 1963. С. 30-34; 1971. С. 33-40; 1979. С. 34-38.

Ботаника. Морфология и анатомия растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978. С. 35-42; 1988. С. 51-59.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972, С. .

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. т. 1. Анатомия и морфология растений. М., 1966. С. 58-64.

Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника. т.1. М., 1990. С. 25-28.

Ченцов Ю.С. Общая цитология. М., 1984. с. 235-239.

Цель работы: Познакомиться со строением и функцией разных типов пластид: хлоропластов, хромопластов, лейкопластов.

Пластиды – специфические органоиды растительной клетки. В них происходят процессы синтеза углеводов, белков и жиров. Каждая пластида окружена собственной оболочкой, состоящей из двух элементарных мембран. Внутри пластиды различают мембранную систему и более или менее гомогенное вещество – строму. Пластиды эукариотических водорослей обычно называют хроматофорами (от греч. хрома – краска, фрео – несу). Они имеют разнообразную форму (чашевидную, звездчатую, лентовидную и др.), крупные размеры и содержатся в клетке в небольшом количестве, часто в числе одной - двух.

У высших растений наблюдается морфологическая и функциональная дифференциация пластид. В зависимости от состава пигментов и выполняемой функции они подразделяются на три типа: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

Хлоропласты (от греч. хлорос – зеленый, пластос – вылепленный) – пластиды зеленого цвета. Их окраска обусловлена содержанием хлорофиллов а и b. Кроме того, в хлоропластах присутствуют пигменты из группы каротиноидов: оранжево-красный каротин и желтый ксантофилл, которые маскируются зеленой окраской хлорофилла. Структура хлоропласта достаточно сложна. Его оболочка хлоропласта состоит из двух элементарных мембран, строма пронизана развитой системой мембран в виде плоских пузырьков, называемых тилакоидами. Тилакоиды собраны в стопки – граны, напоминающие столбики монет. Тилакоиды отдельных гран связаны друг с другом тилакоидами строма, или межгранными тилакоидами. Хлорофиллы и каротиноиды встроены в тилакоидные мембраны. Хлоропласты –

полуавтономные органоиды. Они содержат собственные рибосомы и кольцевую ДНК.

Хлоропласты обычно имеют удивительно правильную форму диска или линзы диаметром 4-5 мкм. Большое количество хлоропластов содержится в клетках мезофилла листа, а также в других зеленых частях растений: молодых стеблях, чашелистиках и даже в глубоко расположенных тканях, как, например, в клетках зародыша. Хлоропласты выполняют функцию фотосинтеза – синтеза органических веществ из неорганических за счет использования солнечной энергии. Кроме того, хлоропласты участвуют в синтезе аминокислот и жирных кислот и служат хранилищем запасов крахмала.

Хромопласты (от греч. хрома – цвет, пластос – вылепленный) – пластиды желтого, оранжевого или красного цвета. Их окраска обусловлена содержанием пигментов из группы каротиноидов: каротина, ксантофилла, ликопина и др.

Форма хромопластов разнообразна: эллипсовидная, веретеновидная, игловидная, ромбовидная и т.д. Хромопласты могут развиваться из зеленых хлоропластов; последние при этом теряют хлорофилл и внутренние мембранные структуры и накапливают каротиноиды. Это происходит, например, при созревании многих плодов (томат, рябина, хурма, красный перец). Хлоропласты также содержатся в лепестках цветков (лютик, настурция, подсолнечник), иногда в вегетативных органах (корнеплод моркови). Хромопласты придают яркую окраску цветкам и плодам, что способствует насекомопопылению и распространению плодов и семян птицами и другими животными. Точная функция хромопластов выяснено недостаточно.

Лейкопласты (от греч. лейкос – белый, пластос – вылепленный) – непигментированные пластиды. Они встречаются практически во всех растительных клетках, особенно в клетках запасających тканей. Имеют небольшие размеры (1-2 мкм) и располагаются обычно около ядра. Форма лейкопластов довольно разнообразна: округлая, овальная, яйцевидная, палочковидная. На свету лейкопласты могут превращаться в хлоропласты.

Функция лейкопластов заключается в синтезе вторичного крахмала (амилопласты), белка (протеопласты) и липидов (олеопласты).

Материал и оборудование

1. Листья элодеи, листья традесканции (слегка подвяленные), плоды рябины.
2. Микроскопы.
3. Предметные и покровные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки.
4. Учебники и методические руководства.
5. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать: 1. хлоропласты в клетках листа *элодеи* (*Elodea Canadensis* Rich); 2. хромопласты в клетках околоплодника плодов *рябины* (*Sorbus aucuparia* L.); 3. лейкопласты в клетках нижнего эпидермиса *традесканции* (*Tradescantia zebrina* Hort.).

Отметить форму пластид, подсчитать их количество в клетке, указать пигменты и функцию пластид.

Пояснение к заданию. Для изучения хлоропластов удобно использовать молодые листья элодеи, которые у этого растения состоят только из двух слоев клеток. Для выполнения задания необходимо отделить лист, расположенный на верхушке побега и поместить его в каплю воды на предметном стекле морфологически верхней стороной кверху. Накрыть покровным стеклом, при этом внимательно следить, чтобы весь лист был погружен в воду и препарат не содержал пузырьков воздуха. Для детального изучения клеток с хлоропластами на малом увеличении необходимо найти участок в основании листовой пластинки между ее краем и жилкой. При большом увеличении внимательно изучить форму и расположение хлоропластов. Обратит внимание, что в клетке хлоропласты обычно располагаются вдоль клеточной оболочки, в постенном

слое цитоплазмы (рис.3). Они имеют форму двояковыпуклой линзы и при рассмотрении сверху видны в виде округлых телец, а при рассмотрении сбоку – в виде овальных. Регулируя освещение, можно заметить внутри хлоропластов блестящие зернышки первичного крахмала. На препарате можно увидеть, как хлоропласты передвигаются. Движение хлоропластов пассивно – они увлекаются током цитоплазмы и по их движению можно судить о характере движения цитоплазмы.

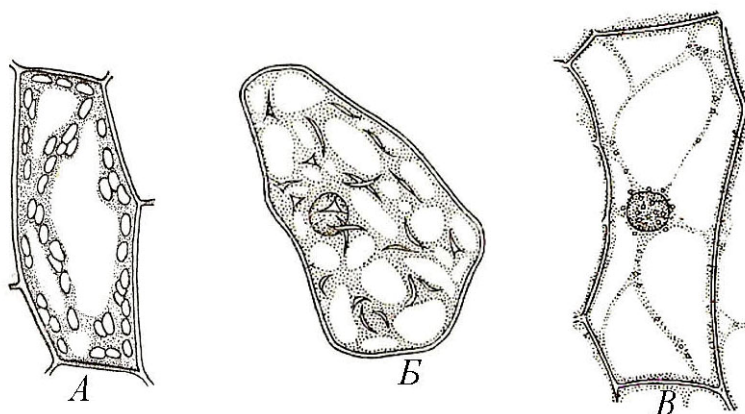


Рис.3. Пластиды: А-хлоропласты в клетках листа элодеи; Б-хромопласты в клетках мякоти плодов рябины; В-лейкопласты в клетках листа традесканции (Из Ильиной, 1979; Барыкиной и др., 1979)

При большом увеличении микроскопа в альбоме зарисовать в крупном масштабе 1-2 клетки листа элодеи, показав пластиды в разном положении. Обозначить оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоли, хлоропласты с зернами ассимиляционного крахмала. Направление движения цитоплазмы указать стрелками.

Для изучения хромопластов необходимо приготовить временный препарат клеток околоплодников плода рябины. Для этого кончиком иглы или пинцета необходимо захватить немного мякоти прямо под кожицей. Мякоть поместить в каплю воды на предметное стекло и равномерно распределить ее в капле. Препарат накрыть покровным стеклом. При малом увеличении выбрать клетку, в которой наиболее четко видны хромопласты. Обратит внимание, что клетки околоплодника рябины имеют округлую, овальную или слегка

угловатую форму. Оболочка клеток прозрачная и очень тонкая. Под оболочкой различим постенный слой цитоплазмы с хромопластами и ядром. Хромопласты имеют желто-оранжевый или оранжево-красный цвет и разнообразную форму – ромбическую, игольчатую, серповидную, треугольную.

Зарисовать 1-2 клетки, показав разнообразие форм хромопластов. Подсчитать количество пластид в клетке и сделать соответствующие обозначения

Для изучения лейкопластов необходимо приготовить временный препарат нижнего эпидермиса листа традесканции зебровидной. Для этого большим и указательным пальцем взять лист и обернуть вокруг указательного пальца морфологически нижней стороной листа кверху. Скальпелем или бритвой сделать на листе неглубокий поперечный надрез в области жилки ближе к основанию листа, захватить край надреза пинцетом и потянуть вдоль листа от основания к верхушке. При этом вместе с мякотью листа отрывается тонкий однослойный кусочек эпидермиса. Его положить на предметное стекло в каплю воды, расправить препаровальными иглами и накрыть покровным стеклом. При малом увеличении микроскопа хорошо видно, что эпидермис состоит из шестиугольных плотно сомкнутых клеток. При большом увеличении хорошо различимы в цитоплазме, особенно около ядра, мелкие бесцветные округлые тельца – лейкопласты.

При большом увеличении изобразить 1-2 клетки, показав форму и расположение лейкопластов. Обозначить оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоли, пластиды.

Вопросы

1. Каковы типы пластид? Их функции.
2. Какова микро- и ультраструктура хлоропластов?
3. Каковы пигменты пластид? Их роль.
4. Каковы форма и размер разных типов пластид?

Занятие 4

ЭРГАСТИЧЕСКИЕ .

ОБОЛОЧКА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Литература: Атлас ультраструктуры растительных клеток. Под. ред. Г.М. Козубовой, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск, 1972. С. 140-167, 274-279.

Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н. и др. Практикум по анатомии растений. М., 1963. С. 41-61; 1971 С. 48-71; 1979 С. 49-72.

Ботаника. Морфология и анатомия растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С и др. М., 1978. С.57-77 ; 1988. С.73-93.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии растений. М., 1972;1981, С. 35-41;.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. т. 1. Анатомия и морфология растений. М., 1966., С 74-102.

Лотова Л.И. Строение растительной клетки. М., 1981, С. 21-32.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 45-51, 93-97.

Малый практикум по цитологии. Под ред. Ченцова Ю.С. М., 1977, С. 210-224, 243-256.

Практикум по цитологии. Под ред. Ченцова Ю.С. М., 1988, С. 215-232, 253-263.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979, С.28-43; 1989, С. 30-45.

Ченцов Ю.С. Общая цитология. М., 1984. С. 52-55, 300-305.

Цель работы: Познакомиться с разнообразием эргастических включений в растительной клетке и микроскопическим строением клеточной оболочки.

Эргастические включения – это продукты обмена веществ протопласта, не обладающие жизненными свойствами. Они имеют различным образом оформленную структуру. Могут откладываться в цитоплазме, вакуолях

и даже клеточной оболочке. Чаще всего эргастические включения представляют собой запасные вещества растительной клетки, которые временно выводятся из обмена веществ, но в определенные периоды жизни растения мобилизуются и вновь используются для обеспечения жизненных процессов. Реже включения представляют собой конечные продукты обмена веществ и являются продуктами отброса представляя чаще всего соли щавелевой кислоты (оксалаты).

В качестве запасных питательных веществ в клетках встречаются все виды органических соединений: углеводы, белки, жиры. Углеводы локализируются в пластидах, вакуолях и клеточной оболочке. В клеточном соке встречаются водорастворимые соединения: моносахара, дисахара и полисахариды (инулин). В клеточных оболочках эндосперма некоторых растений (миндаль, хурма) откладывается гемицеллюлоза.

Наиболее распространенным видом запасных углеводов в растительной клетке является крахмал. Крахмал зерновок хлебных злаков, семян бобовых, клубней картофеля – важнейший источник углеводов для человека и животных.

По происхождению различают крахмал первичный (ассимиляционный), вторичный (запасной), транзиторный и оберегаемый. Ассимиляционный крахмал образуется в хлоропластах в результате процесса фотосинтеза. В ночное время суток с помощью ферментов он гидролизуется до моносахаров и поступает в строум амилапласта, где после полимеризации образуется запасной крахмал. Он обычно сосредоточен в клетках запасяющих тканей. Различных органов, особенно в корнеплодах, клубнях, луковицах, корневищах, семенах, плодах, паренхимных клеток древесины и луба.

Транзиторный крахмал образуется временно на пути передвижения сахаров и существует недолго. Оберегаемый крахмал не используется растениями даже при голодании. Но содержится в клетках корневого чехлика и во внутреннем слое клеток первичной коры стеблей (эндодерма). Запасной крахмал в воде не растворим, и откладывается в клетке в форме крахмальных зерен. Форма, размеры и структура зерен у разных растений

специфичны и являются систематическим признаком вида. Эти признаки используют при анализе состава муки.

Крахмальное зерно неоднородно, оно состоит из слоев крахмала. Слоистость крахмальных зерен обусловлена периодичностью отложения крахмала. Первые молекулы крахмала, появляющиеся внутри пластиды становятся центром крахмалообразования будущего крахмального зерна, вокруг которого из притекающих растворов сахара в результате деятельности пластид образуются слои крахмала. Последовательно образующиеся слои крахмала различаются плотностью и содержанием воды. Это связано с суточной ритмикой физиологических процессов растения, что обуславливает неравномерный приток углеводов к пластиде в течение дня и ночи. Днем приток углеводов невелик, поэтому образуется тонкий плотный слой с небольшим содержанием воды. Этот слой кажется светлым. Ночью приток углеводов возрастает и откладывается более широкий и рыхлый слой крахмала с большим содержанием воды, имеющий более темный цвет. По количеству слоев можно определить примерный возраст зерна. При подсушивании или действии водоотнимающих средств, слоистость зерен исчезает.

В зависимости от положения центра крахмалообразования различают концентрические крахмальные зерна, в которых центр крахмалообразования совпадает с геометрическим центром зерна, и эксцентрические, у которых центр образования смещен к одному краю пластиды.

По типу сложения зерна бывают простыми, сложными и полусложными. Простым называется зерно, которое имеет один центр крахмалообразования. Сложное зерно содержит два или более центров крахмалообразования, каждый из которых имеет только собственные слои. Полусложные зерна имеют также несколько образовательных центров, но кроме слоев окружающих каждый образовательный центр, имеются общие слои для всего зерна.

Запасные белки откладываются в форме кристаллидов и алейроновых или протеиновых зерен.

Алейроновые зерна (от греч. алейрон – мука) образуются преимущественно в запасающих тканях семян. В семенах злаковых растений алейроновые зерна находятся в наружном слое эндосперма. У бобовых они концентрируются в семядолях, в клетках запасающей ткани наряду с крахмальными зернами. Запасной белок алейрон относится к водорастворимым белкам, синтезируется в цитоплазме из аминокислот и накапливается в вакуолях. Алейроновые зерна образуются вследствие выпадения в осадок белка, находящегося в вакуолях при их высыхании. В зависимости от строения и химического состава различают несколько типов алейроновых зерен. Простые алейроновые зерна имеют тонкую белковую оболочку, внутри которой содержится аморфный белок. Сложные алейроновые зерна кроме аморфного белка, могут содержать кристаллоиды белка, кристаллы оксалата кальция и так называемые глобоиды – тельца сферической формы, представляющие собой соли кальция, магния и других элементов, выпавших в осадок вместе с белком.

Кристаллиды представляют собой кристаллические отложения белковых веществ. Они могут иметь форму кубиков, табличек, призм и т.д. Кристаллический белок сочетает в себе свойства присущие как кристаллам, так и коллоидам и поэтому, в отличие от настоящих кристаллов они набухают в воде, разведенных кислотах и щелочах. Кристаллиды могут откладываться в цитоплазме, ядре, пластидах.

Запасные жиры и масла как и белки встречаются преимущественно в клетках семян. Они могут рассеяны в виде отдельных мелких капель или содержаться в олейопластах или элайопластах (от греч. элайон - жир) встречаются в цитоплазме в виде отдельных мелких капель или содержатся в особых структурах – элайопластах (от греч. элайон – жир). В семенах подсолнечника, хлопчатника, арахиса, сои, льна масло составляет до 40% массы сухого вещества. Такие растения выращивают для получения масла.

В процессе жизнедеятельности растительных клеток помимо запасных питательных веществ накапливаются различные органические кислоты. Из них

наиболее часто встречается щавелевая кислота ($C_6H_2O_4$). Она растворима в клеточном соке и при высокой концентрации токсичная для протопласта. При взаимодействии щавелевой кислоты с ионами кальция, поступающими в растения вместе с почвенными растворами, происходит ее нейтрализация с образованием нерастворимой соли - оксалата кальция (CaC_2O_4), который не оказывает вредного воздействия на клетку. Это соединение откладывается в клеточных вакуолях в виде одиночных кристаллов ромбоэдрической, октаэдрической, призматической и игольчатой форм, в виде рафид (пачки длинных игольчатых кристаллов), друз (сростки многочисленных кристаллов), и кристаллического песка.

Кристаллы оксалата кальция представляют собой конечные продукты жизнедеятельности протопласта и откладываются, как правило, в больших количествах в тех частях растения, которые периодически сбрасываются: коре, листьях. Считают, что утилизация оксалата кальция - это способ выведения из обмена веществ избытка кальция. Форма кристаллов и их локализация в органах у многих растений специфична и является систематическим признаком вида. Эти признаки часто используются для микродиагностики в фармакогнозии и практике судебной экспертизы.

Углекислый кальций ($CaCO_3$) в процессе жизнедеятельности клеток растений накапливается в форме цистолитов - выростов клеточной стенки, пропитанных карбонатом кальция и имеющих вид гроздей. Цистолиты встречаются у представителей семейства крапивных, тутовых и др. У злаков и пальм внутри клеток образуются твердые отложения кремнезема.

Материал и оборудование

1. Клубень картофеля (свежий).
2. Семена фасоли (замоченные в воде).
3. Наружные чешуи луковицы репчатого лука (хранящиеся в глицерине).
4. Микроскопы.
5. Предметные и покровные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки, фильтровальная бумага, кисточки, капельницы с раствором йода в

водном растворе йодистого калия, флороглюцина и концентрированной соляной кислоты. .

6. Учебники и методические руководства.

7. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать:

1. Крахмальные зерна клубня *картофеля* (*Solanum tuberosum* L.). Отметить форму зерен, тип слоистости и тип сложения. Определить возраст зерен.

2. Крахмальные и алейроновые зерна семени *фасоли* (*Phaseolus vulgaris* L.). Провести реакцию на крахмал и белок. Отметить отличия в строении крахмальных зерен картофеля и фасоли.

2. Кристаллы и сростки кристаллов в клетках наружной чешуи луковицы *лука* (*Allium* *sepa* L.). Указать биологическое значение кристаллов.

Пояснение к заданию. Для выполнения первого задания необходимо разрезать клубень картофеля и собрать скальпелем небольшое количество беловатой жидкости, выступившей на поверхности. Цвет жидкости обусловлен взвешенными в ней крахмальными зернами. Жидкость перенести в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным стеклом. При малом увеличении выбрать место препарата с наиболее разнообразными зернами (рис. 4). Затем микроскоп перевести на большое увеличение и прикрыть диафрагму конденсора. Хорошо видно, что многочисленные зерна крахмала имеют различную форму и величину. Наиболее крупные из них - неправильнойцевидные, наиболее мелкие - округлые. Крахмальные зерна разнообразны по типу сложения: они могут быть простыми, сложными и полусложными. Обратит внимание, что в клубне картофеля преобладают именно простые зерна. Регулируя освещение с помощью диафрагмы конденсора можно увидеть четкие границы между отдельными слоями крахмала. Образовательный центр не совпадает с геометрическим, следовательно эти зерна эсцентрические.

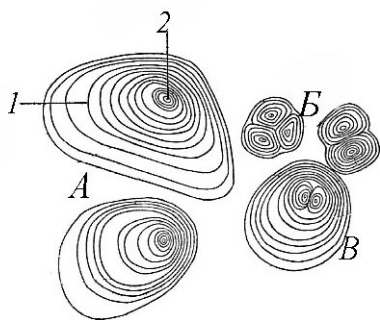


Рис.4. Крахмальные зерна клубня картофеля: А - простые зерна; Б – сложные; В-полусложное.1- слои крахмала; 2- центр крахмалообразования (Из Барыкиной и др., 1979 с изменениями)

Передвигая препарат необходимо отыскать сложные и полусложные зерна. Они встречаются реже и имеют меньшие размеры, чем простые. Их форма разнообразна и зависит от количества и положения образовательных центров в зерне. Просматривая как можно большую площадь препарата, среди крахмальных зерен можно найти мелкие тельца кубической формы. Это кристаллиды запасного белка. Зарисовать различные типы крахмальных зерен клубня картофеля, обозначив их структуры. Рисунки выполнить в крупном масштабе.

Запасные веществ семени фасоли откладываются в клетках запасяющей ткани семядолей (рис. 5). Рассмотреть и зарисовать их можно только на тонких анатомических срезах.

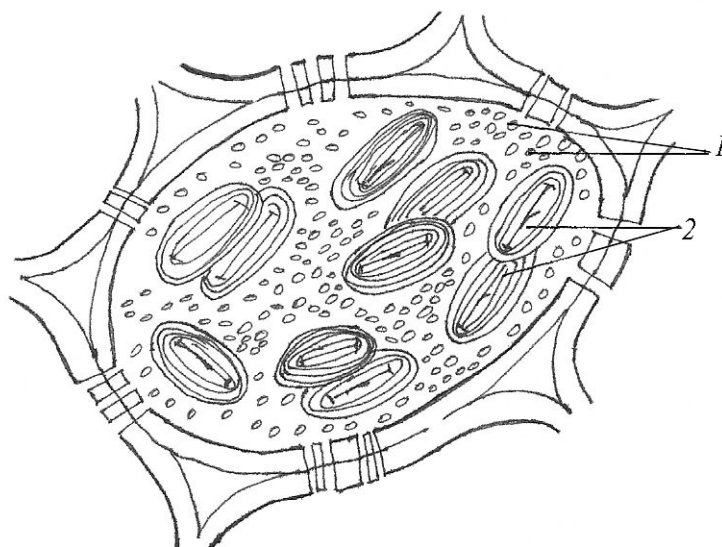


Рис. 5. Алейроновые (1) и крахмальные (2) зерна семени фасоли (из Ильиной, 1979)

При приготовлении срезов необходимы следующие правила:

срезы делаются с помощью лезвия опасной бритвы, всегда в большом количестве, чтобы из них выбрать наиболее тонкий для изучения; срез никогда не делается через всю поверхность объекта; лезвие прикладывается к середине объекта и тянется к краю; на бритве должно быть несколько срезов. Их осторожно с помощью кисточки снимают на предметное стекло; после работы бритву необходимо протирать мягкой тканью, не забывая ее систематически править и время от времени точить.

Для получения препарата необходимо с предварительно замоченного в воде семени фасоли снять семенную кожуру и разделить семядоли. Взять одну семядолю тремя пальцами левой руки так, чтобы часть семядоли выдавалась над пальцами. С помощью скальпеля удалить верхушку семядоли и выровнить поверхность среза таким образом, чтобы площадь была перпендикулярна продольной оси семядоли. Только при этом условии срезы получают строго поперечными.

Взять в правую руку бритву, большим и указательным пальцем держа ее за шейку, а остальными прижать рукоятку к ладони. При этом руки должны быть совершенно свободны; ими нельзя опираться на стол или прижимать их к туловищу.

Положить лезвие на середину подготовленной площадки(не следует делать срез, начиная с края, так как срезы при этом получаются толстыми) и слегка прижимая к ней, плавными скользящими движениями под косым углом вести бритву на себя. Направление движения бритвы может быть слева направо или справа на лево. Ни в коем случае нельзя вести бритву прямо на себя или “пилить” бритвой,водя ее то в одну, то в другую сторону. Не следует также делать бритвой коротких отрывистых движений - при этом получаются срезы неровной толщины. Срез делается одним скользящим движением.

Срезы должны быть очень мелкими (1-2 мм²) и тонкими (прозрачными). Причем за один прием разными участками лезвия делается несколько срезов с тем, чтобы в последствие выбрать лучший. Если же делать только один срез, он может оказаться неудачным, и всю работу придется начинать сначала.

При приготовлении срезов бритву и поверхность, с которой делаются срезы, с помощью мягкой кисточки все время смачивают водой.

Перенести полученные срезы в заранее приготовленную каплю воды на предметное стекло. Для этого переложить бритву в левую руку, в правую взять мягкую кисточку и снять срезы, при этом не касаясь лезвия, так как даже волоски кисточки могут его затупить.

После этого срезы просматриваются визуально и все неудачные удаляются со стекла.

На предметное стекло, на котором в капле воды находятся оставшиеся приготовленные срезы, на некотором расстоянии от нее наносится капля слабого раствора йода в йодистом калии. В нее помещается из удачных срезов. Таким образом, на одном и том же предметном стекле будут находится срезы в воде и в реактиве, что даст возможность наблюдать неокрашенные и окрашенные препараты. Накрыть срезы покровным стеклом.

При малом увеличении микроскопа внимательно просмотреть сначала неокрашенные срезы и найти наиболее тонкий участок, где ясно различимы клетки и их содержимое. Поместить этот участок в центр поля зрения и перевести на большое увеличение микроскопа.

Обратить внимание, что ткань семядолей состоит из округло-многоугольных паренхимных клеток. Клетки имеют толстые оболочки, в которых видны неутолщенные участки - поры. В местах соединения нескольких клеток располагаются межклетники. Полость клеток почти целиком заполнена крупными крахмальными зернами, промежутки между которыми заполнены очень мелкими алейроновыми зернами. Следует внимательно изучить строение зерен: определить форму, тип слоистости и тип сложения.

При приготовлении срезов содержимое клеток может полностью или частично извлекаться из полости клеток, поэтому на препарате могут встречаться совершенно пустые клетки или клетки, в которых среди массы алейроновых зерен видны пустоты, очертания которых соответствует форме крахмальных зерен.

Изучение окрашенных срезов показывает, что при действии йода крахмальные зерна окрашиваются в фиолетовый или лиловый цвет, а алейроновые - золотисто-желтый.

При большом увеличении микроскопа зарисовать одну паренхимную клетку семядоли фасоли, отразив особенности строения крахмальных и алейроновых зерен.

В заключении следует сравнить строение крахмальных зерен изученных объектов и составит следующую таблицу:

Сравнительная характеристика крахмальных
зерен картофеля и фасоли

Объект	Форма	Тип слоистости	Тип сложения	Иные отличия
Клубень картофеля				

Семя фасоли				
-------------	--	--	--	--

В качестве дополнительного объекта на препаратах контрольного микроскопа проводится изучение запасных веществ - жиров и сложных алейроновых зерен в семени клещевины.

Для выполнения третьего задания наиболее тонкий и прозрачный кусочек наружной чешуи лука репчатого, предварительно длительное время выдержанный в глицерине, перенести в каплю глицерина на предметно стекло, накрыть покровным и рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа.

Обратить внимание, что чешуя состоит из нескольких слоев клеток, причем клетки каждого слоя могут иметь разную форму и размеры. Клетки, содержащие кристаллы, как правило, удлиненные с толстыми оболочками (рис. 6). В них хорошо видны одиночные прозрачные кристаллы в форме трехгранной призмы, которые иногда срастаются по две или по три. Их называют двойниковыми и тройниковыми кристаллами. В качестве дополнительных объектов на препаратах контрольного микроскопа проводится изучение друз в клетках черешка листа бегонии (*Begonia*) и рафид в соке листьев алоэ.

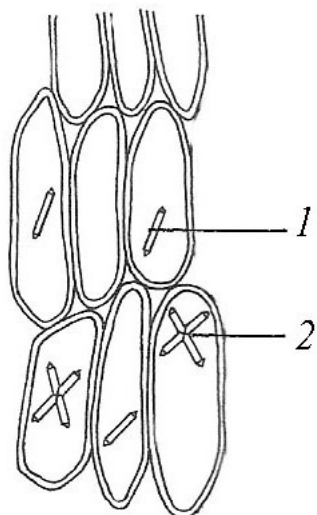


Рис.6. Кристаллы в клетках сухой чешуи лука: 1-одинокый; 2-двойниковый (из Бавтуто, 1985)

В альбоме зарисовать 2-3 наружной чешуи луковицы лука с различными типами кристаллов. Сделать соответствующие обозначения.

Клеточная оболочка - обязательный органоид растительной клетки. Наличие твердой углеводной оболочки - одно из основных отличий растительной клетки от клеток животных организмов, имеющих лишь мембрану плазматического происхождения. Оболочка придает и сохраняет форму клетки, защищает ее содержимое от различного рода повреждений, принимает участие в поглощении и передвижении веществ, транспирации и выделении секретов. Кроме того, она обладает известной механической устойчивостью, придавая прочность каждой клетке и всему растительному организму в целом, тем самым, заменяя скелет, характерный для животных. Даже при отмирании протопласта оболочка растительной клетки сохраняет и выполняет присущие ей функции.

Оболочка клетки является продуктом жизнедеятельности протопласта. В зависимости от времени возникновения различных слоев оболочки в ходе онтогенеза клетки различают первичную и вторичную оболочки, которые отличаются друг от друга химическим составом и структурой.

Формированию первичной оболочки предшествует образование клеточной пластинки. Она представлена пектиновыми веществами, формируется в телофазе и обуславливает деление клетки (цитокинез). Клеточная пластинка не сплошная, в ней имеются сплошные отверстия, через которые из одной клетки в другую проходят тончайшие тяжи цитоплазмы - плазмодесмы. После образования клеточной пластинки начинается развитие собственных оболочек клеток. На пектиновую пластинку протопласты разделившихся клеток откладывают с обеих сторон прозрачную первичную оболочку. Над сквозными отверстиями первичная оболочка не откладывается. Места первичной оболочки, пронизанные плазмодесмами,

называют первичными поровыми полями. В первичной оболочке много пектиновых веществ и гемицеллюлозы (полуклетчатки), составляющих матрикс оболочки. В этот аморфный матрикс погружены волокнистые структуры, состоящие из целлюлозы, или клетчатки. Молекулы целлюлозы собраны в плотные пачки - мицеллы, которые в свою очередь, образуют микрофибриллы, или мицеллярные ряды, из агрегатов которых образуются макрофибриллы. В первичной оболочке фибриллы составляют рыхлую сеть, способную растягиваться при росте клетки. Наличие в оболочке целлюлозы определяется цветной реакцией с хлор-цинк-йодом. Под действием этого реактива целлюлоза приобретает фиолетовый или синий цвет.

Первичная оболочка, как правило, тонкая и эластичная и характерна для активно делящихся и растущих клеток, а также для большинства зрелых клеток в период их максимальной физиологической активности. Очень толстую первичную оболочку, пронизанную многочисленными плазмодесменными каналами, имеют клетки запасющих тканей семян некоторых растений.

У многих типов клеток после образования первичной оболочки формируется вторичная оболочка. Обычно это происходит после того, как клетка прекращает расти и площадь первичной оболочки более не увеличивается. Вторичная оболочка откладывается протопластом на первичную оболочку изнутри. Она образуется наложением плотных слоев параллельных фибрилл целлюлозы, имеющих в каждом слое определенную ориентацию. Поэтому при рассмотрении с поверхности оболочка часто выглядит штриховатой. Кроме штриховатости для вторичной оболочки характерно и явление слоистости. Оно обусловлено тем, что последовательно откладывающиеся слои вторичной оболочки различаются химическим составом и структурой, поэтому имеют разный коэффициент светопреломления, в результате чего в оболочке видны чередующиеся более светлые и более темные полосы. Вторичная оболочка не откладывается на первичных поровых полях. Эти места представляют собой поры. В некоторых случаях поры образуются в местах, где нет первичных поровых полей. Поры, находящиеся в смежных

стенках соседних клеток и располагающиеся одна над другой, называются парой пор. В тонкостенных клетках пары пор имеют вид короткого цилиндрического канала, пересеченного посередине трехслойной замыкающей пленкой, называемой также мембраной поры. Ее слагают две тонкие первичные оболочки соседних клеток и расположенная между ними пектиновая межклеточная пластинка. В толстостенных клетках с мощноразвитой вторичной клеточной оболочкой возникают длинные поровые каналы, которые иногда пересекаются между собой. Наличие замыкающей пленки иногда позволяет отличить поры от сквозных отверстий – перфораций, которые встречаются в клетках служащих для проведения растворов минеральных и органических веществ. Отверстие канала, которое граничит с полостью клетки, называют внутренним отверстием поры, отверстие, примыкающее к первичной оболочке – внешним отверстием. Оно и ограничено замыкающей пленкой поры, которая проницаема для воды, воздуха, питательных веществ. Во вторичной оболочке больше целлюлозы, чем в первичной, а пектиновые вещества и гликопротеины в ней практически отсутствуют. Она более толстая, не способна к растяжению и характерна для специализированных клеток, укрепляющих растение и проводящих воду. С возрастом вторичная оболочка приобретает еще большую прочность. Это связано с изменением ее химического состава. Одревеснение обусловлено появлением в ней лигнина. При этом повышается твердость и прочность оболочек, теряется эластичность, уменьшается проницаемость для воды. Протопласт клеток при этом, как правило, отмирает. В качестве реактива выявляющего одревеснение оболочки обычно используют спиртовой раствор флороглюцина, который окрашивает оболочку в малиново-красный цвет.

Из других видоизменений клеточной оболочки часто встречается опробковение (появление в ней суберина), кутинизация (появление на поверхности или в толще кутина), минерализация (инкрустация оболочки химическими веществами) и ослизнение (химическое перерождение

оболочки). Эти процессы имеют важное значение в жизни клетки и всего растения.

Задание. Рассмотреть и зарисовать каменистые клетки околоплодника *груши* (*Pyrus communis* L.). Отметить форму клеток, слоистость клеточной оболочки, форму и строение пор. Провести реакцию на одревеснение клеточной оболочки.

Пояснение к заданию. Каменистыми клетками называют клетки паренхимной формы с толстыми одревесневшими оболочками. Одревеснение оболочки происходит в процессе формирования клетки: в межмицеллярных пространствах оболочки постепенно откладывается лигнин, вследствие чего она теряет свою эластичность и упругость и становится очень твердой. Протопласт к моменту окончания формирования клеток отмирает. Функция каменистых клеток – механическая.

Хорошим объектом для изучения каменистых клеток являются плоды дикой груши. В мякоти их околоплодника особенно непосредственно под кожицей или ближе к центральной части плода содержится большее количество плотных частиц. Каждая частица представляет собой группы каменистых клеток, соединенных между собой межклеточным веществом (рис. 7).

Для выполнения задания из мякоти околоплодника груши пинцетом или скальпелем захватить небольшой кусочек, содержащий твердые частицы, поместить на предметное стекло и с помощью стеклянной палочки тщательно размельчить. При этом клетки разъединяются, но разрушение самих клеток не происходит, так как они имеют очень твердые и прочные оболочки.

Часть размельченного материала перенести в каплю воды на другое предметное стекло и накрыть покровным. На оставшемся материале провести реакцию на одревеснение клеточной оболочки. Для этого на размельченный материал нанести одну-две капли 1-0,5% раствора флороглюцина. Через несколько секунд оттянуть флороглюцин фильтровальной бумагой и нанести каплю концентрированной соляной кислоты. Через несколько секунд невооруженным

глазом будет видно, как среди неокрашенной массы появляются ярко-красные частицы.

После появления окрашивания материал с помощью иглы переносят на предметное стекло в каплю глицерина. В воде этот объект рассматривать не рекомендуется. Так как происходит быстрое обесцвечивание окраски. Для одновременного изучения окрашенных и неокрашенных клеток их помещают на одно предметное стекло.

При работе с кислотой следует строго соблюдать меры предосторожности, так как ее пары разрушающе действуют на оптику и металлические части микроскопа. Сразу после окраски материала его переносят на чистое предметное стекло, а стекло, на котором проводилась реакция, погружают в специально приготовленную емкость с водой.

При малом увеличении найти отдельные клетки или группы из двух-трех клеток, поставить в центр поля зрения и изучить при большом увеличении. Изучение следует начинать с неокрашенного препарата, так как на нем более четко видна структура оболочки. Обратит внимание, что каменистые клетки имеют паренхимную форму, их очертания могут быть округлыми, овальными, или угловатыми. Клетки имеют сильноутолщенную оболочку и небольшую полость. Живое содержимое в окончательно сформированных клетках отсутствует. Четко видно, что вторичная оболочка слоиста: она состоит из тонких концентрических слоев, расположенных параллельно поверхности клетки.

В оболочках клеток хорошо видны поры. Поровые каналы очень длинные, цилиндрической формы. Некоторые из них, проходя через толщу вторичной оболочки, сливаются и образуют так называемые «ветвистые» поры. Также видно, что поры одной клетки, примыкает к поре соседней клетки, образуя пару пор. Между ними располагается замыкающая пленка поры.

В заключение рассматривается окрашенный препарат. При его изучении следует обратить внимание на то, что часть клеток при действии флороглюцина и соляной кислоты не изменила окраски, следовательно оболочки этих клеток

неодревесневшие. Оболочки каменистых клеток окрашиваются в малиново-красный цвет.

Рисунок выполняется при большом увеличении микроскопа. Зарисовываются две неразъединенные клетки с тем, чтобы показать особенности расположения пор в смежных стенках.

В качестве дополнительного материала на демонстрационном микроскопе необходимо познакомиться с плазмодесменными канальцами в первичной оболочке клеток эндосперма хурмы (*Diospiros kaki* L.) и строением вторичных оболочек волокон льна-долгунца (*Linum usitatis simum* L.) на поперечном срезе стебля.

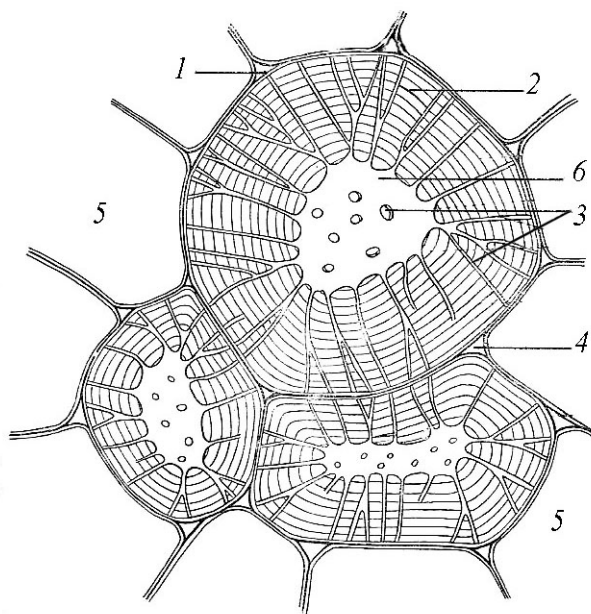


Рис. 7. Каменистые клетки околоплодника груши: 1- первичная оболочка; 2- вторичная оболочка; 3- поровый канал в плане и в разрезе; 4- межклетники (из Барыкиной и др., 1979)

Вопросы

1. Что собой представляют эргастические включения растительной клетки? Их определение, классификация.
2. Какие существуют запасные вещества растительной клетки? Формы их отложения. Локализация в клетке.

3. Какие существуют типы крахмала по его происхождению?
4. В чем разница между простыми, сложными и полусложными крахмальными зернами?
5. Чем обусловлена слоистость крахмальных зерен?
6. Можно ли по форме крахмальных зерен определить какому виду растения они принадлежат?
7. С помощью каких реактивов можно обнаружить в клетках запасные вещества?
8. Каков биологический смысл образования кристаллов щавелевокислого кальция в клетке?
9. В клетках каких органов или их частей можно наблюдать скопление кристаллов щавелевокислого кальция?
10. Какая форма кристаллов щавелевокислого кальция свойственна двудольным и какая однодольным растениям?
11. Запасной белок. Каковы формы его отложения? Расположение в клетках
12. Что такое алейроновые зерна? Их образование и локализация.

Занятие 5

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, ПРОВОДЯЩИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Литература. Ботаника. Морфология и анатомия. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, С. 96-101; 1988, С.96-101, 119-129.

Вехов В.Н., Лотова Л.И. и др. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980, С.34-41, 46-47.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972. С. 42-45, 52-58; 1981. С.42-45, 53-59.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т.1, С.106-109, 117-119, 121-130.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике. Высшие растения. М., 1987. С 13-20.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений . М., 2000. С. 37-45, 74-93, 113-118.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979, С. 43-46, 56-64; 1989. С.46-48, 59-68.

Цель работы: Познакомиться с апикальной меристемой побега, особенностями строения и деятельности ее клеток; со структурой и функцией основных гистологических элементов флоэмы и ксилемы; типами механических тканей.

Ткань – это совокупность клеток, которые имеют одинаковое строение, общее происхождение и выполняют одинаковые функции. Исходным типом ткани являются образовательные. За счет деления и дифференциации их клеток образуются все остальные типы тканей, называемые постоянными. К ним относятся покровные, механические, проводящие, ассимиляционные, запасные, всасывающие, выделительные, воздухоносные и другие ткани. Характеристику любой ткани принято проводить по следующему плану:

1. Физиологическое состояние (живая или мертвая ткань)
2. Форма и размеры клеток.
3. Характер соединения клеток.
4. Наличие органоидов (ядро, цитоплазма, пластиды, вакуоли и др.)
5. Соотношение размеров ядра и клетки.
6. Особенности структуры и химического состава клеточной оболочки.

Образовательные ткани или меристемы – ткани клетки, которых обладают способностью к неограниченному делению на протяжении всей жизни организма. При делении каждой меристематической клетки образуются две дочерние. Одна из них остается меристематической, неограниченно долго сохраняет способность к активному клеточному делению и называется инициальной. Вторая дочерняя клетка называется производной. Она претерпевает ограниченное количество делений. Образующиеся при этом клетки дифференцируются в клетки постоянных тканей. Таким образом,

образовательные ткани дают начало всем клеткам, тканям и органам растений и в то же время постоянно воспроизводят себя.

В зависимости от положения в теле растений выделяют несколько типов образовательных тканей. Верхушечные или апикальные располагаются на верхушке побегов и кончиках корней. Они обуславливают рост органов в длину. Боковые или латеральные располагаются параллельно поверхности органа. За счет их деления происходит рост органов в толщину (прокамбий, камбий, феллоген). Вставочные или интеркалярные меристемы находятся в основании междоузлий и молодых растущих листьев и обуславливают рост органов в длину. Раневые (травматические) меристемы возникают при заживлении поврежденных тканей и органов. Они образуются около пораженного места путем дедифференциации живых клеток с последующим формированием защитной пробки или других тканей.

В зависимости от происхождения образовательные ткани могут быть первичными и вторичными. Меристемы, которые ведут свое начало от клеток зародыша и являются потомками эмбриональной ткани, из которой состоял зародыш, называют первичными (апикальные меристемы, прокамбий, перицикл). Вторичными называются меристемы, которые возникают из какой-либо постоянной ткани или из первичных меристем (камбий, феллоген, добавочный камбий). В соответствии с этой классификацией постоянные ткани также подразделяются на две группы: первичные постоянные ткани, образующиеся из первичных образовательных тканей, и вторичные постоянные ткани, порождаемые вторичными образовательными тканями.

Апикальная меристема побега располагается на верхушке главного и боковых побегов. В результате деления и дифференциации ее клеток осуществляются процессы гистогенеза (образования тканей) и органогенеза (образование органов). Клетки апикальной меристемы, как правило, изодиаметрической формы, плотно сомкнуты друг с другом, с густой цитоплазмой, крупным ядром и несколькими ядрышками. Клеточные оболочки очень тонкие, первичные, с большим количеством пектиновых веществ.

Вакуоли отсутствуют или в виде мелких пузырьков. Много митохондрий и рибосом. Пластиды не дифференцированы. Для обозначения верхушечной меристемы нет общепринятой терминологии. Ее называют точкой роста, конусом нарастания, апексом, верхушкой побега, употребляются эти термины как синонимы. Ряд анатомов дает более точное определение, согласно которому точкой роста называется гладкая апикальная часть конуса нарастания, расположенная выше самого молодого зачатка листа. Конус нарастания включает точку роста и зону листовых зачатков, состоящих из недифференцированных клеток.

Поверхностные слои клеток конуса нарастания принято называть туникой. Она может быть одно- или двухслойной. Клетки туники, как правило, 4-х угольной формы и делятся чаще всего антиклинальными перегородками. Клетки корпуса, расположенные под туникой, обычно многоугольной формы и делятся в разных направлениях.

Материал и оборудование

1. Верхушки побегов элодеи длиной 1-2 см (живой материал).
2. Постоянные препараты “Верхушка побега элодеи на продольном срезе”.
3. Препаровальные, предметные и покровные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки, фильтровальная бумага, чашки Петри с водой.
4. Биноккулярные лупы и микроскопы.
5. Учебники, методические руководства.
6. Таблицы.

Задание. 1. Отпрепарировать, рассмотреть и зарисовать общий вид конуса нарастания побега элодеи (*Elodea canadensis* Michx.). Отметить границы точки роста и конуса нарастания, зачатки листьев разного возраста и зачатки пазушных почек.

2. Рассмотреть и зарисовать точку роста побега элодеи на продольном срезе. Отметить клетки туники, корпуса, ядро, ядрышки, цитоплазму, оболочку, зачатки листьев.

Пояснение к заданию. Классическим, чрезвычайно удобным объектом для изучения апикальной меристемы побега является элодея канадская, имеющая довольно крупный конус нарастания. Это высшее водное растение, родина Северная Америка. Завезена в Европу в середине XIX века. Растение двудомное. В наших условиях цветет, но никогда не плодоносит. Размножается только вегетативно.

Отпрепарировать конус нарастания побега – это значит освободить его от прикрывающих развернувшихся и растущих листьев. Для этого необходимо удалить с кончика побега все листья. Они расположены мутовками по 3 в каждом узле. Удобнее всего это делать под биноккулярной лупой двумя иглами: одной придерживать объект, прижимая его к препаровальному стеклу, другой – отрывать листья. Эта работа очень кропотливая, требует большого терпения и внимания. Листья удаляют постепенно начиная с самых нижних, т.е. с более старых. При этом острием иглы лист как бы отрезается у самого основания листовой пластинки. Особенно осторожно следует удалять самые верхние наиболее молодые листовые зачатки, расположенные в непосредственной близости от верхушки. Листья удаляют до тех пор, пока не обнажится прозрачный конус нарастания в виде кончика острой иглы.

Отпрепарированный конус нарастания очень осторожно, чтобы не раздавить, отделяют лезвием бритвы от стебля, переносят в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным, не нажимая на него.

Изучая препарат при малом увеличении микроскопа, обратить внимание на удлиненную форму конуса нарастания (рис.8). Видна его гладкая апикальная часть (это точка роста побега) и зона с листовыми зачатками в виде бугорков меристематической ткани. Размеры их увеличиваются по мере продвижения к основанию верхушки побега. Постепенно они переходят в настоящие листья. В

пазухах некоторых листовых зачатков находится по одному бугорку, из которых в дальнейшем формируются пазушные почки.

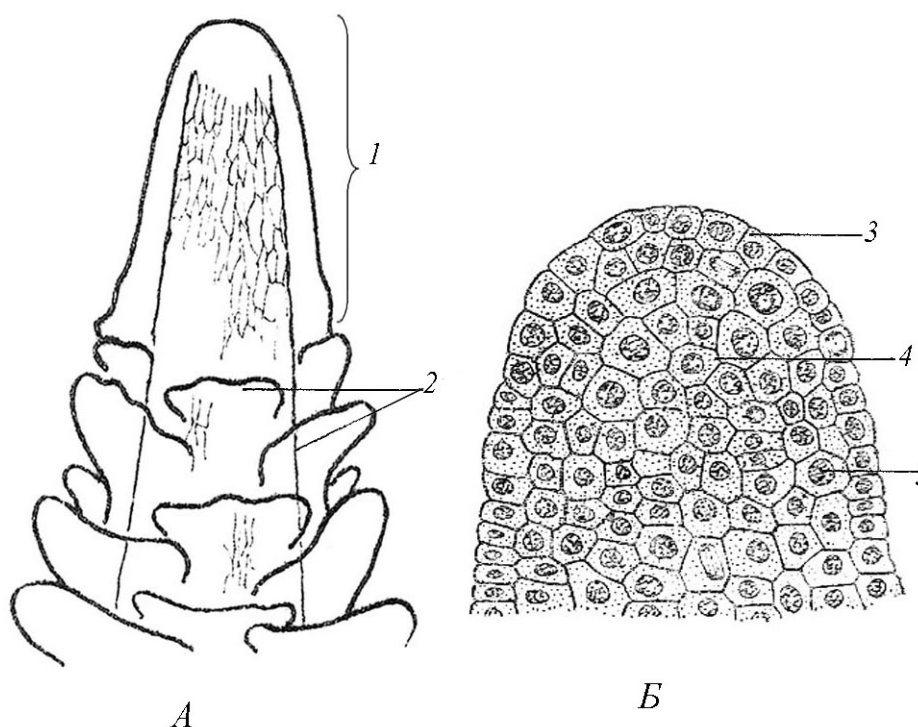


Рис.8. Апикальная меристема побега элодеи: А- общий вид; Б- продольный срез при большом увеличении микроскопа. 1- точка роста; 2- листовые зачатки; 3- клетки туники; 4- клетки корпуса; 5- ядро с ядрышками (из Ильиной, 1979 с изменениями)

При большом увеличении микроскопа хорошо просматривается клеточное строение конуса нарастания. В деталях строение меристематической клетки можно изучить на постоянных микротомных препаратах, окрашенных гематоксилином. Обратите внимание, что клетки поверхностных слоев точки роста (туника) на продольном срезе имеют 4-х угольную форму. Клетки корпуса, как правило, крупнее и имеют многоугольную форму. Клетки плотно сомкнутые, имеют тонкую оболочку, крупное ядро с несколькими ядрышками и густую цитоплазму.

Оформляя первое задание в альбоме, сделать контурный рисунок верхушки побега. Отметить границы конуса нарастания и его точки роста,

зачатки листьев разного возраста и пазушных почек. Оформляя второе задание, сделать рисунок продольного среза конуса нарастания элодеи, обозначив все структуры, указанные в задании. Изображая клетки, слагающие конус нарастания не обязательно рисовать все. Нужно зарисовать с препарата несколько клеток туники и корпуса (по 2-3), но похожими на себя.

ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Проводящие ткани осуществляют передвижение воды с растворенными в ней веществами. Они возникли как следствие приспособления растений к жизни в двух средах: почвенной и воздушной. В связи с этим появилась необходимость транспортировки веществ в двух направлениях. От корней к листьям движется восходящий ток водных растворов минеральных солей по трахеальным элементам ксилемы. Нисходящий ток органических веществ осуществляется от листьев к корням по ситовидным элементам флоэмы. Проводящие ткани объединяют все органы растения. Помимо дальнего (осевого) транспорта питательных веществ по проводящим тканям осуществляется и ближний – радиальный транспорт.

Ксилема (от греч. ксилон – дерево) – это сложная ткань, разнообразная в морфологическом отношении и многофункциональна. Основная функция – проведение в восходящем направлении растворов минеральных солей. Кроме этого она выполняет запасающую и механическую функции. Ксилема представлена трахеями, трахеидами, ксилемной паренхимой и ксилемными волокнами.

Трахеи (от греч. трахейя), или сосуды – это многоклеточное образование, представляющее из себя однорядный продольный тяж клеток, называемых члениками трахеи. Оболочки их одревесневшие, неравномерно утолщенные. В зависимости от формы вторичного утолщения различают кольчатые, спиральные, лестничные, сетчатые или пористые трахеи. Поперечные стенки продырявлены сквозными отверстиями – перфорациями.

Перфорация может быть простой (одно отверстие) и множественной (несколько отверстий). Множественные перфорации могут быть лестничными и сетчатыми.

В функционирующем состоянии сосуды представляют собой мертвые образования. Длина их колеблется от нескольких сантиметров до нескольких метров, диаметр члеников составляет 0,1-0,15 мм, у некоторых древесных растений – 0,3-0,7 мм. На концах сосуда расположены членики со скошенными поперечными перегородками. Членики одной трахеи сообщаются между собой с помощью перфораций, а сосуды, расположенные в одном ряду - с помощью окаймленных пор.

Трахеида – это одноклеточное образование, представляющее собой мертвую прозенхимную клетку с сильноскошенными концами. Оболочки вторичные с кольчатыми, спиральными и другими типами утолщений. Поры простые или окаймленные расположены по всей по всей поверхности стенок, перфорации отсутствуют. Трахеиды располагаются группами, примыкая одна к другой. Длина трахеид обычно 1-4 мм, ширина - десятые или сотые доли миллиметра. Сообщение через окаймленные поры, большая часть которых находится около окончания клеток.

Флоэма (от греч. флойос – кора, лыко) – сложная ткань разнообразная в морфологическом отношении и многофункциональна. Основная функция – проведение в нисходящем направлении от листа к корню растворов органических веществ. Кроме этого она выполняет запасающую и механическую функции. Гистологическими элементами флоэмы являются ситовидные трубки, сопровождающие клетки, ситовидные клетки, флоэмная паренхима и флоэмные волокна.

Ситовидная трубка – это совокупность живых тонкостенных клеток, расположенных в один продольный ряд. Диаметр ситовидных трубок - 20-30 мкм, а длина составляет 150-300 мкм. Поперечные стенки ситовидных трубок носят названия ситовидных пластинок. Они продырявлены мелкими

сквозными отверстиями – перфорациями, через которые проходят тяжи цитоплазмы, соединяющие протопласты соседних по вертикали клеток.

Ситовидная пластинка может быть простой, если несет одно ситовидное поле, и сложной, если несет несколько ситовидных полей. Цитоплазма ситовидных трубок обладает свойством полной проницаемости. Накопление в области ситовидных полей каллозы, а также разрушение ядра объясняется недолговечностью ситовидных трубок. Ситовидная трубка функционирует, как правило, один год. Исключение составляет липа (3-4 года), папоротники (5-10 лет), пальмы (до 50 лет).

По мере старения ситовидных трубок ситовидные пластинки покрываются сплошным слоем каллозы. К концу вегетационного периода формируется каллюс или мозолистое тело. Ток веществ прерывается, омертвевшие ситовидные трубки сминаются.

Сопровождающие клетки, или клетки-спутницы – это узкие живые клетки, с тонкими целлюлозными оболочками, густой цитоплазмой, крупным ядром и мелкими вакуолями. Они расположены вдоль каждого членика ситовидной трубки, составляя с ним устойчивый структурно-функциональный комплекс.

Ситовидные клетки – это живые, узкие, длинные (до 5 мм) с заостренными концами клетки. Близ заостренных концов на боковых стенках сосредоточены ситовидные поля, состоящие из множества ситовидных канальцев, являющихся специализированными порами первичных оболочек живых паренхимных клеток. По этим тончайшим канальцам осуществляется контакт цитоплазмы отдельных клеток, благодаря которому и происходит перемещение растворов органических веществ. Ситовидные клетки, в отличие от ситовидных трубок, содержат в зрелом состоянии ядра и лишены сопровождающих клеток.

Материал и оборудование

1. Постоянный препарат “Продольный срез стебля подсолнечника”.

2. Постоянный препарат “Продольный срез стебля тыквы”.
3. Спиртовой материал стебля тыквы.
4. Микроскопы.
5. Иглы, пинцеты, предметные стекла, марлевые салфетки.
6. Учебники, методические руководства.
7. Таблицы.

Задание. 1. Рассмотреть и зарисовать волокна склеренхимы и сосуды в стебле *подсолнечника* (*Helianthus annuus* L.). Определить тип утолщения боковых стенок сосудов и тип перфораций.

2. Рассмотреть и зарисовать ситовидные трубки в стебле *тыквы* (*Cucurbita pepo* L.). Отметить членики ситовидных трубок, ситовидные пластинки, мозолистое тело, сопровождающие клетки.

Пояснение к заданию. Одним из лучших объектов для изучения склеренхимы и сосудов является стебель подсолнечника, так как в его проводящих пучках склеренхима хорошо выражена, а сосуды имеют крупные размеры. Изучение проводится на постоянных препаратах продольных срезов стебля. При приготовлении препарата срезы обрабатывались на одревеснение, поэтому одревесневшие оболочки окрашены в красный цвет.

Просмотреть препарат при малом увеличении и выбрать для изучения пучок, в котором представлено наибольшее разнообразие сосудов. Благодаря красной окраски волокон склеренхимы и сосудов, пучки резко выделяются среди крупноклеточной основной паренхимы.

При малом увеличении следует уяснить расположение тканей в пучке, а при большом – детально изучить строение их клеток. Хорошо видно, что в наружной части пучка, обращенной к поверхности стебля, располагается массив склеренхимы. Она состоит из нескольких слоев плотно сомкнутых клеток прозенхимной формы со скошенными концами. Оболочка клеток одревесневшая, равномерно утолщенная с редкими поровыми каналами на боковых стенках.

Внутри от слоя склеренхимы располагается участок флоэмы, а затем камбия. Они состоят из очень узких тонкостенных клеток, трудных для наблюдения. К камбию примыкает ксилема, в которой резко выделяются сосуды (рис.9). В непосредственной близости от камбия располагаются пористые или сетчатые сосуды, затем следуют лестничные, несколько спиральных и 1-2 кольчатых. Иногда встречаются кольчато-спиральные сосуды. Некоторые трахеи видны с поверхности, а некоторые в разрезе, в последнем случае у них просматривается полость члеников, боковые стенки и одна из продольных.

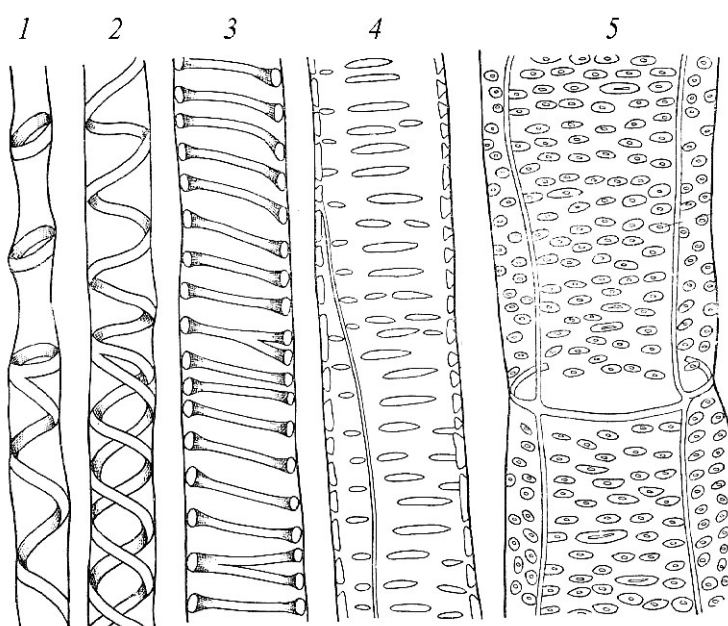


Рис.9. Сосуды на продольном срезе стебля подсолнечника: 1- спирально-кольчатый; 2- спиральный; 3-спиральный в разрезе; 4- лестничный; 5-пористый (Из Барыкиной и др., 1979)

При изучении сосудов следует определить типы вторичного утолщения, сравнить длину и диаметр разных типов сосудов, определить тип перфораций. Объяснить, чем обусловлена закономерная последовательность в расположении сосудов разных типов утолщений. Рисунок выполнить при большом увеличении, изобразив все типы сосудов с соответствующими обозначениями.

Для усиления биологического смысла рисунка, можно использовать цветные карандаши.

При выполнении второго задания необходимо первоначально изучить поперечный срез стебля тыквы (спиртовой материал) невооруженным глазом. Видно, что стебель имеет форму пятигранника с закругленными гранями. В центре располагается пятилучевая воздушная полость, лучи которой направлены к граням стебля. Хорошо различимы 10 проводящих пучков, расположенных в два круга. Они идут параллельно продольной оси стебля. В пучке невооруженным глазом можно различить участки ксилемы и флоэмы. Ксилема занимает среднюю часть пучка и хорошо заметна благодаря крупным круглым полостям сосудов. С наружной и внутренней стороны (по отношению к поверхности стебля) к ней примыкают участки мелкоклетной плотной ткани – это наружная и внутренняя флоэма пучка.

После внешнего осмотра переходят к изучению анатомического строения на постоянном препарате. При малом увеличении микроскопа ориентировать препарат таким образом, чтобы в поле зрения располагался наружный участок флоэмы, так как его ситовидные трубки имеют более крупные размеры. Ситовидные трубки можно легко отличить от остальных клеток флоэмы по утолщенным поперечным перегородкам, которые имеют интенсивно синюю окраску. Поместить в центр поля зрения часть среза с наиболее четко видимыми ситовидными трубками и перевести на большое увеличение. Изучая ситовидные трубки при большом увеличении видно, что она состоит из удлиненных клеток-члеников, содержимое которых отстаёт от стенок и образует тяж с характерными воронковидными расширениями у ситовидных пластинок (рис. 10).

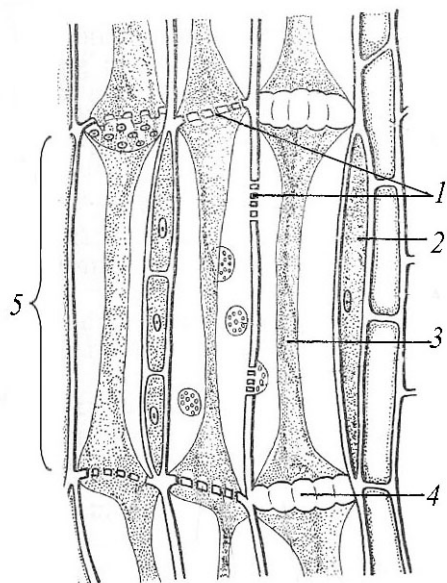


Рис.10. Ситовидные трубки стебля тыквы: 1-ситовидные пластинки на поперечном и продольном срезах; 2-клетка-спутница; 3- тяж цитоплазмы; 4- мозолистое тело; 5-членик ситовидной трубки (Из Барыкиной и др., 1979 с изменениями)

Ситовидные пластинки могут быть видны в разных ракурсах. Если срез проходит строго вдоль ситовидной пластинки, то ее перфорации видны сбоку в виде цилиндрических канальцев, пересекающие клеточную пластинку и поперечные стенки двух соседних члеников. Если срез проходит несколько косо к продольной оси члеников, пластинка видна в виде наклонно расположенного эллипса, усеянного мелкими перфорациями. Следует внимательно изучить боковые стенки члеников и найти на них ситовидные поля.

Отыскать ситовидные пластинки, на которых сформировано так называемое мозолистое тело. Его можно обнаружить у самых старых ситовидных трубок, расположенных в наружных слоях флоэмы. Мозолистое тело видно в виде сильно преломляющего свет блестящего утолщения на ситовидных пластинках. Оно образуется в конце вегетационного периода. При этом на внутренней поверхности перфорационных канальцев и на поверхности

самой ситовидной пластинки откладывается вещество – каллоза. Когда каллоза полностью закупоривает перфорации, членики ситовидной трубки отмирают.

Ситовидные трубки стебля тыквы имеют сопровождающие клетки. Это узкие, длинные клетки, примыкающие к членикам. В них хорошо различима густая цитоплазма и ядро.

При большом увеличении микроскопа зарисовать 1-2 ситовидные трубки и сделать обозначения на рисунке согласно заданию.

В заключение на основании проведенного изучения составить сравнительную характеристику изученных тканей по следующей схеме.

Сравнительная характеристика гистологических элементов ксилемы и флоэмы

Гистологические элементы	Функции	Наличие протопласта и его особенность	Характеристика клеточных оболочек
Сосуды			
Ситовидные трубки			

МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Механические ткани – это опорные ткани, обеспечивающие прочность растения, их способность противостоять нагрузкам на растяжение, сжатие и изгиб. Они обеспечивают сопротивление статическим и динамичным нагрузкам (тяжесть собственных органов, порывы ветра, дождь, снег, вытаптывание животными). Механические ткани играют роль скелета. Сочетаясь с другими тканями, они образуют как бы арматуру, каркас, поддерживающий все органы растения, противодействуя их излому, сжатию, разрыву. Их часто называют арматурными.

Характерная особенность клеток механической ткани – их плотное смыкание и сильное утолщение оболочек. Даже после отмирания живого содержимого клетки продолжают выполнять опорную функцию. В зависимости от формы клеток, химического состава и способа утолщения клеточных оболочек выделяют несколько типов механических тканей.

Склеренхима (от греч. склерос – твердый, жесткий, энхима – ткань) – наиболее распространенный тип механической ткани. Она состоит из мертвых клеток прозенхимной формы с заостренными концами, очень узкой полостью и сильно утолщенными, одревесневшими вторичными клеточными оболочками. Их прочность сравнима с прочностью стали. Поры немногочисленные, простые, щелевидные.

Клетки склеренхимы сильно вытянутые от нескольких десятых долей миллиметра до 1 см (крапива) и более (рамы, кенаф). Их называют волокнами. Волокна могут быть лубяными (флоэмными) и древесными (ксилемными) или волокнами либриформа. Последние всегда имеют одревесневшую клеточную оболочку, а лубяные – целлюлозную. Волокна стеблей древесных растений используют для изготовления различных тканей (лен, рамы, кенаф), реже веревок (конопля, джут). Особенно ценится недревесневшее льняное волокно.

Колленхима (от греч. колла – клей, энхима – ткань) – ткань, состоящая из живых вытянутых клеток с неравномерно утолщенными недревесневшими оболочками. Они способны долго расти и не задерживать рост органов, в которых они расположены. В зависимости от характера утолщения оболочек и соединения клеток между собой различают несколько типов колленхимы.

Уголковая колленхима состоит из клеток, имеющих утолщения стенок по углам, в местах соединения нескольких клеток. У пластинчатой колленхимы утолщены тангентальные стенки клеток. Они, как правило, вытянуты параллельно поверхности стебля. У клеток рыхлой колленхимы утолщаются те участки оболочки, которые примыкают к крупным схизогенным межклетникам. Уголковая колленхима хорошо развита в стеблях

тыквы, георгина, черешках свеклы. Пластинчатая – в стеблях подсолнечника и баклажана. Рыхлая – в черешках лопуха, стеблях крапивы, мать-и-мачехи, мари белой.

Колленхима характерна для молодых растущих органов травянистых растений. В ее клетках иногда содержатся хлоропласты, поэтому она кроме механической функции выполняет функцию фотосинтеза. В стеблях и листьях колленхима обычно занимает периферическое положение, располагаясь непосредственно под эпидермисом. В молодых стеблях она часто образует сплошное кольцо по периферии.

Склерейды – структурные элементы механической ткани, чаще всего имеющие изодиаметрическую форму. Они могут располагаться в растении плотными группами или в виде одиночных клеток. Склерейды – это мертвые клетки с толстыми одревесневшими оболочками, пронизанные поровыми каналами нередко ветвистыми. Поры простые.

Морфологически склерейды очень разнообразны. К ним относят каменистые (брахисклерейды) и ветвистые (астрисклерейды) клетки. Каменистые клетки, как правило, округлой формы, с толстыми одревесневшими слоистыми стенками и разветвленными порами. Из каменистых клеток состоит “скорлупа” орехов, “косточка” (внутриплодник) плодов вишни, сливы, абрикоса. Много их в мякоти незрелых плодов груши и айвы. Ветвистые клетки имеют часто причудливую форму, встречаются поодиночке и выполняют опорную функцию (в листьях чая, камелии, маслины и в стеблях водных растений). Их называют идиобластами.

Материал и оборудование

1. Кусочки черешка листа лилии амазонской размером 1,5-2 см (живые).
2. Микроскопы.
3. Чашки Петри с водой.
4. Предметные и покровные стекла, иглы, бритвы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки.

5. Учебники и методические руководства.

6. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать уголковую колленхиму черешка листа лилии амазонской (*Eucharis amazonica* Hort.) и составить ее характеристику.

Пояснение к заданию. С помощью бритвы необходимо сделать несколько тонких поперечных срезов черешка листа. Поместить их в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным. Просмотреть все срезы при малом увеличении микроскопа и выбрать наиболее тонкий с участком эпидермиса. Обратить внимание, что эпидермис представлен одним слоем клеток и покрыт толстой кутикулой. Под ним находится полоса из нескольких слоев клеток, подстилающая эпидермис кольцом. На препарате она светло-дымчатого цвета. При большом увеличении видно, что клетки многоугольной формы, плотно сомкнуты друг с другом, имеют толстую слоистую оболочку, утолщенную в углах, то есть в местах соединения нескольких клеток (рис. 11). Утолщенные оболочки вследствие сильного преломления света выглядят блестящими. Они хорошо заметны вокруг многоугольных более темных, заполненных содержимым полостей клеток. Это и есть клетки уголковой колленхимы.

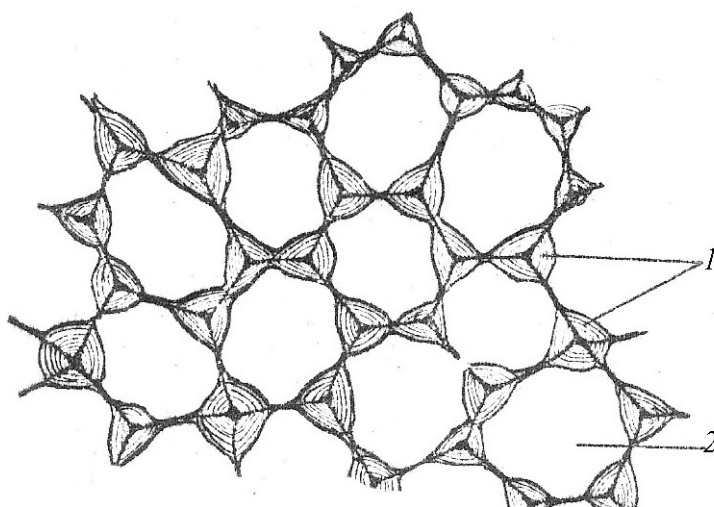


Рис.11. Уголковая колленхима в черешках листа лилии амазонской: 1- утолщения оболочки; 2- цитоплазма (из Ильиной, 1979)

Рисунок сделать при большом увеличении микроскопа. Изобразить несколько клеток колленхимы и обозначить утолщенную в уголках оболочку и полость клетки. В заключении составить сравнительную характеристику механических тканей по следующей схеме:

Сравнительная характеристика механических тканей

Механическая ткань	Происхождение (первичное, вторичное)	Способность к растяжению	Наличие протопласта	Характеристика клеточных оболочек
Колленхима				
Склеренхима				

Вопросы

1. Что такое растительные ткани? Какие типы растительных тканей существуют?
2. Какие ткани называю простыми, а какие сложными? Примеры.
3. Какие ткани называю первичными, а какие вторичными? Примеры.
4. Что представляют собой образовательные ткани? Классификация по происхождению и положению в теле растительного организма.
5. Какие функции выполняют образовательные ткани?
6. Перечислите характерные признаки меристематических клеток.
7. Какие существуют механические ткани? Какую роль в растительном организме они выполняют?
8. Какие признаки положены в основу классификации механических тканей?
9. Что общего в строении всех типов механических тканей?
10. В чем отличие строения клеток колленхимы и склеренхимы?

11. Почему колленхима свойственна молодым и растущим органам растений?
12. Какой тип механической ткани создает прочность многим сочным плодам?
13. Каковы особенности структуры склереид? Их разнообразие.
14. Чем отличаются лубяные волокна от древесных?
15. В чем заключается процесс склерефикации?
16. В чем сущность теории строительно-механических принципов В.Ф. Раздорского?
17. Почему ксилема – сложная ткань? Докажите.
18. Из каких гистологических элементов состоит ксилема? Их строение, функции.
19. Какие существуют типы сосудов по характеру утолщения их клеточных стенок.
20. Сосуды с какими типами утолщений свойственны молодым органам растений?
21. Какие сосуды имеют наименьший диаметр?
22. Какие гистологические элементы ксилемы оказывают большее сопротивление водному току – сосуды, или трахеиды?
23. Как долго функционируют сосуды и с чем связано прекращение их деятельности?
24. В чем отличие и сходство сосудов и трахеид?
25. Какие типы сосудов в полной мере совмещают проводящую и механическую функции?
26. Какие типы паренхимы входят в состав ксилемы?
27. Чем отличается движение веществ по сосудам от движения их по трахеидам?
28. Какие изменения происходят в древесине с возрастом? Как это влияет на ее функцию и механические качества?

29. Из каких клеток древесины и как образуются тилы в полостях сосудов? Каково их биологическое значение?
30. В чем заключаются особенности строения прото- и метаксилемы?
31. В каких отраслях народного хозяйства и как используется древесина?
32. Почему флоэма – сложная ткань? Докажите.
33. Каковы строение, развитие и функции ситовидных трубок и клеток-спутниц?
34. В чем особенности строения прото- и метафлоэмы?
35. В чем особенности строения первичной и вторичной флоэмы?
36. Какие вещества транспортируются по ситовидным трубкам?
37. В чем отличие между флоэмным и ксилемным транспортом веществ ?
38. Как долго функционируют ситовидные трубки и с чем связано прекращение их деятельности?

Занятие 6

ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

Литература: Барыкина Р. П. Кострикова Л.М. и др. Практикум по анатомии растений. М., 1971. С.132-134; 1979. С. 157-159.

Ботаника. Морфология и анатомия растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С и др. М., 1978. С. ; 1988. С. 104-113.

Вехов В.Н., Лотова Л.И. и др. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980. С. 58-61, 109-111.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972; 1981. С. 45-52.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. Т 1. Анатомия и морфология. М., 1966. С. 109-116.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 52-65.

Хржановский В.Г., Понаморенко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979. С. 46-53; 1989. С. 49-57.

Цель работы: Познакомиться со строением и функциями первичной и вторичной покровных тканей.

Первичная покровная ткань у высших растений представлена эпидермисом (от греч. эпи – на, дерма – кожа). Это наружный слой клеток тела, который покрывает с поверхности листья, молодые стебли, корни и генеративные органы. Она образуется в процессе дифференциации наружных слоев клеток первичной образовательной ткани – верхушечной меристемы и возникла с выходом растений на сушу.

Эпидермис – сложная ткань. В ее состав входят морфологически различные клетки: основные клетки эпидермиса; замыкающие и сопровождающие клетки устьичного аппарата; трихомы в виде выростов и волосков. Эпидермис многофункциональная ткань. Она осуществляет газообмен и транспирацию, защищает внутренние ткани от излишнего испарения, температурных колебаний, механических и химических воздействий, проникновения болезнетворных микроорганизмов.

Основные клетки эпидермиса плотно сомкнуты друг с другом. Они живые, с постенным слоем цитоплазмы, ядром, лейкопластами и крупными вакуолями. Наружные стенки клеток сильно утолщены, покрыты кутикулой и часто восковым налетом. Форма клеток разнообразна, их очертания в плане могут быть извилистые четырех- или шестигранные, ромбические и т.д.

Устьица осуществляют связь органов с внешней средой, выполняя функции газообмена и транспирации. Устьичный аппарат состоит из устьичной щели, замыкающих клеток и сопровождающих или побочных клеток. Существуют разные типы устьичных аппаратов.

У многих растений основные клетки эпидермиса могут образовывать разнообразные выросты – трихомы, различающиеся по форме, структуре и функциям. К трихомам относят волоски, чешуйки, папиллы. Волоски могут быть железистыми и кроющими (нежелезистыми), одноклеточными и многоклеточными, живыми и мертвыми. По внешнему виду – линейными, кустисто - ветвистыми, чешуйчатыми, звездчатыми и т.д.

Вторичная покровная ткань представлена пробкой или феллемой (от греч. феллос – пробка). Пробка выполняет защитную функцию: предохраняет ветви и стволы от потери влаги, проникновения болезнетворных бактерий, резких колебаний температуры и механических повреждений. Она приходит на смену первичной покровной ткани и формируется из вторичной образовательной ткани – феллогена или пробкового камбия.

Феллоген возникает у разных видов растений из различных тканей – из эпидермиса, клеток первичной коры, перицикла и даже флоэмы. Феллоген работает в двух направлениях: кнаружи от себя он формирует клетки пробки, а внутрь – клетки феллодермы. Комплекс тканей, включающих феллему, феллоген и феллодерму называется перидермой. Ткани перидермы образуются в результате тангентальных делений клеток феллогена, поэтому ее клетки располагаются всегда строгими радиальными рядами, что позволяет точно определить границы перидермы.

Феллема состоит из правильных радиальных нескольких слоев плотно сомкнутых клеток таблитчатой формы. Оболочка клеток вторичная толстая опробковевшая. Суберин откладывается в виде субериновой пластинки между первичной и вторичной клеточными оболочками. При этом оболочка становится газо- и водонепроницаемой. Вследствие этого протопласт клеток отмирает, а полости заполняются воздухом.

Феллоген – вторичная образовательная ткань, состоящая, как правило, из одного слоя тонкостенных живых клеток прямоугольной формы. Феллодерма – запасаящая ткань вторичного происхождения. Представлена живыми

тонкостенными клетками, выполняющими функцию запаса питательных веществ.

В перидерме присутствуют особые образования – чечевички, которые осуществляют газообмен и транспирацию. Они имеют довольно крупные размеры иногда до одного сантиметра. Видны невооруженным глазом в виде бугорков различной формы, возвышающихся над поверхностью пробки. На поперечном срезе чечевичка имеет очертания двояковыпуклой линзы и состоит из массы паренхимных клеток, которые называются выполняющей или заполняющей тканью чечевички. Рыхло расположенные клетки чередуются с так называемыми замыкающими слоями. Замыкающий слой состоит из одного или нескольких рядов относительно толстостенных плотно сомкнутых клеток с опробковевшими оболочками. Весной под давлением массы клеток, образуемых феллогеном чечевички, он разрывается. Осенью чечевичка снова закрывается замыкающим слоем.

Под выполняющей тканью расположен феллоген чечевички. Клетки его интенсивно делятся и образуют массу выполняющих клеток и несколько слоев феллодермы. Форма, размер, окраска чечевичек является специфическим признаком вида.

Материал и оборудование

1. Подвяленные листья традесканции.
2. Спиртовой или живой материал листьев крапивы.
3. Гербарные образцы листьев коровяка и лоха.
4. Постоянные препараты перидермы ветки бузины.
5. Микроскопы.
6. Препаровальные иглы, фильтровальная бумага, предметные и покровные стекла, пинцеты, бритвы, скальпели, марлевые салфетки, чашки Петри.
7. Учебники и методические руководства.
8. Таблицы.

Задание. 1. Рассмотреть и зарисовать эпидермис листа *традесканции* (*Tradescantia zebrina* Hort.) и дать его характеристику. Изучить строение устьичного аппарата, отметить устьичную щель, замыкающие и сопровождающие клетки. Указать особенности их строения.

2. Рассмотреть и зарисовать живые одноклеточные волоски *крапивы* (*Urtica dioica* L.) и мертвые многоклеточные волоски *коровяка* (*Verbascum tapersus* L.) и *лоха* (*Elalagnus angustifolia* L.). Описать их строение, указать биологическое значение волосков.

3. Рассмотреть и зарисовать перидерму и чечевичку ветки *бузины* (*Sambucus racemosa* L.). Дать определение типов тканей перидермы, указать их происхождение, особенности строения и функции. Посчитать количество слоев клеток пробки.

4. Составит сравнительную характеристику первичной и вторичной покровной ткани.

Пояснение к заданию. Для выполнения первого задания временный препарат эпидермиса традесканции готовится по ранее описанной методике (занятие 3). При изучении препарата под малым увеличением микроскопа обратить внимание, что эпидермис состоит из плотносомкнутых клеток, имеющих, как правило, шестиугольную форму. Среди бесцветных клеток можно найти клетки в клеточном соке которых растворен пигмент антоциан. В таких клетках иногда отчетлива видна граница между окрашенной вакуолью и бесцветной цитоплазмой. Среди основных клеток эпидермиса видны устьичные аппараты, которые узнаем по наличию хлоропластов в замыкающих клетках. Замыкающие клетки имеют, как правило, почковидную форму, а между ними устьичную щель (рис. 12). Обратить внимание на неравномерно утолщенные оболочки замыкающих клеток. К замыкающим клеткам примыкают четыре сопровождающих или побочных клеток, которые по своим размерам меньше основных клеток эпидермиса. При большом увеличении микроскопа в

эпидермальных клетках хорошо просматривается крупное ядро, окруженное мелкими шаровидными прозрачными лейкопластами. В некоторых клетках видны игольчатые кристаллы щавелевокислого кальция. Часто они объединяются в пачки – рафиды.

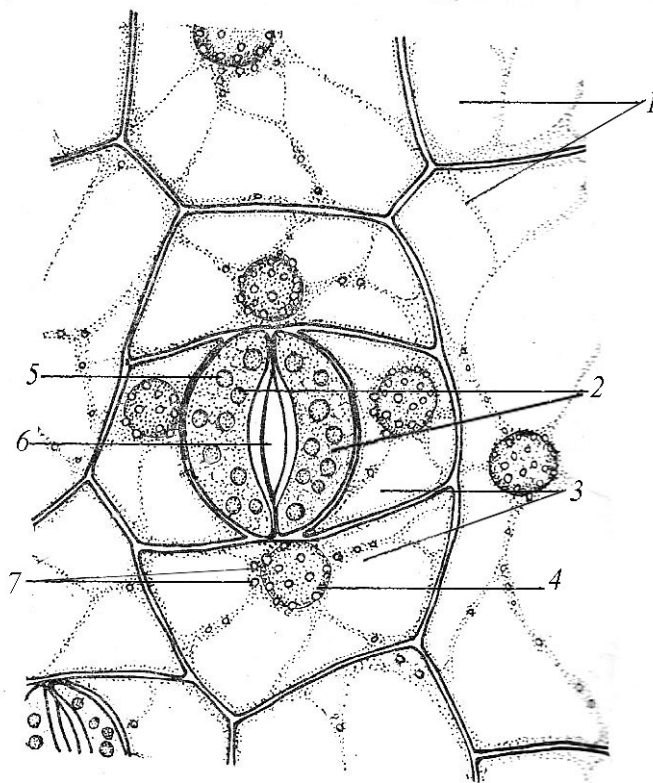


Рис.12. Эпидермис листа традесканции: 1- основные клетки эпидермиса; 2- замыкающие клетки устьиц; 3-сопровождающие клетки устьиц; 4-ядро; 5-хлоропласты; 6-устьичная щель; 7-лейкопласты (из Барыкиной и др., 1963 с изменениями)

При оформлении первого задания зарисовать 2-3 эпидермальных клетки и рядом с ними устьичный аппарат. Сделать обозначения к рисунку и его описание согласно заданию.

Для выполнения второго задания необходимо с нижней стороны листа крапивы пинцетом захватить участок эпидермиса расположенный над жилкой и отделить его. При этом вместе с эпидермисом снимутся волоски. Положить препарат в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным и изучить при малом увеличении.

Обратить внимание, что жгучий волосок представляет собой одну очень крупную клетку колбовидной формы (рис. 13). Нижняя расширенная часть погружена в многоклеточное основание – подставку, возвышающуюся над эпидермисом. Основание состоит из живых мелких клеток, содержащих хлоропласты. Верхняя часть волоска вытянута в острие и заканчивается круглой головкой. В клетке различима зернистая цитоплазма, крупные вакуоли. Ядро располагается в расширенной части клетки. Оболочка волоска пропитана кремнеземом, она толстая, но очень хрупкая и при малейшем прикосновении кончик волоска легко обламывается под косым углом, острый конец прокалывает кожу, и в нее, как по шприцу, изливается содержимое клетки.

Препарат для изучения волосков коровяка и лоха готовится очень легко. Скальпелем соскоблить с нижней поверхности гербаризированного листа волоски на сухое предметное стекло, закрыть покровным и смотреть при малом увеличении микроскопа. Обратить внимание, что волосок коровяка мертвый, многоклеточный, имеет форму ветвистого деревца. Оно состоит из “стволика”, образованного 2-5 клетками и нескольких ярусов одноклеточных “ветвей”, которые располагаются мутовками в местах соединения клеток стволика. У лоха волосок мертвый, многоклеточный, звездчатой формы. Каждый луч является одной мертвой клеткой.

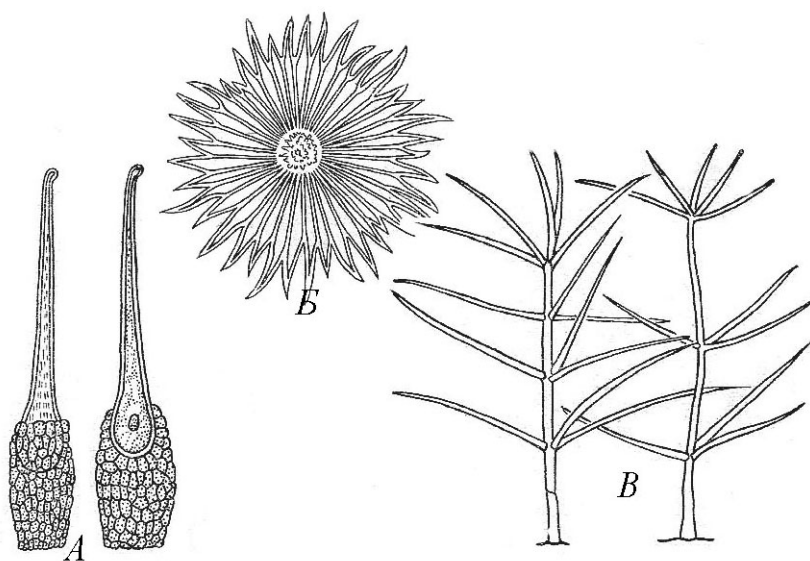


Рис. 13 Волоски: А- жгучий крапивы; Б-кроющий волосок лоха; В- кроющие волосок коровяка (из Хржановского и др., 1989)

Сделать рисунки и соответствующие обозначения к ним.

Изучение вторичной покровной ткани – пробки (задание 3) удобно проводить на постоянном препарате поперечного среза однолетней ветки бузины. При малом увеличении микроскопа выбрать участок препарата, на котором четко видны перидерма и чечевичка, напоминающая собой кратер вулкана (рис. 14). Установить границы перидермы можно по характерному расположению ее клеток. Ткани перидермы образуются в результате тангентальных делений клеток феллогена, поэтому все ее клетки располагаются строгими радиальными рядами. Клетки, смещенные относительно этих рядов, будут относиться к другим зонам стебля. Последовательно изучая клетки перидермы, начиная от поверхностных слоев, на основании особенностей их строения можно установить границы тканей перидермы – феллемы, феллогена, феллодермы. Необходимо изучить особенности строения клеток различных слоев пробки и составить представления об изменениях, которые происходят в процессе дифференциации клеток. Обратит внимание, что самые молодые клетки, расположенные в непосредственной близости от феллогена, еще сохраняют живое содержимое и имеют прямоугольные очертания и зеленую окраску. Клетки, удаленные от феллогена, мертвые, их протопласт отмирает, полости заполнены воздухом. Более старые мертвые клетки, расположенные в наружных слоях пробки, под напором массы вновь образующихся клеток сплющиваются, поэтому их радиальные стенки становятся извилистыми. На препарате они окрашены в коричневый цвет.

Ткань	Происхождение	Функции	Характеристика

Вопросы

1. Сколько слоев клеток в эпидермисе? Примеры.
2. Каково строение и функция устьиц? Механизм их работы.
3. Какую роль в механизме открывания устьиц играет неравномерное утолщение стенок и хлоропласты замыкающих клеток устьиц?
4. Какие существуют типы устьичных аппаратов? Основные принципы, положенные в основу их классификации.
5. Какие приспособления у эпидермиса к уменьшению испарению воды?
6. Что такое трихомы растений? Классификация, строение, биологическое значение.
7. Почему пробка называется вторичной покровной тканью?
8. Формирование, строение и значение пробки.
9. Какова функция пробки?
10. Почему на ветвях деревьев и кустарников вместо эпидермиса образуется пробка?
11. Благодаря каким особенностям строения пробка выполняет защитную функцию?
12. Почему перидерму нельзя называть покровной тканью?
13. По каким признакам определяют границы перидермы среди других тканей?
14. Как структура чечевички приспособлена к функции газообмена?
У всех ли растений имеются чечевички?

15. Что такое феллоген? Из каких тканей он возникает и какова его функция?

Занятие 7

СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Литература. Барыкина А.П. Кострикова Л.Н. и др. Практикум по анатомии растений. М., 1971. С. 73-81; 107-109; 1979. С. 76-85; 119-121.

Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978. С. 234-247; 260-263. 1988 С. 228-253.

Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980. С. 62-76; 84-88.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972. С. 52-57, 96-101; 1981. С. 53-59, 95-101.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. Т. 1. М., 1966. С. 140-155.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике: Высшие растения. М., 1987 С. 24-29.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 144-175.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979. С. 116-130; 1989 С. 68-74, 131-136.

Цель работы: Познакомиться с анатомическим строением стебля однодольных и двудольных травянистых растений на примере кукурузы и тыквы.

Стебель – это ось побега, имеющая радиальную симметрию, растущая своей верхушкой и образующая в определенном порядке боковые органы: листья, почки, цветки и плоды. Главные функции стебля – опорная и проводящая. Кроме них он может выполнять дополнительные функции:

запасающую и ассимиляционную. Эти функции определяют наличие в стебле покровных, хорошо развитых проводящих, механических тканей и функционально разной паренхимы.

Стебель любого растения имеет единый план строения. В нем выделяют следующие топографические зоны: покровная ткань, I кора, центральный цилиндр (стела), который всегда начинается с перицикла и включает флоэму, камбий, ксилему и сердцевину. Строение центрального цилиндра у разных видов растений различно. Это связано с различными типами строения стебля. Непучковые стебли (ксилема и флоэма располагаются в центральном цилиндре сплошным кольцом) характерны для древесных двудольных и голосеменных растений. Стебли пучкового типа (проводящие ткани образуют отдельные тяжи – проводящие пучки) характерны для травянистых двудольных и однодольных растений.

Покровная ткань стебля в зависимости от вида и возраста растения различна. У травянистых и молодых древесных растений она представлена первичной покровной тканью – эпидермисом. У древесных растений с возрастом на смену первичной покровной ткани приходит вторичная, представленная пробкой или коркой. Первичная кора в стебле растений многофункциональна и представлена различными тканями:

1. Колленхима, выполняющая механическую функцию;
2. Коровая паренхима, выполняющая запасающую функцию;
3. Эндодерма, выполняющая барьерную функцию.

Стебель растений может иметь первичное или вторичное строение. Первичным называется такое строение, при котором все постоянные ткани формируются за счет деятельности первичных образовательных тканей: верхушечной меристемы и прокамбия. Почти у всех однодольных растений первичное строение сохраняется в течение всей жизни у них отсутствует вторичное утолщение стебля.

Стебель двудольных и голосеменных растений имеет вторичное строение. В нем, кроме первичных образовательных тканей, функционируют вторичные

образовательные ткани: камбий (пучковый и межпучковый) и феллоген, из клеток которых формируются ткани вторичного происхождения. В стеблях этих растений присутствуют как первичные ткани так и вторичные.

Стебель однодольных растений имеет следующие общие особенности строения:

1. Пучковый тип строения стебля. Пучки распределены беспорядочно по всему поперечному сечению стебля. Тип пучка закрытый, коллатеральный. Тип стелы – атактостела.

2. Все ткани в стебле первичного происхождения. Вторичное утолщение отсутствует.

3. В стебле чаще всего отсутствует первичная кора. Сразу под покровной тканью располагается центральный цилиндр, который начинается со склеренхимы перициклического происхождения.

Этим общим особенностям строения стебля однодольных растений отвечает стебель кукурузы.

Материал и оборудование

1. Постоянный препарат “Поперечный срез стебля кукурузы”.
2. Спиртовой материал стебля кукурузы.
3. Микроскопы.
4. Предметные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, бритвы, марлевые салфетки, линейки.
5. Чашки Петри с водой.
6. Учебники, методические руководства.
7. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать поперечный срез стебля кукурузы (*Zea mays* L.). Обозначить все ткани стебля, указать их особенности строения и функции. Дать полную характеристику проводящего пучка. Указать различие в строении проводящих пучков, расположенных по периферии и в центре стебля и причины, вызывающие эти различия.

Пояснение к заданию. Изучение строения стебля кукурузы нужно начать со спиртового материала (кусочки стебля длиной 2-3 см), разложенного в чашки Петри. На поперечном разрезе стебля невооруженным глазом видно, что он имеет пучковый тип строения. Обратить внимание на число и плотность проводящих пучков, их беспорядочное расположение и увеличение размеров от периферии к центру стебля (рис. 15).

Изучая постоянный препарат поперечного среза стебля при малом увеличении микроскопа обращает на себя внимание отсутствие в стебле кукурузы первичной коры. Под эпидермисом тонким кольцом располагаются одревесневшие толстостенные клетки склеренхимы перициклического происхождения, окрашенные в коричнево-красный цвет. За кольцом механической ткани располагается основная паренхима, представленная живыми тонкостенными клетками. Обратить внимание, что их размеры увеличиваются от периферии стебля к центру. Среди клеток основной паренхимы разбросаны проводящие пучки. Они закрытые, коллатеральные и окружены склеренхимной обкладкой более многослойной со стороны флоэмы и протоксилемы (рис. 16). Ксилему в пучке легко узнать по двум крупным сосудам метаксилемы, расположенным на одном уровне по горизонтали. Они пористые с толстыми одревесневшими оболочками, окрашенные в красный цвет. Перпендикулярно к ним расположены 1-3 меньших по размеру кольчатых сосуда протоксилемы. А под ними воздухоносная полость. При большом увеличении микроскопа видно, что пористые сосуды соединены между собой мостиком толстостенных мертвых клеток в числе 5-6. Это ксилемные волокна. Все остальное пространство в ксилеме занято ксилемной паренхимой – живыми тонкостенными клетками, окрашенными в голубой цвет.

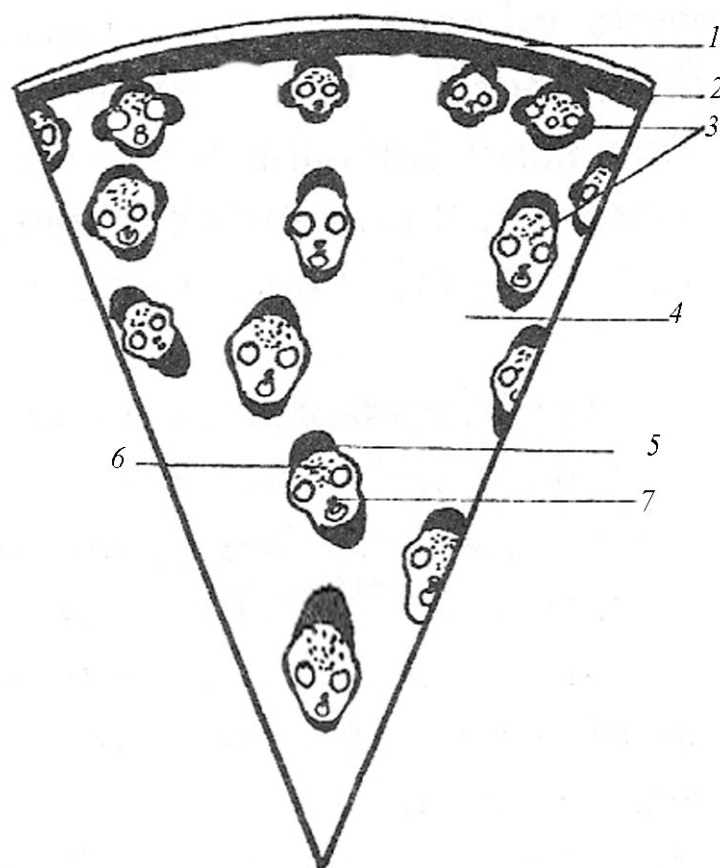


Рис.15. Схема поперечного среза стебля кукурузы: 1-эпидермис; 2-склеренхима; 3-проводящие пучки; 4-основная паренхима; 5- склеренхимная обкладка; 6-флоэма; 7-ксилема (из Лотовой, 2000)

Над ксилемой находится участок флоэмы. Она имеет вид сеточки, у которой довольно крупные ячейки шестиугольной формы – это ситовидные трубки, а узлы (мелкие треугольные или квадратные клетки) – это клетки-спутницы правильно чередуются друг с другом. Клетки-спутницы содержат густую цитоплазму и на препарате окрашены в интенсивно синий цвет. Флоэмная паренхима смещена к бокам участка. Камбий отсутствует.

В альбоме сделать крупный рисунок сектора поперечного среза стебля кукурузы при малом увеличении микроскопа. Отвести каждой ткани соответствующее место и зарисовать при большом увеличении микроскопа

особенности строения их клеток. В деталях представить строение одного проводящего пучка. Обозначить эпидермис, склеренхиму, основную паренхиму, ситовидные трубки, клетки-спутницы, флоэмную паренхиму, пористые и кольчатые сосуды, ксилемные волокна. Гистологические элементы флоэмы и ксилемы обобщить фигурными скобками.

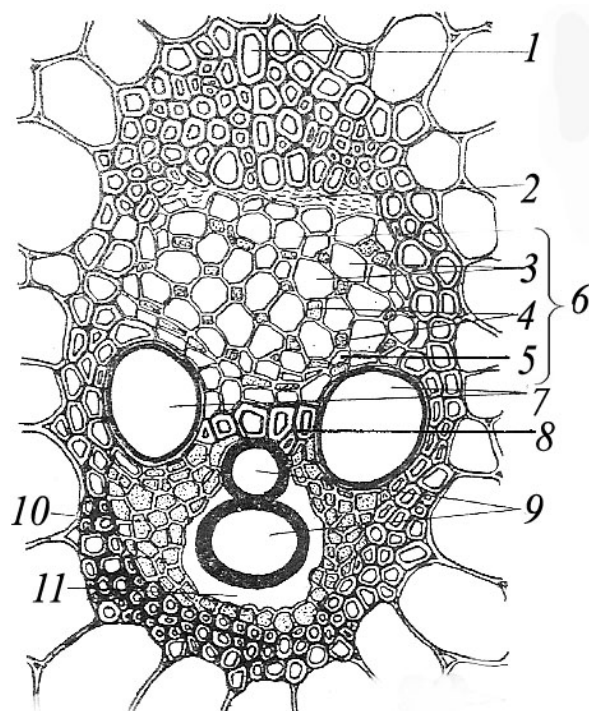


Рис. 16. Поперечный срез проводящего пучка стебля кукурузы: 1-склеренхимная обкладка; 2-протофлоэма; 3-ситовидные трубки; 4-клетки-спутницы; 5-флоэмная паренхима; 6- метафлоэма; 7-пористые сосуды; 8-ксилемные волокна; 9- кольчатые сосуды; 10-ксилемная паренхима; 11-воздушная полость ксилемы (из Вехва, 1980)

Вторичное строение стебля

Почти все двудольные травянистые и древесные растения имеют следующие особенности строения стебля:

1. Пучковый тип стебля. Проводящие пучки открытые, биколлатеральные. Расположены, как правило, по кругу. В отличие от однодольных их количество ограничено.

2. Стебель имеет вторичное строение. Одновременно присутствуют ткани как первичного, так и вторичного происхождения. Формирование вторичных тканей приводит к вторичному утолщению стебля.

3. В стебле присутствуют все топографические зоны. Первичная кора, как правило, хорошо выражена и представлена колленхимой и коровой паренхимой.

Этим общим особенностям строения отвечает стебель тыквы как представитель двудольных травянистых растений.

Материал и оборудование

1. Постоянные препараты “Поперечный срез стебля тыквы”.
2. Спиртовой материал стебля тыквы.
3. Микроскопы.
4. Предметные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, бритвы, марлевые салфетки.
5. Чашки Петри с водой.
6. Учебники, методические руководства.
7. Таблицы.

Задание. 1. Рассмотреть и зарисовать поперечный срез стебля *тыквы* (*Cucurbita pepo* L.). Обозначить все ткани стебля, указать их особенности строения и функции. Дать полную характеристику проводящего пучка. Определить тип стелы.

1. Указать различия в строении стебля однодольных и двудольных растений.

Пояснение к заданию. Изучение общей картины строения и расположения тканей в стебле тыквы удобно начать с фиксированного материала (кусочки стебля длиной 2-3 см). Видно, что в очертании стебель округлый или округло-пятиугольный с пятилучевой воздушной полостью в центре. На поперечном срезе стебля невооруженным глазом между лучами полости хорошо заметны

крупные проводящие пучки, а против лучей – мелкие пучки. Обратите внимание, что их всего десять и расположены они в два круга параллельно поверхности стебля (рис. 17).

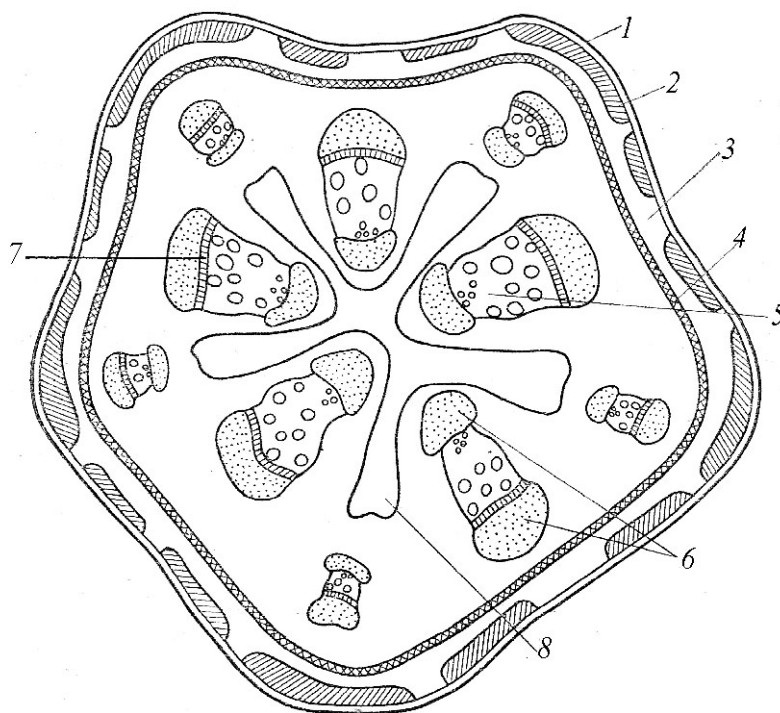


Рис.17. Схема поперечного среза стебля тыквы: 1-эпидермис; 2-колленхима; 3-коровая паренхима; 4-склеренхима; 5- ксилема; 6-флоэма; 7-камбий; 8-воздухоносная полость (из Барыкиной и др., 1979)

При изучении постоянного препарата от периферии к центру на малом увеличении микроскопа видно, что покровная ткань – эпидермис состоит из одного ряда плотно сомкнутых клеток, покрытых кутикулой. Бросается в глаза присутствие многоклеточных однорядных волосков с массивным основанием (рис. 18).

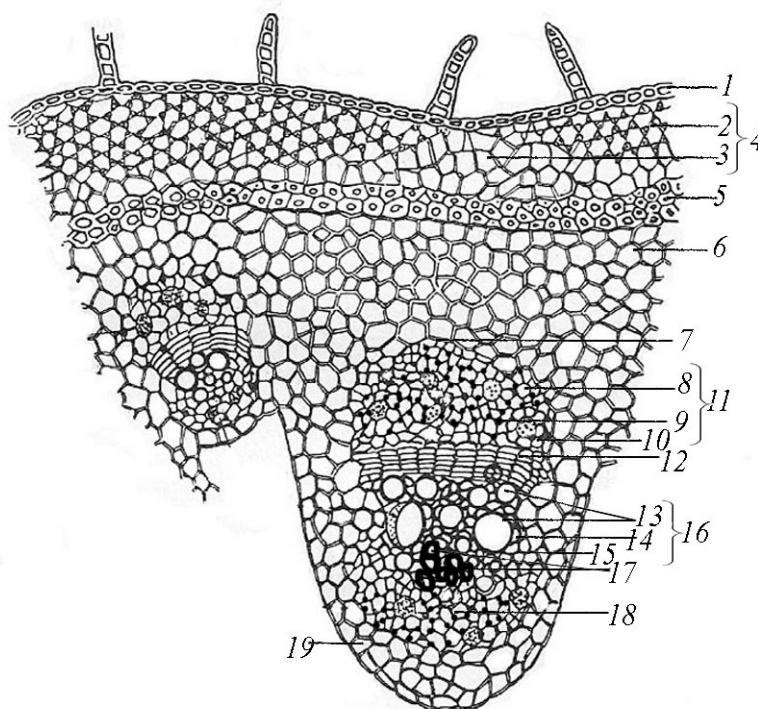


Рис.18. Поперечный срез стебля тыквы: 1- эпидермис с волосками; 2- колленхима; 3-коровая паренхима; 4-первичная кора; 5-склеренхима; 6- основная паренхима; 7-первичная флоэма; 8-ситовидная трубка; 9-клетка-спутница; 10- флоэмная паренхима; 11- вторичная флоэма; 12-камбий; 13-сосуды; 14-ксилемные волокна; 15-ксилемная паренхима; 16-вторичная ксилема; 17- первичная ксилема; 18-первичная флоэма; 19-паренхимная обкладка (из Комарова, 1941 с изменениями)

Хорошо видно, что первичная кора представлена разнородными клетками собранными в отдельные участки. Уголковая колленхима представлена живыми клетками с утолщениями оболочек в местах соединения клеток. На препарате утолщения окрашены в интенсивно синий цвет. Участки колленхимы разделены клетками коровой паренхимы. Они довольно крупные, округлые по форме и рыхло расположенные.

Под первичной корой находится центральный цилиндр (стела). Внешнюю часть его составляет перицикл, представленный узким кольцом склеренхимы. Ее клетки мертвые многоугольной формы, с толстой одревесневшей оболочкой,

плотно сомкнутые друг с другом. На препарате они окрашены в коричнево-красный цвет. Центральный цилиндр состоит из проводящих пучков, погруженных в основную паренхиму. В центральной части стебля паренхима разрушается и возникает воздухоносная полость. Между лучами полости и снаружи от них располагаются пять крупных и пять более мелких пучков.

Для детального рассмотрения лучше выбрать один из наиболее крупных пучков. Пучки в стебле тыквы открытые, биколлатеральные, как правило, без склеренхимной обкладки. При большом увеличении микроскопа хорошо различимы гистологические элементы флоэмы и ксилемы. В пучке просматривается широкий слой камбия, представленный радиальными рядами живых, тонкостенных, прямоугольной формы клеток, окрашенных на препарате в голубой цвет. С наружной стороны камбия находится участок вторичной флоэмы. В ней видны крупные полости ситовидных трубок. Иногда видны ситовидные пластинки с многочисленными прободениями. Сопровождающие клетки мелкие, с густой цитоплазмой окрашены в темно-синий цвет. Лубяная паренхима представлена сравнительно небольшим количеством клеток. Выше элементов вторичной флоэмы находится участок первичной флоэмы. Ниже камбия находится вторичная ксилема. Ее можно узнать по 5-6 крупным пористым сосудам, окруженным ксилемными волокнами и ксилемной паренхимой. Первичная ксилема представлена группой мелких кольчатых сосудов расположенных без определенного порядка. Ее снизу окружают ситовидные трубки и клетки-спутницы внутреннего участка первичной флоэмы.

При малом увеличении микроскопа зарисовать схему расположения тканей на поперечном срезе стебля тыквы. Обратить внимание на соотношение первичной коры и центрального цилиндра. Показать расположение воздухоносной полости и проводящих пучков. Уяснить особенности расположения механических тканей и степень их развития. Стебли у тыквы лежачие или цепляющие, этим объясняется относительно слабое развитие механических тканей.

Второй рисунок выполнить при большом увеличении микроскопа в виде сектора поперечного стебля тыквы. Он должен быть крупным и детальным, включающий все зоны стебля и один проводящий пучок. Клеток отдельных зон рисовать не по всему периметру сектора, а изобразить всего несколько клеток, точно отражающих строение соответствующей ткани. В пучке обязательно зарисовать и обозначить все гистологические элементы вторичной флоэмы и вторичной ксилемы, обобщив их фигурными скобками, клетки камбия, наружный и внутренний участок первичной флоэмы и первичную ксилему.

Сравнивая анатомическое строение стебля однодольных и двудольных растений необходимо указать тип строения стебля, отсутствие или присутствие вторичного утолщения, типы пучков, их расположение, степень выраженности склеренхимной обкладки, тип стелы. Далее необходимо сравнить по строению ткани всех топографических зон, начиная с покровных и заканчивая гистологическими элементами флоэмы и ксилемы в пучках.

Сравнительную характеристику строения стебля однодольных и двудольных растений удобно оформить по следующей схеме:

Показатель	Однодольные (кукуруза)	Двудольные (тыква)
1. Тип строения стебля	Первичное	Вторичное
2. ...		
3. ...		
и т.д.		

В качестве дополнительного материала на контрольном микроскопе можно познакомиться со строением соломины злака и стебля подсолнечника на поперечных срезах.

Вопросы

1. Каковы особенности структуры однодольных растений?
2. В чем принципиальное различие пучкового и непучкового типа строения стебля?
3. Какие проводящие ткани характерны для однодольных растений?
4. В связи с чем возникает пальмовый тип расположения пучков в стебле однодольных растений?
5. Как располагаются пучки в стебле однодольных растений?
6. Где локализуются механические ткани в стебле однодольных?
7. Где обычно располагаются механические ткани в стебле однодольных растений?
8. Чем представлен перицикл в стебле кукурузы?
9. Одинаково ли выражена склеренхимная обкладка проводящих пучков, расположенных на периферии и в центре стебля?
10. Как можно объяснить присутствие сосудов различных типов утолщения в одном и том же пучке?
11. Какие гистологические элементы входят в состав ксилемы стебля кукурузы?
12. В чем сходство и различие в первичном строении стебля и корня?
13. Какой тип стели в стебле кукурузы?
14. Где и как формируется вторичная структура стебля?
15. В чем особенности строения стебля двудольных растений?
16. Какую роль в стебле выполняет камбий?
17. Что такое камбий? Его строение и функции.
18. В чем принципиальные отличия понятий «камбий» и «камбиальная зона»?
19. Какие проводящие пучки характерны для двудольных травянистых растений?
20. Нарисуйте схему проводящего пучка в стебле тыквы.
21. Как располагаются пучки в стебе двудольных растений?

22. Какие гистологические элементы входят в состав вторичной флоэмы стебля тыквы?
23. Какие гистологические элементы входят в состав вторичной ксилемы стебля тыквы?
24. Присутствуют ли склеренхимная обкладка вокруг проводящих пучков в стебле тыквы?
25. В какой гистологической зоне стебля тыквы располагается колленхима и коровая паренхима?
26. По каким признакам микроскопической структуры можно отличить стебель от корня?
27. Чем представлен перицикл в стебле тыквы?
28. В чем заключаются отличия в строении и функциях пучкового и межпучкового камбия?
29. Определить тип стелы в стебле тыквы.
30. В чем заключаются сходство и отличие вторичного строения стебля и корня?
31. В чем отличия строения стебля однодольных от двудольных травянистых растений?

Занятие 8

СТРОЕНИЕ МНОГОЛЕТНИХ СТЕБЛЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Литература: Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н. и др. Практикум по анатомии растений. М., 1971. С.114-132; 1979. С. 128-155.

Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е. и др. М., 1978. С. 250-260; 1988. С. 241-251.

Вехов В.Н., Лотова Л.И. Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980. С. 98-105.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972; 1981. С. 101-110.

Курсанов Л.И. Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. Т. 1. Анатомия и морфология растений. М., 1966. С. 155-173.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике. Высшие растения. М., 1987. С. 29-33.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 176-212

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979. С. 105-114; 1989. С. 111-122.

Цель работы: Познакомиться с анатомическим строением многолетних стеблей хвойных и лиственных древесных растений на примере сосны и липы.

Специфика строения стеблей древесных растений обусловлена многолетней активной деятельностью апикальных и латеральных меристем. Поэтому ствол и боковые ветви у этих растений значительно утолщены. Они мощные, сильно одревесневшие, с ранним развитием вторичной покровной ткани.

Однолетние стебли древесных растений имеют такое же анатомическое строение, как стебли травянистых двудольных. Хорошо просматриваются топографические зоны: покровная ткань (эпидермис), первичная кора и центральный цилиндр. На ранних стадиях развития в стебле хвойных присутствуют отдельные коллатеральные пучки. Несколько позже они соединяются в сплошной цилиндр, окружающий сердцевину, которая занимает центральное положение в стебле. Наружные клетки сердцевины называют перимедулярной зоной. Она представлена более мелкими, толстостенными клетками плотно сомкнутыми друг с другом.

У лиственных древесных растений (липа) пучковое строение отсутствует даже на ранних этапах развития стебля. Первичные проводящие ткани, а затем

и вторичные сразу образуют сплошной цилиндр, который на поперечном срезе имеет вид почти сплошного кольца.

С возрастом, появляющийся камбий меняет анатомическую картину строения стебля. Он ежегодно производит вторичную флоэму и вторичную ксилему (древесину), обуславливая, таким образом, вторичный рост стебля в толщину. В сторону ксилемы камбий работает более энергично, отодвигая первичную ксилему к сердцевине. А первичную флоэму – к перициклу.

Продолжительная и ритмическая деятельность камбия обуславливает «слоистость» древесины. В ней хорошо различимы границы между годичными приростами (годичные кольца). Это объясняется различиями в составе и строении гистологических элементов, формирующихся из камбия в разное время года. Весной, когда камбий обладает наивысшей активностью, формируются широкопросветные тонкостенные сосуды и трахеиды. Во второй половине лета активность камбия значительно снижается, и формируются узкопросветные толстостенные элементы древесины. По числу годичных колец можно определить возраст растения.

На смену первичной покровной ткани приходит вторичная (пробка), которая возникает за счет деятельности феллогена. Его клетки могут вычлениваться из клеток эпидермиса, первичной коры или первичной флоэмы. Наружу при делении тангентальными перегородками клетки феллогена образуют клетки пробки, а внутрь – клетки феллодермы. Комплекс феллогена, феллемы и феллодермы составляет перидерму.

У древесных лиственных растений первичная и вторичная флоэма располагаются, как правило, отдельными участками, разделенными разросшейся паренхимой сердцевинных лучей. Первичные сердцевинные лучи пересекают весь стебель от сердцевины до первичной коры. Вторичные сердцевинные лучи очень короткие, слепозаканчивающиеся.

Описанное строение стебля древесных растений существует до тех пор, пока покровная ткань представлена эпидермисом и пробкой. Лишь у немногих растений (бук, лещина, осина, эвкалипт) пробка существует до конца жизни. У

большинства растений на смену пробки приходит вторичная покровная ткань – корка. С формированием корки происходят существенные изменения тканей в связи с возрастом растений. Это явление получило название динамики тканей. В результате неоднократного появления новых слоев феллогена и формирования перидермы, перицикла, первичная кора и первичная флоэма отмирают. У разных видов это происходит в разное время: у сосны и яблони – с 5-7 летнего возраста, у дуба – 25-30 летнего.

На поперечных спилах стволов даже невооруженным глазом можно различить сердцевину, мощноразвитую древесину и кору, которая включает корку, вторичную флоэму и узкую зону камбия, граничащую с вторичной ксилемой. Центральная часть ствола расположена ближе к сердцевине, окрашена в темно-коричневый цвет, выполняет механическую функцию и называется ядром (ядровая древесина). Ее гистологические элементы уже не выполняют проводящей функции. В клеточных стенках откладываются дубильные вещества, смолы, камеди и другие продукты метаболизма. Более молодая светлоокрашенная часть древесины, расположенная между ядром и камбием, называют заболонью. Она и выполняет проводящую функцию.

Стебель хвойных растений

Материал и оборудование

1. Поперечные спилы ствола сосны.
2. Постоянные препараты «Поперечный срез ветки сосны», «Радиальный срез древесины сосны», «Тангентальный срез древесины сосны».
3. Микроскопы.
4. Марлевые салфетки, линейки, препаровальные иглы.
5. Учебники и методические пособия.
6. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать :

1. Поперечный спил ствола сосны (*Pinus silvestris* L.). Определить границы сердцевины, древесины, луба, камбия, покровных тканей.

2. Поперечный, радиальный и тангентальный срезы ветки сосны. Обозначить зоны стебля и соответствующие им гистологические элементы. Указать особенности их строения и функции. Отметить различия в строении ранних и поздних трахеид, краевых и средних клеток сердцевинного луча. Определить возраст ветки и время года, в которое она срезана. Определить тип стелы.

Пояснение к заданию. При выполнении первого задания внимательно рассмотреть спил ствола сосны и провести макроскопический анализ. Определить границы всех топографических зон и слагающих их тканей: сердцевины, первичной ксилемы, вторичной ксилемы, камбия, вторичной флоэмы, первичной флоэмы, перицикла, первичной коры, покровной ткани. По числу годичных колец определить возраст растения. Обратит внимание на степень выраженности ядра и заболони в древесине, на направление сердцевинных лучей и ширину годичных колец. Как правило с возрастом растения они становятся уже. Сравнить длину молодого и старого слоев ксилемы по окружности и по протяженности вверх.

При выполнении задания необходимо учитывать, что все коричневое на спиле ствола с поверхности до камбия – это кора, ее внутренний узкий слой, примыкающий к камбию – это вторичная флоэма, а все остальное – корка.

Оформляя задание в альбом, сделать схематический рисунок общего плана строения стебля с обозначением всех топографических зон и тканей.

Микроскопическое строение стебля сосны изучаем на постоянных препаратах поперечного среза трех-четырёхлетней ветки (рис. 19). При малом увеличении микроскопа внимательно рассмотреть расположение тканей. Изучение удобнее начать с центральной части стебля. Здесь находится небольшой участок тонкостенных паренхимных клеток, окрашенных на препарате в голубой цвет. Это сердцевина стебля. Несколько периферических слоев более мелких толстостенных клеток сердцевины составляют перимедулярную зону. Вокруг нее расположена слабо развитая первичная ксилема, образующая первое годичное кольцо.

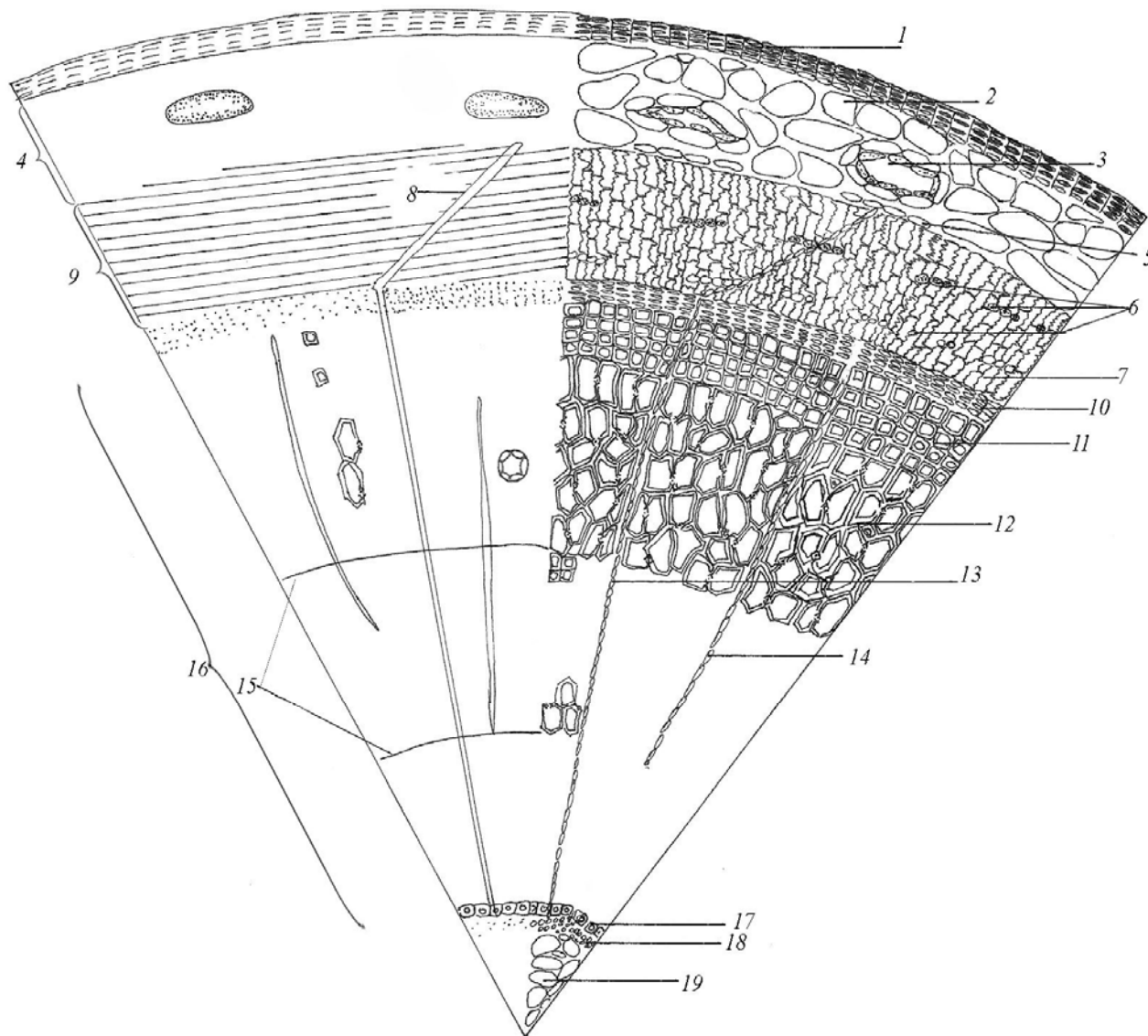


Рис.19. Поперечный срез трехлетней ветки сосны: 1- пробка; 2-коровая паренхима; 3- смоляной ход; 4- первичная кора; 5- перицикл; 6- флоэмная паренхима; 7- ситовидные клетки; 8- сердцевинный луч; 9- вторичная флоэма; 10-камбий; 11- трахеиды поздней древесины; 12- трахеиды ранней древесины с окаймленными порами; 13- первичный сердцевинный луч; 14- вторичный сердцевинный луч; 15- границы годичного прироста; 16- вторичная ксилема; 17-первичная ксилема; 18- перимедулярная зона; 19 – сердцевина (Ориг.)

Границы вторичной ксилемы, занимающей большую часть среза, легко определить, так как клетки ее окрашены в красно-коричневый цвет. Она представлена трахеидами, расположенными радиальными рядами, смоляными

ходами и сердцевинными лучами. Видно, что в пределах кольца прироста трахеиды различаются размерами поперечных сечений. В весенней (ранней) древесине трахеиды тонкостенные, многоугольные, широкопросветные, в летней (поздней) – более толстостенные и узкопросветные. Обычно на препарате они темнее окрашены. В радиальных стенках трахеид находятся окаймленные поры с торусом. Весенние трахеиды с многочисленными окаймленными порами в основном осуществляют функцию проведения. Летние трахеиды с малым количеством окаймленных пор выполняют в основном механическую функцию.

К вторичной ксилеме примыкает камбий, представленный несколькими радиальными рядами плотно сомкнутых мелких клеток, окрашенных в синезеленый цвет. Границы вторичной флоэмы можно легко определить по сердцевинным лучам. Они, пройдя ксилему и камбий, резко изгибаются, упираясь в перицикл. Там, где заканчивается сердцевинный луч, там и заканчивается флоэма. Флоэма представлена ситовидными клетками. Они окрашены на препарате в голубой цвет и их стенки имеют извилистые очертания из-за присутствия ситечек. Флоэмная паренхима представлена цепочками клеток двух типов: округлые с бурым содержимым и округлые прозрачные, напоминающие бусинки. Первичная флоэма, находящаяся на границе с первичной корой, практически неразличима.

Перицикл – наружный слой центрального цилиндра – представлен живыми клетками, собранными в прерывающийся ряд. Отдельные группы клеток просматриваются под смоляными ходами первичной коры.

Первичная кора довольно узкая и включает живые клетки коровой паренхимы и смоляные ходы, которые представляют собой смоляные каналы, окруженные обкладкой из неодревесневших паренхимных клеток и тонкостенных эпителиальных клеток, выстилающих полость канала. Покровная ткань – пробка состоит из нескольких рядов радиально расположенных клеток с толстыми опробковевшими оболочками.

Таким образом, на основании микроскопического анализа ветки сосны можно сделать вывод, что древесина хвойных имеет весьма однородную

примитивную организацию: ни сосудов, ни древесных волокон у хвойных нет. Древесная паренхима представлена клетками сердцевинных лучей и клетками обкладкой смоляных ходов.

При малом увеличении микроскопа зарисовать схему строения стебля в виде сектора, обозначив топографические зоны и составляющие их ткани. Детальный рисунок гистологических элементов каждой ткани сделать при большом увеличении микроскопа.

На радиальных и тангентальных срезах изучается только древесина стебля. Продольный радиальный срез проходит по радиусу, в плоскости перпендикулярной годичным кольцам, а продольный тангентальный по касательным к годичным кольцам.

Обратить внимание, что трахеиды на радиальном срезе представляют собой длинные клетки, закругленные концы которых находятся почти на одном уровне (рис. 20). На радиальных стенках трахеид в один ряд расположены окаймленные поры, которые на этом срезе видны в плане. Они представляют собой совокупность трех окружностей, самая внутренняя из которых соответствует отверстию камеры поры, средняя – очертанию торуса, внешняя – контурам окаймления. Сердцевинные лучи в виде широких полос, состоящих из нескольких слоев клеток, расположены перпендикулярно продольным осям трахеид. Краевые клетки луча (лучевые трахеиды) обычно имеют неправильные очертания, оболочки образуют зубчатые выросты, направленные внутрь клетки. Они мертвые, служат для передвижения растворов в радиальном направлении. Серединные клетки сердцевинного луча живые паренхимные гладкостенные, вытянуты вдоль луча, выполняют запасную функцию. В них часто видны зерна крахмала и капли смолы. Лучи состоящие из морфологически и функционально неоднородных клеток, называю гетерогенными.

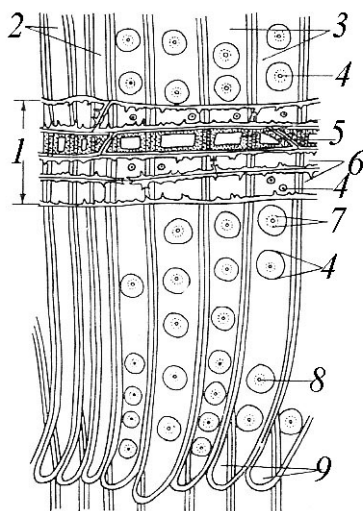


Рис.20. Продольный радиальный срез древесины сосны: 1-древесинный луч; 2-трахеиды поздней древесины; 3- трахеиды ранней древесины; 4- окаймленные поры; 5- лучевая паренхима; 6- лучевые трахеиды; 7- торус; 8- отверстие поры; 9- окончание трахеид (из Барыкиной и др., 1979)

Изучив препарат при малом и большом увеличении микроскопа, необходимо зарисовать участок радиального среза, показав строение продольных трахеид с окаймленными порами на радиальных стенках и сердцевинный луч, состоящий из двух типов клеток. Сделать соответствующие обозначения.

Рассматривая тангентальный срез ветки сосны, обратить внимание, что трахеиды имеют заостренные окончания (рис.21). Многочисленные поры на их радиальных стенках видны в разрезе. Сердцевинные лучи представляют собой продольную цепочку клеток, из которых краевые – клиновидные в очертании лучевые трахеиды. Центральная часть луча занята клетками запасющей паренхимы. Наряду с однорядными лучами встречаются широкие многорядные лучи, в средней части которых находятся по одному смоляному ходу.

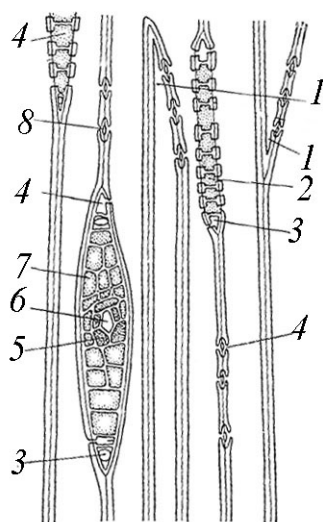


Рис.21. Продольный тангентальный срез древесины сосны: 1- окончание трахеид; 2-лучевая паренхима; 3-лучевые трахеиды; 4-окаймленные поры; 5-эпителиальные клетки; 6-смоляной канал; 7-многорядный луч; 8-торус (из Барыкиной и др., 1979 с изменениями)

Таким образом, у сосны имеются два типа смоляных ходов: продольные (вертикальные) поперечные сечения которых видны на поперечных срезах, и горизонтальные (радиальные), расположенные в сердцевинных лучах. Их поперечные сечения видны на тангентальных срезах .

В альбоме зарисовать участок тангентального среза, отметив трахеиды ранней и поздней древесины с окаймленными порами, однорядный и многорядный сердцевинные лучи.

Стебель древесных лиственных растений

Многолетний стебель лиственных древесных растений по сравнению с хвойными имеет более сложный гистологический состав элементов внутренней структуры. Первичная кора, древесина и луб характеризуются большим

разнообразием гистологических элементов, выполняющих проводящую, механическую и запасающую функции.

Материал и оборудование

1. Постоянные препараты «Поперечный срез стебля липы».
2. Микроскопы.
3. Марлевые салфетки, линейки.
4. Учебники, пособия, методические руководства.
5. Таблицы.

Задание:

1. Рассмотреть и зарисовать поперечный срез ветки *липы* (*Tilia cordata* Mill.). Обозначить зоны стебля и соответствующие им гистологические элементы. Указать особенности их строения и функции.
2. Составить сравнительную характеристику стебля сосны и липы.

Пояснение к заданию. Изучение стебля липы в возрасте трех-четырех лет проводится на постоянных препаратах, имеющих, как правило, двуцветную окраску: мертвые элементы окрашены в красный цвет, а живые – в синий. При малом увеличении микроскопа следует познакомиться с общим планом строения стебля и границами его топографических зон, а при большом – детально рассмотреть гистологические элементы каждой зоны. При изучении препарата удобнее двигаться последовательно от периферии к центру стебля.

Липа имеет типичное для двудольных древесных растений строение стебля (рис. 22). Покровная ткань представлена пробкой. Ее клетки темно-бурого цвета, толстостенные, плотно сомкнутые, расположенные двух-трехслойными радиальными рядами. Феллоген и феллодерма не всегда ясно выражены. Иногда на препарате просматриваются остатки отмершей первичной покровной ткани – эпидермиса.

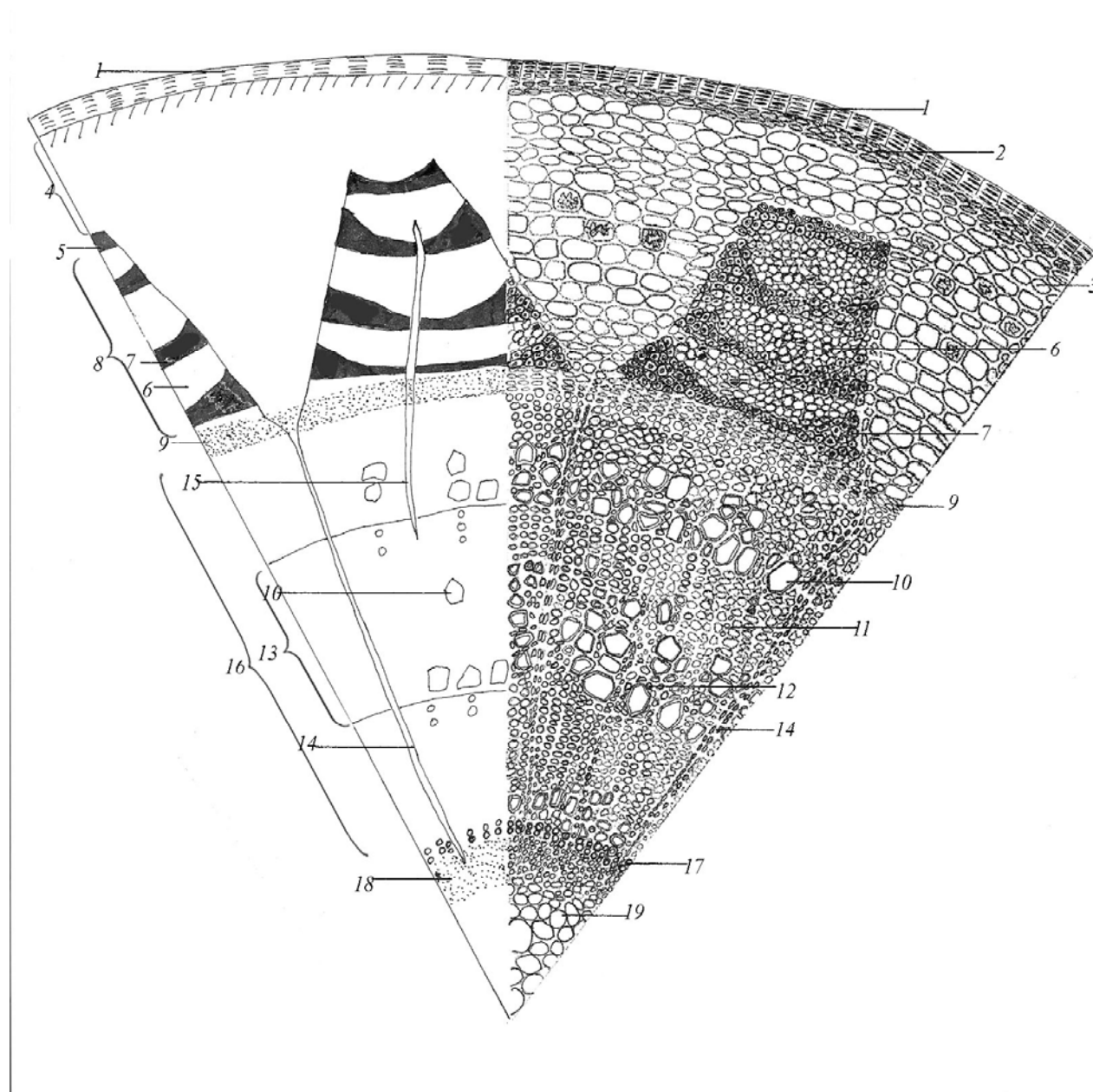


Рис.22. Поперечный срез трехлетней ветки липы: 1-пробка; 2-колленхима; 3-коровая паренхима; 4-первичная кора; 5- первичная флоэма; 6-мягкий луб; 7-твердый луб; 8-вторичная флоэма; 9-камбий; 10 трахея; 11-ксилемная паренхима; 12-ксилемные волокна; 13-границы годовичного прироста; 14 первичный луч (сердцевинный); 15-вторичный сердцевинный луч; 16-вторичная ксилема; 17 – первичная ксилема; 18- перимедулярная зона; 19-сердцевина (Ориг.)

Первичная кора представлена пластинчатой колленхимой, коровой паренхимой, эндодермой. Последняя выражена слабо и почти не отличается от вышерасположенной коровой паренхимы. Клетки коровой паренхимы крупные живые рыхлорасположенные и часто содержат включения (друзы щавелевокислого кальция). Клетки механической ткани – колленхимы – живые с утолщенными тангентальными стенками.

Центральный цилиндр как всегда начинается с перицикла. Перициклическая зона многослойна. Она состоит из чередующихся по кругу слоев механической и паренхимной ткани. Паренхима перицикла расположена над расширенными сердцевинными лучами, а механическая ткань (склеренхима) – над участками флоэмы. Однако эти зоны на микропрепарате слаборазличимы.

Первичная флоэма рано разрушается. На препарате хорошо видно, что вторичная флоэма (луб) разбита на отдельные участки первичными сердцевинными лучами, которые в ней расширены в виде треугольника. Участки вторичной флоэмы имеют форму трапеций, расширенная часть которых обращена к камбию. В них хорошо видно чередование твердого и мягкого луба. Твердый луб на препарате окрашен в красный цвет. Он представлен толстостенными лубяными волокнами с узкой полостью в виде точки. Группа лубяных волокон имеет очертания широких вогнутых дуг, концы которых обращены к периферии. Мягкий луб представлен широкопросветными ситовидными трубками, сопровождающими клетками, флоэмной паренхимой, первичными и вторичными сердцевинными лучами. Вторичные лучи, как правило, короткие, слепо начинаются и слепо заканчиваются. Ситовидные трубки легко узнать по их относительно крупным размерам и отсутствию содержимого. Рядом с ситовидными трубками находятся сопровождающие клетки с густой зернистой цитоплазмой. Все элементы мягкого луба окрашены на препарате в голубой цвет за исключением темно-синих клеток-спутниц.

Вторичная ксилема (древесина) занимает большую часть площади сечения стебля. Обратите внимание, что широкопросветные пористые сосуды

распределены по годичному приросту более или менее диффузно. Хотя в ранней древесине они наиболее обильны и широкопросветны, чем в поздней, в которой преобладают узкопросветные трахеиды и ксилемные волокна. Такой тип древесины называют рассеяннососудистой. Клетки ксилемной паренхимы располагаются одиночно, либо собраны в двух-трехклеточные цепочки. У липы оболочки ксилемных волокон утолщены слабо, поэтому ее древесина мягкая и имеет небольшой удельный вес.

Пограничной зоной флоэмы и ксилемы служит камбий. Он состоит из живых мелких тонкостенных клеток, расположенных правильными радиальными рядами и окрашенных на препарате в зелено-голубой цвет.

Центральное положение стебле занято живыми тонкостенными клетками сердцевины с мелкоклеточной перимедулярной зоной. Обратите внимание, что сердцевина состоит из неоднородных клеток различающихся по размеру и характеру содержимого. К ней примыкает первичная ксилема, представленная, главным образом, кольчатыми и спиральными сосудами.

При оформлении задания в альбом сделать схематичный рисунок поперечного среза стебля в виде сектора, совмещая его с правой стороны с детальным рисунком. На схеме, строго соблюдая масштаб и пространственное соотношение всех зон, сначала отметить расположение камбия, который разграничивает флоэму и ксилему. Затем провести границы покровной ткани, первичной коры и центрального цилиндра. Наметить ход первичных сердцевинных лучей в древесине и показать их расширение при переходе во флоэму. Во вторичной ксилеме отметить очертания годичных колец. Затем в деталях изобразить строение нескольких клеток всех гистологических элементов каждой ткани. Сделать обозначения согласно заданию. Рисунок должны быть крупным, во весь альбомный лист.

Сравнительную характеристику строения стебля сосны и липы удобнее выполнить в виде следующей схемы:

Зоны стебля	Гистологические элементы	
	Сосна	Липа

1. Покровная ткань 2. Первичная кора 3.Центральный цилиндр: а. перицикл б. флоэма в. камбий г. ксилема д. сердцевина		
--	--	--

Вопросы

1. В чем особенности строения стебля многолетних древесных растений. С чем это связано?
2. Какой тип стелы стебля сосны и липы?
3. Что такое твердый и мягкий луб?
4. Из каких гистологических элементов состоит вторичная ксилема сосны и липы?
5. По какому признаку можно найти перицикл в ветке сосны и липы?
6. Какие элементы входят в состав сердцевинных лучей у сосны и липы?
7. Что такое первичный и вторичный сердцевинный луч? Как они отличаются?
8. Как отметить на поперечных и продольных срезах трахеиды, сосуды и волокна либриформа?
9. Чем представлена первичная кора в стебле сосны и стебле липы?
- 10.Что такое смоляной ход? Каково его строение?
- 11.Что такое годичное кольцо? От чего зависит его толщина?
- 12.Где на спиле ствола находится самое молодое (последнее) и старое (первое) годичное кольцо?

13. Самый длинный по окружности молодой или старый слой ксилемы?
14. Самый длинный по протяженности вверх молодой или старый слой ксилемы?
15. Что такое лыко? И почему после его обдираения погибает дерево?
16. Как и в каком возрасте формируется корка у сосны? Какие изменения в строении стебля при этом наблюдаются?
17. Какие особенности анатомической структуры стебля сосны свидетельствуют о примитивной организации?
18. Какую древесину называют кольцесосудистой, какую рассеянососудистой? Какая из них свойственна липе?
19. Что такое заболонь и ядровая древесина? Как они образуются и какие функции выполняют?
20. Что такое перимедулярная зона?
21. По каким признакам можно отличить стебель голосеменного растения от стебля древесного покрытосеменного?
22. В чем принципиальные отличия стебля древесного и травянистого растения?

Занятие 9

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ЛИСТА И КОРНЯ

Литература. Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н. и др. Практикум по анатомии растений. М., 1971. С. 138-156, 166-178; 1979, С.162-184, 197-203, 213-217.

Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, С. 203-234; 1988, С. 152-177, 208-214.

Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980. С.133-136, 142-144.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972; 1981. С. 66-75, 115-118.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. т. 1. Анатомия и морфология растений. М., 1966. С. 181-209, 234-247, 261-291.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике: Высшие растения. М., 1987 С. 34-42.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 218-291.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979. С. 78-85, 135-142; 1989. С. 86-91.

Цель работы: Познакомиться с анатомическим строением плоского и игольчатого листа, корня однодольного и двудольного растений. Со строением эндо- и эктомикоризы.

Лист – боковой орган побега, имеющий дорзовентральное строение, ограниченно растущий своей верхушкой и не образующий на себе других органов. Плоская пластинчатая форма листа создает наибольшую поверхность на единицу объема тканей, что наилучшим образом способствует выполнению основной функции типичного зеленого листа – функции фотосинтеза. Следующие важнейшие функции листа – транспирация и дыхание. Анатомическая структура листа наилучшим образом приспособлена к выполнению этих функций. Лист часто является местом отложения запаса питательных веществ (мясистые листья агавы и алоэ) и в отдельных случаях служит органом вегетативного размножения (фиалка узумбарская, бегония).

В связи с выполняемыми функциями в листе представлены следующие ткани: 1. ассимиляционная, в которой протекают процессы фотосинтеза; 2. покровная, регулирующая испарение воды и газообмен; 3. проводящие ткани, осуществляющие поступление воды и отток продуктов ассимиляции; 4. механические, обеспечивающие положение листовой пластинки в

определенном положении и ее прочность по отношению действия механических факторов (ветер, дождь, град и т.д.).

Анатомическое строение листьев органов разнообразно. Это связано с таксономическим положением вида и экологическими условиями внешней среды. Внутренняя структура листа чрезвычайно пластична и реагирует на меняющиеся условия среды, особенно на световой и водный режимы.

Свет – один из важнейших факторов внешней среды, без которого невозможно существование автотрофных растений. Они приспосабливаются к максимальному поглощению световой энергии увеличением световой поверхности и ориентации листьев. По отношению к свету выделяют следующие экологические группы растений:

1. Гелиофиты – светлюбивые растения. Они произрастают только при полном освещении, совсем не переносят затенения. Это растения открытых местообитаний: сосна, береза. Клевер, мать-и-мачеха, почти все культурные растения и т.д.

2. Сциофиты – тенелюбивые растения. Они довольствуются слабым освещением и не выносят прямых солнечных лучей. Это растения нижних ярусов темнохвойных и широколиственных лесов: папоротники, кислица, грушанка, плющ.

3. Гелиосциофиты – теневыносливые растения. Они могут произрастать на полном свету, но лучше развиваются при некотором затенении.

Листья растений перечисленных экологических групп отличаются рядом специфических особенностей внешнего и внутреннего строения. Теневые листья обычно крупнее световых и имеют более тонкие и нежные листовые пластинки. Световые листья отличаются от теневых наличием более мощной кутикулы, воскового налета и опушения, что способствует отражению солнечных лучей и предохраняет листья от перегревания. Клетки всех тканей, слагающих пластинки световых, листьев меньше чем у теневых.

Основные клетки эпидермиса световых листьев всегда с толстыми наружными стенками, их боковые стенки ровные или слабоизвилистые.

Механические ткани в этих листьях хорошо развиты, поэтому они обычно жесткие и плотные. Мезофилл четко дифференцирован на столбчатый и губчатый. Столбчатая ткань обычно многослойная (2-5 слоев), что приводит к увеличению толщины листовой пластинки, которая в основном зависит от степени развития столбчатой ткани. Световые листья густо пронизаны сетью жилок, устьица мелкие, многочисленные, иногда погружены в эпидермис.

Теневые листья обычно голые или слабоопушенные. Они имеют тонкую кутикулу без воскового налета. Наружные стенки основных клеток эпидермиса менее утолщены чем у световых листьев, а их боковые стенки сильноизвилистые. Механических тканей мало, сеть жилок менее густая, поэтому теневые листья более мягкие и менее плотные. Дифференциация на губчатый и столбчатый мезофилл, как правило, отсутствует. Мезофилл у теневых листьев состоит из небольшого числа слоев рыхлой губчатой ткани. Эпидермис у них представлен крупными тонкостенными клетками. Часто с хлоропластами. Устьица более крупные и на единицу поверхности их меньше. Они преимущественно расположены на нижней стороне листа и почти на одном уровне с эпидермальными клетками.

Вода как и свет является одним из важнейших экологических факторов. Без нее невозможен рост и развитие растений, осуществление процессов фотосинтеза, дыхания, передвижения органических и минеральных веществ. По отношению к воде выделяют следующие экологические группы растений:

1. Гидрофиты – собственно водные растения, погруженные в воду большей частью своего тела.
2. Гигрофиты – сухопутные растения, произрастающие при повышенной влажности почвы или воздуха.
3. Мезофиты – растения средних мест увлажнения.
4. Ксерофиты – растения засушливых мест обитания, произрастают у условиях постоянного или временного дефицита влажности. Сохраняя нормальную жизнедеятельность.

Растения перечисленных экологических групп различаются целым рядом морфологических и анатомических признаков.

Гидрофиты – группа неоднородная. Но для всех представителей характерно слабое развитие проводящей и механической тканей и присутствие во всех органах крупных воздухоносных полостей, которые являются резервуаром для углекислого газа и кислорода. Корневая система у этих растений слаборазвита или вообще отсутствует, площадь листьев по отношению к другим частям тела очень велика. Яркое явление гетерофилии. К этой группе относятся пузырчатка, элодея, стрелолист, кубышка.

Ксерофиты характеризуются мелкими размерами листьев или их полной редукцией, мощной кутикулой и восковым налетом, обильным опушением, погруженными устьицами и мощным развитием механической и проводящей тканей. Листья ксерофитов бывают двух типов: плотные, жесткие, с хорошо развитыми механическими и проводящими тканями у склерофитов и сочные с системой водозапасающей хлоренхимы у суккулентов. Корневая система у ксерофитов очень хорошо развита, она глубокоидущая или широкораспростертая. Ксерофитами являются саксаул, ковыль, мордовник, клевер горный.

Материал и оборудование

1. Постоянный препарат "Поперечный срез листа камелии".
2. Постоянный препарат "Поперечный срез листа сосны".
3. Микроскопы.
4. Марлевые салфетки.
5. Учебники, методические руководства.
6. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать:

1. Поперечный срез листа камелии (*Camelia japonica* L.). Обозначить ткани листа, указать особенности их строения и функции. Отметить различия в

структуре и функциях верхнего и нижнего эпидермиса, столбчатой и губчатой паренхимы.

2. Поперечный срез листа сосны (*Pinus silvestris* L.). Отметить особенности строения эпидермиса и складчатой паренхимы. Указать различия в строении и функциях живых и мертвых клеток трансфузионной ткани.

3. Указать различия в строении плоского и игольчатого листа и причины этих различий.

Пояснение к заданию. При выполнении первого задания, просматривая при малом увеличении микроскопа препарат поперечного среза листа камелии, необходимо, прежде всего, развернуть его морфологически верхней стороной вверх. Это легко сделать по расположению столбчатого мезофилла, который всегда примыкает к верхнему эпидермису или по ориентации ксилемы в проводящем пучке, которая в листе всегда обращена к верхнему эпидермису (рис. 23).

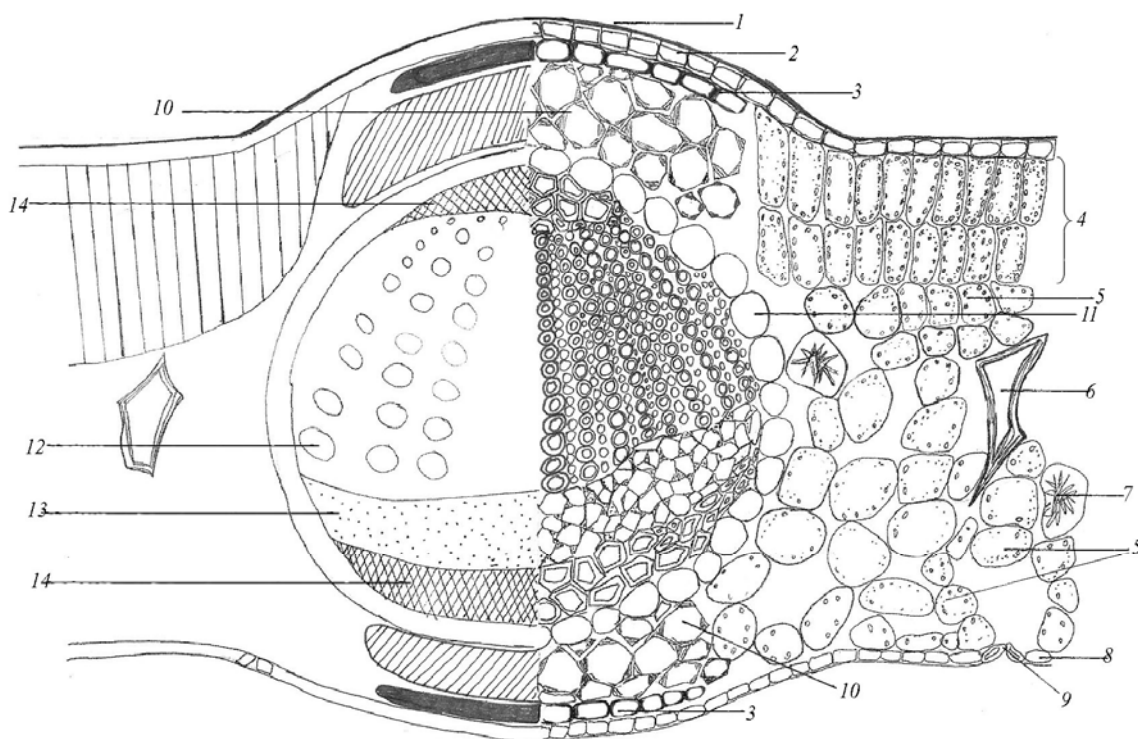


Рис.23. Поперечный срез листа камелии: 1- кутикула; 2- верхний эпидермис; 3-гиподерма; 4-столбчатый мезофилл; 5-губчатый мезофилл; 6-склереида; 7-

друзы оксалата кальция; 8-нижний эпидермис; 9- устьичный аппарат; 10- колленхима; 11 – паренхимная обкладка; 12- ксилема; 13- флоэма; 14- склеренхима (Ориг.)

Передвигая препарат обратить внимание, что толщина листовой пластинки на поперечном срезе неодинакова: в области средней жилки она значительно толще, чем в остальной части. Обратить внимание, что эпидермис однослойный, с мощной кутикулой. Наружные стенки клеток толстые, часто одревесневшие. Нижний эпидермис по строению сходен с верхним, но его клетки более тонкостенны. Устьица расположены только на нижней стороне листа.

Под верхним эпидермисом в более тонкой части листовой пластинки находятся 2-3 ряда вытянутых перпендикулярно поверхности листа, плотно соединенных между собой, клеток столбчатого мезофилла с многочисленными хлоропластами. Ниже расположен губчатый мезофилл, представленный округлыми, рыхлорасположенными клетками с крупными межклетниками. Клетки губчатого мезофилла также содержат хлоропласты, но их меньше, чем в клетках столбчатого. Обилие межклетников, заполненных воздухом, свидетельствует об активном участии губчатого мезофилла в процессах газообмена, происходящих с помощью устьиц. В некоторых клетках просматриваются друзы оксалата кальция, а между клетками – одиночные склереиды разной формы, выполняющие опорную функцию.

Средняя (главная) жилка представлена одним крупным коллатеральным проводящим пучком, занимающим почти всю толщу листа. Видно, что мощная ксилема состоит из правильных рядов проводящих элементов, расходящихся лучами, которые чередуются с живыми клетками ксилемной паренхимы. Флоэма огибает ксилему в виде узкого желоба и обращена к нижнему эпидермису. Флоэму облегает тяж склеренхимы из плотно соединенных клеток с толстыми одревесневшими оболочками. Над ксилемой склеренхима выражена слабее. Паренхимная обкладка вокруг пучка состоит из одного слоя

тонкостенных крупных клеток. Обратите внимание, что столбчатый мезофилл прерывается над крупной жилкой. Непосредственно над средней жилкой под эпидермисом находятся 1-2 слоя клеток гиподермы, а под ним 1-3 слоя клеток уголкового колленхимы.

В более тонкой части листа просматриваются мелкие проводящие пучки, которые часто на срезе перерезанными вдоль или косо. Они представляют собой ответвления средней жилки.

При оформлении задания в альбом вначале сделать схематический рисунок, отражающий расположение всех тканей: однослойного верхнего и нижнего эпидермиса, устьичных аппаратов, столбчатого и губчатого мезофилла, крупного и мелких проводящих пучков. Затем схему дополнить детальным рисунком нескольких клеток каждой ткани, изучая особенности их строения при большом увеличении микроскопа. Сделать соответствующие обозначения.

Листья многих хвойных растений живут в течение нескольких лет. Они приспособлены к недостаточному водоснабжению, особенно в зимнее время, и резким колебаниям температуры в течение года. Поэтому листья большинства хвойных растений имеют ксероморфную структуру: они мелкие с малоиспаряющей поверхностью.

Пояснение к заданию. При выполнении второго задания, просматривая поперечный срез хвоинки сосны, необходимо, прежде всего, развернуть препарат морфологически верхней стороной листа кверху. Это можно сделать по ориентации ксилемы в проводящем пучке: в листе она всегда обращена к верхнему эпидермису (рис. 24). Поперечный срез хвоинки сосны имеет форму неправильного полукруга. Выпуклая сторона соответствует нижней поверхности листа, плоская – верхней.

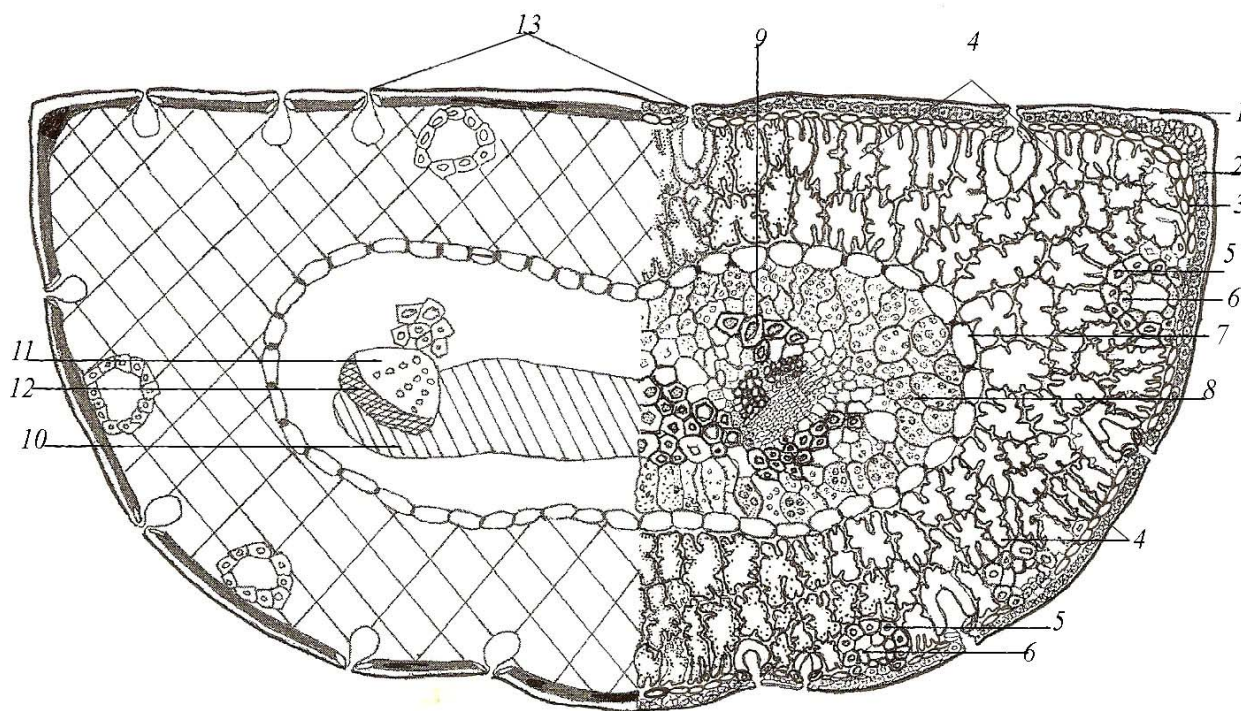


Рис.24. Поперечный срез хвои сосны: 1-кутикула; 2-эпидермис; 3-гиподерма; 4-складчатый мезофилл; 5, 6- обкладка и эпителий смоляного хода; 7-эндодерма; 8-трансфузионная ткань (живые клетки); 9-трансфузионная ткань (мертвые клетки); 10-склеренхима; 11-ксилема; 12-флоэма; 13-устьичный аппарат (Ориг.)

Изучая препарат при малом, а затем при большом увеличении микроскопа, обратить внимание, что клетки эпидермиса в поперечном сечении почти квадратные. Имеют толстые, как правило, одревесневшие оболочки и покрыты толстой кутикулой. Клеточная полость очень мала. Поровые каналы ориентированы по диагонали клетки. Устьица располагаются равномерно по всей поверхности листа. Они погруженные, что хорошо видно на препарате.

Гиподерма состоит из одного слоя клеток с равномерно утолщенными одревесневшими оболочками. В углах листа их число увеличивается до двух-трех.

Обратить внимание, что мезофилл складчатый, представлен плотно сомкнутыми почти одинаковыми по форме и строению клетками. Оболочки тонкие не одревесневшие. Мезофилл пронизан смоляными ходами.

Они выстланы тонкостенными клетками эпителия, выделяющими смолу, и окружены обкладкой из толстостенных неодревесневших клеток.

В центральной части листа находятся два коллатеральных закрытых пучка, лежащих под углом друг к другу, соединенных на уровне флоэмы тяжом механической ткани – склеренхимы. Ксилема представлена узкопросветными трахеидами. Пространство вокруг пучков занято трансфузионной тканью. Она представлена двумя типами клеток: живыми паренхимными тонкостенными клетками и мертвыми с одревесневшими оболочками, лежащими ближе к ксилеме. Трансфузионная ткань служит для передвижения веществ между пучками и мезофиллом.

Проводящие пучки вместе с окружающей их трансфузионной тканью отделены от мезофилла эндодермой. Она представлена однорядным слоем паренхимных клеток, радиальные стенки которых несут своеобразные утолщения в виде одревесневших и опробковевших участков – поясков Каспари, окрашенных на препарате в красный цвет.

При малом увеличении зарисовать контур поперечного среза хвоинки сосны, нанести границы отдельных тканей, отметить эпидермис, погруженные устьица, гиподерму, складчатый мезофилл, смоляные ходы, эндодерму, проводящие пучки, склеренхиму и трансфузионную ткань. Схему детализировать при большом увеличении микроскопа, изобразив особенности строения клеток каждой ткани. Сделать соответствующие обозначения.

Третье задание удобнее выполнить в виде таблицы.

Различия в строении плоского и игольчатого листа

Показатели	Лист	
	Плоский	Игольчатый
1. Эпидермис.		
2. Устьичный		

аппарат. 3. Гиподерма. 4. Мезофилл. 5. Смоляной ход. 6. Эндодерма. 7. Проводящий пучок.		
---	--	--

При изучении экологических групп растений по отношению к свету и воде в качестве дополнительного материала на демонстрационном микроскопе познакомиться со строением листа ковыля или олеандра и плавающего листа кувшинки белой (поперечные срезы).

Корень – осевой орган растения, имеющий радиальную симметрию, обладающий неограниченно долгим ростом, имеющий корневые волоски и чехлик и не образующий на себе никаких других органов. Основные функции корня – поглощение воды и растворенных в ней минеральных веществ из почвы, прикрепление растительного организма к субстрату и синтез органических веществ (аминокислоты, нуклеотиды, гормоны, ферменты и алкалоиды). Кроме этого он выполняет и другие функции: запас питательных веществ, дыхание, вегетативного размножения, связи с микроорганизмами почвы. Функции корня определяют основные черты его внешнего и внутреннего строения.

У всех растений молодые корневые окончания имеют единый план строения и включают следующие зоны: деления, растяжения, поглощения и начала дифференциации постоянных тканей и проведения.

Зона деления представлена меристематическими клетками способными к постоянному и интенсивному делению. Она имеет длину не более 1 мм и всегда прикрыта корневым чехликом. Он защищает апикальную меристему от повреждений частицами почвы. Следовательно, апикальная меристема в корне занимает субтерминальное положение, в отличие от терминального у побега. К

тому же апикальная меристема корня в отличие от побега не образует боковых органов: листьев и почек. Она играет только гистогенную роль, но работает в двух направлениях: в одну сторону формирует клетки корневого чехлика, в другую – клетки оси. Для разных групп высших растений апикальная меристема корня имеет разное строение, что связано с наличием и расположением инициальных клеток.

Корневой чехлик отсутствует лишь у некоторых водных растений и паразитов. Клетки чехлика живые тонкостенные, рыхло соединенные, постоянно обновляющиеся. Они продуцируют обильную слизь, которая облегчает продвижение корня, привлекает микроорганизмы, способствует лучшему перегниванию растительных остатков и улучшению питания растений.

В зоне растяжения или зона роста клетки сильно увеличиваются в размерах, особенно в продольном направлении за счет появления крупных вакуолей именно к этой зоне приурочен синтез органических веществ.

Зона поглощения (всасывания) и начала дифференциации постоянных тканей (ризодермы и проводящих элементов ксилемы и флоэмы) характеризуется наличием большого количества корневых волосков. По мере роста корня вблизи его кончика возникают новые волоски, а старые отмирают. Волоски недолговечны, живут лишь несколько дней, а развиваются они очень быстро. Длина волосков обычно составляет 0,15-8 мм. У травянистых растений они длиннее чем у древесных. Число волосков на 1 мм² зависит от вида растения и влажности почвы. Зона с корневыми волосками представляет собой очень важную часть корня. Клетки ризодермы поглощают подавляющую массу водных растворов. Развитие корневых волосков во много раз увеличивает поверхность поглощения. Вода и минеральные соли передвигаются через первичную кору в центральный цилиндр, который на уровне зоны поглощения имеет полностью сформированные проводящие ткани, начальная дифференциация которых выявляется в зоне роста.

В зоне проведения, или в зоне анатомической дифференциации постоянные ткани полностью сформированы. Корень как и стебель может иметь первичное и вторичное строение. Корни однодольных в течение всей жизни имеют только первичное строение. Корень – это осевой орган, поэтому в нем такие же топографические зоны как и в стебле: покровная ткань, первичная кора и центральный цилиндр.

Первичная кора в корне растений дифференцирована на экзо-, мезо- и эндодерму. Экзодерма – наружная часть первичной коры, выполняет покровную функцию. В средней части первичной коры – мезодерме находятсяместилища выделений, смоляные ходы, кристаллические включения, запасные вещества и волокна склеренхимы. У водных и околководных растений мезодерма выполняет воздухоносную функцию. У большинства растений в мезодерме развиваются микоризообразующие грибы. Эндодерма – внутренний слой первичной коры, выполняет барьерную функцию.

Центральный цилиндр или стела включает перицикл и радиальный пучок. Перицикл выполняет образовательную функцию. В нем закладываются боковые корни. Радиальный проводящий пучок по числу участков ксилемы (или флоэмы) может быть диархным, триархным, тетрархным и полиархным. В редких случаях в центре корня находится сердцевина. Она может состоять из тонкостенных клеток или из склеренхимных волокон.

Первичное строение корня сохраняется в течение всей жизни у однодольных растений (злаков, осоковых, лилейных и др.).

Материал и оборудование

1. Постоянные препараты "Поперечный срез корня ириса".
2. Микроскопы.
3. Учебники, методические руководства.
4. Таблицы.

Задание. 1. Рассмотреть и зарисовать поперечный срез корня *ириса* (*Iris germanica* L.). Обозначить зоны корня и их гистологические элементы.

2. Определить тип пучка и тип стелы и дать их определение.

Пояснение к заданию. Изучение первичного строения корня удобно проводить на постоянных препаратах поперечного среза корня ириса (рис. 25). При малом увеличении микроскопа выбрать участок препарата, на котором четко видны все топографические зоны корня: покровная ткань, первичная кора, центральный цилиндр. После этого выполнить схематичный рисунок, на котором наметить границы всех топографических зон. Обратить внимание на то, что первичная кора занимает большую часть сечения корня по сравнению с центральным цилиндром. При большом увеличении микроскопа поперечный срез корня изучается от периферии к центру. Хорошо видно, что покровная ткань ризодерма или эпиблема состоит из одного ряда тонкостенных, плотно сомкнутых клеток, некоторые из которых образуют выросты – волоски. Обратить внимание, что корневой волосок не отделяется перегородкой от образовавшей его клетки, а представляет собой вырост клетки. На некоторых препаратах ризодерма полностью отсутствует или представлена единичными клетками. Первичная кора корня ириса образована разнородными клетками. Ее периферическая часть – экзодерма состоит из двух-трех рядов шестиугольных мертвых клеток, стенки которых покрыты тонким слоем суберина и на препарате окрашены в красно-коричневый цвет.

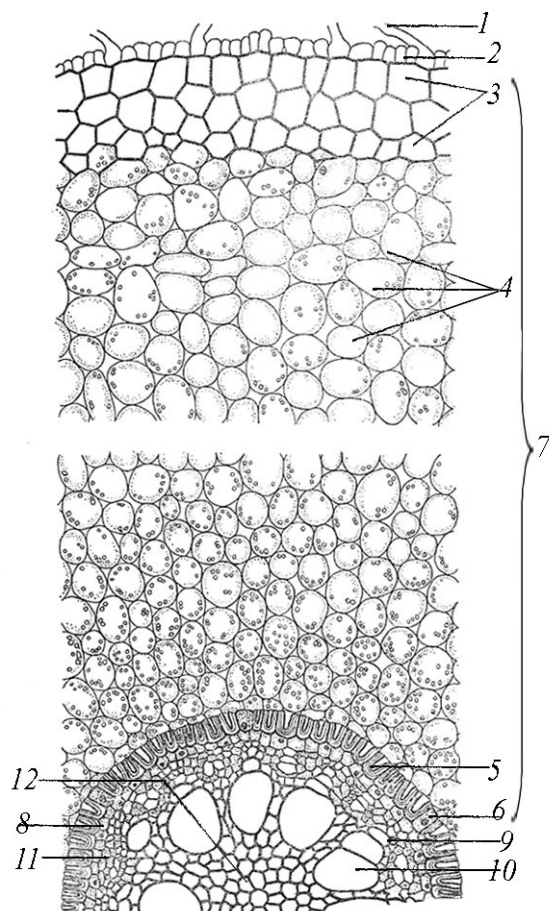


Рис.25. Поперечный срез корня ириса: 1-волоски; 2-эпиблема; 3-экзодерма; 4-мезодерма; 5-эндодерма; 6-пропускные клетки эндодермы; 7-первичная кора; 8-перицикл; 9-сосуд протоксилемы; 10-сосуд метаксилемы; 11- флоэма; 12- механическая ткань (из Барыкиной и др., 1979)

За экзодермой расположены живые паренхимные клетки с межклетниками, составляющие мезодерму – среднюю и самую большую часть первичной коры. В клетках видно большое количество крахмальных зерен.

Внутренний слой первичной коры, примыкающий к перициклу, называется эндодермой. Хорошо видно при большом увеличении микроскопа, что она образована мертвыми и живыми клетками. У мертвых клеток, окрашенных в красный цвет, утолщены и одревеснели только радиальные и тангентальные стенки, поэтому они имеют подковообразные очертания. Живые

клетки, с неодревесневшими стенками, густой цитоплазмой и крупным ядром располагаются в основном против лучей ксилемы и называются пропускными.

Центральный цилиндр в коре, как и в стебле, начинается с перицикла. . Он состоит из живых тонкостенных клеток, расположенных в один ряд.

Перицикл окружает радиальный проводящий пучок. Ксилема образует от 8 и более радиальных тяжей и имеет вид многолучевой звезды. Обратите внимание, что самые узкопросветные спиральные и кольчатые сосуды протоксилемы упираются в перицикл. Внутренняя расширенная часть каждого тяжа образована широкими пористыми сосудами метаксилемы в числе одного-трех. Первичная флоэма располагается небольшими участками между лучами ксилемы. В ней видны крупные полости ситовидных трубок, клетки лубяной паренхимы и мелкие окрашенные в темно-синий цвет сопровождающие клетки. С внутренней стороны флоэму огибает слой паренхимных клеток.

В центре стелы располагаются мертвые клетки прозенхимной формы с толстыми одревесневшими оболочками. Они образуют единый центральный тяж механической ткани.

Рисунок должен быть крупным в виде сегмента и включать все зоны корня. При этом достаточно ограничиться изображением трех-четырех клеток каждой зоны. Обозначить все гистологические топографические зоны и их гистологические элементы согласно заданию.

Вторичное строение корня

У травянистых и древесных двудольных растений и голосеменных формируется вторичное строение корня благодаря деятельности вторичной образовательной ткани – камбия, клетки которой формируют ткани вторичного происхождения. В корнях этих растений присутствуют как первичные, так и вторичные ткани. На поперечном срезе у большинства растений в корне можно выделить две топографические зоны: покровная ткань и центральный цилиндр. Первичная кора при вторичном утолщении корня, как правило, разрывается и

отмирает. Центральный цилиндр имеет пучковый тип строения. Пучки открытые коллатеральные в числе, равном числу лучей первичной ксилемы. Покровная ткань – пробка. У крупных корней древесных растений на смену пробка приходит корка.

Материал и оборудование

5. Постоянные препараты "Поперечный срез корня тыквы".
6. Микроскопы.
7. Учебники, методические руководства.
8. Таблицы.

Задание. 1. Рассмотреть и зарисовать поперечный срез корня тыквы (*Cucurbita pepo* L.). Обозначить зоны корня и гистологические элементы.

2. Определить тип пучка и тип стелы и дать их определение.

Пояснение к заданию. Изучение вторичного строения корня удобно проводить на постоянных препаратах поперечного среза корня тыквы (рис. 26). При малом увеличении микроскопа выбрать участок корня, на котором видны все топографические зоны: покровная ткань и центральный цилиндр. На схематическом рисунке обозначить границы топографических зон. Обратить внимание, что центральный цилиндр занимает большую часть поперечного сечения корня. При большом увеличении микроскопа препарат изучают от центра к периферии. Обратить внимание, что в центре корня расположен широкий сосуд метаксилемы. От него радиально отходят четыре цепочки более узкопросветных мелких сосудов протоксилемы.

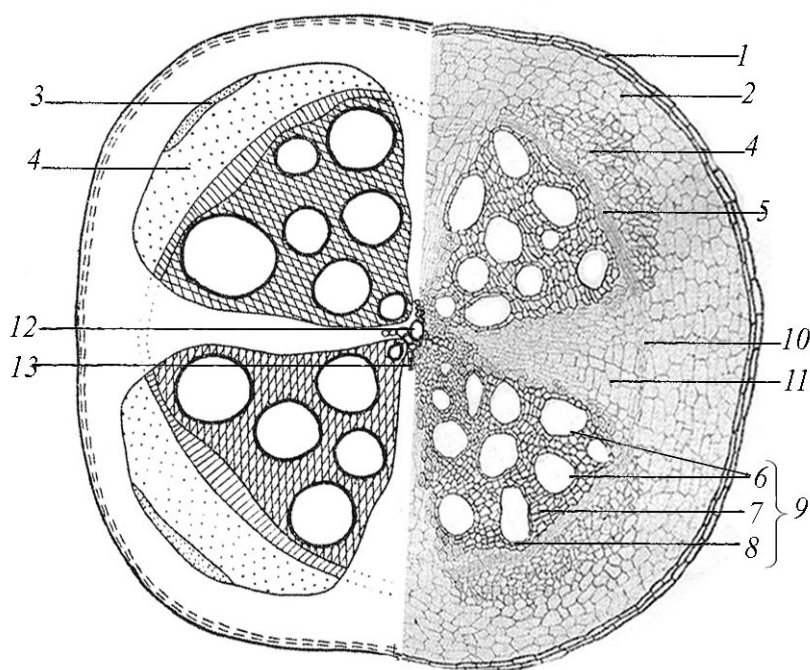


Рис.26. Поперечный срез корня тыквы: 1-пробка; 2-паренхимная зона; 3-первичная флоэма; 4-вторичная флоэма; 5- камбий пучковый; 6-трахеи; 7-ксилемная паренхима; 8-ксилемные волокна; 9-вторичная ксилема; 10-межпучковый камбий; 11-лучевая паренхима; 12-сосуд метаксилемы; 13-сосуды протоксилемы (из Комарова, 1941; Из Барыкиной и др., 1979 с изменениями)

Между лучами первичной ксилемы находятся четыре (реже три-пять) крупных открытых коллатеральных пучков. Большую часть пучка занимает вторичная ксилема. Ее можно отличить по крупным сосудам, окруженным ксилемными волокнами – толстостенными желтоватыми клетками. Остальное пространство в ксилемной части пучка заполнено мелкими клетками паренхимы. К элементам вторичной ксилемы снаружи примыкает камбиальная зона. Она представляет собой несколько слоев мелких таблитчатых клеток, расположенных правильными радиальными рядами и окрашенных на препарате в светло-голубой цвет. К периферии от камбия в пучке располагается вторичная флоэма. Она представлена широкопросветными ситовидными трубками, в которых можно обнаружить ситовидные пластинки, сопровождающими клетками и клетками паренхимы. К периферии от вторичной флоэмы

примыкает участок первичной флоэмы. Она деформирована, сдавлена и плохо различима.

Напротив лучей протоксилемы между проводящими пучками располагается лучевая паренхима, расширяющаяся к периферии. Они состоят из крупных, удлиненных в радиальном направлении тонкостенных клеток, образованных межпучковым камбием. Межпучковый камбий образован несколькими рядами тонкостенных, узких клеток, окрашенных на препарате в светло-голубой цвет. Покровная ткань корня тыквы – пробка представлена радиальными рядами мертвых клеток с толстыми бурыми стенками. К ним непосредственно примыкает паренхимная зона вторичного происхождения, окружающая снаружи проводящие пучки и лучевую паренхиму.

В альбоме сделать крупный рисунок сектора поперечного среза корня тыквы. В деталях представить строение одного проводящего пучка. Обозначить пробку, паренхимную зону, лучевую паренхиму, ситовидные трубки, клетки-спутницы, флоэмную паренхиму, сосуды первичной и вторичной ксилемы, ксилемные волокна, ксилемную паренхиму, пучковый и межпучковый камбий. Гистологические элементы флоэмы и ксилемы обобщить фигурными скобками.

МИКОРИЗА

Корни многих растений вступают в симбиоз с грибами образуя микоризы (от греч. микос – гриб, ридза – корень). Значение микоризных грибов для растений заключается в улучшении водно-минерального питания и защите корневых систем от фитопатогенных организмов.

Выделяют два основных типа микоризы – экто- и эндомикоризу. Эндомикоризу образуют преимущественно травянистые растения с низшими грибами (зигимицеты, несовершенные грибы). При этом гифы гриба проникают в паренхимную зону первичной коры корня и образуют различные структуры: вздутия гиф – везикулы, разветвления внутри клеток корня – арбускулы, клубки. Предполагается, что везикулы выполняют запасающую функцию, а арбускулы являются местом обмена метаболитами между грибом и растением.

Немногие гифы выходят наружу в почву, при этом во внешнем строении корней заметных изменений не наблюдается.

Эктомикоризу образуют хвойные и лиственные древесные растения с высшими грибами (преимущественно базидиальными, например, подосиновик, подберезовик, маслята, мухомор, сыроежки). При этом мицелий оплетает кончик корня, образуя наружный чехол с отходящими в почву гифами. Корни прекращают рост в длину, начинают ветвиться и принимают причудливую форму, чаще всего коралловидную. Часть гифов отходит от наружного чехла внутрь корня и образуют между клетками первичной коры своеобразную сеть – сеть Гартига.

Материал и оборудование.

1. Постоянные препараты «Эндомикориза майника двулистного» и «Эктомикориза сосны обыкновенной».
2. Микроскопы.
3. Марлевые салфетки.
4. Учебники и методические руководства.
5. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать:

1. Строение эндомикоризы *майника двулистного* (*Majanthemum bifolium* L.). Отметить гифы, везикулы и арбускулы и клетки мезодермы корня.

2. Строение эктомикоризы *сосны обыкновенной* (*Pinus silvestris* L.). Отметить грибной чехол, внутреннюю сеть гифов, паренхимную зону первичной коры корня.

Пояснение к заданию. Для изучения эндомикоризы удобным объектом являются корни *майника двулистного*. Исследование проводится на продольных срезах. При малом увеличении микроскопа просмотреть весь фрагмент корня. Обратить внимание, что наряду с участками с большим количеством грибных структур, встречаются участки в которых грибок развит

слабее или отсутствует. Расположить препарат таким образом, чтобы в поле зрения попали разнообразные грибные структуры: гифы, везикулы и арбускулы (рис. 27). Отметить, что в мезодерме корня гифы разветвляются и переплетаются, единичные гифы выходят наружу. При большом увеличении микроскопа внимательно рассмотреть арбускулы. Они представляют собой разветвленные структуры, врастающие в растительную клетку и напоминают «деревца». Обратить внимание, что шаровидные вздутия гиф – везикулы содержат капли масла. В альбоме в большом масштабе зарисовать продольный фрагмент корня. Достаточно ограничиться изображением 5-6 клеток мезодермы с внутри- и межклеточными гифами, везикулами и арбускулами. Сделать обозначения согласно заданию.

Одним из лучших объектов для изучения эктомикоризы являются корневые окончания сосны обыкновенной, которые имеют хорошо развитый грибной чехол. Изучения проводится на постоянных препаратах поперечных срезов корневого окончания. При малом увеличении микроскопа просмотреть весь срез (рис. 28). Вокруг корня располагается грибной чехол в виде плотнопереплетенных гиф, от которых отходят свободные длинные нити. Обратить внимание на отсутствие корневых волосков. Внимательно рассмотреть паренхимную зону первичной коры корня. Она состоит из крупных паренхимных клеток, между которыми располагаются гифы, образующие сеть Гартига. Отметить, что внутренние гифы не проникают в центральный цилиндр. В альбоме сделать крупный рисунок сектора поперечного среза корневого окончания сосны с грибным чехлом, свободными нитями грибницы, и внутренней сетью гифов. Сделать соответствующие обозначения.

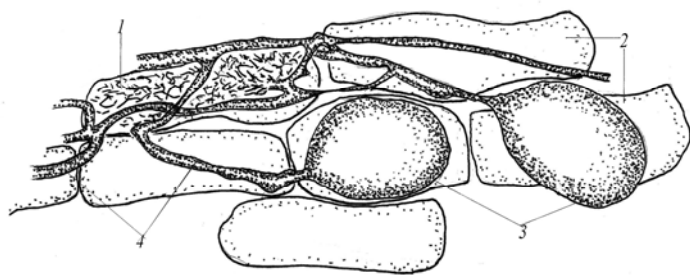


Рис. 27. Эндомикориза майника двулистного: 1-арбускулы; 2-клетки мезодермы; 3-везикулы; 4-гифы (Ориг)

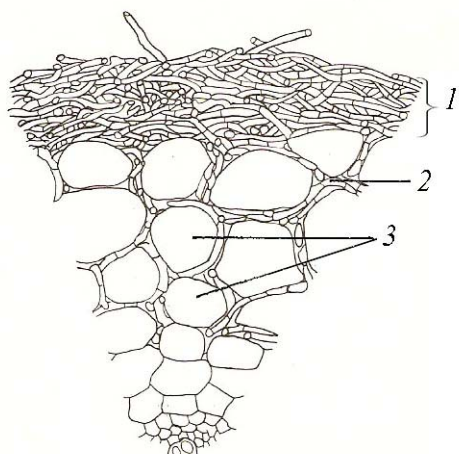


Рис. 28. Эктомикориза сосны обыкновенной: 1- грибной чехол; 2- гифы сети Гартига; 3- клетки мезодермы (из Васильева и др., 1988)

Вопросы

1. Как по анатомической структуре определить нижнюю сторону листа?
2. Почему у большинства растений в верхнем эпидермисе устьица или отсутствуют или их мало?
3. Почему столбчатый мезофилл приурочен к верхней поверхности листа?
4. В чем принципиальные отличия столбчатого и губчатого мезофилла?

5. Каково строение проводящих пучков листа?
6. Почему взаиморасположение ксилемы и флоэмы в листе и стебле различается?
7. Присутствует ли колленхима в структуре плоского листа?
8. В чем особенности строения мезофилла игольчатого листа?
9. Присутствует ли гиподерма в структуре плоского листа?
10. Чем представлены механические ткани у плоского и игольчатого листа?
11. В чем особенности строения световых и теневых листьев?
12. В чем отличия в структуре плоского и игольчатого листа? Причины этих отличий?
13. Что такое корень? Определение.
14. Какие функции выполняет корень?
15. В какой зоне корня находится апикальная меристема?
16. Корневой чехлик. Как он образуется? Каковы функции?
17. В какой зоне происходит дифференциация тканей корня?
18. Какое строение характерно для зоны всасывания? Каковы функции зоны всасывания?
19. Что представляет собой корневой волосок? Какова его функция? И как долго он ее выполняет?
20. Какие топографические зоны выделяют в структуре корня?
21. Что обозначают термины: первичное строение корня и вторичное строение корня?
22. Корни каких растений на протяжении всей жизни сохраняют первичное строение? У каких растений первичное строение заменяется на вторичное строение корня?
23. Чем представлена первичная кора корня? Ее строение и функции.
24. Какой тип стелы в корне ириса?
25. Какой тип пучка в корне ириса?

Занятие 10

МОРФОЛОГИЯ ПОБЕГА.
ТИПЫ ВЕТВЛЕНИЯ И НАРАСТАНИЯ
СИСТЕМЫ ПОБЕГОВ

Литература. Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, С. 183-187, 263-330; 1988, С. 178-181, 253-295, 310-334.

Ванин А.И. Определитель древесных растений в безлистном состоянии. М., Л., 1956.

Вехов В.Н. Лотова Л.И. и др. практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980, С. 41-57, 145-161.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972; 1981. С.85-88, 118-122.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А., и др. Ботаника. М., 1966, т.1., С. 247-251.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 123-134.

Новиков А.Л. Определитель деревьев в безлистном состоянии. М., 1959.

Рычин Ю.В. Древесно-кустарниковая флора. М., 1972.

Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М., 1952, С.114-124, 135-158, 233-241.

Федоров А.А., Кирпичников М.Э. Арюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений . Стебель и корень. М.-Л., 1962.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979. С. 142-145; 1989. С. 148-151.

Цель работы: Познакомиться с общей морфологией побега у древесных и травянистых растений , с различными типами побегов и почек, их строением.

Побег является основным структурным элементом тела высшего растения. В современном представлении побег – это основной орган растения, который во взрослом состоянии состоит из оси (стебля), листьев в почках. Характерной чертой побега как древесных, так и травянистых растений является метамерность, или повторяемость его строения по продольной оси. Побег состоит из отдельных повторяющихся члеников, участков, которые называются метамерами. Каждый метамер включает в себя междоузлие, узел лист и почку.

Узлом называется участок стебля, к которому прикрепляется лист, а междоузлием – участок стебля между двумя соседними узлами. В зависимости от длины междоузлий выделяют несколько типов побегов. Побег, имеющий удлиненные, хорошо развитые междоузлия, называют удлиненным. Побег, имеющий укороченное междоузлие, называют укороченным. Его ось практически состоит из одних вплотную сдвинутых узлов. Смешанный или промежуточный побег имеет и укороченные и удлиненные междоузлия. Часто на одной и той же ветке древесного растения имеются все типы побегов.

Для травянистых растений вместо терминов удлиненный, укороченный, смешанный обычно употребляют соответственно розеточный, нерозеточный, полурозеточный. Розеточные побеги имеют одуванчик, подорожник; полурозеточные – поповник, тысячелистник, пастушья сумка; нерозеточные – майник, чина, вика. Удлиненные побеги у древесных растений чаще всего являются вегетативными, а у травянистых, как правило, генеративными. Укороченные же побеги, наоборот, у травянистых вегетативные, а у древесных генеративные. У плодовых растений их часто называют “плодушками”. Таким образом, функция удлиненных и укороченных побегов у древесных и травянистых растений различна.

По направлению роста выделяют следующие типы побегов: ортотропные, плагиотропные, анизотропные. Ортотропные растения растут вертикально вверх, плагиотропные при росте сохраняют горизонтальное

направление. Часто побег в процессе роста меняет направление, становится анизотропным.

Листовой рубец – это место прикрепления опавшего листа. На поверхности рубца располагаются листовые следы, образующиеся при обрыве проводящих пучков листа. Форма и размеры листового рубца, число листовых следов являются систематическими признаками вида.

Почка – зачаточный побег, находящийся в состоянии относительного покоя. Она состоит из зачаточной оси, заканчивающееся в вегетативной почке конусом нарастания, и зачаточных листьев разного возраста. Узлы в почке сильно сближены. В пазухах листовых зачатков могут быть заложены зачатки пазушных почек следующего порядка. Наружные листовые зачатки часто дифференцируются в почечные чешуи, выполняющие защитную функцию. Почечные чешуи у древесных растений очень плотные, кожистые, часто покрыты волосками или склеены смолами и бальзамами. Число почечных чешуй у разных видов растений неодинаково и может колебаться от одной (ива) до нескольких десятков (хвойные, дуб). Некоторые древесные растения (гордовина, крушина, дерен кроваво-красный) не имеют почечных чешуй. Такие почечные чешуи называются голыми или открытыми.

Часто в почках бывает сформирована не только вегетативная, но и генеративная сфера побега (копытень, сирень, бузина). Такие почки называются вегетативно-генеративными. В них конус нарастания формирует зачаточный цветок или целое соцветие. Генеративные или цветочные почки содержат в себе только зачатки соцветия без зеленых листьев (вишня). Генеративные почки обычно крупнее вегетативных и отличаются от них формой. В целом размеры и форма почек, число и окраска почечных чешуй характерны для каждого вида и дают возможность определить древесное растение в безлистном состоянии.

По положению на побеге почки бывают верхушечными (терминальными) и боковыми (пазушными). За счет верхушечной почки происходит рост побега в длину. Боковые почки способствуют ветвлению

главной оси. В пазухе одного листа закладывается почка, но иногда их бывает несколько. Если в пазухе кроющего листа находится группа почек и располагаются они друг над другом по вертикальной оси, то их называют сериальными. Такие почки характерны для жимолости, ежевики, фуксии. Если в пазухе одного листа располагается несколько почек и располагаются они бок о бок по горизонтальной оси, то их называют коллатеральными (вишня, слива, абрикос, чеснок).

Придаточные почки возникают не в конусе нарастания побега и не приурочены к пазухе листа. Они могут образовываться на междоузлиях и гипокотиле, на листьях (бриофиллум, асплениум, бегония) и корнях (малина, вишня, вьюнок, осот). Некоторые комнатные растения получили название “живородящих” за их способность образовывать придаточные почки на листьях, из которых прямо на материнском растении развиваются маленькие растеньица с корнями, стеблем и листьями. Они легко опадают и укореняются. По своему строению придаточные почки не отличаются от других типов почек.

По физиологическому состоянию почки также бывают нескольких типов. Почки, впадающие в зимний период времени в состояние относительного покоя, а весной трогающиеся в рост с образованием побегов, называют зимующими, или покоящимися, или почками регулярного возобновления. Такие почки свойственны всем многолетним травянистым и древесным растениям. Степень сформированности будущего побега в почках возобновления может быть разной. Этим признаком определяется время цветения растения.

Спящие почки могут находиться в состоянии покоя продолжительное время, до нескольких сотен лет. Их много у березы, липы, дуба, тополя и других лиственных пород. Спящие почки отличаются от зимующих ничтожными размерами и небольшим числом зачатков листьев в них. Спящие почки часто называют резервными. Они трогаются в рост, превращаясь в побеги, лишь в определенных условиях: при обмерзании, поедании или глубокой обрезке кроны дерева, при поранении ствола или его срубании.

Побеги, развивающиеся из спящих почек, отличаются необычайной длиной и интенсивностью роста. Они имеют, как правило крупные листья и сильно удлинённые междоузлия. Спящие почки в период покоя способны не только к росту, но и к ветвлению. Они все время нарастают своей осью внутри ствола на толщину ежегодного годичного прироста древесины. Благодаря обильному ветвлению спящих почек вместо одной, первоначально заложившейся на основании ствола, возникает огромное их скопление.

Весной при распускании почек у древесных растений почечные чешуи опадают. После их опадения на стебле остается листовой рубец. А так как почечных чешуй много, то формируется целое почечное кольцо. Почечное кольцо – это совокупность листовых рубцов, опоясывающих стебель и образующихся при опадении почечных чешуй верхушечной почки. По количеству почечных чешуй можно определить возраст ветки.

Материал и оборудование

1. Ветки тополя 10-50 см длиной с удлинёнными и укороченными побегами.
2. Верхушки побегов сирени, жимолости, клена ясенелистного, липы длиной 15-20 см.
3. Биноклярные и ручные лупы.
4. Муляжи почек.
5. Препаровальные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки, линейки, спирт, вата.
6. Учебники.
7. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать:

1. Укороченные и удлинённые побеги *тополя* (*Populus* sp.).

Отметить узлы, междоузлия, листовые рубцы, листовые следы, почечное кольцо, верхушечную, боковую и спящие почки. Определить возраст ветки.

2. Различные типы почкорасположения: очередное, супротивное, коллатеральное, сериальное.

3. Строение вегетативной и вегетативно-генеративной почек *сирени* (*Syringa vulgaris* L.). Отметить почечные чешуи, зачаточный стебель, конус нарастания, зачатки листьев и цветков, ось соцветия. Определить емкость вегетативной почки.

Пояснение к заданию. Внимательно рассмотрев ветку тополя, найти удлиненные и укороченные побеги (рис. 29). Познакомиться с их метамерным строением, найти все основные структурные элементы: узел, междоузлие, листовой рубец с листовыми, верхушечную, боковую и спящие почки. Обратить внимание на форму листового рубца и число листовых следов на нем, наличие листового рубца под верхушечной почкой. По числу почечных колец определить возраст ветки. Отметить интенсивность прироста побега в разные годы. Зарисовать удлиненный и укороченный побег тополя с обозначением всех основных морфологических структур.

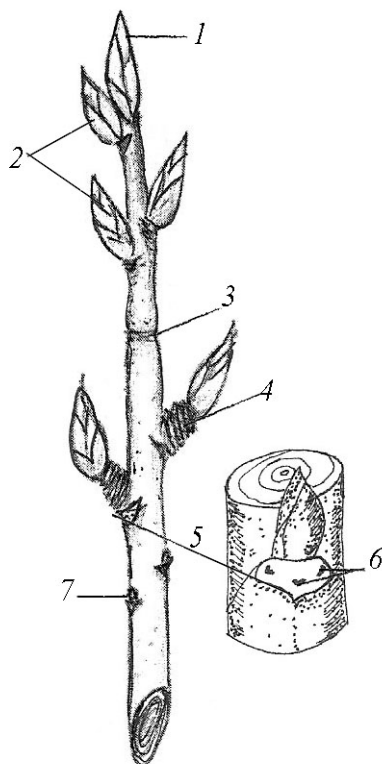


Рис. 29. Ветка тополя в безлистном состоянии: 1-верхушечная почка; 2-боковые почки; 3-почечное кольцо; 4-укороченный побег; 5-листовой рубец; 6-листовой след; 7-спящая почка (Ориг.)

Различные типы почкорасположения рассмотреть на примере липы, сирени, клена ясенелистного и жимолости (рис.30). Обратить внимание на то, что при групповом расположении почек формы и размеры почек неодинаковы. При зарисовке типов расположения почек обязательно отметить листовые

рубцы, особенно у коллатеральных и сериальных почек.

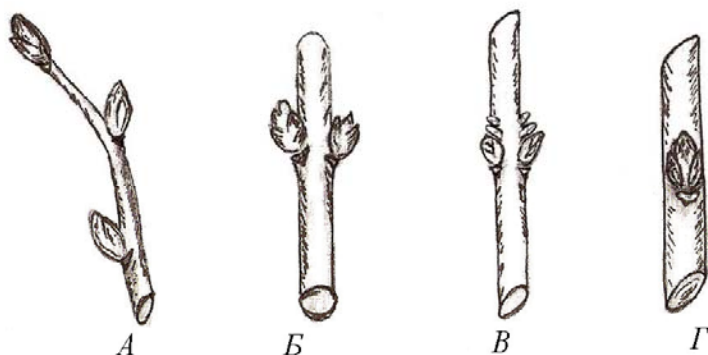


Рис.30. Типы почкорасположения: А-очередное (липа); Б-супротивное (сирень); В-сериальное (жимолость); Г-коллатеральное (клен) (ориг.)

Для изучения внутреннего строения разных типов почек сделать продольный разрез через верхушечную и боковую почки (рис. 31). Рассматривая срезы под бинокулярной лупой (обязательно на препаровальном стекле), найти все морфологические структуры, указанные в задании, зарисовать их. Емкость вегетативной почки определяется путем подсчета количества почечных чешуй и зачатков листьев, расположенных под ними. Для этого после снятия с помощью иглы почечных чешуй почки препарируют под бинокулярной лупой. Учитывают все зачатки листьев, в том числе и микроскопические, расположенные на конусе нарастания. При препарировании обратить внимание на разную форму и размеры почечных чешуй и зачатков листьев, находящихся на разных этапах формирования.

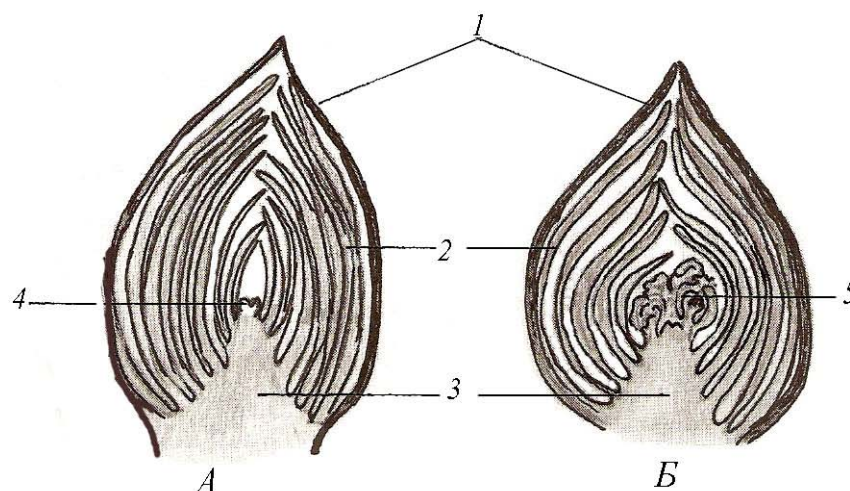


Рис.31. Строение почек сирени: А-вегетативной; Б-вегетативно-генеративной. 1-почечная чешуя; 2-зачатки листьев; 3-зачаточный стебель; 4-конус нарастания; 5-зачаток соцветия (ориг.)

Цель работы. Познакомиться с типами ветвления и нарастания системы побегов, с основными типами специализации и метаморфозов побегов, с определением древесных растений по вегетативным органам в зимний период времени.

Ветвление – это биологический процесс, приводящий к увеличению числа одноименных структур. Ветвиться могут побеги, образуя систему побегов; корни, образуя корневую систему; проводящие пучки, образуя проводящую систему и т.д. Ветвление приводит к резкому увеличению поглощающей поверхности подземных и надземных органов растительного организма, к наиболее полному использованию веществ и энергии окружающей среды, а следовательно, усилению вегетативного и семенного размножения.

Выделяют два типа ветвления: верхушечное и боковое. Верхушечное ветвление – это такое ветвление, при котором оси последующих порядков (дочерние оси) образуются за счет деления верхушечной меристемы материнской оси. При верхушечном ветвлении

материнская ось как таковая прекращает свой рост, а дочерних осей образуется ограниченное количество (как правило две, реже три и более).

Боковое ветвление – это такое ветвление, при котором заложение боковых осей всегда происходит ниже верхушки главной оси, вследствие чего деятельность верхушечной меристемы не прекращается. При этом типе ветвления заложение боковых осей тесно связано с заложением листьев.

Термин “ветвление” не синоним термину “нарастание”. Под нарастанием понимают процесс увеличения линейных размеров морфологических структур. У высших растений нарастание осевой системы может быть трех типов: моноподиальное, симподиальное и дихотомическое. Моноподиальное и симподиальное нарастания наблюдаются при боковом ветвлении, а дихотомическое – при верхушечном.

Дихотомическое нарастание может быть равновильчатым (изотомным) и неравновильчатым (анизотомным). В первом случае обе боковые оси имеют одинаковые размеры (плаун сплюснутый). При неравновильчатом нарастании дочерние оси отличаются друг от друга не только по мощности, но и по направлению роста (плаун булавовидный).

Моноподиальный тип нарастания характеризуется тем, что главная ось нарастает своей верхушкой неограниченно долго, практически в течение всей жизни, и является осью 1-го порядка. Боковые оси всегда развиты слабее, но их нарастание всегда идет по тому же типу, что и материнской оси. Моноподиальное нарастание свойственно почти всем голосеменным (сосна, ель, пихта, лиственница), некоторым древесным покрытосеменным (клен, ясень) и травянистым растениям (подорожник, одуванчик, донник, ромашка, гравилат).

Симподиальный тип нарастания – это такое нарастание, при котором главная ось растет за счет своей верхушки непродолжительное время, после чего ее рост совсем прекращается и начинается мощное развитие одной из боковых осей, которая получает направление главной оси. Происходит так

называемое перевершинивание. Некоторое время ось 2-го порядка нарастает своей верхушкой, образуя листья и пазушные почки. Затем все снова повторяется. Таким образом, главная ось складывается из осей разных порядков. Симподиально нарастают многие древесные (липа, береза, тополь, ива), многолетние травянистые растения (купена, медуница, злаки, осоки и др.), кустарнички (брусника, черника, багульник).

У деревьев и кустарничков с супротивными листьями иногда после отмирания верхушки годичного побега вырастает два супротивных боковых побега (сирень, дерен, омела). Они образуют развилку над остатком или рубцом отмершей верхушки, создавая впечатление дихотомического нарастания. Это частный случай симподиального нарастания при боковом ветвлении. Здесь нет раздвоения верхушечной меристемы, как при истинной дихотомии. Главная ось прекращает свое развитие, так как из верхушечной почки образуется соцветие или цветок.

Известно, что каждый орган выполняет свои функции, к которым он приспособлен. Побег в ходе эволюции сформировался как орган фотосинтеза. Однако каждый орган многофункционален, так как кроме основной функции может выполнять и ряд дополнительных. Побег кроме функции фотосинтеза может выполнять опорную и проводящую функции, функцию нарастания и захвата нового пространства. Специализация – это усиление одной или нескольких функций за счет ослабления других. Вариантами специализации является цветоносный побег, ствол и сучья деревьев, листовые суккуленты (характерны для семейства толстянковых, лилейных, амариллисовых), брахибласты, воздушные плети, выющиеся побеги.

Метаморфоз – более глубокая специализация. При этом происходит преобразование органов со сменой функций, потерей одной или нескольких и приобретением новых функций. Движущими силами метаморфизированных изменений служат внутренние факторы (генетический аппарат) и факторы внешней среды (условия освещения, влажности воздуха и почвы), которые не

остаются постоянными в онтогенезе растений и филогенезе растительного мира.

Наиболее часто встречаются из подземных метаморфозов корневище, луковицы, клубнелуковицы, столоны, каудекс. Типами наземных метаморфозов являются колючки, филлоклады, кладодии, столоны (усы), стеблевые суккуленты.

В условиях нашего климата мы видим древесные растения в облиственном и безлистном состоянии. Очень важно уметь определить растения в зимний период времени. Определить растение – значит узнать принадлежность к тому или иному семейству, его родовое и видовое название.

В основу определения растений в безлистном состоянии положены особенности строения их вегетативных органов, главным образом почек. Виды древесных растений отличаются друг от друга по расположению почек, их форме и размеру, характеру и числу почечных чешуй, форме и размеру листовых рубцов, количеству листовых следов, по форме и окраске сердцевинки на поперечном срезе, форме и окраске стебля и другим признакам. Чешуи почек могут быть голыми, опушенными, смолистыми, матовыми, тусклыми, блестящими и различно окрашенными. То же относится и к побегам.

Для определения растений в безлистном состоянии существуют специальные таблицы и определители, авторы которых указаны в списке литературы. Таблицы построены по дихотомическому принципу. Этот принцип введен впервые Ламарком и принят практически во всех современных определителях. Текст таблицы делится на отдельные ступени. Каждая ступень обозначается определенным порядковым номером и включает две части – тезу и антитезу. В тезе указывается характерный признак или целый комплекс признаков растения, а в антитезе – противоположные признаки.

Определение всегда начинается с первой ступени. Внимательно и до конца прочитав текст и выбрав ту часть, где приведенные признаки соответствуют приметам определяемого растения, нужно по указанному в

конце текста номеру перейти к следующей ступени и т.д., пока не придем к тезе или антитезе, в конце которой указано название вида или рода.

Материал и оборудование

1. Морфологические коллекции “Типы ветвления и нарастания системы побегов” и “Специализация и метаморфоз побегов”.
2. Верхушки побегов тополя, ясеня, липы сирени длиной 5 см.
3. Спиртовой материал: корневище купены, корневище веха ядовитого.
4. Свежий материал: клубень картофеля, луковица лука.
5. Комнатные растения: иглица, опунция, эхинокактус, аспарагус перистый, аспарагус Шпренгера, цереус, лимон, крассуля, агава, алоэ.
6. Верхушки побегов древесных растений (тополь, липа, карагана, черемуха, сирень, бузина и др.) в безлистном состоянии.
7. Ручные лупы.
8. Препаровальные стекла и иглы, пинцеты, скальпели, линейки
9. Учебники.
10. Таблицы.

Задание. 1. Рассмотреть и зарисовать различные типы ветвления (верхушечное и боковое) и нарастания системы побегов (дихотомическое равновильчатое и неравновильчатое, моноподиальное симподиальное). Отметить порядок осей, почечное кольцо, верхушечную и пазушную почки, рудимент оси или рубец оси отмершей верхушки.

2. Определить по верхушке побега тип нарастания системы побегов у *тополя* (*Populus* sp.), *ясеня* (*Fraxinus* sp.), *липы* (*Tilia cordata*), *сирени* (*Syringa vulgaris* L.). Зарисовать верхушку побега и описать признаки каждого типа нарастания.

3. Рассмотреть и зарисовать различные типы специализации и метаморфозов побегов. Обозначить морфологические структуры и дать точное определение каждого типа метаморфоза:

- а) шнуровидное корневище (*пырей*, *Elytrigia repens* L.) – отметить междоузлия, узлы, чешуевидные листья, почки, придаточные корни;
- б) мясистое корневище (*купена*, *Polygonatum* sp.) – отметить рубцы отмерших чешуй, следы отмерших стеблей, придаточные корни;
- в) вертикальное корневище (*вех*, *Cicuta virosa* L.) – отметить узлы, полые междоузлия, придаточные корни;
- г) клубень *картофеля* (*Solanum tuberosum* L.) каудекс (*одуванчик*, *Taraxacum officinale*; *клевер горный*, *Trifolium montanum*) – отметить листовые рубцы, почки возобновления;
- д) луковица (*лук*, *Allium cepa* L.) – отметить на продольном срезе донце, сухие и мясистые чешуи, верхушечные и пазушные почки, придаточные корни;
- е) усы (*земляника*, *Fragaria vesca* L.) – отметить междоузлия, узлы, чешуевидные листья, дочерние розетки, придаточные корни;
- ж) колючки (*боярышник*, *Crataegus*; *лимон*, *Citrus limon* Burm.) – отметить листовые листовой рубец, рудименты почек на колючке;
- з) филлокладии (*иглица*, *Ruscus ponticus* Woron; *аспарагус*, *Asparagus* L.) – отметить чешуевидные листья, цветки или плоды;
- и) кладодии (*опунция*, *Opuntia* Mill.);
- к) стеблевые суккуленты (*цереус*, *Cereus* Mill.; *ехинокактус*, *Echinocactus*) – отметить ареолы;
- л) листовые суккуленты (*крассуля*, *Crassula arborescens* (Mill.) Wild.; *агава* *Agava* L.).

4. Определить 20 видов древесных растений в безлистном состоянии. Смонтировать из них коллекцию побегов.

Пояснение к заданию. Изучение типов ветвления и нарастания системы побегов нужно начать с анализа морфологического гербария, где смонтированы все типы нарастания (рис. 32). Необходимо разобрать сущность каждого типа, найти признаки, по которым они отличаются и по которым можно доказать принадлежность к тому или иному типу нарастания. Особое внимание обратить на симподиальное нарастание. Признаки симподиального нарастания нужно

искать на границе двух годичных приростов, где у каждого почечного кольца остается рудимент оси предыдущего порядка, так называемы “торчок” или рубец от отмершей верхушки.

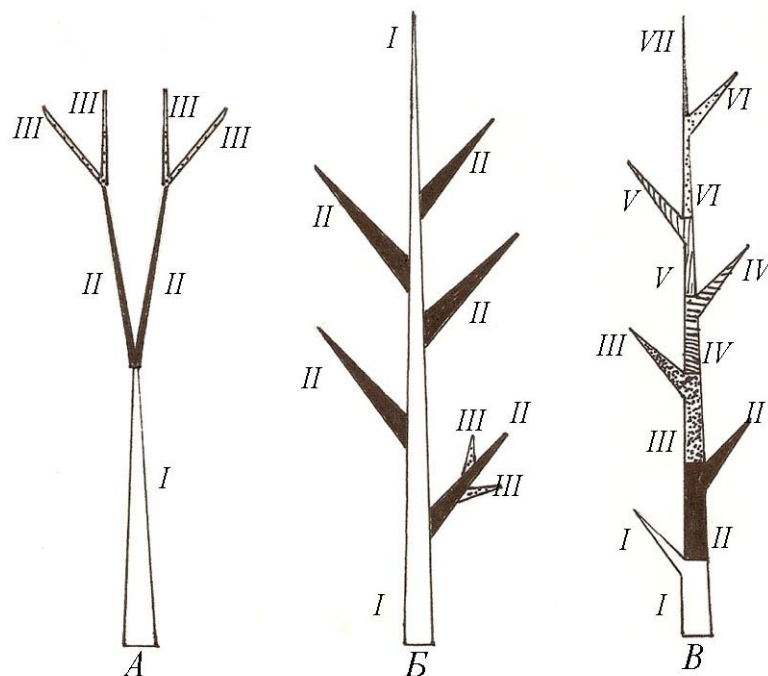


Рис.32. Схемы типов нарастания: А-дихотомическое; Б-моноподиальное; В-симподиальное (ориг.)

При зарисовке в альбоме сделать детальный рисунок и схему каждого типу нарастания с обозначением всех перечисленных в задании морфологических структур. Дать точное определение каждому типу ветвления и нарастания.

Выполняя второе задание, нужно внимательно рассмотреть верхушки побегов у тополя, липы, ясеня и сирени. Обратит внимание на число почек, расположенных на верхушке побега и на наличие листового рубца под ними. Если на верхушке побега присутствует одна почка и она истинно верхушечная, т.е. под ней нет листового рубца, то для доказательства моноподиального нарастания необходимо сделать продольный срез. При моноподиальном нарастании верхушечная почка всегда вегетативная. В заключение зарисовать

верхушки побегов, сделать обозначения к рисункам и описать признаки каждого типа нарастания.

При изучении метаморфозов использовать морфологические коллекции, спиртовой и свежий материал, комнатные растения. Обратить внимание на то, что метаморфоз затрагивает чаще всего весь побег, как его стеблевую, так и листовую части, но у разных типов метаморфозов – не в одинаковой степени. Чтобы дать полное определение метаморфоза, необходимо учитывать этот признак. Таким образом, в определении обязательно должна прозвучать характеристика стеблевой и листовой части побега. Так, например, луковица – это такой метаморфоз побега, у которого стебель сильно видоизменен и укорочен (так называемое донце), а листья хорошо выражены и представлены пленчатыми (сухими) и мясистыми чешуями, выполняющими функцию запаса питательных веществ.

В альбоме зарисовать все типы метаморфозов, указанные в задании, сделать обозначения к рисункам и дать самостоятельно точное определение каждого типа.

Для выполнения четвертого задания каждый студент должен собрать и принести на занятие побеги 20 видов любых древесных растений (деревья, кустарники) нашей флоры. При сборе срезать верхушки побегов длиной 7-10 см обязательно с верхушечной почкой, в двух экземплярах для каждого вида (один для определения, другой – для монтировки в коллекцию). Срезанные побеги хранить не в воде, а в целлофановых мешочках, оберегая от механических повреждений.

После знакомства с основными определителями и принципами работы с ними приступить к фронтальному определению одного и того же вида (можно взять тополь, липу, карагану, сирень), используя определитель А.Л. Новикова, 1959 г. После определения на черновую этикетку карандашом записать точное латинское название рода и вида с указанием автора, который впервые описал данный вид.

Затем приступить к самостоятельному определению видов из собственной коллекции, начиная с представителей, которые имеют более или менее крупные почки. Определение оставшихся растений планируется в свободное от занятий время. После проверки (в часы консультации) правильности определения всех 20 видов растений разрешается их монтировка в коллекцию.

При оформлении коллекции верхушки побегов аккуратно нашиваются в папку и снабжаются цифровыми обозначениями, которые расшифровываются в списке латинских названий растений. На титульном листе папки указывается название коллекции (“Коллекция побегов древесных растений в безлистном состоянии”), фамилия исполнителя, месяц и год ее оформления. При сдаче коллекции необходимо знание латинских названий представленных в коллекции видов и их морфологических особенностей. Ориентировочный срок сдачи коллекции - середина ноября.

Вопросы

1. Что такое побег?
2. Что значит метамерное строение побега?
3. Какие побеги называются удлинёнными, а какие – укороченными?
4. Какие существуют типы побега по направлению роста, длине междоузлий и выполняемым функциям?
5. Ветка дерева и побег – это одно и то же?
6. Что собой представляет почка? Каково ее строение?
Морфологическая природа почечных чешуй?
7. Всегда ли почки защищены почечными чешуями? Как называются почки лишенные почечных чешуй?
8. Как классифицируются почки по положению на побеге, строению, степени защищенности, физиологическому состоянию?
9. В чем разница между пазушными и придаточными почками?
10. Какие почки называются спящими? Их строение и биологическое значение?

11. Что такое емкость почки?
12. Какие существуют типы почкорасположения?
13. В чем отличие сериального почкорасположения от коллатерального?
14. Что такое листовый рубец и листовый след?
15. Что такое почечное кольцо? И у всех ли видов древесных растений оно существует?
16. Как можно определить возраст ветки?
17. Какие морфологические признаки побега используются в определении вида древесных растений в безлистном состоянии?
18. Что представляет собой ветвление? И в чем его биологический смысл?
19. В чем отличия верхушечного типа ветвления от бокового?
20. Являются ли термины «ветвление» и «нарастание» синонимами? Докажите?
21. Что представляет собой процесс нарастания системы побегов? Какие его типы известны?
22. В чем заключается биологическое значение процесса нарастания системы побегов?
23. В чем сущность моноподиального нарастания? Распространение среди различных групп растений.
24. В чем сущность симподиального нарастания? Какие биологические преимущества имеют растения с симподиальным типом нарастания? Распространение среди различных групп растений.
25. В чем принципиальное отличие мономодиального и симподиального нарастания?
26. Почему симподиальное нарастание более прогрессивное, чем моноподиальное?
27. В чем заключается процесс перевершинивания?

28. Можно ли по верхушке побега древесного определить тип нарастания? Привести примеры.
29. Чем морфологически ствол сосны отличается от ствола березы?
30. Может ли человек управлять формированием побегов у растений? Если да, то каким образом?
31. Что такое метаморфоз?
32. Как доказать, что клубень картофеля и луковица лука являются метаморфозами побега?
33. Что такое филлокладии, кладодии и каудекс?
34. Усы земляники и колючки боярышника – это метаморфозы побега? Доказать.

Занятие 11

МОРФОЛОГИЯ ЛИСТА И КОРНЯ

Литература. Ботаника. Морфология и анатомия растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978. С. 159-161, 167-182, 203-213, 225-234; 1988. С. 152-157, 163-177, 199-208, 220-224.

Вехов В.Н., Лотова Л.И. и др. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М., 1980. С. 112-126, 162-165, 173-174.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1972; 1981 С. 66-69, 110-115;

Курсанов Л.И., Комарницкий, Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т. 1, С. 234-247, 266-281.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 218-232, 261-268.

Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко Э.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист. М.-Л., 1956. С. 25-34; Стебель и корень, 1962.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М., 1979. С.76-80, 86-87, 130-134; 1989 С.81-86; 92-93, 136-141, 150-153.

Цель работы: Познакомиться с основными частями листа, разнообразием листовых пластинок по общему очертанию и форме края, типами сложных листьев, а также с типами расчленения и жилкования листовой пластинки. Познакомиться с различными типами корневых систем в видоизменениях корня.

Лист – боковой орган побега, имеющий дорзовентральное строение, ограниченно растущий своей верхушкой и не образующий на себе других органов. Основные функции листа – фотосинтез и транспирация. В типичном листе различают несколько частей: листовую пластинку, черешок, основание и прилистники.

Основание листа (или листовое подножие) – это нижняя часть листа, при помощи которой он прикрепляется к стеблю. Если основание листа расширяется, охватывая стебель и прирастая к нему почти по всему периметру, образуется влагалище. Листья с влагалищами характерны для злаков и многих зонтичных. Влагалища защищают от повреждения и высыхания зоны интеркалярного роста, находящиеся в основании междоузлий, верхушечные и пазушные почки, а также удерживают стебель в вертикальном положении.

Черешок листа находится между основанием листа и листовой пластинкой. Он выполняет опорную и проводящую функции регулирует положение листовой пластинки по отношению к солнечным лучам. Листья, имеющие черешок, называются черешковыми. Черешок может быть длинным (береза) или коротким (ива). У сидячих листьев черешок отсутствует и листовая пластинка переходит непосредственно в основание листа.

Прилистники представляют из себя парные боковые выросты, возникающие на основании листа. Форма и размеры прилистников, как и их

функции, различны у разных растений. Они могут быть мелкими (астргал датский, вика заборная) и очень крупными листовидными (чина гороховидная). По форме прилистники бывают ланцетными, линейными, шиловидными, колючковидными, усиковидными и др.

Чаще всего прилистники имеют вид пленчатых чешуевидных образований и играют защитную роль. При этом они недолговечны и опадают при разворачивании почек (береза, липа, черемуха). В других случаях прилистники не опадают, но подсыхают после разворачивания листьев. Иногда прилистники имеют зеленую окраску, выполняют функцию фотосинтеза и существуют в течение всей жизни листа (горох, чина). Прилистники бывают свободными (боярышник, ива), сросшимися (герань луговая) или приросшими к черешку (клевер луговой). Иногда прилистники охватывают стебель и срастаются между собой, образуя раструб (гречишные).

Листовая пластинка, является наиболее важной частью листа. Именно она выполняет основные функции, свойственные этому органу, и обуславливает многообразие форм листьев. Листовые пластинки у разных видов цветковых растений отличаются друг от друга общим очертанием, типами расчленения и жилкования, формой края и основания, степенью опушенности и другими признаками.

В основу классификации листовых пластинок по общему очертанию положены два признака: соотношение длины и ширины пластинки и положение наибольшей ширины. Согласно этим признакам выделяют следующие формы листовых пластинок по общему очертанию: широкояйцевидные, округлую, обратноширокояйцевидную, яйцевидную, эллиптическую, обратнояйцевидную, узкояйцевидную, ланцетную, продолговатую, обратноузкояйцевидную.

Округлый лист – это такой лист, у которого длина листовой пластинки равна ширине или превосходит ее незначительно, а наибольшая ширина находится посередине пластинки. Если наибольшая ширина сдвинута ближе к основанию листовой пластинки, то лист называется широкояйцевидным, а к верхушке – обратноширокояйцевидным.

Яйцевидный лист – это такой лист, у которого длина листовой пластинки превосходит ширину в 1,5-2 раза, а наибольшая ширина находится ближе к основанию. Если наибольшая ширина смещена к середине листовой пластинки, то лист называют овальным, а если к верхушке – обратнойцевидным.

Продолговатый лист – это такой лист, у которого длина листовой пластинки превосходит в ширину в 3-4 раза, а наибольшая ширина находится посередине пластинки. Если наибольшая ширина смещена ближе к основанию, то лист называется узкояйцевидным, а к верхушке – обратноузкояйцевидным. У линейного листа длина листовой пластинки превосходит в ширину более чем в 5 раз.

Велико разнообразие листьев и по степени расчленения их листовой пластинки. В основу классификации листовых пластинок по типам расчленения положены два признака: глубина выемок, число и расположение лопастей, долей сегментов. Согласно первому признаку выделяют листья лопастные (выемки не доходят до половины ширины полупластинки), отдельные (выемки глубже половины ширины полупластинки, но не доходят до средней жилки), рассеченные (выемки доходят до средней жилки). Выступающие части лопастных листьев называют лопастями, отдельных – долями, рассеченных – сегментами.

Лопастные, отдельные, рассеченные листья в зависимости от количества лопастей, долей, сегментов могут быть двулопастные, трехлопастные, четырехлопастные и т.д., двуотдельные, трехотдельные, четырехотдельные и т.д., дурассеченные, трехрассеченные, четырехрассеченные и т. д. В зависимости от расположения лопастей, долей, сегментов выделяют пальчатолопастные, пальчаторотдельные, пальчаторассеченные и перистолопастные, перисторотдельные, перисторассеченные листья.

Пальчатолопастные листья имеют лопасти, расположенные по периферии листа, средние жилки которых сходятся к главной жилке. У

перистолопастных листьев лопасти располагаются по обеим сторонам пластинки и жилки лопастей направлены к главной жилке. Аналогично расположены доли и сегменты у пальчатораздельных, пальчаторассеченных и перистораздельных, перисторассеченных листьев.

Материал и оборудование.

1. Морфологические коллекции “Формы листовой пластинки по общему очертанию” и “Типы расчленения простого листа”, “Типы жилкования”, “Форма края листовой пластинки”, “Типы сложных листьев”.

2. Линейки.

3. Учебники.

4. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать: формы листовой пластинки по общему очертанию; типы расчленения простого листа; формы края листовой пластинки; типы жилкования; типы сложных листьев.

Пояснение к заданию. С разнообразием форм листовых пластинок по общему очертанию познакомиться по морфологической коллекции, в которой смонтированы листья травянистых и древесных растений из дикорастущей флоры окрестностей биостанции (рис. 33). Анализируя коллекцию, обратить внимание на соотношение размеров длины и ширины листовой пластинки и на положение наибольшей ширины. Оформить результаты удобнее в виде таблицы.

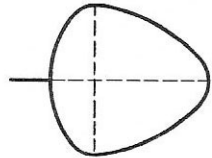
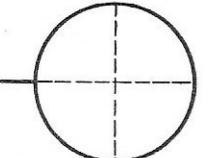
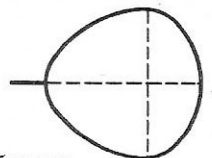
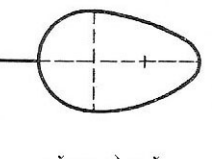
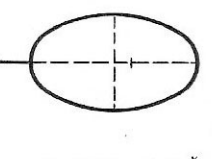
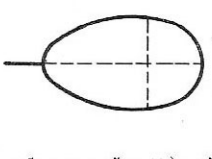
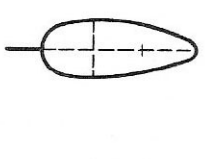
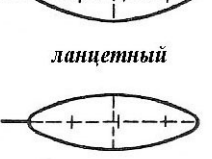
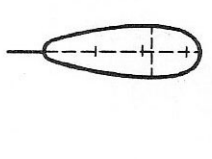
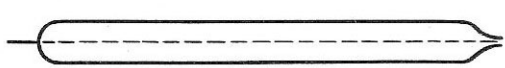
	Наибольшая ширина находится ближе к основанию листа	Наибольшая ширина находится посередине листа	Наибольшая ширина находится ближе к верхушке листа
Длина равна ширине или превышает ее очень мало	 широкояйцевидный	 округлый	 обратно-широкояйцевидный
Длина превышает ширину в полтора-два раза	 яйцевидный	 эллиптический	 обратнояйцевидный
Длина превышает ширину в три-четыре раза	 узкояйцевидный	 ланцетный	 обратно-узкояйцевидный
Длина превышает ширину более чем в пять раз	 линейный		

Рис.33. Формы листовой пластинки по общему очертанию (из Воронина, 1972)

Рисунки сделать в виде схем, при этом обязательно отметить вспомогательными линиями длину и ширину листовой пластинки и положение наибольшей ширины. Указать изученные виды растений.

Многообразие форм расчленения простого листа тоже представлено в морфологической коллекции (рис. 34). Внимательно ее изучить. Учитывая глубину выемок, а также число и расположение лопастей, долей, сегментов, определить и обосновать тип расчленения листовой пластинки у каждого представителя. Результаты оформить в альбоме в виде таблицы.

		Тройчато-	Пальчато-	Перисто-
Простые листья	Лопастной (менее чем до половины ширины полуластинки)			
	Раздельный (глубже половины ширины полуластинки)			
	Рассеченный (до основания)			

Рис. 34. Типы расчленения простого листа (из Воронина, 1972 с изменениями)

В основу классификации листьев по форме края листовой положены признаки: форма выступов и форма выемок (рис. 35). Согласно этим признакам выделяют листья цельнокрайние, зубчатые, двоякозубчатые, пильчатые, двоякопильчатые, городчатые, выемчатые, волнистые, ресничатые, волосистые, шиповатые и др.

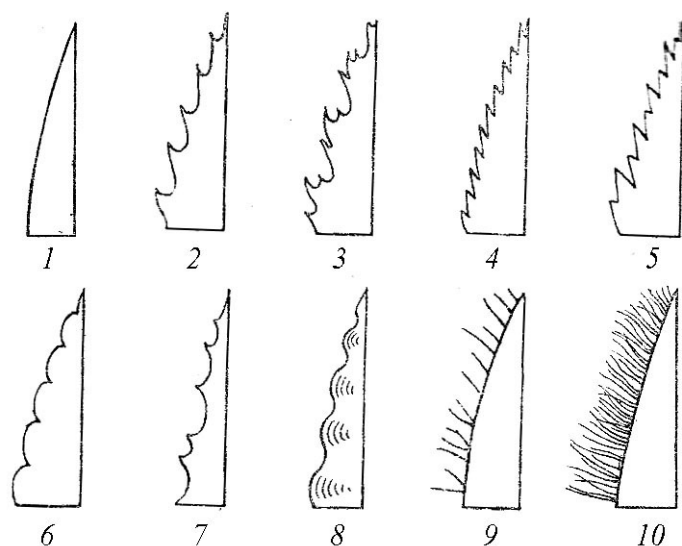


Рис.35. Формы края листовой пластинки: 1-цельнокрайний; 2- зубчатый; 3- двоякозубчатый; 4-пильчатый; 5-двойкопильчатый; 6-городчатый; 7- выемчатый; 8-волнистый; 9-ресничатый; 10-волосистый (Из Федорова и др., 1956)

Цельнокрайний лист не имеет ни выступов, ни выемок. Зубчатый лист – это такой лист, у которого выступы в виде зубчиков, поперечно или вперед направленных, а выемки закругленные. Если на зубчиках первого порядка имеются в свою очередь еще более мелкие зубчики, то лист называют двоякозубчатым.

Пильчатый лист - это такой лист, у которого выступы в виде острых зубчиков, поперечно или вперед направленных, и выемки тоже острые. По аналогии с зубчатым краем листа могут быть двойкопильчатыми. Городчатый лист имеет округлые выступы и острые выемки, выемчатый – округлые выемки и острые выступы, причем зубцы не выражены или слабо выражены.

У волнистых листьев ткань пластинки листа по краю разрастается сильнее срединной части, вследствие чего он волнообразно изогнут. Ресничатый лист имеет по краю редкие длинные волоски – реснички. У волосистого листа волоски по краю листовой пластинки густо расположены. Шиповатый лист имеет край с тонкими иголочками или шипиками. Кроте

того край листовой пластинки может быть курчавым, завернутым, окаймленным и т.д.

В основу классификации листьев по типам жилкования положены два признака: расположение боковых жилок и способы их прохождения и окончания в листовой пластинке (рис. 36). По расположению листовых жилок различают листья перистонервные и пальчатонервные. Перистонервные листья имеют одну главную жилку, от которой под определенным углом отходят боковые жилки. Пальчатонервные листья имеют одну главную жилку и одну или несколько пар лучеобразно расходящихся боковых жилок.

Боковые жилки проходят и оканчиваются в листовой пластинке неодинаково. По этому признаку различают крабежное, сетчатое и петлевидное жилкование. При крабежном жилковании боковые жилки доходят до края пластинки листа или даже выступают за край в виде остей или щетинок. При сетчатом жилковании боковые жилки, не доходя до края листа, многократно ветвятся, и эти многочисленные разветвления и эти многочисленные разветвления соединяются между собой, образуя сетку без отдельных петель. При петлевидном жилковании боковые жилки, не доходя до края листа, заворачиваются кверху и присоединяются к вышележащей боковой жилке, образуя петлю. При этом жилки вдоль края образуют все уменьшающиеся петли, которые заметно выделяются из остальной сети более тонких жилок.

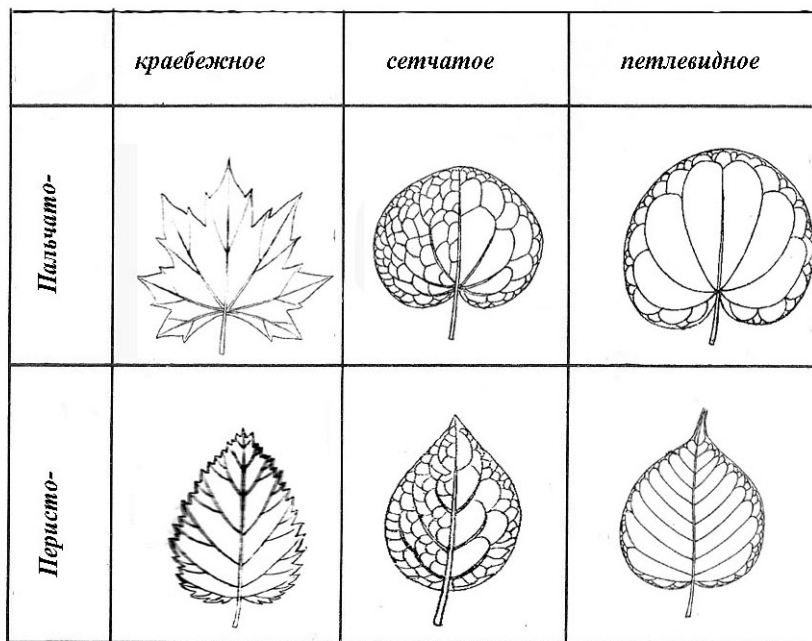


Рис.36. Типы жилкования листьев (из Федорова и др., 1956)

Перечисленные типы жилкования свойственны как пальчатонервным, так и перистонервным листьям. Поэтому в современной морфологии выделяют следующие типы жилкования: перисто-краебежное, перисто-сетчатое, перисто-петлевидное, пальчато-краебежное, пальчато-сетчатое, пальчатопетлевидное, параллельнонервное и дугонервное. При параллельнонервном и дугонервном жилковании в пластинку из черешка входит сразу несколько жилок одинаковой толщины (все они называются главными), которые сходятся у ее верхушки. При этом, если жилки проходят в листовой пластинке параллельно друг другу, жилкование называют параллельнонервным. Если жилки располагаются дугообразно, то жилкование называют дугонервным.

Сложный лист состоит из нескольких листовых пластинок, называемых листочками, сидящих на собственных черешочках. Черешочки в местах прикрепления к общему черешку имеют особые сочленения. Поэтому в сложном листе листовые пластинки обычно опадают независимо друг от друга. У простых листьев таких сочленений нет и они опадают целиком. Таким

образом, основными частями сложного листа является черешок, черешочки и листочки.

По числу листочков и их расположению на общем черешке сложные листья бывают тройчатыми, пальчатыми, парноперистыми, непарноперистыми, прерывчато-перистыми, дважды-триждыперистыми, многократноперистыми и т.д. Тройчатый лист - наиболее простой из сложных листьев. Он состоит из трех листочков. Пальчатосложный лист состоит из большого числа листочков, которые расходятся радиально от общего черешка. Перистосложный лист тоже состоит из большого числа листочков, которые расположены по обеим сторонам от общего черешка.

Если на верхушке общего черешка перистосложного листка по бокам расположены два листочка, то такой лист называют парноперистосложным. Если общий черешок заканчивается одним листочком, то такой лист называют непарноперистосложным. Прерывчато-перистосложный лист состоит из крупных листочков, чередующихся с мелкими. Часто черешочки заканчиваются не отдельными простыми листочками, а пальчатосложной или перистосложной пластинкой. Такого рода листья называются соответственно дваждыперистосложными и дваждыпальчатосложными, а в случаях еще большего расчленения - многократносложными.

Пояснение к заданию. С многообразием листьев по форме края листовой пластинки, типам жилкования и типам сложных листьев познакомиться по морфологическим коллекциям, в которых смонтированы листья древесных и травянистых растений окрестностей биостанции. Внимательно рассмотреть коллекции, обратить внимание на основные признаки, которые положены в основу классификации листьев, определить и обосновать их тип. В альбоме сделать рисунки с указанием изученных видов растений.

При зарисовке формы края листовой пластинки рисунки делать в виде схем, причем зарисовать только половину пластинки (лучше правую). При

изучении типов жилкования зарисовать лист с нижней стороны, где жилки просматриваются более четко. Типы сложных листьев иллюстрировать детальными рисунками.

Вопросы

1. Дать определение листу как боковому органу.
2. Какие функции выполняет лист?
3. Из каких частей состоит типичный лист покрытосеменных растений?
4. Какие признаки положены в основу классификации простых листьев по общему очертанию?
5. Какие существуют формы листовых пластинок по общему очертанию, согласно этой классификации?
6. Какой лист называют округлым, яйцевидным, продолговатым? Дать определение?
7. Какие признаки положены в основу классификации простых листьев по типам расчленения?
8. Какие существуют типы листьев по степени расчленения их листовой пластинки?
9. Какой лист называют тройчатолопастным, пальчатораздельным, перисторассеченным? Дать определение, привести примеры.
10. Какие признаки положены в основу классификации листьев по форме края листовой пластинки?
11. Какие существуют типы листьев по форме края листовой пластинки?
12. Какой лист называют цельнокрайним, зубчатым, перистым? Дать определение, привести примеры.
13. Какие признаки положены в основу классификации листьев по типам жилкования?
14. Какие типы жилкования встречаются у листьев?

15. Какое жилкование называют перисто-краебежным, перисто-сетчатым, перисто-петлевидным, пальчато-краебежным, пальчато-сетчатым, пальчато-петлевидным? Дать определение, привести примеры.
16. Что представляют собой жилки листа?
17. Можно ли по жилкованию листьев отличить однодольные растения от двудольных?
18. Какие листья называют сложными?
19. Какие существуют типы сложных листьев?
20. В чем отличие пальчатосложного листа от перистосложного?
21. Чем обусловлено большое разнообразие морфологических признаков листа?
22. Какие растения называют листопадными, а какие – вечнозелеными? Примеры.
23. Что собой представляет листопад? В чем его биологическое значение?
24. Какие процессы происходят в листе перед листопадом?

Морфология корня

Корень – основной вегетативный орган растений. Это осевой орган, обладающий радиальной симметрией, растущий неограниченно долго своей верхушкой, прикрытое чехликом, и не несущий на себе никаких других боковых органов. Главная функция корня – поглощение воды и минеральных веществ. Кроме основной функции корень выполняет и другие: прикрепление к субстрату, синтез различных веществ, отложение запасных веществ.

По происхождению выделяют главный корень, боковые и придаточные корни. Главный корень развивается из зародышевого корня семени и обладает положительным геотропизмом. Придаточные корни возникают, как

правило, эндогенно, на гипокотиле, нижних междоузлиях стебля (стеблеродные придаточные корни), листьях, реже на старых участках корней – (корнеродные придаточные корни). Боковые корни возникают всегда эндогенно в результате ветвления главного и придаточных корней. Боковые и придаточные корни не обладает, как правило, положительным геотропизмом, поэтому могут расти в горизонтальном направлении и "даже вертикально вверх.

Корневая система – это совокупность всех корней растений. Она бывает разных типов в зависимости от характера развития главного, боковых и придаточных корней. Стержневая корневая система представлена главным и боковыми корнями разных порядков, причем главный корень хорошо развит и по размерам резко отличается от менее развитых боковых корней (ярутка, клевер). У ветвистой корневой системы главный корень не выделяется по степени своего развития из остальной массы боковых или придаточных корней (деревья, кустарники). Мочковатая корневая система представлена придаточными и боковыми корнями. Главный корень либо развит очень слабо, либо рано отмирает, как обычно уже в первый вегетационный период. Основную массу корней образуют придаточные корни. Мочковатая корневая системе характерна для представителей семейства злаковых и осоковых, а также луковичных растений.

При описании типов корневых систем в зависимости от происхождения корней существует другая терминология. Корневая система может быть представлена системой главного корня или системой главного корня и системой придаточных корней, или системой придаточных стеблеродных корней.

Видоизменения корня очень разнообразны. К ним относятся корнеплоды, корневые шишки, втягивающие корни, воздушные корни, дыхательные корни, ходульные корни, столбовидные корни, корни присоски.

Материал и оборудование

1. Гербарий «Типы коревых систем и видоизменения корня».
2. Комнатные растения :монстера и хлорофитум.
- 3.Учебники, таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать : 1. Основные типы коревых систем: стержневая, мочковатая, ветвистая. Отметить главный, боковые и придаточные корни.

2. Основные метаморфозы корня: втягивающие корни, воздушные, корни-присоски, корневые шишки, корнеплоды. Обозначить основные части корнеплода («головка», «шейка», собственно корень), указать их происхождение. Отметить различия в строении корнеплодов моркови и свеклы.

Пояснение к заданию. Изучение типов корневых систем и видоизменения корня нужно начать с анализа гербария, где смонтированы корневые системы и метаморфозы корней у разных видов растений окрестностей биостанции. Необходимо определить типы корней, образующих ту или иную корневую систему и сделать рисунки с обозначением морфологических структур, указанных в задании. Дать точное определение каждому типу корневой системы, указать изученные виды растений.

При изучении метаморфозов корней помимо морфологической коллекции использовать комнатные растения с воздушными корнями. Зарисовать изученные объекты, сделать соответствующие обозначения и описать их.

Вопросы

1. В чем заключаются различия в морфологической структуре корнеплодов моркови, свеклы и репы?
2. Почему морковь и петрушку называют корнеплодами флоэмного типа, а редьку и репу – ксилемного?
3. Чем различаются воздушные и дыхательные корни?
4. Какое значение имеют ходульные, воздушные и втягивающие корни?
5. Какие известны типы симбиоза с корнями высших растений?

Занятие 12

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ ЦВЕТКА

Литература: Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, С. 387-402; 1988, С. 359-374.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1981, С.123-127, 134-137.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т. I, С. 321-331, 349-355.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике. Высшие растения. М., 1987, С. 57-63.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 406-421.

Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. М.-Л., 1975, С. 7-16, 29-35, 38-51.

Цель работы: Познакомиться с морфологическим строением цветка, составлением формул и диаграмм цветков.

Цветок – репродуктивный орган покрытосеменных растений. Он служит для образования спор, гамет и полового процесса, в результате которого формируется семя и плод.

Цветок состоит из околоцветника, андроцея и гинецея. Околоцветник может быть простым и двойным. Простой околоцветник называют чашечковидным, если его листочки зеленые (*манжетка, крапива*) и венчиковидным, если его листочки ярко окрашены и похожи на лепестки (*тюльпан*).

Двойной околоцветник дифференцирован на чашечку и венчик. Листочки чашечки называют чашелистиками, а венчика – лепестками. Чашечка

может быть сростнолистной и раздельнолистной, а венчик – сростнолепестным (спайнолепестным) и раздельнолепестным. Лепестки венчика имеют разную форму, размеры, окраску. Многообразие форм цветков, по существу, связано с огромным разнообразием строения венчика.

Андроцей – совокупность тычинок. Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника, в гнездах которого формируются пыльцевые зерна. Гинецей – совокупность плодолистиков, образующих пестик. Пестиков в цветке может быть один или несколько. Пестик состоит из завязи, в которой развиваются семяпочки, столбика и рыльца.

Цветок может быть актиноморфным и зигоморфным. Актиноморфный, или правильный, цветок имеет несколько плоскостей симметрии (*герань, гравилат*). Зигоморфный или неправильный цветок имеет одну плоскость симметрии (*фиалка, аконитум*). Если через цветок нельзя провести ни одной плоскости симметрии, то его называют ассиметричным (*валериана, канна*).

В зависимости от расположения частей цветка на цветоложе выделяют несколько типов цветков. В циклическом, или круговом, цветке все части цветка расположены мутовками по кругу (*саранка, редька*). В ациклическом все части цветка расположены по спирали (адонис). В гемициклическом или полукруговом, цветке одни части цветка (чаще всего тычинки и пестики) расположены по спирали, а другие (чашелистики и лепестки) – по кругу (*лютик*).

Цветок называют полным, если он содержит все составные части: околоцветник, андроцей, гинецей. Если какая-нибудь из них отсутствует, цветок называют неполным. Цветок, не имеющий околоцветника, называют голым (*ива*), не имеющий тычинок – пестичным, или женским (*огурец*), не имеющий развитого гинецея – тычиночным, или мужским (*кукуруза*). В отличие от однополых, цветки, содержащие и андроцей, и гинецей, называют обоеполыми. Растения с раздельнополыми цветками делятся на однодомные и двудомные. У однодомных растений тычиночные и

пестичные цветки формируются на одном и том же растении (*осоки, кукуруза*). У двудомных растений на одних экземплярах развиваются только пестичные цветки, на других – только тычиночные (*тополь, конопля*).

Строение цветка можно выразить в виде формулы и диаграммы. При составлении формул используют буквенные обозначения латинских названий частей цветка: *P* – простой околоцветник (*perigonium*), *K* – чашечка (*calyx*), *C* – венчик (*corolla*), *A* – андроцей (*androecium*), *G* – гинецей (*gynoecium*). Число членов каждого круга обозначают цифрой, которая ставится справа от буквы. Если число членов большое и неопределенное, вводят знак бесконечности (∞). Знаком "плюс" (+) отмечают, что одноименные члены цветка располагаются в разных кругах. Запятой разделяют различающиеся между собой члены одного круга. Круглыми скобками обозначают срастание одноименных членов. Положение верхней завязи отмечают чертой под цифрой, соответствующей числу плодолистиков, а положение нижней завязи – чертой над цифрой. В начале формулы ставят значок, обозначающий характер симметрии цветка: актиноморфность показывают звездочкой (*), зигоморфность – стрелкой (\uparrow). Для обозначения пола цветков используют знаки: для тычиночных – ♂, для пестичных – ♀, для обоеполых – .

Примеры формул

*K₅C₅A_∞G_∞ – лютик ядовитый,

\uparrow K₍₅₎C_(2,3)A₄G(2) – льнянка обыкновенная.

Диаграмма цветка показывает закономерности взаимного расположения его частей. Диаграмма представляет собой схематическую проекцию на плоскость поперечного сечения цветка, его кроющего листа и оси материнского побега. Для обозначения отдельных частей цветка приняты условные обозначения: для чашелистиков - скобки с килем (обычно заштрихованные), для лепестков - круглые скобки, для тычинок - поперечный разрез нераскрывшегося пыльника, для гинецея - поперечный разрез завязи, для кроющего листа и прицветников – зачерченные скобки с килем. Диаграмму принято ориентировать так, чтобы ось была расположена вверху, а кроющий

лист внизу. В циклических цветках члены каждого круга обычно чередуются с членами соседних кругов. Сросшиеся элементы на диаграмме соединяют линиями.

Материал и оборудование

1. Цветок примулы (живой).
2. Цветок гороха (спиртовой).
3. Бинокулярные лупы.
4. Препаровальные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки.
5. Цветущие комнатные растения.
6. Учебники, методические руководства.
7. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать:

1. Строение цветка *примулы* (*Primula obconica* Hance.). Обозначить части цветка, записать формулу, вычертить диаграмму. Дать полную морфологическую характеристику цветка.

2. Строение цветка *гороха* (*Pisum sativum* L.). Обозначить флаг, крылья, лодочку, двубратственный андроцей, гинецей. Составить формулу и диаграмму. Дать полную морфологическую характеристику цветка.

Пояснение к заданию. Внимательно рассмотреть внешнее строение цветка примулы. Обратит внимание на актиноморфность цветка, число кругов в цветке, численность каждого круга, взаимное расположение членов разных кругов по отношению друг к другу, степень срастания чашелистиков и лепестков. Затем приступить к препарированию цветка. Для этого проделать следующие последовательные операции: иглой проколоть среднюю часть чашелистика, вскрыть чашечку, венчик, развернуть цветок, оголить завязь и андроцей, разместить на препаровальном стекле, осторожно расправив все части цветка. Познакомиться со строением андроеца и гинецея под

бинокулярной лупой. Обратить внимание на положение завязи, форму столбика и рыльца, размер и форму тычиночных нитей, срастание их с лепестками венчика.

Полученный препарат осторожно покрыть сверху препаровальным стеклом и использовать его для выполнения рисунка. Рисунок должен содержать общий вид строения цветка и сопровождаться обозначением основных частей цветка. Составить формулу цветка, вычертить диаграмму. Полную морфологическую характеристику цветка дать согласно следующему плану: симметрия цветка; расположение частей цветка на цветоложе; характер околоцветника; форма цветоложа; число, форма, окраска, срастание чашелистиков и лепестков; число, строение, расположение по отношению к околоцветнику, срастание тычинок; длина и форма тычиночной нити; число пестиков и плодолистиков; положение завязи, число гнезд в ней; форма и расположение столбика и рыльца.

Изучая цветок гороха, необходимо осторожно отделить от цветоложа чашечку и все лепестки венчика, разложить и расправить их на препаровальном стекле. Вскрыть тычиночную трубку, развернуть ее и найти одну свободную тычинку. Обратить внимание на мотыльковый тип строения венчика, форму, размер лепестков, прикрепление тычинок, срастание их тычиночными нитями, форму завязи и рыльца. Зарисовать общий вид строения цветка с обозначением всех структур, указанных в задании, записать формулу и диаграмму цветка. Полную морфологическую характеристику дать согласно вышеизложенному плану.

Вопросы

1. Что такое цветок? Определение, функции.
2. Каковы части цветка? Их морфологическая природа и функции.
3. Каково происхождение цветка?
4. Какие части цветка стеблевого происхождения, а какие – листового?
5. Что такое цветоложе? Его типы, примеры.
6. Каково строение околоцветника? Его типы, примеры.

7. Что такое полный и неполный цветок?
8. Какие существуют типы венчика? Каковы функции и происхождения венчика?
9. Чем обусловлена окраска лепестков венчика?
10. Какие существуют типы чашечек и какие функции они выполняют?
11. Какие части цветка называют фертильными?
12. Какие части цветка называют мужскими, а какие – женскими?
13. Какие растения называют однодомными, а какие двудомными?
14. Какие цветки называют актиноморфными, а какие – зигоморфными?
15. В чем принципиальное отличие циклических, ациклических и гемицеклических цветков?
16. Что такое формула цветка? Какие условные обозначения приняты для ее составления?
17. Что такое диаграмма цветка? Какие условные обозначения используются?
18. Как отражают в формуле и диаграмме срастание частей цветка между собой?
19. Почему у покрытосеменных растений процесс оплодотворения называется «двойным оплодотворением»?
20. Как осуществляется двойное оплодотворение?
21. Что такое опыление? Какие известны типы опыления?
22. При помощи каких агентов переносится пыльца?
23. Каковы особенности строения цветка самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся растений?

Занятие 13
МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ
АНДРОЦЕЯ

Литература: Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, С. 402-410; 1988, С. 374-382.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1981, С.128-131.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т. I, с. 331-337.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике. Высшие растения. М., 1987, С.63-68.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 421-430.

Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. М.-Л., 1975, с. 17-21, 51-71.

Цель работы: Познакомиться с разнообразием внешнего строения андроцея, анатомическим строением пыльника и типами его вскрывания.

Андроцей – это совокупность тычинок или микроспорофиллов, т.е. видоизмененных листьев, выполняющих функцию образования микроспор. Тычинка состоит из тычиночной нити, пыльника и связника. При помощи тычиночной нити тычинка прикрепляется к цветоложу. Форма и величина нити разнообразны. Она может быть округлой (*яблоня*), уплощенной (*лук*), может ветвиться и иметь боковые выросты (*клещевина*). Тычиночные нити в цветке могут быть короткими (*фиалка*) или длинными (*рожь*), одинаковыми по своей величине (*шиповник*) или разными (*льнянка*).

Количественно андроцей может быть представлен одной (*канна*), двумя (*сирень*) и бесконечным множеством тычинок (*купальница*). Располагаются

тычинки на цветоложе циклически в один или несколько кругов (*тюльпан*), реже – по спирали (*лютик*). Тычинки могут быть в цветке свободными (*редька*) или сросшимися (*чина*). Срастание может идти тычиночными нитями (*вика*), пыльниками (*подсолнечник*), одновременно тычиночными нитями и пыльниками (*тыква*). Иногда тычинки срастаются со столбиком пестика (*орхидные*) или лепестками сростнолепестного венчика (*примула*). Если все тычинки срастаются тычиночными нитями, андроцей называют *однобратственным*. Если одни тычинки срастаются, а другие остаются свободными, андроцей называют *двубратственным* (*горох*).

Пыльник состоит из двух половинок – тек, соединенных связником, в каждом из них по 2 пыльцевых гнезда, в которых и развиваются пыльцевые зерна. Форма и величина пыльников разнообразна. В связнике находится проводящий пучок, идущий из тычиночной нити. Пыльник называют неподвижным, если тычиночная нить прикрепляется к основанию связника (*картофель*), и качающимся, если нить прикрепляется к середине связника (*злаковые*).

Пыльцевое зерно (мужской гаметофит) имеет две оболочки: наружную – толстую, часто снабженную выростами – экзину и тонкую внутреннюю – интину. Зрелая пылинка – это двух- или трехклеточное образование. Размер и форма пыльцевого зерна, характер поверхности экзины являются признаками, постоянными для вида, что находит широкое применение в практике споро-пыльцевого анализа.

В зависимости от расположения гнезд в пыльнике и способа разрастания связника выделяют несколько типов вскрывания пыльника. Пыльники могут вскрываться дырочкой (*грушанка*), клапаном (*барбарис*) и щелью. Щель может проходить в поперечном направлении (*манжетка*), но чаще – в продольном (*тюльпан*). Если продольная щель вскрывающегося пыльника проходит по его внутренней стенке и обращена внутрь цветка к гинецею, то такой пыльник называют *интрорзным* (*василек*), если по его наружной стенке, обращенной от гинецея – *экстрорзным* (*касатик*). Если щель

занимает боковое положение на стенке пыльника, то такой тип вскрывания называют латрорзным (*саранка*). Тычинки с редуцированными пыльниками, не дающие пыльцы, называют стаминодиями. Они часто приобретают своеобразную функцию нектарников (*водосбор, аконитум*).

Материал и оборудование

1. Цветки грушанки (распаренные), примулы, амариллиса (живые), картофеля, лилейника (спиртовые).
2. Постоянный препарат поперечного среза пыльника амариллиса.
3. Гербарные образцы изучаемых растений.
4. Коллекция пыльцы цветковых растений окрестностей биостанции.
5. Микроскопы.
6. Бинокулярные лупы.
7. Препаровальные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки.
8. Цветущие комнатные растения.
9. Учебники, методические руководства.
10. Таблицы.

Задание

1. Рассмотреть, зарисовать и дать характеристику строения андрогцея цветков *грушанки* (*Pyrola rotundifolia* L.), *примулы* (*Primula obconica* Hance), *лилейника* (*Heimerocallis fulva* L.), *картофеля* (*Solanum tuberosum* L.).
2. Рассмотреть и зарисовать поперечный срез пыльника и строение пылинки *амариллиса* (*Amaryllis* L.). Обозначить эпидермис, фиброзный и средние слои, тапетум, связник, пыльцевое гнездо, пыльцевое зерно.

Пояснение к заданию. С многообразием строения андрогцея познакомиться на примере цветков грушанки, примулы, лилейника, картофеля и подсолнечника. Последовательно перенести цветки на препаровальное стекло, расправить и вскрыть его околоцветник, отпрепарировать андрогцей и

самостоятельно проанализировать особенности его строения. Обратить внимание на число тычинок, их расположение по отношению к околоцветнику, прикрепление к цветоложу или трубке венчика, срастание, длину и форму тычиночной нити и тип вскрывания пыльника.

Для правильного определения способа вскрывания пыльника необходимо проанализировать пыльник под бинокулярной лупой на разных этапах формирования цветка. Для этого необходимо сравнить строение вскрывшегося и невскрывшегося пыльника, изучая цветок зрелым и в бутоне. В альбоме зарисовать по одной тычинке у каждого вида и сделать обозначения. Краткую характеристику строения андроеца дать по плану согласно его признакам, изложенным выше.

Изучение анатомического строения пыльника начать с анализа его поперечного среза (постоянный препарат) под бинокулярной лупой (рис. 37) . Обратить внимание на общее очертание пыльника, количество гнезд в нем, их расположение. При изучении препарата под микроскопом (малое и большое увеличение) внимательно рассмотреть строение многослойной стенки пыльника и особенности клеток каждого слоя. Обратить внимание на степень выраженности тапетума. Его отсутствие или присутствие говорит о степени зрелости пыльника. Анализируя строение пыльцевого зерна, обратить внимание на размер и форму, строение экзины, число ядер, интенсивность окраски пыльника.

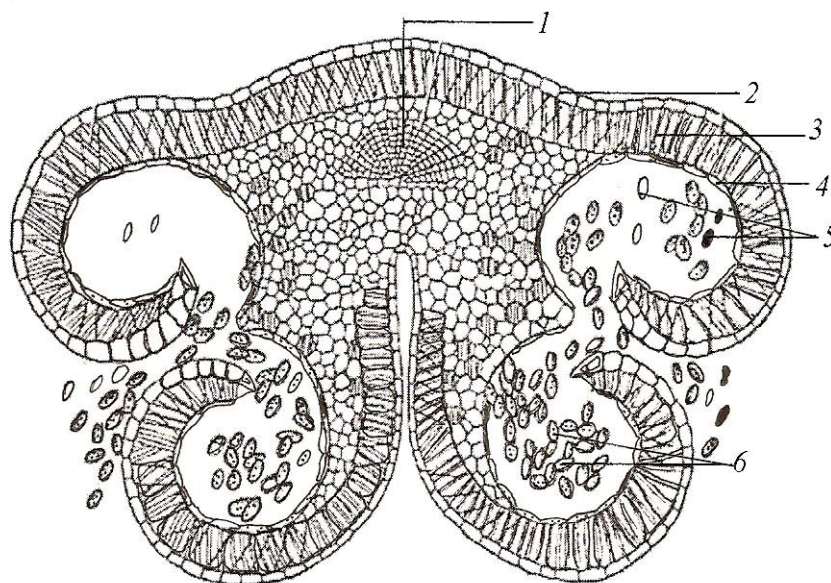


Рис. 37. Поперечный срез пыльника амариллиса: 1-проводящий пучок связника; 2- эпидермис; 3-фиброзный слой; 4-тапетум; 5-стерильные пыльцевые зерна; 6-фертильные пыльцевые зерна

На рисунке отразить общие контуры всего пыльника, а в деталях лишь одно пыльцевое гнездо. Обозначить все морфологические структуры, указанные в задании. В контрольных микроскопах посмотреть строение пыльцы у разных видов комнатных растений и цветковых растений окрестностей биостанции.

Вопросы

1. Как называют совокупность тычинок?
2. Каково строение тычинки?
3. Какой формы может быть тычиночная нить?
4. Что такое тека и что такое гнездо?
5. В чем различие между однобратственным, двубратственным и многобратственным андроцеом?
6. Каково строения пыльника?
7. Какие ткани составляют гнезда пыльника? Их функции.
8. Какие приспособления для вскрывания имеет стенка пыльника?

9. как называется процесс образования микроспор в гнездах пыльника?
10. Каково строение пыльцы (пыльцевого зерна)?
11. Чем отличается пыльцевое зерно от микроспоры?
12. В чем заключается сходство и различие пыльцевых зерен у разных видов растений?

Занятие 14

ТИПЫ ГИНЕЦЕЯ И ПЛАЦЕНТАЦИИ.

ТИПЫ ЗАВЯЗЕЙ И ЦВЕТКОВ.

СТРОЕНИЕ СЕМЯПОЧКИ.

Литература: Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, С. 410-424; 1988, С. 382-395.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1981, С.131-134.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т. I, С. 337-349.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике. Высшие растения. М., 1987, С. 64-68.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 430-444.

Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок. М.-Л., 1975, С. 21-24, 71-87.

Цель работы: Познакомиться с основными типами гинецея и плацентации, типами завязи и цветков, строением семязачатка и зародышевого мешка.

Гинецей – это совокупность плодолистиков, или мегаспорофиллов, образующих один или несколько пестиков. Пестик состоит из завязи, в

которой развиваются семяпочки, столбика и рыльца, воспринимающего пыльцу. Если столбик не развит, рыльце называют сидячим. Рыльце бывает цельным, лопастным, перистым, нитевидным и др. Место прикрепления семяпочки к стенке завязи называют плацентой, а расположение внутри завязи плацент – плацентацией.

Выделяют несколько типов гинецея и плацентации. Гинецей, образованный одним или несколькими несросшимися плодолистиками, называют апокарпным (*лютик, горох*). Если плаценты расположены по брюшному шву, плацентацию называют краевой, если они приурочены к средней жилке – спинной, а если находятся на боковых сторонах плодолистика – ламинальной.

Гинецей, образованный несколькими сросшимися плодолистиками, называют ценокарпным. В зависимости от того, как срастаются плодолистки, ценокарпный гинецей может быть синкарпным, паракарпным и лизикарпным. В синкарпном гинецее плодолистки срастаются своими завернутыми краями, т.е. боковыми поверхностями, доходящими до центра завязи и образующими перегородки, делящие завязь на гнезда (*тюльпан*). Плаценты обычно находятся по краям плодолистиков, в центре завязи. Такую плацентацию называют центрально-угловой. Кроме настоящих перегородок, образованных завернувшимися и сросшимися боковыми частями плодолистиков, иногда возникают ложные перегородки, развивающиеся как выросты стенок завязи (*огурец*).

В паракарпном гинецее развернутые плодолистки срастаются своими боковыми краями, так что образуется одногнездная завязь (смородина). В этом типе гинецея семяпочки располагаются по всей внутренней поверхности плодолистиков. Такой тип плацентации называют постенным, или париетальным. В лизикарпном гинецее завязь тоже одногнездная (*дрема*). Она возникает в результате разрушения перегородок синкарпного гинецея. Со дна завязи поднимается колонка, представляющая собой остатки краев

плодолистиков, к которой прикрепляются семяпочки. Такую плацентацию называют колончатой, или осевой.

Материал и оборудование

1. Цветки аконитума, фиалки трехцветной, гвоздики (спиртовые).
2. Завязь амаллириса (живая или спиртовая).
3. Гербарные образцы изучаемых растений.
4. Биноккулярные лупы.
5. Препаровальные стекла, иглы, пинцеты, бритвы, салфетки марлевые.
6. Учебники и методические руководства.
7. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать гинецей цветков *аконитума* (*Aconitum excelsior* L.), *фиалки* (*Viola tricolor* L.), *гвоздики* (*Dianthus caryophyllus* L.), *амариллиса* (*Amaryllis* L.). Определить тип гинецея и тип плацентации, дать их характеристику. Проследить эволюцию гинецея.

Пояснение к заданию. Цветок каждого изучаемого вида растения перенести на препаровальное стекло и с помощью двух игл отпрепарировать гинецей. Внимательно рассмотреть его внешнее морфологическое строение, обратив внимание на число пестиков (рис. 38). Определить тип гинецея можно только на срезах завязи. Для этого нужно разрезать ее бритвой в поперечном направлении и изучить под биноккулярной лупой. Обратит внимание на число плодолистиков, образующих гинецей, число гнезд в завязи, число семяпочек и их расположение. Учитывая эти признаки, определить тип гинецея и тип плацентации.

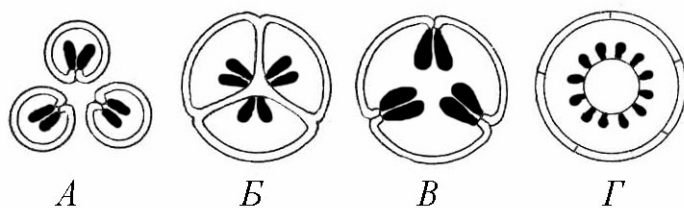


Рис.38. Типы гинецея и плацентации: А- гинецей апокарпный, плацентация краевая (аконитум); Б- гинецей синкарпный, плацентация центральноугловая (амариллис); В-гинецей паракарпный, плацентация париетальная (фиалка); Г- гинецей лизикарпный, плацентация колончатая (гвоздика) (ориг.)

Препарировать цветки можно в любой последовательности, но зарисовывать их в альбоме нужно в строго определенном порядке, придерживаясь эволюции. К рисункам сделать обозначения, указав семяпочки, стенки завязи, перегородки, границы плодолистиков, колонку. Дать определение каждому типу гинецея, указать представителей.

Завязь — это нижняя расширенная часть пестика, в которой формируются семяпочки (семязачатки). В зависимости от положения завязи на цветоложе и по отношению к другим частям цветка выделяют несколько типов завязей. Если завязь не срастается с тычинками и частями околоцветника и расположена свободно на цветоложе так, что все части цветка оказываются прикрепленными к цветоложу ниже ее, такую завязь называют верхней, а цветок — подпестичным (*редька*). Если завязь расположена свободно на дне кувшинчатого образования (гипантия), а остальные части цветка оказываются прикрепленными к его краям выше основания завязи, то такую завязь называют средней, а цветок — околопестичным (*шиповник*). Завязь, сросшуюся с цветоложем и другими частями цветка, называют нижней, а цветок — надпестичным, так как все элементы в таком цветке оказываются прикрепленными к цветоложу на уровне верхушки завязи (груша). Если завязь срастается с цветоложем, тычинками и околоцветником только в нижней своей

части примерно до половины, ее называют полунижней, а цветок – полунадпестичным (*бузина*).

Семяпочка – это мегаспорангий, в котором образуются мегаспоры. Центральную часть семяпочки занимает нуцеллус, который окружен, как правило, двумя интегументами (покровами). Интегументы обрастают нуцеллус не полностью: на вершине семяпочки остается узкий канал – пыльцевход, или микропиле. В нуцеллусе развивается зародышевый мешок. Он состоит из яйцеклетки, двух расположенных рядом с ней синергид, трех клеток – антипод и крупной центральной клетки, образованной в результате слияний двух полярных ядер. Яйцевой аппарат обращен к микропиле, а клетки-антиподы находятся на противоположном халазальном конце.

Семяпочка прикреплена к плаценте семяножкой (фуникулюсом). Выделяют несколько типов семяпочек. Если нуцеллус и микропиле лежат на одной оси с фуникулюсом, семяпочку называют прямой или атропной (*перечные, грицишные*). Семяпочку, повернутую на 180° так, что микропиле и фуникулюс оказываются расположенными рядом, называют обращенной, или анатропной (*лилейные*). Кампилотропная, или односторонне изогнутая, семяпочка характеризуется односторонним разрастанием нуцеллуса и интегументов (*бобовые*).

Материал и оборудование

1. Цветки примулы, жасмина, шиповника, яблони (спиртовые).
2. Постоянный препарат “Поперечный срез завязи амариллиса”.
3. Гербарные образцы изучаемых растений.
4. Бинокулярные лупы.
5. Микроскопы.
6. Препаровальные стекла, иглы, пинцеты, бритвы, марлевые салфетки.
7. Учебники, методические руководства, микрофотографии.
8. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать:

1. Цветок *примулы* (*Primula obconica* Hance), *жасмина* (*Philadelphus* sp.), *шиповника* (*Rosa canina* L.), *яблони* (*Malus silvestris* L.). Определить тип завязи и тип цветка, дать их характеристику.

2. Строение семяпочки цветка *амариллиса* (*Amaryllis* L.). Обозначить семяножку, интегументы, нуцеллус, микропиле, халазу, зародышевый мешок в котором отметить яйцеклетку, синергиды, антиподы, вторичное ядро.

Пояснение к заданию. Тип завязи и тип цветка определяют по взаимному расположению на цветоложе завязи и других частей цветка (рис. 39). Для выполнения задания необходимо перенести цветки предложенных для изучения видов растений в любой последовательности на препаровальное стекло и с помощью бритвы разрезать в продольном направлении. Развернуть обе половинки цветка и аккуратно расправить все части околоцветника и андроея. Обратит внимание на место прикрепления чашелистиков, лепестков и тычинок к цветоложу по отношению к завязи. Проанализировать по этому признаку все цветки, определить и обосновать тип завязи и тип цветка. Зарисовать продольные срезы цветков, соблюдая эволюционный принцип, сделать обозначения и дать описание каждому типу цветка и завязи.

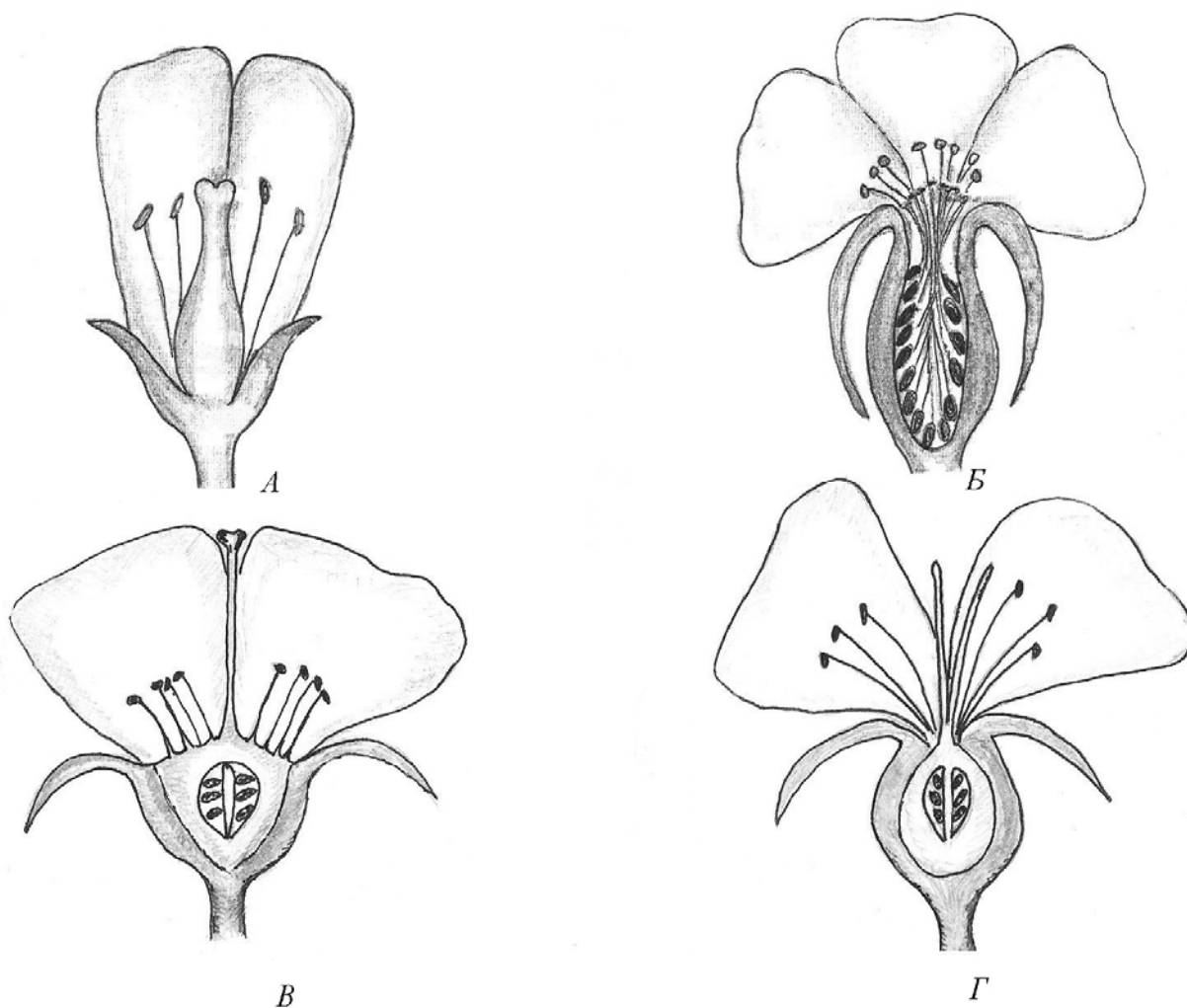


Рис.39. Типы завязей и цветков: А- завязь верхняя, цветок подпестичный (примула); Б- завязь средняя, цветок околопестичный (шиповник); В-завязь полунижняя, цветок полунадпестичный (жасмин); Г- завязь нижняя, цветок надпестичный (примула) (ориг.)

Выполняя второе задание, изучить сначала постоянный препарат поперечного среза завязи амариллиса при малом увеличении микроскопа. Обратить внимание на наличие и число гнезд в завязи, число семязпочек в каждом гнезде и тип плацентации. При большом увеличении изучить внимательно каждую семязпочку, найти семяножку, покровы, микропиле, халазу, зародышевый мешок и его ядра. Определить тип семязпочки. Зародышевый мешок и особенно его ядра просматриваются не во всех семязпочках, так как это объемное образование, уместяющееся на нескольких

срезах. Поэтому, выполняя рисунок, необходимо реконструировать ядра зародышевого мешка с нескольких семяпочек или даже препаратов. Рисунок сделать в виде схемы. Обозначить все морфологические структуры семяпочки, указанные в задании.

Вопросы

1. В чем заключается суть понятий «плодолистик», «гинецей», «пестик»? В чем их отличие?
2. Каково строение пестика?
3. Можно ли назвать тычинки и пестики половыми органами растения?
4. Какие существуют типы завязей по положению в цветке?
5. Какие цветки называю подпестичными, надпестичными, околопестичными, полуннадпестичными?
6. Какие существуют типы гинецея?
7. Что такое апокарпный и ценокарпный гинецей?
8. Какие существуют типы плацентации?
9. Какой тип гинецея у огурца, дыни, томата?
10. Какие трех частей пестика (завязь, столбик, рыльце) может отсутствовать в цветке?
11. Что такое семяпочка? Каково ее строение?
12. Каково строение зародышевого мешка?

Занятие 15

ТИПЫ СОЦВЕТИЙ

Литература: Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, с. 458-471; 1988, С. 295-310.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1981, С.137-140.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т. I, С. 355-358.

Руководство к лабораторным занятиям по морфологии растений [раздел “Соцветие”]. Свердловск, 1979.

Федоров А.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. Л., 1979.

Цель работы: Познакомиться с основными типами соцветий в зависимости от степени облиственности и разветвленности главной оси, строения верхушки главной и боковых осей соцветия.

Соцветием называется система видоизмененных побегов, несущих цветки.

Соцветие имеет главную ось или ось соцветия и боковые оси, которые, в свою очередь, могут быть разветвлены в различной степени. Конечные их ответвления - цветоножки - несут цветки. Оси соцветия делятся на узлы и междоузлия. На узлах осей соцветия располагаются листья и прицветники (брактей), на узлах цветоножки - прицветнички.

Если прицветничков два и расположены они по спирали, то они делят цветоножку на *г и п о п о д и й* (междоузлие между прицветником и прицветничком), *м е з о п о д и й* (междоузлие между двумя прицветничками) и *э п и п о д и й* (междоузлие между верхним прицветничком и цветком).

Соцветие несет в различной степени видоизмененные листья. В зависимости от этого признака различают несколько типов соцветий:

1. *Ф р о н д о з н о е*. Соцветие несет настоящие ассимилирующие листья (вербейник обыкновенный - *Lysimachia vulgaris* L., купена лекарственная - *Polygonatum officinale* All.).
2. *Ф р о н д у л о з н о е*. Соцветие несет зеленые листья, но меньших размеров, чем на вегетативной части побега (сирень обыкновенная - *Syringa vulgaris* L., смородина золотистая - *Ribes aureum* Pursch., колокольчик сибирский - *Campanula sibirica* L.).
3. *Б р а к т е о з н о е*. Верхушечные листья в области соцветия сильно видоизменены и называются брактями или прицветниками (живокость

высокая - *Delphinium elatum* L., грушанка круглолистная - *Pyrola rotundifolia* L.).

4. Э б р а к т е о з н о е . Соцветие лишено листьев и брактеей вследствие их редукции (вика лесная - *Vicia silvatica* L.).

Между этими основными формами соцветий имеется ряд переходных:

1. Ф р о н д о з н о - ф р о н д у л о з н о е . От основания до середины соцветия листья фрондозные, а от середины до верхушки - фрондулезные (марь белая - *Cherodium album* L.).
2. Ф р о н д у л о з н о - б р а к т е о з н о е . У основания соцветие фрондулозное, а у верхушки брактеозное (песчанка длиннолистная - *Arenaria longifolia* Bieb.).
3. Б р а к т е о з н о - э б р а к т е о з н о е . Нижняя часть соцветия несет прицветники, тогда как в верхней части они редуцируются (мединилла величественная - *Melinilla magnifica* Lindl.).

Существенную роль в структуре соцветия имеет строение его верхушки. Верхушка главной оси соцветия может расти неопределенно долго, отчленяя все время боковые элементы соцветия (или снова формирует листья), или она полностью расходуется на конечный цветок, ограничивающий ее дальнейший рост.

В зависимости от этого соцветия разделяют на две большие группы .

З а к р ы т о е , о г р а н и ч е н н о е , о п р е д е л е н н о е , у которого главная ось соцветия заканчивается цветком (барбарис обыкновенный - *Berberis vulgaris* L., чистотел большой - *Chelidonium majus* L., смородина альпийская, - *Ribes alpinus* L., колокольчик раскидистый - *Campanula patula* L.).

1. О т к р ы т о е , н е о г р а н и ч е н н о е , н е о п р е д е л е н н о е , у которого главная ось обладает неограниченным ростом (ландыш майский - *Convallaria majalis* L., пастушья сумка - *Capsella bursa pastoris* (L.) Moench.).

Цветок, заканчивающий соцветие, называется терминальным, верхушечным, цветок, расположенный сбоку от верхушки соцветия, называется латеральным, боковым.

В зависимости от строения верхушки не только главной оси, но и боковых ответвлений Тролля разделяет соцветия на два типа:

1. **М о н о т е л и ч е с к о е**, у которого главная и боковые оси обладают ограниченным ростом, заканчиваются цветком (бурачниковые - Boraginaceae Juss., гвоздичные - Caryophyllaceae Juss., толстянковые - Crassulaceae DC., гераниевые - Geraniaceae Juss., лютиковые - Ranunculaceae Juss., розоцветные - Rosaceae Juss. и др.).
2. **П о л и т е л и ч е с к о е**, у которого главная и боковые оси имеют неограниченный рост, все время отчленивая новые элементы соцветия (маревые - Chenopodiaceae Vent., губоцветные - Lamiaceae Lindl., сложноцветные - Asteraceae Dumort., бобовые Fabaceae Lindl., норичниковые - Scrophulariaceae, крестоцветные - Brassicaceae Burnett и др.).

Зацветание верхушечного и боковых цветков закрытого соцветия

1. **А к р о п е т а л ь н о е**, когда цветки в соцветии раскрываются последовательно от основания к верхушке, но верхушечный цветок обгоняет боковые непосредственно к нему прилегающие (вахта трехлистная - *Menyanthes trifoliata* L.).
2. **Б а з и п е т а л ь н о е**, когда цветки в соцветии раскрываются последовательно от верхушки к основанию (месонопсис ланцетолистный - *Meconopsis lancifolia* Franch ex Prain.).
3. **Д и в е р т е н т н о е**, когда цветки зацветают в средней части соцветия, а затем - последовательно к верхушке и основанию (вербена лекарственная - *Verbena officinalis* L.).

В зависимости от разветвленности главной оси соцветие бывает:

1. **С л о ж н ы м**, если в результате деятельности пазушных меристем образуется сложная система разветвлений.

2. П р о с т ы м, если пазушные меристемы полностью расходуются на формирование боковых цветков с цветоножками.

СЛОЖНОЕ СОЦВЕТИЕ

Сложным называется такого рода соцветие, у которого боковые ответвления главной оси представляют собой более или менее разветвленную систему осей, конечные элементы которых заканчиваются цветком.

Сложное соцветие состоит из главной оси и боковых ответвлений или боковых осей, которые часто называются п а р а к л а д и я м и. Главная ось несет главное соцветие, а каждая боковая ось заканчивается боковым соцветием, которое также называется п а р ц и а л ь н ы м соцветием. Главное и боковое соцветие могут иметь разное строение в зависимости от того, будет ли оно ограниченным или неограниченным, монотелическим или полителическим и т.д.

До настоящего времени во всех предлагаемых классификациях соцветий описание начинают с простых кистевидных форм. Между тем рядом морфологов было показано, что простые соцветия многих современных растений возникли из сложных путем редукции боковых побегов и боковых соцветий до одного цветка, а исходным типом среди сложных соцветий являются сложные ц и м о и д н ы е соцветия, для которых характерно симподиальное ветвление. Особенно убедительно это было показано Троллем в его фундаментальной работе по соцветиям, в котором даны сотни примеров, демонстрирующих в пределах одного таксона переходный ряд от сложного цимоидного соцветия к простому.

Исходя из этого, мы считаем, что описание соцветий, со всей присущей им терминологией, следует начинать со с л о ж н ы х ц и м о -и д н ы х соцветий.

Сложное соцветие может быть м о н о т е л и ч е с к и м или п о л и т е л и ч е с к и м. Сложное монотелическое соцветие, если оно закрытое, на верхушке главной и боковой осей - паракледиев несет терминальный или

верхушечный цветок, который у парциальных соцветий в зависимости от степени их ветвления будет обозначаться соответствующей степенью: терминальный цветок 1,2,3-го порядков. Если монотелическое соцветие открытое, то терминальные цветки имеются только у парциальных соцветий, тогда как на главной оси - редуцируются.

Между терминальным цветком и первой под ним боковой осью или первым паракладием имеется конечное междоузлие, которое на паракладиях в зависимости от степени их ветвления будет обозначаться: конечное междоузлие 1,2,3-го и т.д. порядков. Сложное полителическое соцветие всегда только открытое. Главная его ось заканчивается главным соцветием, паракладии несут боковое или парциальное соцветие, которые в зависимости от степени ветвления паракладия обозначаются соответствующей степенью: боковое или парциальное соцветие 1,2,3-го и т.д. порядков.

Между главным соцветием и первым ответвлением главной оси расположено главное междоузлие, которое на паракладиях будет обозначаться как главное междоузлие 1,2,3-го порядков. Совокупность паракладиев с их соцветиями образует *з о н у о б о г а щ е н и я*.

В зависимости от строения парциальных соцветий, сложные соцветия разделяются на две группы:

1. Соцветия сложные *ц и м о и д н ы е*, с парциальными соцветиями цимойдными.
2. Соцветия сложные *б о т р и о и д н ы е*, с парциальными соцветиями ботриойдными.

Деление соцветий на цимозные (симподиальные) и рацемозные (моноподиальные) не оправдано, так как не отражают истинной картины ветвления соцветия. У цимозных соцветий главная ось и паракладии ветвятся по моноподиальному типу, и лишь парциальные соцветия ветвятся симподиально. Поэтому вместо терминов цимозные и рацемозные следует употреблять термины цимойдные и ботриойдные.

Сложные цимойдные соцветия

Эта группа соцветий представлена тирсом, цимоидом, це-носомой.

Тирсом называется сложное соцветие, у которого паракладии несут парциальные соцветия цимоидного характера. При этом разветвленность паракладиев уменьшается по направлению к верхушке соцветия, придавая тирсу пирамидальную форму. Кроме того, по направлению к верхушке парциальные соцветия обедняются.

Парциальные соцветия тирса могут быть представлены различными цимоидами: завитком (конский каштан обыкновенный - *Aesculus hippocastarum* L.), завитком двойным (бадан толстолистный - *Bergenia crassifolia* L.), извилиной двойной (роджерсия конско-каштанолистная - *Rodgersia aesculifolia* Batal.), дихазием двойным (песчанка длиннолистная - *Arenaria lonrifolia* Bieb.), клубком (марь белая - *Chenopodium album* L.).

В зависимости от строения верхушки главной и боковых осей тирс бывает:

1. М о н о т е л и ч е с к и м, если главная и боковые оси заканчиваются цветком (чернокорень лекарственный - *Cynoglossum officinale* L., незабудка болотная - *Myosotis palustris* Hill.).
2. П о л и т е л и ч е с к и м, если главная и боковые оси соцветия с неограниченным ростом и не заканчиваются цветком (шалфей лекарственный - *Salvia officinalis* L., котовник кошачий *Nepeta cataria* L.).

В зависимости от строения верхушки главной оси соцветия тирс бывает:

1. З а к р ы т ы м, ограниченным, определенным, если верхушка главной оси соцветия заканчивается цветком (скуппия коггирия - *Cotinus coggyria* Scop., синюха голубая - *Polemonium caeruleum* L.).
2. О т к р ы т ы м, неограниченным, неопределенным, если верхушка главной оси соцветия не заканчивается цветками, а продолжает отчленять новые цимоиды (шалфей луговой - *Salvia pratensis* L.).

В зависимости от сложности парциальных соцветий тирс различают:

1. Тирс множественный, п л е й о т и р с, если паракладии сильно разветвлены и цимоиды соцветия располагаются на осях 3-го и более высоких порядков (роджерсия конскокаштановидная - *Rodgeria aesculifolia* Batal.).
2. Тирс двойной, д и т и р с, если цимоиды расположены на осях 2-го порядка (дынное дерево - *Caryca parya* L.).
3. Тирс упрощенный, м о н о т и р с, если цимоиды расположены непосредственно на главной оси соцветия (брифиллум перистый - *Bryophyllum pinnatum* Lam., смолевка поникшая - *Silene nutans* L.).

В зависимости от длины междоузлий главной оси тирс различают: удлинённый (норичник шишковатый - *Scrophularia nodosa* L.) и укороченный (тимьян обыкновенный - *Thymus serpyllum* L.).

В зависимости от длины базального междоузлия паракладия тирс различают:

1. К и с т е в и д н ы й, когда базальная часть паракладиев, несущих цимоиды, удлинена (василистник водосборолистный - *Thalictrum aquilegifolium* L.).
2. К о л о с о в и д н ы й, когда базальная часть паракладиев, несущих цимоиды, почти не выражена (яснотка белая - *Lamium album* L., чистец болотный - *Stachys palustris* L.).
3. Щ и т к о в и д н ы й, когда базальная часть нижних паракладиев, несущих цимоиды, превышает верхние и все парциальные соцветия расположены на одном уровне (лапчатка прямая - *Potentilla recta* L.).
4. З о н т и к о в и д н ы й, если все паракладии располагаются на верхушке главной оси соцветия, вследствие сокращения верхних междоузлий (смолевка плотная - *Silene compacta* Fisch. Ex Hornem.).

5. С е р е ж к о в и д н ы й тирс, у которого паракладии редуцированы, а главная ось свисает, как у сережки (береза бородавчатая - *Betula verrucosa* Ehrh).

6. Г о л о в к о в и д н ы й, если междоузлия главной оси и паракладиев сокращены и парциальные соцветия расположены на верхушке соцветия, имитируя головку (армерия красильная - *Armeria tinctoria* L.).

В зависимости от числа парциальных соцветий тирс бывает сильно разветвленным (зопник клубненосный - *Phlomis tuberosa* L.) и слабо разветвленным (зопник липкий - *Phlomis viscosa* Poir.).

В зависимости от положения в пространстве главной и боковых осей соцветия тирс бывает прямым (конский каштан обыкновенный - *Aesculus Hippocastanum* L.), изогнутым (котовник Мусина - *Nepeta mussinii* Spreng.), свисающим (береза пушистая - *Betula pubescens* Ehrh.), однобоким (бегония борщевиколистная - *Begonia heracleifolia* Cham. Et Schleht), мутовчатым (ясотка белая - *Lamium album* L.), спиральным (Эпимедиум пушконосный - *Epimedium pubigerum* (DC.) Morr. Et Decne).

Цимоид представляет собой закрытый тирс, у которого парциальные соцветия разливаются только в непосредственной близости от верхушечного цветка, тогда как остальные парциальные соцветия редуцированы. В цимоидах первыми раскрываются цветки, заканчивающие оси более низких порядков.

В зависимости от числа парциальных соцветий, возникших под цветками, цимоид бывает:

1. М о н о х а з и й, когда под цветком, завершающим главную ось соцветия, развивается только одно парциальное соцветие (минуарция Гельма - *Minuartia helmii* (Fiscg.) Schischk.).

2. Д и х а з и й, когда под цветком, завершающим главную ось соцветия, развивается два парциальных соцветия (камнеломка дернистая - *Saxifraga caespitosa* L., лихнис сибирский - *Lichnis sibirica* L.).

3. П л е й о х а з и й, когда под цветком, завершающим главную ось соцветия, развивается три и более парциальных соцветий, между которыми междоузлия сильно укорочены (родиола розовая - *Rhodiola rosea* L., очиток едкий - *Sedum acre* L.).

Монохазии могут быть представлены следующими формами:

а) и з в и л и н о й, когда под верхушечным цветком цимоида ответвления повышающегося порядка отходят попеременно вправо и влево (нонея темно-бурая - *Nontia pulla* (L.) DC.);

б) в е е р о м, если все ответвления извилины лежат в одной плоскости (лаперузия рыхлая - *Lapeirousia laxa* (Thunb.);

в) з а в и т к о м, улиткой, когда под верхушечным цветком цимоида ответвления повышающегося порядка отходят только с одной стороны (картофель - *Solanum tuberosum* L.);

г) с е р п о м, если все ответвления в завитке расположены в одной плоскости;

д) к л у б к о м, если все ответвления завитка сильно укорочены (грыжник голый - *Herniaria glabra* L.).

Дихазии встречаются в следующих формах:

а) д и х а з и й д в о й н о й. Когда под цветком, завершающим главную ось соцветия, развивается два парциальных соцветия, в свою очередь, ветвящиеся по типу дихазия (смолевка обыкновенная, - *Silene vulgaris* (Moench) Garcke, ясколка малоцветковая - *Cerastium pauciflorum* Stev. Ex Ser.);

б) з а в и т о к д в о й н о й, когда под цветком, завершающим главную ось соцветия, развиваются два парциальных соцветия завиткового характера (медуница мягчайшая - *Pumonia mollissima* Kerner, герань луговая - *Geranium pratense* L.).

ЦИАТИЙ

Это тип цимоидного соцветия, характерный для молочайных - *Euphorbiaceae* Juss., представляющий собой соцветие с раздельнополыми цветками. Циатий состоит из терминального пестичного цветка,

редуцировавшего из пестичного соцветия, и пяти тычинок, возникших благодаря редукции пяти тычиночных завитковых соцветий (молочай Сегье - *Euphorbia Seguieriana* Neck.). Циатий окружен оберткой, состоящей из кроющих листьев редуцированных парциальных соцветий.

ЦЕНОСОМА

Ценосома представляет собою цимоидное соцветие, у которого оси разных порядков срastaются с главной осью соцветия в результате конкаулесцентно-синдесмических и рекаулесцентно-синдесмических процессов. Этот тип соцветий характерен главным образом для семейства тутовых - *Moraceae* Link., крапивных - *Utricaceae* Juss. и эретиевых - *Ehretiaceae* Lindl.

По внешнему виду ценосома сходна с простой кистью, колосом или головкой, однако существенно отличается порядком распускания цветков. Если у ботриоидных соцветий формирование и раскрытие цветков происходит от основания к верхушке главной оси, то у ценосомы, наоборот, наиболее “зрелые” цветки расположены на верхушке соцветия, а молодые - в нисходящем порядке, от верхушки к основанию.

Сложные ботриоидные соцветия

Эта группа соцветий включает метелку, щиток, антелу, плетень и диботрию.

МЕТЕЛКА

Метелка представляет собой сильно разветвленное соцветие с парциальными соцветиями ботриоидной природы. Для нее характерно обеднение ветвления от основания к верхушке, которая несет триады и диады. От тирса метелка отличается ботриоидными парциальными соцветиями, от сложной кисти - характером ветвления. Метелка, как и тирс, может быть монотелической (сирень - *Syringa*) и полителической (щучка - *Deschampsia* Beauv., овес - *Avena* L.).

В зависимости от расположения боковых осей на главной оси соцветия метелка бывает: спиральной (ревень - *Rheum*), мутовчатой (мятлик

обыкновенный - *Poa trivialis* L.), накрестсупротивной (сирень обыкновенная - *Syringa vulgaris* L.).

В зависимости от длины междоузлий главной и боковых осей метелка бывает:

1. Рыхлой, если все междоузлия длинные (овес посевной - *Avena sativa* L.).
2. Густой, если все междоузлия сокращены (гортензия дуболистная - *Hydrangea quercifolia* Bartr.).

В зависимости от положения в пространстве метелка бывает прямой (сирень венгерская - *Syringa Josikaea* Jacq. Fil.), изогнутой (кукуруза обыкновенная - *Zea mays* L.), пониклой (сорго пониклое - *Sorghum cernuum* (Ard.) Host.), с пониклыми ветвями (зубровка душистая - *Hierochloa odorata* (L.) Beauv.), односторонней, когда все паракладии повернуты в одну сторону (ежа сборная - *Dactylis glomerata* L.). По форме метелка бывает веретеновидной, округлой, цилиндрической и т.д.

ЩИТОК

Щиток представляет собой видоизмененную метелку с укороченными междоузлиями главной оси, с сильным развитием междоузлий паракладиев базальной мутовки, парциальные соцветия которых достигают уровня терминального цветка.

В зависимости от расположения паракладиев на главной оси щиток может быть спиральным (боярышник - *Crataegus*, спирея городчатая - *Spiraea crenata* L.), мутовчатым (калина обыкновенная - *Viburnum opulus* L.), супротивным (валериана лекарственная - *Valeriana officinalis* L.).

По форме щиток бывает:

1. Выпуклым, если терминальный цветок главной оси соцветия слегка превышает боковые, располагающиеся по выпуклой кривой (валериана лекарственная - *Valeriana officinalis* L.).

2. Плоским, когда парциальные соцветия расположены на одном уровне с терминальным цветком главной оси соцветия (калина обыкновенная - *Viburnum opulus* L.).
3. Вогнутым, если парциальные соцветия превышают терминальный цветок главной оси (гортензия крупнолистная - *Hydrangea macrophylla* (Thunb.) DC.).

АНТЕЛА

Антела представляет собою видоизмененный щиток, у которого нижние ветви перерастают верхние и направлены не в стороны, как у щитка, а кверху таким образом, что терминальный цветок главной оси соцветия оказывается на дне воронки, образованной боковыми ответвлениями. Парциальные соцветия построены по общему типу соцветия и представляют собою также антелы.

Примером соцветия антела могут служить следующие растения: таволга шестилепестная - *Filipendula hexapetala* Gilib., сыть стройная - *Cyperus gracilis* R.Br., ожика волосистая - *Luzula pillosa* Willd., ситник развесистый - *Juncus effusus* L.

ПЛЕЙОБОТРИИ, ДИБОТРИИ

Эта группа ботриоидных соцветий представлена сложной кистью и ее производными (рис. X). У них парциальные соцветия располагаются на ответвлениях 2-го и более высоких порядков.

СЛОЖНАЯ КИСТЬ

В зависимости от сложности парциальных соцветий сложная кисть может быть:

1. Множественной (п л е й о б о т р и й), если боковые оси многократно разветвлены и лишь последние ответвления заканчиваются простой кистью (катран татарский - *Crambe tatarica* Sebeok.).
2. Тройной (т р и б о т р и й), если боковые оси соцветия дважды ветвятся и оси 3-го порядка заканчиваются простой кистью (вайда красильная - *Isatis tinctoria* L., хрен обыкновенный - *Armoracia rusticana* Lam.).

3. Двойной (д и б о т р и й), если главная ось соцветия несет только оси 2-го порядка, заканчивающиеся простыми кистями (чемерица Лобеля - *Veratrum lobelianum* L.).

В зависимости от того, заканчивается верхушка главной оси кистью или нет, сложную кисть различают:

1. Г е т е р о т е т и ч е с к у ю, если главная ось заканчивается кистью (дрок красильный - *Genista Tinctoria* L., сурепица обыкновенная - *Barbarea vulgaris* R.Br.).
2. Г о м е о т е т и ч е с к у ю, если главная ось не заканчивается кистью и соцветие состоит только из боковых кистей (донник лекарственный - *Melilotus officinalis* (L.) Pall.).

СЛОЖНЫЙ КОЛОС

Сложный колос представляет собою соцветие, у которого цветки располагаются непосредственно на осях, вследствие редукции цветоножек.

Сложный колос может быть:

1. Т р о й н ы м, если боковые оси 2-го порядка заканчиваются простым колосом (пальмы - *Arecaceae* Sch. Bip.).
2. Д в о й н ы м (рис. X,2), если боковые оси заканчиваются простым колосом (рожь - *Secale cereale* L.).

При сокращении боковых осей сложный колос имитирует простой, но главная ось несет не одиночные цветки, а триады или диады.

В зависимости от расположения на главной оси колосков колос называют плотным, редким, прерывистым. В зависимости от расположения колосков на оси соцветия колос различают шестирядный, двубокий (двурядный), однобокий (однорядный). В зависимости от положения в пространстве колос бывает прямым, изогнутым, повислым, извилистым и т.д.

СЛОЖНЫЙ ЗОНТИК

Сложный зонтик представляет собою соцветие, у которого верхние междоузлия главной оси и парциальных соцветий редуцированы и все цветки размещаются на концах осей последнего порядка. Сложный зонтик состоит из

осей 2, 3-го и большего порядков, несущих на концах зонтики, которые принято называть зонтичками сложного зонтика.

Оси, на которых располагаются зонтики, называют лучами сложного зонтика, а цветоножки зонтика - лучами зонтика. В месте соединения лучей сложного зонтика имеется обертка, а у основания лучей зонтика обверточка.

В зависимости от степени ветвления осей сложный зонтик бывает:

1. М н о ж е с т в е н н ы м, если зонтики расположены на лучах 3-го и более высоких порядков (любисток лекарственный - *Levisticum officinale* Koch).
2. Т р о й н ы м, если зонтики расположены на лучах 2-го порядка (борщевик сибирский - *Heracleum sibiricum* L.).
3. Д в о й н ы м (рис. X,3), если зонтики расположены на лучах сложного зонтика (сныть обыкновенная - *Aegopodium podagraria* L.).

СЛОЖНАЯ ГОЛОВКА

Сложная головка или сложная корзинка представляет собою сложное соцветие, у которого верхняя часть главной оси сильно укорочена, разрастается, имеет разнообразную форму, а на ней располагаются крайне редуцированные боковые оси, несущие малоцветковые головки.

Примером сложной головки может служить двойная головка, встречающаяся у мордовника обыкновенного - *Echinops ritro* L., синеголовника - *Eryngium* L. и др.

СОСТАВНЫЕ, АГРЕГАТНЫЕ СОЦВЕТИЯ

К этой группе относятся такие соцветия, у которых ветвление главной оси не соответствует природе парциальных соцветий. Так, например, у двойного зонтика главная ось разветвляется на боковые, собранные в зонтике, несущие на концах зонтики; двойная кисть несет не боковых ответвления также кисти. У данной группы соцветий главная ось может ветвиться по типу кисти, зонтика или щитка, тогда как ответвления могут заканчиваться головкой, зонтиком, колосок и т.д. Таким образом, к составным соцветиям можно

причислить те, у которых ветвление главной оси и характер расположения боковых осей осуществляется по определенному типу, не соответствующему характеру ветвления и расположения осей в парциальных соцветиях .

Сложные соцветия могут быть разнообразные:

1. М е т е л к а з о н т и к о в, метельчато ветвящееся соцветие; несущее на конечных осях зонтики (аралия кистевидная - *Aralia racemosa* L.).
2. М е т е л к а г о л о в о к, метельчато разветвленное соцветие, несущее на конечных осях головки (полынь обыкновенная - *Artemisia vulgaris* L.).
3. Щ и т о к г о л о в о к, щитковидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях головки (ромашка пахучая - *Matricaria matricarioides* (Less.) Porter, пижма обыкновенная - *Tanacetum vulgare* L., тысячелистник обыкновенный - *Achillea millefolium* L.).
4. К и с т ь з о н т и к о в, кистевидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях зонтики (плющ обыкновенный - *Hedera helix* L.).
5. К и с т ь г о л о в о к, кистевидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях головки (череда трехраздельная - *Bidens tripartita* L.).
6. К о л о с г о л о в о к, на главной оси соцветия расположены сидячие головки (сушеница лесная - *Gnaphalium silvaticum* L.).
7. З о н т и к д в о й н ы х г о л о в о к, зонтиковидно разветвленное соцветие, несущее на конечных осях двойные головки (синеголовник плосколистный - *Eryngium planum* L.).

ПРОСТЫЕ СОЦВЕТИЯ

Простыми или кистевидными называют соцветия, у которых единственные боковые ответвления главной оси - цветоножки заканчиваются цветком. Кистевидные соцветия всегда двуосные, так как ось второго порядка - цветоножка - заканчивается цветком.

По строению верхушки простое соцветие может быть:

1. **З а к р ы т ы м**, определенным, ограниченным, если верхушка оси соцветия заканчивается цветком, на котором полностью расходуется меристема конуса нарастания.
2. **О т к р ы т ы м**, неограниченным, неопределенным, если верхушка оси соцветия не заканчивается цветком, а на конусе нарастания продолжают возникать новые члены соцветия.

В зависимости от длины междоузлий главной оси простые соцветия разделяются на две группы:

1. Соцветие простое с **у д л и н е н н о й о с ь ю**.
2. Соцветие простое с **у к о р о ч е н н о й о с ь ю**.

К первой группе относятся: кисть, колос, сережка, початок. Ко второй - зонтик, головка.

КИСТЬ

Кистью называется простое соцветие, у которого междоузлия развиты, а цветок расположен на цветоножке (вика мышиная - *Vicia cracca* L.).

В зависимости от длины оси соцветия кисть бывает очень длинной, средней длины, короткой. По количеству цветков кисть различают многоцветковую и малоцветковую, которая может быть пятицветковой - одноцветковой. В зависимости от расположения цветков на оси кисть бывает мутовчатой, супротивной, очередной, однобокой.

КОЛОС

Колос представляет собою производное кисти, отличающееся от нее сидячими цветками (подорожник средний - *Plantago media* L.).

В зависимости от числа цветков в колосе и их расположения различают колос: многоцветковый, малоцветковый, густой, редкий, расставленный, мутовчатый, очередной, двурядно-очередной, однобокий и т.д.

СЕРЕЖКА

Сережка представляет собой разновидность колоса (рис. XIII,3). Отличается от него тем, что несет только однополые цветки и после цветения

или созревания плодов опадает вместе с осью соцветия (представители порядка ивовых - Salicales Lindl.).

ПОЧАТОК

Початок является разновидностью колоса, отличающегося от него разросшейся осью соцветия (белокрыльник болотный - *Calia palustris* L.) (рис.ХП,4).

Початок большей частью окружен прицветным листом, называемым покрывалом или крылом, нижняя часть которого образует трубку, а верхняя переходит в пластинку.

Соцветия простые с укороченной осью

ЗОНТИК

Зонтик является производным кисти, но в отличие от колоса, у которого укорочены цветоножки, у зонтика сокращается ось соцветия. Вследствие этого все цветоножки и прицветники расположены на верхушке цветоноса (рис.ХШ,1). Цветоножку в соцветии зонтика часто называют луком (лук - *Allium*, аистник цикутный - *Erodium cicutarium* L. Her., проломник северный - *Androsaca septentrionalis* L.).

ГОЛОВКА

Головка представляет собою видоизмененный зонтик, у которого цветоножки редуцируются, а укороченная ось соцветия разрастается (рис. ХШ,2). По своей природе головка близка и к початку, но главная ось ее не столь сильно вытянута, как у початка. Поэтому часто можно встретить переходные формы между головкой и зонтиком, равно как между початком и головкой.

Головка часто окружена оберткой, представляющей собою верхушечной, разросшейся оси соцветия, называемой ложем соцветия или общим цветоложем. Цветки имеют прицветники или последние редуцируются (представители семейства ворсянковых - *Dipsacaceae* и сложноцветных - *Asteraceae* Dumort.).

Материал и оборудование

1. Морфологические коллекции “Типы соцветий”.
2. Спиртовой материал.
3. Ручные и биноккулярные лупы.
4. Препаровальные стекла, иглы, пинцеты, салфетки марлевые.
5. Линейки.
6. Учебники и методические руководства.
7. Таблицы.

Задание. Рассмотреть, зарисовать и описать основные типы соцветий:

1. Сложные цимбидные: тирс (закрытый, открытый, монотелический, полителический, кистевидный, колосовидный, щитковидный, зонтиковидный, сережковидный, головковидный); цимбид (монохазий, извилина, завиток, дихазий, двойной дихазий, двойной завиток, плеюхазий); циатий; ценосома.

2. Сложные ботриодные: метелка (монотелическая, полителическая); щиток; антела; диботрии (двойная кисть, двойной колос, двойной зонтик, двойная головка).

3. Составные, или агрегатные: метелка головок, щиток головок, кисть головок, кисть зонтиков и т.д.

4. Простые соцветия с удлинённой осью: кисть (закрытая, открытая, фрондозная, фрондулозная, брактеозная, эбрактеозная, фрондозно-фрондулозная, фрондулозо-брактеозная, брактеозно-эбрактеозная); колос; сережка; початок.

5. Простые соцветия с укороченной осью: зонтик, головка.

Определить тип соцветия у некоторых комнатных цветущих растений: *кливия* (*Clivia miniata* Rgl.), *примула* (*Primula obconica* Hance.), *колеус* (*Coleus Blumei* Buth.), *фуксия* (*Fuchsia* L.), *фиалка узамбарская* (*Saintpaulia ionantha* Wendl.), *гloxиния* (*Sinningia speciosa* Benth et Hook.) и др.

Пояснения к заданию. Используя спиртовой материал и морфологические коллекции, тщательно рассмотреть строение соцветий у предлагаемых видов растений. Удобнее работу начать с того, что все соцветия проанализировать вначале с точки зрения разветвленности главной оси и разделить их на две группы: сложные и простые. Затем среди сложных в зависимости от строения парциальных соцветий выделить цимоидные и ботриоидные соцветия. Изучить все цимоидные соцветия. Определить их тип. После этого перейти к анализу ботриоидных и составных соцветий.

Простые соцветия проанализировать с точки зрения длины междоузлий главной оси и разбить их на две группы: с удлиненной осью и укороченной. Затем определить все типы простых соцветий той и другой группы.

Особое внимание обратить на разнообразие таких соцветий, как тирс и кисть. На примере этих двух типов соцветий детально ознакомиться с их классификацией, основанной на степени облиственности главной оси, строении верхушки главной и боковой осей, общей форме соцветия. Соцветия тирс и кисть следует изучать более подробно. Среди них выделить открытые и закрытые соцветия, монотелические и полителические, фрондозные, фрондулозные, брактеозные, эбрактеозные и т.д.

Полученные результаты оформить в альбоме в виде таблицы:

ОПИСАНИЕ СОЦВЕТИЙ

Тип соцветия	Схема и представители	Характеристика

Материал расположить в той последовательности, в какой перечислены типы соцветий в задании, т.е. описание начать со сложных цимоидных соцветий. В таблице обязательно указать представителей, у которых встретился

тот или другой тип соцветия, и дать краткую характеристику каждому соцветию, согласно основным признакам строения главной и боковых осей соцветия.

Вопросы

1. Что такое соцветие? Определение, выполняемые функции.
2. Какова структура соцветия?
3. Какие признаки положены в основу классификации соцветий?
4. Какие известны типы соцветий по степени облиственности главной оси?
5. В чем отличия фрондозного, фрондулозного, брактеозного и эбрактеозного соцветий?
6. В чем отличия закрытого (ограниченного) от открытого (неограниченного) соцветия?
7. В чем отличие монотелического соцветия от полителического?
8. В чем отличие акропетального, базипетального дивергентного соцветий друг от друга?
9. Какие известны типы соцветий в зависимости от степени разветвленности главной оси?
10. Чем сложные соцветия отличаются от простых?
11. На какие три группы делятся сложные соцветия?
12. В чем отличие цимоидных соцветий от брактеоидных?
13. Тирс, цимоидд, циатий и ценосома – это цимоидные соцветия? Докажите.
14. Какое соцветие называется тирсом?
15. В чем проявляется разнообразие тирсов?
16. Может ли быть тирс открытым, закрытым, полителическим и монотелическим?
17. Тирс кистевидный, колосовидный, сережковидный, щитковидный, зонтиковидный и головковидный – по какому признаку выделяют эти типы соцветий?

18. Как называется тирс у незабудки, шалфея, синюхи, березы, лапчатки, смолевки?
19. Что собой представляет тип цимоидного соцветия – цимоид?
Определение и строение.
20. Монохазий, дихазий, плеюхазий – по какому признаку выделяют эти цимоиды?
21. Какой тип соцветия у картофеля и мари белой?
22. Что собой представляет цимоидное соцветие – ценосома? Для представителей каких семейств оно характерно?
23. Какой тип соцветия самый распространенный среди цимоидных?
24. Метелка, щиток, антелла, диботрий, плеюботрий – ботриоидные соцветия? Докажите.
25. Какое соцветие называется метелкой? Чем она отличается от тирса?
26. Как доказать, что соцветие сирени, щучки, ревеня – метелка?
27. Что собой представляет соцветие щиток?
28. По каким признакам можно доказать, что соцветие боярышника, калины и валерьяны – щиток?
29. Что собой представляет соцветие антела? Для представителей каких семейств оно характерно?
30. Как доказать, что соцветие ржи – двойной колос, сныти – двойной зонтик, чемерицы – двойная кисть?
31. Какие соцветия называют сережковидными?
32. Как доказать что соцветие полыни – метелка головок, тысячелистника – щиток головок, череды – кисть головок?
33. Какие соцветия называют простыми?
34. На какие две группы делятся простые соцветия в зависимости от длины междоузлий главной оси?
35. Какой самый распространенный тип соцветия среди простых с удлиненной главной осью?
36. Кисть, колос, сережка, початок – это простые соцветия? Докажите.

37.Какое соцветие у вики, подорожника, тополя, белокрыльника?

38.Какой тип соцветия у лука и маргаритки?

Занятие 16

ТИПЫ ПЛОДОВ

Литература: Артющенко З.Т., Федоров А.А. Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. М.-Л., 1986.

Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, С. 441-458; 1988, С. 413-429.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1981, С.140-146.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т. I, С. 382-386.

Левина Р.Е. Морфология и типы плодов. Ульяновск, 1974.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике. Высшие растения. М., 1987, С. 68-70.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 464-474.

Цель работы: Познакомиться с разнообразием плодов по типу гинецея, характеру околоплодника, типу вскрывания, количеству гнезд и семян.

Плод – репродуктивный орган, развивающийся из цветка и содержащий семена. Плоды обеспечивают формирование, защиту и распространение семян. В природе существует большое разнообразие плодов. Они отличаются друг от друга по форме, размерам, окраске, строению и происхождению.

При классификации плодов учитывают следующие признаки: тип гинецея, тип завязи, количество гнезд и семян, консистенцию околоплодника, тип вскрывания плода, приспособления к распространению и другие признаки.

В соответствии с типами гинецея выделяют плоды апокарпные, синкарпные, паракарпные и лизикарпные.

Плод состоит из околоплодника (перикарпий) и семян. Перикарпий – это стенка плода, развивающаяся либо только из стенки завязи, либо из других частей цветка (околоцветника, цветоложа). Наружный слой околоплодника называют внеплодником, или экзокарпием, средний – межплодником, или мезокарпием, внутренний – внутриплодником, или эндокарпием. По консистенции околоплодник может быть сухим или сочным, давать различные выросты в виде крыла, прицепок, волосков и т.д. Разнообразны типы вскрывания плодов, особенно у сухих многосеменных. Так, коробочка может вскрываться створками (тюльпан), крышечкой (белена), зубчиками (гвоздика), дырочками (мак) и т.д.

Материал и оборудование

1. Морфологические коллекции “Типы плодов”.

2. Спиртовой материал: плоды аконитума, лютика, земляники, шиповника, гороха, черемухи, малины, дурмана, ириса, клена, чернокорня, редьки, ярутки, свербики, картофеля, калины, яблони, мака, огурца, крыжовника, дремы, щавеля.

3. Сухой материал: плоды пшеницы, лещины, дуба, подсолнечника.

4. Ручные лупы.

5. Препаровальные стекла, иглы, пинцеты, скальпели, марлевые салфетки.

6. Линейки.

7. Учебники.

8. Таблицы.

Задание. Рассмотреть, зарисовать и описать основные типы плодов:

1. Апокарпные: многолистовка, многоорешек, земляника, цинарродий, боб, однокосянка, многокосянка.

2. Синкарпные: коробочка верхняя, коробочка нижняя, двукрылатка, ценобий, вислоплодник, ягода верхняя, ягода нижняя, костянка нижняя многосеменная, яблоко, орех, желудь.

3. Паракарпные: коробочка верхняя, стручок, стручочек, ореховидный стручочек, зерновка, семянка нижняя, тыква, ягода нижняя.

4. Лизикарпные: коробочка верхняя, семянка нижняя.

Пояснение к заданию. Используя морфологические коллекции, спиртовой и сухой материал, разложенный в чашках Петри, внимательно рассмотреть строение плодов у предлагаемых видов растений. Удобнее работу начать с того, что все плоды проанализировать вначале с точки зрения их происхождения (тип гинецея) и разделить на 4 группы: апокарпные, синкарпные, паракарпные и лизикарпные плоды. Затем, препарируя влажный материал, последовательно изучить все плоды: консистенцию их околоцветника, положение завязи в цветке, количество гнезд, способ вскрывания плода и число семян в нем. Определить тип плода. Обратит внимание на то, что коробочка в зависимости от типа гинецея может быть синкарпной, паракарпной и лизикарпной, а в зависимости от типа завязи – верхней и нижней; ягода – синкарпной и паракарпной, верхней и нижней, семянка – паракарпной и лизикарпной.

Полученные результаты оформить в виде таблицы:

ОПИСАНИЕ ПЛОДОВ

Тип плода	Рисунок и представитель	Характеристика

Материал расположить в той последовательности, в какой перечислены типы плодов в задании, т.е. описание начать с апокарпных плодов. В таблице обязательно указать представителей, у которых встретился тот или другой тип

плода, и дать характеристику каждому типу согласно основным признакам, положенным в основу классификации плодов. Так, боб - это апокарпный, сухой, одногнездный, многосеменной плод, вскрывающийся двумя створками сверху вниз по брюшному шву и средней жилке. Стручок - это паракарпный сухой плод, развивающийся из двух плодолистиков, с многочисленными семенами, прикрепленными к ложной перегородке, проходящей по середине плода, вскрывающийся двумя створками снизу вверх.

На рисунке изобразить общий вид вскрывшегося плода.

Вопросы

1. Что такое плод? Определение. Функции.
2. Каково биологическое значение плода?
3. Какие признаки положены в основу классификации плодов?
4. Какие типы плодов выделяют в соответствии с типами гинецея?
5. Каково строение плода?
6. Что такое околоплодник (перикарпий)? Из каких частей он состоит?
7. Что такое экзокарпий, мезокарпий, эндокарпий?
8. Какие элементы околоплодника способствуют распространению большинства плодов?
9. Какие существуют приспособления семян и плодов к расселению с помощью ветра?
10. Какие существуют приспособления плодов и семян к расселению с помощью животных?
11. Какие известны типы синкарпных плодов?
12. Какие известны типы лизикарпных плодов?
13. В чем сходство и различие плодов – боб, стручок, крбочка?

Примеры.

14. В чем особенности строения таких синкарпных плодов как ценобий, вислоплодник и яблоко?
15. Что собой представляют плоды: земляника, цинарродий, орех и желудь?

16. Как следует понимать выражения «брюшной шов», «спиной шов», когда речь идет о скрывании плода?
17. Назовите и охарактеризуйте плоды абрикоса, груши, апельсина, арбуза, банана, киви, кабачка, грецкого ореха, миндаля.
18. Чем характеризуются плоды стручок, стручочек, ореховидный стручок?
19. Как следует правильно называть плоды перечисленных ниже растений, обычно именуемых ягодами: малина, земляника, брусника, клюква, черемуха, рябина, черника, шиповник, вишня, смородина?
20. Какие существуют односеменные плоды?
21. Примеры растений с ягодами, развивающиеся из верхней завязи.

Занятие 17

МОРФОЛОГИЯ СЕМЯН

Литература: Артющенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя. Л., 1990.

Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М., 1978, с. 138-150; 1988, с. 130-143.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М., 1981, с. 59-65.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. М., 1966, т. I, с. 377-380.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., 2000. С. 464-474.

Цель работ: Познакомиться с основными типами строения семян у двудольных и однодольных растений в зависимости от места положения запасных питательных веществ.

Семя формируется из семязпочки в результате процесса двойного оплодотворения. Оно состоит из зародыша, запасных питательных веществ (эндосперм, перисперм) и семенной оболочки. Семенная оболочка образуется из покровов семязпочки, зародыш – из зиготы, эндосперм – из центральной клетки зародышевого мешка после слияния ее ядра с одним из спермиев, а перисперм – из клеток нуцеллуса.

Зародыш семени состоит из семядолей (одной или двух), зародышевого корня, гипокотилия, зародышевой почки, включающей листовые зачатки и точку роста. У различных растений зародыш и его части могут быть развиты по-разному. Представители семейства орхидных имеют в семени недоразвитый зародыш. Может варьировать соотношение размеров зародыша и эндосперма. У одних растений зародыш очень мал, а эндосперм занимает почти весь объем семени (*лилейные*). У других зародыш сильно разрастается ко времени созревания семени, оттесняя эндосперм к семенной оболочке (*розоцветные*) и даже поглощая его полностью (*бобовые*). Зародыш может занимать в семени центральное положение, погружаясь в эндосперм (*клещевина*), или боковое, примыкая к эндосперму одним боком (*злаковые*).

Вещества запаса могут откладываться в семядолях, эндосперме и перисперме. В зависимости от места отложения запасных веществ выделяют несколько типов семян: с эндоспермом (*хурма, клещевина, пшеница*), без эндосперма (*фасоль, клен*), с периспермом (*куколь*), с периспермом и эндоспермом (*кубышка*). Как правило, семена однодольных растений имеют хорошо развитый эндосперм (*злаковые*), но есть семена без эндосперма (*рдестовые, частуховые*), питательные вещества у которых откладываются в самом зародыше. У двудольных растений эндосперм в семенах, как правило, отсутствует (*бобовые*), но как исключение может присутствовать (*гречишные, маревые, перечные*).

Материал и оборудование

1. Постоянные препараты продольных срезов зерновок пшеницы, овса, ржи, кукурузы.
2. Намоченные семена фасоли, яблони и зерновки пшеницы.
3. Проростки фасоли и злаков.
4. Коллекция семян различных видов растений.
5. Муляжи основных типов семян.
6. Микроскопы.
7. Ручные и бинокулярные лупы.
8. Препаровальные стекла, иглы, скальпели, пинцеты, марлевые салфетки.
9. Линейки.
10. Учебники и методические руководства.
11. Таблицы.

Задание. Рассмотреть и зарисовать внешнее и внутреннее строение:

1. Семян без эндосперма у *фасоли* (*Phaseolus vulgaris* L.). Отметить семявход, семенной рубчик, семяшов, семенную оболочку, семядоли, зародышевый корень, эпикотиль, гипокотиль, листовые зачатки, точку роста. Указать функции морфологических структур семени. Определить емкость зародышевой почечки.

2. Семян с эндоспермом у *пшеницы* (*Triticum* sp.). Обозначить оболочку плода и семени, эндосперм, щиток, эпибласт, зародышевый корень, корневой чехлик, колеоризу, колеоптиль, листовые зачатки, точку роста.

3. Семян с периспермом на примере *яблони* (*Malus*). Отметить семенную оболочку, перисперм, семядоли, зародышевую почечку, зародышевый корень.

Указать различия в строении семян однодольных и двудольных растений.

Пояснение к заданию. При выполнении первого задания внимательно рассмотреть набухшее семя фасоли (рис.40). Найти семявход, семенной рубчик, семяшов. Затем сделать прокол иглой семенной оболочки и осторожно снять ее.

Обнажаются две крупные семядоли. Аккуратно разделить их. Увидим зародышевый корень и зачаточные листочки. Внимательно рассмотреть место прикрепления семядолей и зачатков листьев. Найти гипокотиль и эпикотиль. Обратить внимание, что по протяженности они очень небольшие и можно лишь условно определить границы этих структур. Затем перенести зародыш на препаровальное стекло и отпрепарировать точку роста под бинокулярной лупой. Подсчитать число листовых зачатков и определить емкость зародышевой почки. В альбоме выполнить два рисунка: внешний вид семени (в полупрофиль) и строение зародыша с обозначением всех морфологических структур, указанных в задании. Изучая проросток фасоли, обратить внимание, что семядоли при прорастании семени выносятся над поверхностью почвы, они зеленого цвета. Найти гипокотиль, эпикотиль, главный и боковые корни, первую пару листьев.

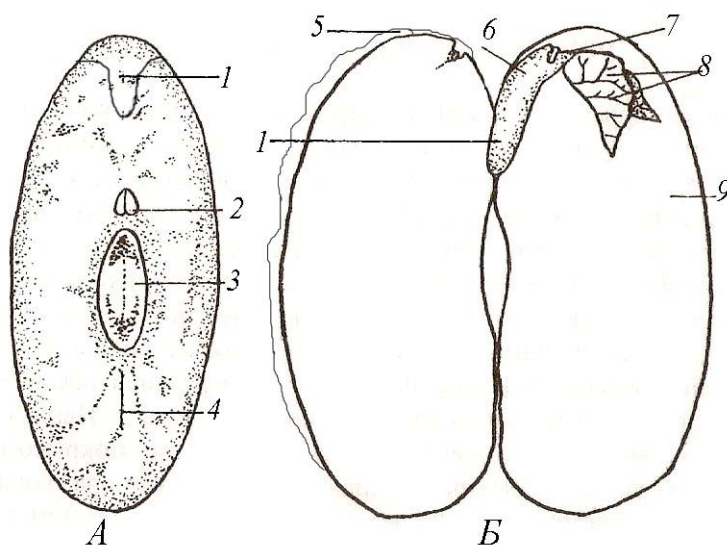


Рис. 40. Семя фасоли: А-общий вид; Б-развернутые семядоли. 1-зародышевый корень; 2-семявход; 3-семенной рубчик; 4-семяшов; 5-семенная оболочка; 6-гипокотиль; 7-эпикотиль; 8-зачатки листьев; 9-семядоля (из Лотовой, 2000 с изменениями)

Выполняя второе задание, рассмотреть внешний вид зерновки пшеницы. Обратить внимание на форму плода, бороздку, размер зародыша. Затем изучить

продольный срез зерновки под микроскопом. Обратить внимание на смыкание плодовой и семенной оболочек, положение зародыша по отношению к эндосперму, присутствие алейронового слоя. При изучении зародыша найти все морфологические структуры, которые указаны в задании. Необходимо рассмотреть под микроскопом строение зерновок других злаков (овес, рожь, кукуруза). Обратить внимание на то, что, несмотря на однотипность структур зародыша, зародыши разных видов отличаются присутствием или отсутствием эпибласта, количеством листовых зачатков в зародышевой почке, размером точки роста и всего зародыша, количеством зародышевых корней. Зарисовать продольный срез зародыша любого злака, сделать обозначения так, чтобы, используя фигурные скобки, показать морфологические структуры зародыша, семени и плода.

Для изучения семени яблони сделать бритвой продольный разрез по узкой стороне семени. Половинки развернуть и рассмотреть под бинокулярной лупой. Обратить внимание на перисперм, который в виде светло-коричневой пленочки находится под семенной оболочкой. Сделать рисунок с препарата.

Последнее задание оформить в альбоме в виде таблицы, в которой дать сравнительную характеристику семян однодольных и двудольных растений. Учесть следующие признаки: число семядолей, их функции, наличие эндосперма, место отложения питательных веществ и др.

Вопросы

1. Что такое семя? Из чего оно формируется?
2. Каково строение семени у однодольных растений?
3. Каково строение семени у двудольных растений?
4. Что такое микропиле, семенной рубчик, семяшов?
5. В чем отличие в строении семян однодольных и двудольных растений?
6. У растений каких семейств не развит эндосперм?
7. Почему зерновку злаковых растений нельзя называть семенем?

8. Из каких частей семени развивается семенная оболочка, зародыш, эндосперм, перисперм?
9. Какие существуют типы запасающей ткани семени?
10. Каково строение зародыша семени у однодольных и двудольных растений?
11. Что такое эпикотиль и гипокотиль?
12. Что такое coleoptile, coleorhiza, epiblast?
13. Какую функцию выполняют семядоли у однодольных и двудольных растений?
14. Как доказать, что семядоли – это видоизмененные листья?
15. Какие признаки положены в основу классификации семян?
16. Какие известны основные типы семян однодольных растений?
17. Какие известны основные типы семян двудольных растений?

После изучения морфологической структуры вегетативных и репродуктивных органов растений в лабораторных условиях проводится экскурсия в ботанический сад УрО РАН. Во время экскурсии студенты знакомятся с многообразием форм растений живых коллекций в оранжереях и открытом грунте. Обращается внимание на разнообразие морфологических признаков растений, метаморфозы вегетативных органов и особенности размножения.

Закрепление и расширение знаний, полученных на лекциях и лабораторных занятиях по анатомии и морфологии растений, осуществляется на летней учебно-полевой практике по ботанике. Студенты знакомятся с видовым составом дикорастущей и культурной флоры окрестностей биостанции, разнообразием морфологических структур и экологическими особенностями растений различных мест обитания. Получают навыки определения растений, оформления гербария и морфологических коллекций.

Вопросы к коллоквиуму по теме Ткани

1. Ткани. Определение и классификация.

2. Образовательные ткани. Классификация, функции, характеристика.
3. Прокамбий и камбий, сходства и различия в их строении и функциях. Производные прокамбия и камбия.
4. Первичная покровная ткань (эпидермис). Функции, строение, формирование.
5. Трихомы. Классификация, строение и биологическое значение.
6. Строение и функции устьиц. Механизм работы устьичного аппарата. Типы устьичных аппаратов.
7. Вторичная покровная ткань (пробка). Значение, формирование и строение.
8. Кorka. Формирование, строение, значение.
9. Чечевички. Строение, функции, формирование, значение.
10. Трахеиды и трахеи. Функции, строение, значение, развитие в онто- и филогенезе.
11. Ситовидные трубки и клетки-спутницы. Строение, развитие, функции.
12. Ксилема, ее гистологические элементы. Их строение, развитие, функции.
13. Флоэма, ее гистологические элементы. Их строение, развитие, функции.
14. Особенности строения прото- и метаксилемы
15. Особенности строения прото- и метафлоэмы.
16. Особенности строения первичной и вторичной ксилемы.
17. Типы проводящих пучков.
18. Особенности строения первичной и вторичной флоэмы.
19. Запасающие ткани. Строение, функции и расположение в органах растений.
20. Механические ткани. Типы, функции, характеристика. Распределение механических тканей в теле растений. Теория строительно-механических принципов В.Ф. Раздорского.

21. Фотосинтезирующие, или ассимиляционные ткани. Строение и функции. Расположение в теле растений.
22. Выделительные ткани, или секреторные. Общая характеристика. Экзогенные и эндогенные секреторные структуры.
23. Воздухоносные ткани, или ткани проветривания. Строение и функции.
24. Аэринхима. Строение, функции, значение.

Вопросы к коллоквиуму по теме «Цветок»

1. Определение цветка. Общие закономерности строения цветка.
2. Части цветка, их морфологическая природа и функции.
3. Формулы и диаграммы цветков.
4. Прогрессивные признаки строения цветка.
5. Примитивные признаки строения цветка.
6. Типы завязей и цветков, их эволюция.
7. Особенности строения цветка в связи со способами опыления.
8. Гинецей. Типы гинецея и плацтации, их эволюция.
9. Андроцей. Его морфологическая природа и анатомо-морфологическое строение.
10. Пыльца, ее разнообразие, физиологические свойства, прорастание пыльцы.
11. Семяпочка, ее строение. Структурные типы семяпочек.
12. Формирование и строение женского гаметофита покрытосеменных.
13. Формирование и строение мужского гаметофита покрытосеменных.
14. Опыление и его типы. Эволюция опыления. Приспособления к перекрестному опылению.
15. Двойное оплодотворение, его сущность и значение.
16. Теории происхождения цветка.

Вопросы к коллоквиуму по теме
«Морфология вегетативных органов растений»

1. Морфология растений как наука, её предмет, разделы, методы.
2. Начальные этапы развития морфологии растений (накопление первоначальных разрозненных данных в описательный период).
3. Период развития сравнительной морфологии.
4. Развитие филогенетического и экспериментального направлений морфологии растений.
5. Эволюция формы тела низших многоклеточных растений.
6. Эволюция формы тела низших одноклеточных растений.
7. Возникновение листостебельной структуры растений (теория Потонье и Циммермана).
8. Возникновение листостебельной структуры растений (теория Крюгера и Боуэра).
9. Понятие о побеге. Основные морфологические особенности побега.
10. Специализация и метаморфозы побега.
11. Типы ветвления и нарастания системы побегов.
12. Дихотомическое нарастание; его примитивные и прогрессивные признаки, распространенные среди различных групп растений.
13. Моноподиальное нарастание, его прогрессивные и примитивные признаки, распространенные среди различных групп растений.
14. Симподиальное нарастание, его прогрессивные и примитивные признаки, распространенные среди различных групп растений.
15. Понятие о простых и сложных листьях, их филогенетические отношения.

16. Типы расчленения простого листа, их эволюция.
17. Типы жилкования листа, их эволюция.
18. Формы листовой пластинки по общему очертанию.
19. Формы края листовой пластинки.
20. Прилистники. Их значение.
21. Видоизменения листа.
22. Возникновение корня и его эволюция.
23. Типы корневых систем.
24. Видоизменения корня.

Кроме теоретического вопроса каждому студенту при сдаче коллоквиума предлагается комнатное растение из коллекции кафедры для описания его вегетативных органов. Нужно подробно охарактеризовать морфологические признаки листа и стебля. Определить тип ветвления и нарастания системы побегов.

Приложение

Перечень приборов, материалов и инструментов, необходимых для занятия

1. Микроскоп МБР-1.
2. Микроскоп МБС-1.
3. Биноккулярная лупа.
4. Стекла предметные, покровные, препаровальные.
5. Препаровальные иглы.
6. Пинцеты анатомические.
7. Скальпели.
8. Набор стеклянных капельниц для воды и реактивов.
9. Чашки Петри.
10. Бюксы для хранения спиртового материала.
11. Марлевые салфетки.
12. Фильтровальная бумага.
13. Кисточки для срезов.

- 14.Стеклянные палочки.
- 15.Пипетки.
- 16.Кристаллизаторы с водой для мытья стекол.
- 17.Бритвы ручные (опасные).
- 18.Лезвия безопасной бритвы.

Реактивы и рецепты их приготовления

Азотная кислота: применяется для мацерации тканей.

Ацетокармин: готовят насыщенный раствор кармина в кипящем 45%-ном растворе уксусной кислоты в течение 3 часов в колбе с обратным холодильником. После остывания и отстаивания раствор фильтруют и на каждые 100 мл прибавляют 1-2 капли раствора уксуснокислого железа. Применяется для окрашивания пыльцевых зерен.

Бензин химически чистый – для чистки линз и препаратов, может быть заменен гексаном.

Бертолетова соль – белый кристаллический порошок, применяющийся для ускорения мацерации с помощью азотной кислоты.

Вода дистиллированная – для заключения срезов при изготовлении временных препаратов.

Глицерин – применяют для приготовления временных препаратов в качестве среды, в которую заключается срез. В смеси со спиртом используют для размягчения твердых объектов.

Клей БФ-6 –применяют для тех же целей, что и коллодий.

Коллодий – вязкая, прозрачная, быстро затвердевающая на воздухе жидкость. Применяется для приготовления отпечатков покровной ткани.

Конго-красный – кислый краситель.

Масло машинное – для смазывания приборов и заточки бритв.

Раствор иода в водном растворе иодистого калия – реактив на крахмал, дает с ним сине-фиолетовое окрашивание. В небольшом количестве воды растворяют 0,5 г иодистого калия, затем вносят 1 г кристаллического иода и

добавляют воды до 100 см^3 . На объект находящийся на предметном стекле, наносят каплю реактива и накрывают покровным стеклом.

Соляная кислота концентрированная (дымящая) – применяется для проведения флороглюциновой реакции на одревеснение оболочки (см. флороглюцин). Ее пары портят металл и стекло.

Спирт этиловый 96^0 – применяют для фиксации материала и приготовления некоторых реактивов.

Флороглюцин – желтоватый кристаллический порошок. Применяется в виде 0,5-1%-ного раствора в 50% этиловом спирте. В сочетании с соляной кислотой окрашивает древесину в малиново-красный цвет.

Формалин – применяют для фиксации материала.

Хлор-цинк-иод – реактив на чистую клетчатку, дает с ней синее или фиолетовое окрашивание в зависимости от рецепта приготовления.

Рецепт по Новопокровскому (готовят два раствора):

1. 20 г хлористого цинка растворяют в $8,5 \text{ см}^3$ воды при нагревании, затем раствор остужают;
2. 1,5 г кристаллического иода и 3 г иодистого калия растворяют в 60 см^3 воды.

Второй раствор по каплям прибавляют в первый, встряхивают каждый раз до тех пор, пока не появится исчезающий осадок. Обычно достаточно $1,5 \text{ см}^3$ второго раствора. Реактив хранят в темной посуде.

На срез наносят каплю реактива и накрывают покровным стеклом. Реактив действует очень быстро, вызывая некоторое набухание клеточных оболочек.

Перечень постоянных микротомных препаратов

1. Митоз в корне лука (продольный срез).
2. Поперечный срез стебля льна.
3. Продольный срез стебля подсолнечника.

4. Перидерма ветки бузины.
5. Продольный срез стебля тыквы.
6. Продольный срез стебля кукурузы.
7. Поперечный срез стебля ржи.
8. Поперечный срез стебля кукурузы.
9. Поперечный срез стебля тыквы.
10. Поперечный срез ветки сосны.
11. Поперечный срез стебля подсолнечника.
12. Продольный тангентальный срез древесины сосны.
13. Продольный радиальный срез древесины сосны.
14. Поперечный срез ветки липы.
15. Поперечный срез листа камелии.
16. Поперечный срез хвои сосны.
17. Поперечный срез листа ковыля.
18. Поперечный срез плавающего листа кувшинки.
19. Поперечный срез корня ириса.
20. Поперечный срез корня тыквы.
21. Продольный срез корня майника.
22. Поперечный срез корня сосны.
23. Поперечный срез пыльника амариллиса.
24. Поперечный срез завязи амариллиса.
25. Продольный срез зерновки пшеницы.
26. Продольный срез зерновки овса.
27. Продольный срез зерновки кукурузы.
28. Продольный срез зерновки овса.

Перечень спиртового материала

1. Плоды рябины.

2. Верхушка стебля элодеи.
3. Стебель кукурузы.
4. Стебель тыквы.
5. Корневище веха ядовитого.
6. Корневище купены.
7. Цветки гороха.
8. Цветки примулы.
9. Цветки грушанки.
10. Цветки лилейника.
11. Цветки картофеля.
12. Цветки подсолнечника.
13. Цветки аконитума.
14. Цветки фиалки трехцветной.
15. Цветки гвоздики.
16. Завязь амариллиса.
17. Цветки жасмина.
18. Цветки шиповника.
19. Цветки яблони.
20. Плоды аконитума.
21. Плоды лютика.
22. Плоды земляники.
23. Плоды шиповника.
24. Плоды гороха.
25. Плоды черемухи.
26. Плоды малины.
27. Плоды дурмана.
28. Плоды ириса.
29. Плоды клена.
30. Плоды чернокорня.
31. Плоды редьки.

32. Плоды ярутки.
33. Плоды свербиги.
34. Плоды картофеля.
35. Плоды калины.
36. Плоды яблони.
37. Плоды мака.
38. Плоды огурца.
39. Плоды крыжовника.
40. Плоды дремы.
41. Плоды щавеля.

Перечень свежего (живого) материала

1. Лист элодеи.
2. Чешуя лука.
3. Лист мха мниума.
4. Семя фасоли.
5. Клубень картофеля.
6. Верхушка стебля элодеи.
7. Черешок листа лилии амазонской.
8. Традесканция полосатая.
9. Корнеплод моркови.
10. Корнеплод свеклы.
11. Цветок примулы.
12. Цветок каланхоэ.
13. Цветок амариллиса.
14. Цветок кливии.

Перечень комнатных растений, используемых на занятиях

1. Иглица.
2. Аспарагус.

3. Опунция.
4. Цереус.
5. Эхинокактус.
6. Крассуля.
7. Агава.
8. Пеларгония зональная.
9. Кливия.
10. Колеус.
11. Фикус.
12. Арум.
13. Монстера.
14. Плющ.
15. Традесканция полосатая.
16. Комнатный клен.
17. Плектрантус.
18. Каланхоэ.
19. Алоэ.
20. Амариллис.
21. Фиалка узумбарская.
22. Гортензия.
23. Хлорофитум.
24. Фуксия.
25. Глоксиния.

Перечень гербарных образцов травянистых растений

1. Погремок.
2. Подорожник большой.
3. Тысячелистник обыкновенный.
4. Поповник обыкновенный.
5. Линнея северная.

6. Пырей ползучий.
7. Пастушья сумка.
8. Одуванчик лекарственный.
9. Земляника.
10. Аконитум.
11. Гвоздика.
12. Фиалка трехцветная.

Перечень морфологического гербария

1. Типы сложных цимбидных соцветий.
2. Типы сложных ботриальных соцветий.
3. Типы простых соцветий.
4. Типы апокарпных плодов.
5. Типы синкарпных плодов.
6. Типы паракарпных и лизикарпных плодов.
7. Формы края листовой пластинки.
8. Типы жилкования.
9. Формы листовой пластинки по общему очертанию.
10. Типы расчленения простого листа.

Литература

Александров В.Г. Анатомия растений. М.: Высшая школа. 1966. 431 с.

Атлас ультраструктуры растительных клеток. Под. ред. Г.М. Козубовой, М.Ф. Даниловой. Петрозаводск: Изд-во Карельского филиала Академии наук СССР, 1972. 296 с.

Атлас ультраструктуры растительных тканей. Под ред. М.Ф. Даниловой, Г.М. Козубовой. Петрозаводск: Изд-во Карелия, 1980. 456 с.

Бавтуто. Г.А. Лабораторный практикум по анатомии и морфологии растений. Минск: Высш. Шк., 1985. 352 с.

Бавтуто Г.А., Ерей Л.М. Практикум по анатомии и морфологии растений. Минск: Новое знание, 2002. 464 с.

Бавтуто Г.А., Еремин В.М. и др. Атлас по анатомии растений. Минск: Урожай, 2001. 146 с.

Барыкина Р.П., Кострикова Л.Н. и др. Практикум по анатомии растений. М.: Высшая школа. 1971. 185 с.; М., 1979. 224 с.

Биологический энциклопедический словарь. М.: 1986; 1999

Ботаника. Анатомия и морфология растений. Васильев А.Е., Воронин Н.С. и др. М.: Просвещение. 1978. 480 с.; 1988. 480 с.

Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений. Серебрякова Т.И., Воронин Н.С., Еленевский А.Г. и др. М.: ИКЦ "Академкнига", 2007. 543 с.

Вехов В.Н., Лотова Л.И., Филин В.Р.. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М.: Изд-во МГУ. 1980. 196с.

Воронин Н.С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений. М. 1981. 160 с.

Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1979. 367 с.

Имс А. Морфология цветковых растений. М.: Мир, 1964. 497 с.

Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений. Под ред. С.В. Калишевича. Минск, Вышэйш. школа, 1969. 288 с.

Киселева Н.С. Анатомия и морфология растений. Минск, Вышэйш. школа, 1976. 320 с.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А. и др. Ботаника. Т.1. Анатомия и морфология растений. М.: Просвещение. 1966. 424 с.

Комаров В.Л. Практический курс анатомии растений. М.-Л.: Изд-во Академии Наук СССР. 1941. 312 с.

Лотова Л.И. Руководство к малому практикуму по ботанике. Высшие растения. М.: Изд-во МГУ. 1987. 74 с.

Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М.: Эрдиторнал УРСС, 2000. 528 с.

Лотова Л.И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений. М.: КомКнига. 2007. 512 с.

Лотова Л.И., Нилова М.В. и др. Словарь фитоанатомических терминов. М.:Изд-во. ЛКИ, 2007. 112 с.

Левина Р.Э. Морфология и экология плодов. Л.:Наука, 1987. 160 с.

Малый практикум по цитологии. Ченцов Ю.С. М.: Изд-во МГУ, 1977. 288 с.

Овеснов С.А. Морфология и анатомия вегетативных органов высших растений. Пермь: Изд-во Перм. ун-т , 2000. 221 с.

Превухина Н.В. Околоцветник покрытосеменных. Л.: Наука, 1979. 111 с.

Раздорский В.Ф. Анатомия растений. М.: Сов. Наука. 1949. 524 с.

Рейвн П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника: в 2-х . т. Т.1. М.: Мир, 1990. 348 .с

Серебряков И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений. М.: Сов. наука, 1952. 392 с.

Федоров А.А. Кирпичников М.Э. Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Т. I-VI. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956-1979; Наука, 1986-1990.

Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Практикум по курсу общей ботаники. М.: Высш. школа, 1979. 424 с.; М.: Агропромиздат, 1989. 416 с.

Чижевская З.А. Практикум по общей ботанике. М.-Л.: Изд-во Министерства просвещения, 1953. 390 с.

Эсау К. Анатомия семенных растений. Кн. 1,2. М.: Мир, 1980. 560 с.

Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию. М.: ИКЦ Академкнига, 2005. 495 с.

Яковлев Г.П., Челобитько В.А. Ботаника. М.: Высшая школа, 1990. 367 с.