

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Т. А. Сауткина

В. Д. Поликсенова

**БОТАНИКА.
ПРАКТИКУМ
ПО МОРФОЛОГИИ
РАСТЕНИЙ**

Допущено

*Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования
по биологическим специальностям*

МИНСК

БГУ
2017

УДК 581.4(075.8)
ББК 28.56я73
С12

Рецензенты: кафедра
ботаники Витебского
государственного университета имени П. М. Машерова
(заведующий кафедрой кандидат биологических наук,
доцент *Л. М. Мержвинский*);
академик НАН Беларуси, доктор биологических наук,
профессор *В. И. Парфёнов*

С12

Сауткина, Т. А.

Ботаника. Практикум по
морфологии растений : учеб.
пособие / Т. А. Сауткина, В. Д.
Поликсенова. – Минск : БГУ, 2017.
– 199 с.

ISBN 978-985-566-445-2.

Рассматриваются закономерности
внешнего и внутреннего строения
растений. Подробно описываются ход
лабораторных работ и объекты изу-
чения.

Предназначено для студентов
учреждений высшего образования,
обучающихся по биологическим
специальностям.

ISBN 978-985-566-445-2

© Сауткина, Т. А.,
Поликсенова, В. Д., 2017
© БГУ, 2017

Предисловие

Учебное пособие написано в соответствии с программой курса «Ботаника». Его цель – помочь студентам успешно усвоить теорию и совершенствовать навыки практической работы при изучении морфолого-анатомических особенностей растений.

Издание включает все разделы морфологии растений, предназначенные для изучения на лабораторных занятиях. Структура занятий унифицирована, сопровождается четкой поэтапной методикой выполнения заданий. Перечислены материал и оборудование, необходимые для проведения занятий; изложены правила приготовления микропрепаратов и микрофотографирования объектов. Каждой теме предшествует краткая теоретическая часть, в которой даны ключевые сведения о строении тех или иных тканей, вегетативных органов, цветка, а также основная терминология. Предлагаемые оригинальные иллюстрации и схемы с подробными подписями позволят студентам детально разобраться в строении изучаемых объектов.

Авторы благодарны академику НАН Беларуси В. И. Парфёнову, сотрудникам кафедры ботаники Витебского государственного педагогического университета (заведующий кафедрой кандидат биологических наук Л. М. Мержвинский) за конструктивные замечания, а также лаборанту кафедры ботаники биологического факультета БГУ Е. А. Митрошиной за помощь в подготовке иллюстративного материала.

ВВЕДЕНИЕ

1. Морфология как структурная ботаника

Ботаника – система знаний о растениях, их строении, размножении, особенностях жизни – зародилась на заре человеческой истории и длительное время развивалась как прикладная наука, преследующая чисто утилитарные цели, связанные с земледелием и медициной.

До середины VIII в. ботаника оставалась собирательной наукой. По мере накопления знаний, оперировать которыми становилось все труднее, она разделилась на ряд более узких дисциплин с конкретными объектами исследования. К одной из них относится морфология растений.

Термин «морфология» (греч. *morphe* – форма и *logos* – учение) был предложен в 1817 г. великим немецким поэтом, мыслителем, государственным деятелем и естествоиспытателем И. В. Гёте (1749–1832). Однако учение о форме и строении растений начало развиваться задолго до того, как Гёте дал ему название. Оно уходит своими истоками к работам ученика Аристотеля (384–322 гг. до н. э.) Теофраста (372–287 гг. до н. э.) – великого древнегреческого мыслителя, философа, естествоиспытателя, энциклопедиста, владевшего знаниями во многих областях. В своем выдающемся труде «Исследования о растениях» он писал о том, что различия между растениями и вообще их природу следует рассматривать, подвергая исследованию их части, свойства, распространение и жизнь. Таким образом, морфология в широком смысле слова подразумевает изучение внешнего строения растений (формы), их органов, особенностей

индивидуального и историческо- го развития растительных организмов и их частей. В настоящее

время морфологию часто называют структурной ботаникой или структурной морфологией растений.

Морфология растений, в свою очередь, как когда-то ботаника, дифференцировалась на специализированные дисциплины. Из нее выделилась органография (морфология в узком смысле слова) – наука о внешнем строении растений и их органов. Частным разделом органографии является экологическая морфология, которая рассматривает особенности строения органов растений и их изменение в связи с экологическими факторами. Изучением внутреннего строения растений занимается анатомия растений. Процессы индивидуального развития исследует эмбриология растений. Частными морфологическими дисциплинами выступают цитология (наука о строении клеток), палинология (наука о строении ископаемых и современных спор и пыльцы), стоматография (наука о строении устьичных комплексов), карпология (наука о строении плодов и семян).

Теоретические знания по морфологии растений способствуют формированию научного мировоззрения относительно процессов становления и развития растительных организмов, дают возможность понять закономерный характер появления приспособлений у высших растений к жизни в определенных местообитаниях. Изучение особенностей размножения растений позволяет подготовить научную основу для разработки приемов выращивания сельскохозяйственных, декоративных и лекарственных растений, а также рекомендаций по рациональному использованию полезных дикорастущих растений и т. п. Морфологические данные имеют как научное, так и прикладное значение.

На практических занятиях студенты приобретают навыки работы с растительными организмами, что имеет большое значение в подготовке высококвалифицированных специалистов-ботаников. При детальном исследовании анатомо-морфологического строения вегетативных органов студенты получают четкое представление о тканях растительных организмов, их расположении в растении и выполняемых функциях. Ознакомление с метаморфозами вегетативных органов расширяют знания об адаптивном

значении этих изменений и их роли в жизни высших растений. Исследование явлений симбиоза позволяет изучить взаимодействие растительных организмов с представителями почвенных микроорганизмов. Особое внимание в программе лабораторных

занятий уделяется изучению цветка, так как усвоение этого материала является залогом успешной работы на учебных практиках по ботанике.

Лабораторные занятия по морфологии обеспечены необходимым оборудованием: современными микроскопами, биноклярными и простыми лупами, демонстрационными таблицами. Каждое рабочее место снабжено микроскопом, пеналами с инструментарием (препаровальные иглы, пипетки, предметные и покровные стекла, полоски фильтровальной бумаги), кристаллизаторами с водой, чистыми чашками Петри. При работе используются фиксированный, гербарный и натуральный материалы, постоянные препараты. Студенты получают навыки приготовления временных препаратов, выполнения биологических рисунков и схем. Зарисовка препаратов – это не только способ фиксации результатов наблюдений, но и активный метод исследования. Основная цель лабораторных занятий – привить обучающимся навыки самостоятельного научного изучения растительных организмов, что очень важно для разностороннего развития студентов-биологов.

2. организация лабораторных занятий

Инструктаж по технике безопасности. Перед началом первого занятия со студентами проводится инструктаж по технике безопасности. После ознакомления с правилами работы в учебной лаборатории каждый обучающийся должен расписаться в журнале по технике безопасности.

Оборудование, используемое на лабораторных занятиях. Рабочие места в учебной лаборатории оборудованы всем необходимым для успешного выполнения различных лабораторных заданий. Каждый стол снабжен микроскопом марки Zeiss, в случае необходимости используются также микроскопы марки Violam, что позволяет качественно проводить анатомические исследования объектов. При изучении строения цветков применяются ручные лупы. Для каждого студента на рабочем столе имеются пеналы с набором инструментария, в состав которого входят пипетка, две препаровальные иглы, предметные и покровные стекла,

полоски фильтровальной бумаги, бритвенные лезвия.

Правила работы студентов на лабораторных занятиях. Студент обязан:

1. Находиться на занятиях в белом халате в целях предупреждения загрязнения и порчи своей одежды.

2. Бережно относиться к микроскопической технике, учебным материалам – гербарным коллекциям, натуральному материалу, инструментарию – и всему оборудованию, предоставленному для выполнения работы.

3. Строго соблюдать правила техники безопасности. Осторожно обращаться с колющими (препаровальные иглы) и режущими (бритвенные лезвия, ланцеты, предметные и покровные стекла) предметами во избежание травм.

4. При изготовлении срезов в бузине ни в коем случае не бросать ее обрезки в кристаллизаторы с водой или пеналы с рабочими принадлежностями.

5. После завершения лабораторной работы привести в порядок свое рабочее место: перевести объективы микроскопа с большого увеличения на малое, отключить микроскоп от электрической сети, аккуратно уложить электрический шнур вокруг штатива микроскопа, зачехлить его, промыть и вытереть салфеткой предметные и покровные стекла, использованные для приготовления препаратов, сложить инструменты в пенал, выбросить мусор в мусорную корзину.

Особенности проведения лабораторных занятий

1. На каждое лабораторное занятие студенты должны придти хорошо подготовленными, т. е. обязаны знать теоретический материал по теме занятия.

2. Для работы надо иметь альбом для рисования, простой хорошо отточенный карандаш средней твердости, мягкую стирательную резинку, точилку. При желании для зарисовки отдельных объектов можно использовать цветные карандаши или фломастеры.

3. Все объекты, предлагаемые для изучения, должны быть не только тщательно рассмотрены, аккуратно зарисованы, но и снабжены поясняющими подписями, как это предусмотрено учебной программой. Рисунки располагаются на одной стороне альбомного листа (не более 2–4 на одной странице).

4. Для приготовления анатомических срезов каждый студент должен иметь пачку бритвенных лезвий любой указанной марки –

«Нева», «Спутник», Rapira. (Лезвия других марок плохо режут рас- тительный материал.)

5. Неподготовленные или без учебных принадлежностей сту- денты не допускаются к лабораторному занятию.

6. На каждом лабораторном занятии проводится выбороч- ный опрос студентов по теоретическому материалу и выставляет- ся оценка по 10-балльной системе. После теоретического и практи- ческого усвоения наиболее трудных тем осуществляется контроль управляемой самостоятельной работы (УСР), результаты которо- го оцениваются по 10-балльной системе. В случае получения не- удовлетворительной отметки (менее четырех) УСР необходимо пе- ресдать. Форма проведения контроля УСР различна и назначается по усмотрению преподавателя (устные и письменные ответы на во- просы, выполнение тестовых заданий).

7. В случае пропуска лабораторного занятия (независимо от причины) его необходимо отработать в обязательном порядке при согласовании с преподавателем и под его контролем. Студен- ты, не отработавшие все пропущенные лабораторные занятия, к за- чету или экзамену не допускаются.

8. Лабораторные занятия считаются отработанными при усло- вии сдачи всех УСР, предусмотренных программой. Общая оцен- ка работы студента по лабораторному практикуму складывается из отметок за устные ответы на лабораторных занятиях, отметки за УСР, ведение альбома, приготовление временных препаратов. Она определяет рейтинг студента и влияет на итоговую экзамена- ционную оценку.

Требования к ведению альбома и биологическому рисунку. Аль- бом – это отчетный документ, по которому можно судить о ре- зультативности работы студента на лабораторных занятиях. Аль- бом периодически проверяется преподавателем и оценивается по 10-балльной системе.

На титульном листе указываются фамилия и инициалы студен- та, курс, номер группы, учебный год, для каждого занятия – но- мер, тема, и дата его проведения.

По образному выражению известного русского ботаника С.

Г. Навашина, *рисунок – это язык морфологии*. Зарисовка объекта, рассматриваемого на лабораторном занятии, или его фрагмента – обязательное требование. Она развивает наблюдательность и способствует лучшему усвоению учебного материала. Зарисовку

необходимо делать с натуры, а не из учебника, таблицы или учеб- ного пособия.

Существуют определенные требования к биологическому ри- сунку или схеме, которой в некоторых случаях можно заменить рисунок:

1. Рисунок нужно выполнять тщательно и аккуратно, простым хорошо отточенным карандашом средней твердости. Отдельные де- тали можно дать в цвете (различные типы пластид, тканей и т. п.). Цветные карандаши рекомендуется использовать только после того, как рисунок выполнен простым карандашом.

2. Биологический рисунок должен быть достаточно крупным (примерно 1/4 альбомного листа), чтобы на нем можно было хо- рошо выделить необходимые детали, и в то же время лаконичным и выразительным.

3. Зарисовывать следует только то, что видно на препарате и не- обходимо для понимания изучаемого объекта. Все несущественное нужно опускать. Перерисовка с таблиц, учебников, рисунков дру- гих студентов недопустима.

4. Рисунок не должен быть «немым», т. е. иметь различные по- яснительные надписи.

5. Прежде всего каждый рисунок должен иметь конкретную подрисовочную подпись (например: Хлоропласты в клетке листа мниума), расположенную под рисунком строго по горизонтали, сделанную аккуратным рукописным или чертежным шрифтом.

6. Все детали рисунка должны быть четко обозначены указа- тельными стрелками и соответствующими подписями. Указатель- ные стрелки ставятся простым карандашом. Пояснительные над- писи можно дать сразу возле стрелок строго по горизонтали или каждую стрелку обозначить цифрой (1, 2, 3 и т. д.), а пояснитель- ные подписи вынести под соответствующими номерами после под- рисовочной подписи (например: Лейкопласты в клетке нижнего эпидермиса листа зебрины повислой (*Zebrina pendula* Schnizl.): 1 – оболочка клетки; 2 – ядро клетки; 3 – лейкопласты).

7. Все подписи следует делать однотипно: или простым каран- дашом, или ручкой.

8. В отдельных случаях рисунок может быть заменен схемой (типы соцветий и ветвления, строение корнеплодов и т.

п.). Выполнять схемы следует так же тщательно, как и рисунок, и снабжать их всеми необходимыми пояснительными подписями.

9. Рисунок должен быть закончен на занятии, поэтому надо правильно рассчитать время. Рисунки, сделанные на практических занятиях, облегчают усвоение теоретического материала.

Небрежное ведение альбома может рассматриваться как неот- работка лабораторных занятий.

Краткая методика приготовления временных препаратов. Вре- менным называется препарат, который может быть использован в течение непродолжительного времени. В качестве дисперсной среды в процессе приготовления таких препаратов чаще всего используется водопроводная или дистиллированная вода. По- скольку вода быстро испаряется, препарат пригоден к исследо- ванию только в течение 20–30 мин. Для более продолжительного его сохранения объект можно поместить в смесь воды с глицери- ном (1 : 1) или в чистый глицерин. Препараты с глицерином мо- гут сохраняться довольно долго.

Приготовление временного препарата начинается с подготовки предметного и покровного стекл. Для этого необходимо:

1. Тщательно протереть лабораторной салфеткой предметное и покровное стекла. Чтобы не раздавить покровное стекло, его помещают между двумя слоями салфетки, держа большим и ука- зательным пальцами правой руки, и протирают, осторожно делая круговые движения пальцами.

2. Нанести в центр предметного стекла каплю жидкости. Она должна занимать всю площадь под покровным стеклом, но не вы- ходить за его пределы, т. е. должна быть не слишком маленькой и не слишком большой.

3. Поместить объект, который необходимо рассмотреть, в ка- плю воды. Размер объекта может быть различным, но не более 1/2 диаметра покровного стекла.

4. Накрыть объект покровным стеклом. Чтобы получился чи- стый препарат без большого количества пузырьков воздуха, накрыв- вать объект покровным стеклом надо следующим образом: взять стекло за ребра большим и указательным пальцами правой руки, поднести его к краю капли и привести в соприкосновение с жидко- стью (водой).

Наклонить стекло под углом 45° и начать осторожно опускать до тех пор, пока центр стекла не коснется центра капли. Отпустить стекло. Жидкость должна равномерно растечься и занять всю площадь покровного стекла. Если под стеклом окажутся пузырьки воздуха, можно осторожно постучать по нему препа-

ровальной иглой или слегка приподнять один край иглой и вновь его опустить. Объект должен быть достаточно тонким, чтобы покровное стекло плотно прилегало к нему. Если воды мало, ее осторожно можно добавить пипеткой, капнув с того края, где жидкости не хватает. Лишнюю воду при ее выступлении за пределы покровного стекла следует осторожно оттянуть полоской фильтровальной бумаги.

5. При необходимости окраски объекта краситель следует нанести на препарат, выдержать определенное время и оттянуть фильтровальной бумагой, капнуть воду и покрыть объект покровным стеклом. Можно окрасить сделанный временный препарат, не снимая покровного стекла. Для этого с одной стороны покровного стекла помещают каплю красителя, а с противоположной – кладут полоску фильтровальной бумаги, которая начинает оттягивать воду из-под стекла и протягивать под стекло краситель. Как только объект покрасился, краситель таким же образом заменяют водой.

6. Приготовленный препарат помещают на предметный столик микроскопа и просматривают сначала при малом (линза объектива $\times 8$), а затем при большом (линза объектива $\times 40$) увеличении.

7. Временные препараты можно приготовить разными способами. Для изучения строения и формы клеток, типов устьичных комплексов, особенностей опущения листьев произвольным способом необходимо снять эпидермис и поместить снятый кусочек внутренней стороной в воду. При изучении хромопластов в плодах различных растений, каменистых клеток препаративной иглой надо извлечь небольшое количество мякоти, поместить ее в воду на предметное стекло, хорошо разрыхлить массу, покрыть покровным стеклом и только потом рассматривать под микроскопом.

Краткая методика приготовления срезов. Для рассмотрения внутреннего (анатомического) строения любого образца надо сделать тонкий срез. На лабораторных занятиях чаще всего производят поперечные срезы стебля, корня, листа. Для приготовления качественных срезов нужно использовать только острые (лучше всего новые) бритвенные лезвия. Достаточно плотный и крупный объект режут без всякого

приспособления, держа большим и указательным пальцами левой руки, а лезвие – большим и указательным пальцами правой. Срезы объекта мягкого или маленького размера производят в бузине (сердцевине бузины черной) или пенопласте. Отрезки бузины или пенопласта должны быть длиной не менее 5 см.

При срезах в бузине или пенопласте методика приготовления срезов следующая:

1. Отрезок бузины расщепляют вдоль, но не до конца, а примерно на 1,0–1,5 см. Если объект, с которого надо сделать срез, плоский (лист) или цилиндрический (корень, стебель), но достаточно крупный (до 3 мм в диаметре), кусочек материала вставляют в расщепленную бузину. Если цилиндрический объект тонкий (около 1 мм в диаметре), в центре бузины кончиком препаровальной иглы можно сделать углубление и в него вставить кусочек (около 0,5 см длиной) предназначенного для резки материала. Если материал находился в жидком фиксаторе, его необходимо просушить фильтровальной бумагой или салфеткой, чтобы не намочить бузину. Намокшая бузина плохо режется.

2. Бузину с заключенным в нее объектом держат в левой руке строго вертикально. Лезвие бритвы берут в правую руку большим и указательным пальцами и подводят к объекту. Лезвие надо держать строго горизонтально, чтобы срез не получился косым. При резке нельзя напрягать руку, лезвие должно плавно перемещаться слева направо. Первый срез делают толстым, чтобы выровнять поверхность, и выбрасывают. Затем производят серию срезов так, чтобы они получились как можно тоньше.

3. Каждый последовательно сделанный срез помещают в воду на предварительно подготовленное предметное стекло, аккуратно опуская при этом в воду лезвие со срезом. После каждой такой процедуры лезвие надо протереть салфеткой, чтобы не намочить бузину.

4. После окончания приготовления срезов с предметного стекла препаровальной иглой удаляют кусочки бузины, если они попали на стекло вместе со срезами. Чтобы убедиться в качестве полученных срезов, можно, не прикрывая их покровным стеклом, поместить предметное стекло на столик микроскопа и посмотреть материал при малом увеличении. После такого контроля следует снять со столика предметное стекло, прикрыть срезы покровным стеклом, как указано выше, после чего их можно рассматривать как при малом, так и при большом увеличении.

клетка и ее компоненты

Лабораторная работа 1

1. структура клетки

Клетка является структурным элементом всех растительных и животных организмов. Это сферическое образование, имеющее сложное строение. Важнейшие элементы любой клетки – ядро, цитоплазма с включенными в нее органоидами и оболочка, которая ограничивает внутреннее содержимое клетки и поддерживает ее форму. Форма клеток может быть округлой, многогранной, прямоугольной, звездчатой. Однако в зависимости от соотношения продольного и поперечного диаметров все клетки подразделяют на два типа – *паренхимные* (изодиаметричные, у которых диаметры равны, или таблитчатые, у которых один из диаметров не более чем в два раза превышает другой) и *прозенхимные* (у таких клеток один из диаметров значительно больше другого).

При общем сходстве строения клетки растений отличаются от клеток животных наличием прочной *наружной оболочки* (ее также называют клеточной стенкой), а также особых органоидов – *пластид* и *вакуолей*.

клетка эпидермиса луковицы лука репчатого (*Allium cepa* L.)

Материал: луковица лука репчатого, раствор Люголя (раствор иода в иодистом калии).

Для изучения общего плана строения клетки следует приготовить временный препарат эпидермиса сочной чешуи лука репчатого. Лучше использовать луковицы окрашенных сортов.

Ход работы

В центр предметного стекла нанести пипеткой каплю воды. Отделить от луковицы сочную чешую.

С выпуклой стороны чешуи при помощи препаровальной иглы или пин- цета снять небольшой кусочек (до 0,5 см) покровной ткани – эпидермиса.

Поместить снятый кусочек ткани *внутренней* стороной в каплю воды и прикрыть объект покровным стеклом.

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и при малом увеличении найти наиболее хорошо просматриваемый участок.

Окрасить препарат раствором Люголя. Для этого, не снимая покровного стекла, пипеткой нанести небольшую каплю реактива у одного края стекла, а с другой стороны положить полоску фильтровальной бумаги. Бумага оттягивает воду из-под предметного стекла, под которое вместо нее поступает краситель. Ядро окрашивается в темно-желтый или коричневый цвет, цитоплазма – в светло-желтый, вакуоли видны как светлые полости в цитоплазме, оболочка остается неокрашенной (рис. 1).

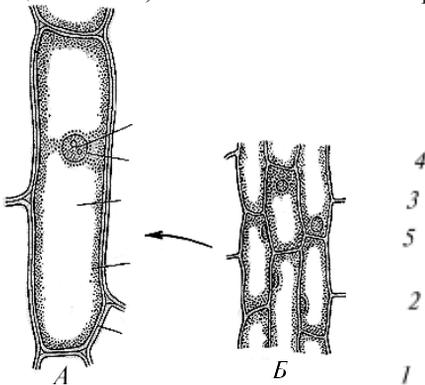


Рис. 1. Клетки эпидермиса сочной чешуи лукавицы лука (*Allium cepa* L.):

А – отдельная клетка; 1 – оболочка клетки; 2 – цитоплазма; 3 – ядро; 4 – ядрышко; 5 – вакуоль; Б – покровная ткань эпидермиса

Перевести объект на большое увеличение, внимательно рассмотреть строение клетки.

Зарисовать группу клеток покровной ткани чешуи лука. Отметить оболочку клетки, межклеточное пространство, поры в оболочке клеток, ядро, ядрышко, цитоплазму, вакуоль.

2. Пластиды и их типы

Пластиды – органоиды растительных клеток, в которых происходит первичный и вторичный синтез органических веществ, а также их накопление. Пластиды имеют различную окраску и форму. Окраска пластид зависит от пигментов, находящихся в пластидах.

Зеленые пластиды – *хлоропласты* – содержат хлорофиллы *a* и *b*, а также каротиноиды – каротин и ксантофилл – оранжевый и желтый пигменты, которые до определенного времени маскируются зелеными пигментами. Основная функция хлоропластов – процесс фотосинтеза. Поскольку хлоропласты имеют сложную субмикроскопическую структуру, форма их у всех высших растений одинаковая. Они чаще всего линзовидные.

Желто-красные пластиды – *хромопласты* – содержат только каротиноиды. Основная функция хромопластов – синтез и накопление пигментов. Каротиноиды могут накапливаться в пластоглобулах – сферических включениях жирных кислот, которые имеются в клетках, в белковых фибриллах или способны кристаллизоваться и откладываться в виде кристаллов. Так как субмикроскопическая структура хромопластов слабо выражена, форма их разнообразна и зависит от того, в каких структурах откладываются каротиноиды.

Бесцветные пластиды – *лейкопласты* – не содержат пигментов. Они мелкие, чаще всего имеют сферическую форму и своеобразный перламутровый блеск. В лейкопластах происходит накопление или вторичный синтез углеводов, белков и жиров. В зависимости от этого лейкопласты подразделяют на амилопласты, протеопласты и олеопласты.

Хлоропласты в клетках листа зеленого мха мниума (*Mnium* sp.)

Материал: живые и хорошо очищенные от почвы растения.

Ход работы

Для изучения формы хлоропластов, их количества и расположения в клетке необходимо приготовить временный препарат листа мниума. На этом же препарате следует ознакомиться с паренхимными и прозенхимными клетками.

Отделить бритвенным лезвием от растения целый лист мниума.

На подготовленное предметное стекло положить лист нижней стороной в каплю воды, прикрыть объект покровным стеклом, поместить препарат на столик микроскопа и рассмотреть при малом увеличении.

Описание объекта. Лист мниума – идеальный микроскопический препарат. Большая часть листа образована одним слоем паренхимных клеток, содержащих большое количество хлоропластов и выполняющих функцию фотосинтеза. По краю листа

расположены прозенхимные клетки типичного строения или имеющие небольшие боковые выросты. Эти клетки также содержат хлоропласты и кроме функции фотосинтеза выполняют

механическую функцию. Паренхимные и прозенхимные клетки имеют достаточно толстые оболочки и прочно соединены друг с другом межклеточным веществом.

В центральной части листа проходит так называемая жилка. Она состоит из расположенных в несколько слоев прозенхимных клеток, лишенных хлоропластов, представляет зачаток проводящей системы и выполняет транспортную функцию (рис. 2).

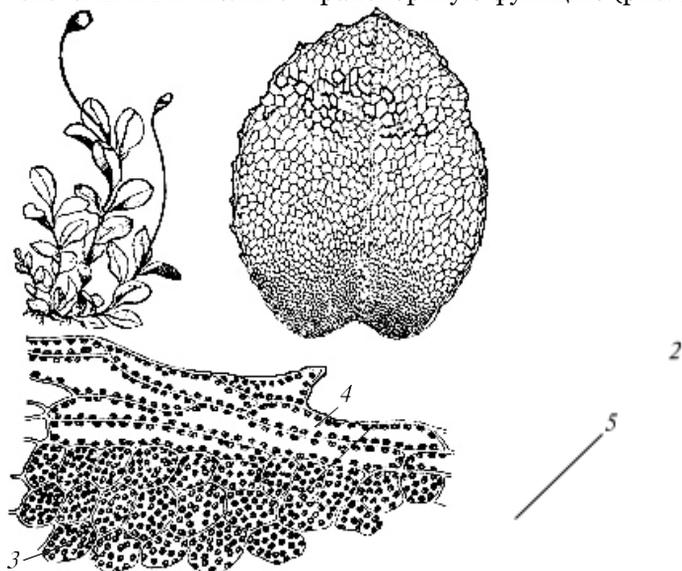


Рис. 2. Зеленый мох мниум (*Mnium* sp.):
1 – внешний вид растения; 2 – лист; 3 – паренхимные клетки
листа; 4 – прозенхимные клетки листа; 5 – хлоропласты
в паренхимных и прозенхимных клетках

После просмотра общего строения листа поставить в центр поля зрения наиболее удачный участок препарата и перевести препарат на большее увеличение.

Рассмотреть и зарисовать группу паренхимных и прозенхимных клеток из периферической части листа. Обратит внимание на форму хлоропластов, их размеры, количество и расположение в клетках. Отметить хлоропласты, оболочку клеток, межклеточное пространство.

Хлоропласты в клетках плода рябины (*Sorbus aucuparia* L.)

Материал: зрелые плоды рябины.

Ход работы

В зрелых плодах происходит естественная мацерация тканей (разрушение межклеточного вещества), вследствие чего клетки обособляются друг от друга. Для приготовления временных препаратов из зрелых плодов надо из-под кожицы плода взять препаративной иглой немного мякоти.

Поместить извлеченную мякоть плода рябины в каплю воды на предметном стекле.

Хорошо размешать массу мякоти препаративной иглой, чтобы как можно лучше рассредоточить обособленные клетки. Покрывать объект покровным стеклом и поместить на предметный столик микроскопа.

Рассмотреть препарат при малом увеличении. Найти участок, где хорошо видны одиночные клетки и перевести препарат на большое увеличение. Работая микровинтом (поворачивая его на пол-оборота), выявить в клетке хромопласты и рассмотреть их форму.

Описание объекта. Клетки имеют разные размеры и несколько различаются по форме: она более или менее округлая.

В клетках мякоти плода рябины каротиноиды откладываются в белковых фибриллах, поэтому у них одинаковая слегка серповидная форма. Количество хромопластов невелико, они разбросаны беспорядочно в полости клетки.

Зарисовать несколько клеток с хромопластами.

Хромопласты в клетках плода томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Материал: зрелые плоды томата.

Ход работы

Приготовить препарат, как указано выше. Найти участок, где видны одиночные клетки, рассмотреть их форму и форму хромопластов. Каротиноиды в клетках томата накапливаются в липидах, в пластоглобулах, поэтому хромопласты имеют шаровидную форму. Они мелкие, расположены группами в различных частях клетки.

Рассмотреть и зарисовать несколько клеток томата с хромопластами.

Хромопласты в клетках плода боярышника (*Crataegus*

monogina Jacq.)

Материал: зрелые плоды боярышника (*Crataegus monogina* Jacq.).

Ход работы

Приготовить препарат, как указано выше. Найти участок, где видны одиночные клетки, рассмотреть их форму и форму хромопластов.

Каротиноиды в клетках боярышника откладываются в виде кристаллов. Поскольку хромопласты не имеют сложной субмикроскопической структуры, их оболочка обволакивает кристалл, поэтому форма хромопластов в клетках мякоти плода боярышника различна и зависит от формы кристалла.

Рассмотреть и зарисовать несколько клеток боярышника с хромопластами.

Хромопласты в клетках корнеплода моркови (*Daucus sativus* (Hoffm.) Roehl.)

Материал: корнеплод моркови.

Ход работы

Для приготовления препарата необходимо бритвенным лезвием соскоблить немного мякоти с более ярко окрашенной периферической (флоэмной) части корнеплода. Можно попытаться сделать тонкий срез. Далее работа проводится так же, как с предыдущими объектами. В клетках корнеплода моркови каротиноиды откладываются в виде кристаллов, следовательно, хромопласты различаются по форме (рис. 3).

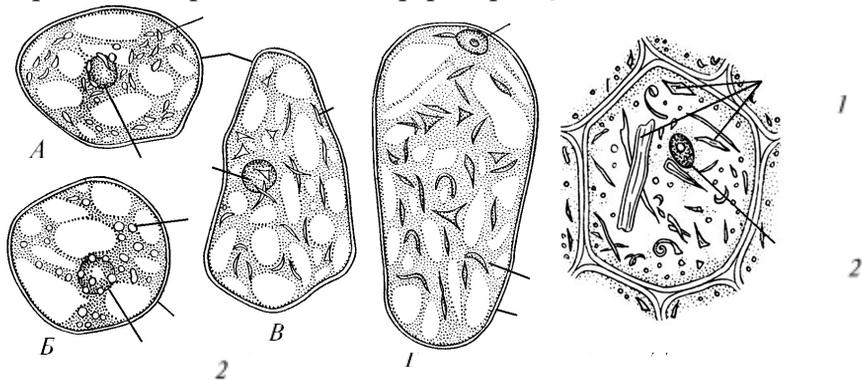


Рис. 3. Хромопласты в клетках различных видов растений: А – шиповник собачий (*Rosa canina*), Б – ландыш майский (*Convallaria majalis*), В – рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*), Г – боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea*), Д – морковь посевная (*Daucus sativus*): 1 – хромопласты; 2 – ядро; 3 – оболочка

Рассмотреть и зарисовать несколько клеток корнеплода с хромопластами.

**лейкопласты в клетках нижнего эпидермиса листа
зебрины повислой (*Zebrina pendula* Schnizl.)**

Материал: побеги зебрины повислой (*Zebrina pendula* Schnizl.) или ка- кого-нибудь вида традесканции – виргинской (*Tradescantia virginica* L.), зеленой (*T. viridis* L.), выдержанные в слабом растворе сахарозы (1 чай- ная ложка сахара на 200 мл холодной кипяченой или дистиллированной воды); капельницы с раствором сахарозы.

Ход работы

Нанести на предметное стекло каплю слабого раствора сахарозы. Рас- твор сахарозы применяют потому, что в чистой воде лейкопласты быстро набухают и расплываются.

Отделить от стебля лист (лучше молодой), обратить внимание на окраску его верхней и нижней стороны. При возможности лучше использовать листья, у которых нижняя сторона окрашена в фиолетовый или красный цвет благодаря наличию в клеточных вакуолях пигмента антоциана.

Обратить внимание, что на нижней стороне листа хорошо выделяет- ся крупная центральная жилка. Именно с этой жилки следует снять не- большой кусочек эпидермиса.

Для приготовления препарата лист обвертывают вокруг указатель- ного пальца левой руки так, чтобы его нижняя сторона была обращена наружу. Правой рукой надламывают у основания листовую пластинку и, прижимая надломанный участок к части листовой пластинки, которая лежит на пальце, осторожно тянут вверх. При такой манипуляции дол- жен сняться небольшой кусочек нижнего эпидермиса.

Сорванный кусочек эпидермиса положить внутренней стороной на предметное стекло в каплю сахарозы. Если кроме эпидермиса сорвал- ся кусочек мягкой ткани, ее надо аккуратно отрезать лезвием и удалить с предметного стекла.

Накрыть кусочек эпидермиса покровным стеклом и рассмотреть вна- чале при малом, а затем при большом увеличении.

Описание объекта. Если эпидермис снят точно с главной жилки, тог- да видно, что он состоит из тонкостенных шестигранных клеток, вытяну- тых вдоль жилки. Именно в этих клетках чаще всего заметить типичные лейкопласты. Если эпидермис был сорван с

другой части листа, у клеток наблюдается иная форма и лейкопласты в них не всегда видны.

Если клетки окрашены, то при большом увеличении в них хорошо видны тяжи цитоплазмы и ядро. Вокруг ядра располагаются мелкие округлые сильно преломляющие свет образования – это лейкопласты (про-теопласты) (рис. 4).

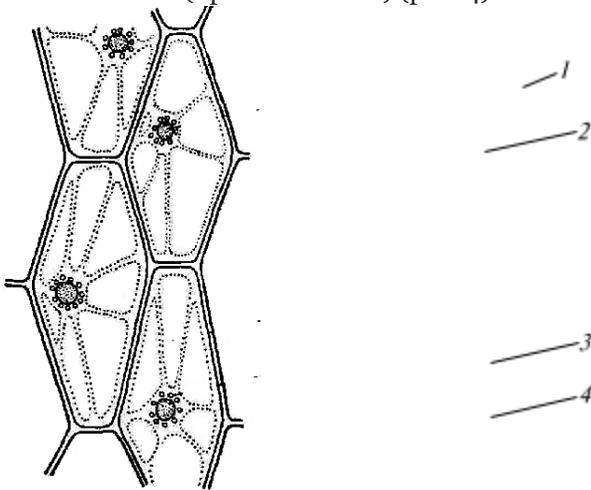


Рис. 4. Лейкопласты в клетках эпидермиса листа зебрины повислой (*Zebrina pendula*): 1 – оболочка клетки; 2 – ядро; 3 – вакуоль; 4 – лейкопласты

Зарисовать несколько клеток, отметить в них тяжи цитоплазмы, ядро, лейкопласты.

3. ЗаПасные Питательные вещества в клетках

В процессе жизнедеятельности растений в клетках накапливаются как запасные питательные вещества, постоянно вовлекающиеся в обменные процессы, так и конечные продукты – «отбросы», которые выводятся из активного метаболизма. К запасным питательным веществам относятся углеводы, белки и жиры. Углеводы могут быть представлены моносахаридами (глюкоза, фруктоза), дисахаридами (свекловичный и тростниковый сахар) и полисахаридами (крахмал, инулин, гемицеллюлоза). Углеводы накапливаются в различных частях растений: плодах, луковицах, клубнях. Белки обычно содержатся в вакуолях клеток семян (горох посевной (*Pisum sativum* L.), пшеница мягкая (*Triticum*

aestivum L.), клещевина (*Ricinus communis* L.)). При созревании семян вакуоли теряют воду (обезвоживаются) и белки оказываются в твердом состоянии. Эти одетые оболочкой вакуоли белки называются алейроновыми зернами. Они бывают простыми и сложными. Простые алейроновые зерна мелкие и имеют однородную структуру. В сложных алейроновых зернах часть белков кристаллизуется и образует кристаллоподобные структуры – кристаллиты, другая часть соединяется с минеральными веществами (фосфорная кислота, кальций, магний) и образует шарообразные тельца «глобониды».

Жиры и масла находятся в цитоплазме клеток в виде небольших капель или содержатся в особых пластидах – олеопластах (элайопластах). Больше всего жиров накапливается в семенах (подсолнечник (*Helianthus annuus* L.), рапс (*Brassica napus* L. subsp. *oleifera* (Moench) Metzg.), клещевина (*Ricinus communis* L.)).

Запасной крахмал в клубнях картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

Кроме первичного, или ассимиляционного, крахмала, образующегося в хлоропластах в процессе фотосинтеза, в клетках различных частей растения (сердцевина стебля, клубни, сочные корневища, луковицы, клубнелуковицы и т. п.) образуется вторичный, или запасной, крахмал. Он накапливается в специфических лейкопластах – амилопластах. Форма, размеры, строение крахмальных зерен у разных видов различны. Эти признаки наблюдаются при определении вида растения, из которого изготовлена мука.

Материал: свежие клубни картофеля, разрезанные на кусочки; раствор Люголя.

Ход работы

Подготовить предметное стекло с каплей воды.

С кусочка клубня лезвием бритвы соскоблить немного массы и перенести ее в каплю воды на предметном стекле.

Хорошо размешать массу препаровальной иглой, удалить все твердые частицы. На стекле должна остаться светлая, мутноватая жидкость. Муть образуется потому, что в воде оказывается большое количество взвешенных крахмальных зерен. В амилопластах клубня картофеля накапливается вторичный, или запасной, крахмал. Поскольку амилопласты не имеют сложной субмикроскопической структуры, крахмал в виде крахмальных зерен

заполняет всю полость пластиды, ее тонкая оболочка растягивается и амилопласт принимает форму крахмального зерна.

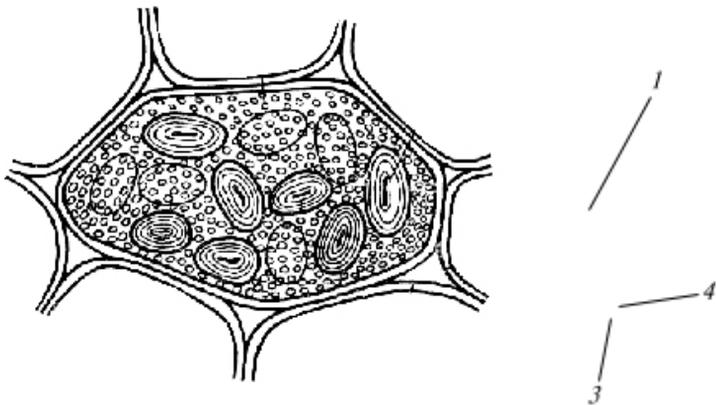
Без покровного стекла рассмотреть препарат при малом увеличении. Если крахмальных зерен очень много, разбавить каплю новой порцией воды, оттянуть фильтровальной бумагой лишнюю воду, прикрыть препарат покровным стеклом и перевести его на большое увеличение.

Найти участок, где видны одиночные крахмальные зерна. Обратит внимание на их форму и размеры. Крахмальные зерна запасного крахмала могут быть *простыми и сложными*.

Для выявления структуры крахмальных зерен препарат необходимо окрасить раствором Люголя (специфический реактив на крахмал). Раствор йода постепенно окрашивает препарат в различные тона синего цвета. При окраске надо следить, чтобы под стеклом находилась жидкость. *Описание объекта.* На окрашенных крахмальных зернах при большом увеличении видна слоистость. Она образуется благодаря последовательному наложению друг на друга «порций» первичного крахмала, который поступает из фотосинтезирующих органов. Слои расположены вокруг общего центра, так называемого *образовательного ядра*, смещенного в более узкую часть крахмального зерна. В простых крахмальных зернах существует один образовательный центр, в сложных их может быть несколько, т. е. в одной пластиде образуется несколько разных по размеру

крахмальных зерен (рис. 5).

Зарисовать несколько сложных и простых крахмальных зерен. Обозначить образовательный центр, слоистость крахмального зерна.



*Рис. 5. Крахмальные зерна в клубнях картофеля (*Solanum tuberosum*):*

1 – крахмальное зерно; 2 – алейроновое зерно;

3 – оболочка клетки; 4 – межклетник

алейроновые зерна в семенах фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.)

Материал: семена фасоли обыкновенной, выдержанные в воде в течение 12–24 ч; раствор Люголя.

Ход работы

Нанести на предметное стекло каплю раствора Люголя.

Снять с семени фасоли семенную кожуру, разделить массивные семядоли. Сделать бритвой тонкий срез с семядоли фасоли и поместить его в каплю раствора Люголя. Поскольку в клетках фасоли содержатся крахмал и белки в виде алейроновых зерен, раствором Люголя они окрашиваются в разные цвета. При окрашивании крахмальные зерна приобретают синий цвет, а алейроновые зерна – золотисто-желтый.

Подождать одну-две минуты для хорошего прокрашивания среза, прикрыть объект покровным стеклом, поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении.

Найти наиболее тонкий участок среза, перевести препарат на большее увеличение и внимательно рассмотреть его.

Описание объекта. При большом увеличении видно, что клетки фасоли заполнены крупными продолговатыми простыми крахмальными зёрнами и многочисленными очень мелкими простыми алейроновыми зёрнами (рис. 6).

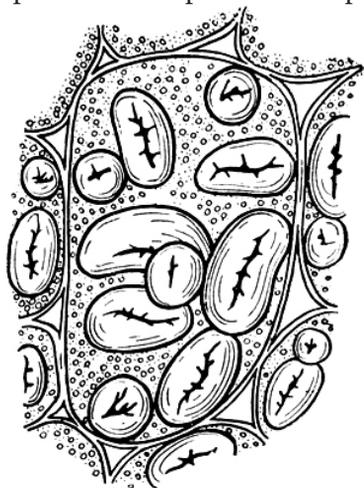


Рис. 6. Клетка семядоли фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*) с крахмальными и алейроновыми

зернами:

1 – крахмальное зерно; 2 – простое алейроновое зерно

Зарисовать несколько клеток семядоли фасоли. Отметить оболочки, межклетники, крахмальные зерна, алейроновые зерна.

алейроновые зерна в семени клещевины обыкновенной (*Ricinus communis* L.)

Материал: семена клещевины обыкновенной; раствор Люголя, насыщенный водный раствор сахарозы.

Ход работы

Подготовить чистое предметное стекло.

Снять с семени семенную кожуру, под которой находится зародыш семени с крупными семядолями.

Провести по центру стекла семядолями клещевины (сделать мазок).

Нанести на мазок каплю насыщенного водного раствора сахарозы и добавить в него каплю раствора Люголя. (*Насыщенный раствор сахарозы предотвращает образование эмульсии жира и набухание алейроновых зерен*). Накрыть препарат покровным стеклом, поместить на столик микроскопа и рассмотреть его сначала при малом, а потом при большом увеличении.

Описание объекта. При большом увеличении видны желтые капли жира и крупные сложные алейроновые зерна. В каждом алейроновом зерне видно одно или несколько золотисто-бурых многогранных образований – это кристаллиты белка и несколько шаровидных образований – глобидов (рис. 7).

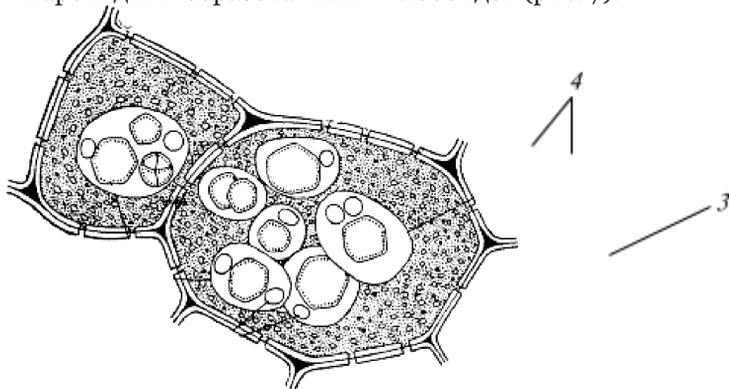


Рис. 7. Алейроновые зерна в клетках клещевины обыкновенной (*Ricinus communis*):

1 – кристаллоиды; 2 – глобиды; 3 – алейроновое зерно;
4 – поры в оболочке клетки

Зарисовать несколько алейроновых зерен с кристаллитами и глобои- дами. Сделать обозначения.

4. кристаллические включения в клеткаХ

Кроме запасных питательных веществ в клетках растений накопи- ваются и конечные продукты метаболизма. К ним относятся минераль- ные вещества – соли кальция, магния, а также органические кислоты – щавелевая, уксусная и др. Взаимодействуя друг с другом, эти химические вещества образуют сложные соединения в виде кристаллов: щавелево- кислого, углекислого, сернокислого кальция. Кристаллы имеют разную форму и могут содержаться в различных органах растения.

Полисахарид инулин, который находится в подземных образовани- ях многих сложноцветных – в корневых шишках топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.), корнях одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Web.), девясила высокого (*Inula helenium* L.) – также способен формиро- вать сложные кристаллы – сферокристаллы.

кристаллы в клетках чешуи лука репчатого (*Allium cepa* L.)

Материал: кусочки наружной сухой чешуи лука, выдержанной в те- чение суток в смеси воды и глицерина (1 : 1).

Ход работы

Подготовить предметное стекло, нанести на него каплю воды.

Поместить в каплю воды небольшой кусочек чешуи лука, покрыть объект покровным стеклом, поместить препарат на столик микроскопа. Рассмотреть препарат при малом, а затем при большом увеличении.

Описание объекта. При большом увеличении в клетках чешуи лука хорошо видны одиночные палочковидные кристаллы щавелевокислого кальция, а также группы кристаллов (сростки) различной формы.

Зарисовать несколько клеток чешуи лука с кристаллами разной формы.

кристаллы в черешке листа бегонии (*Begonia* sp.)

Материал: свежие или зафиксированные спиртом черешки

любого вида бегонии.

Ход работы

Подготовить покровное стекло, нанести на него каплю воды. Разрезать лезвием бритвы вдоль (пополам) черешок бегонии.

С центральной части черешка сделать тонкий продольный срез, поместить его в каплю воды, прикрыть покровным стеклом, рассмотреть при малом увеличении. Если под стеклом оказалось много пузырьков воздуха, слегка постучать по нему препаровальной иглой.

Найти наиболее тонкий участок среза и перевести его на большое увеличение.

Описание объекта. При большом увеличении в паренхимных клетках черешка бегонии видны кристаллы щавелевокислого кальция, имеющие разную форму (октаэдры, ромбоэдры, друзы – сростки кристаллов). Зарисовать несколько клеток с кристаллами различной формы. Обозначить кристаллы.

кристаллы в корневище купены душистой (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce)

Материал: выдержанное в спирте корневище купены душистой.

Ход работы

Подготовить предметное стекло, нанести на него каплю воды.

Продольно срезать лезвием часть корневища купены и удалить ее (убрать в чашку Петри).

С центральной части оставшегося корневища сделать тонкий продольный срез, поместить его в каплю воды, прикрыть покровным стеклом и установить препарат на столике микроскопа.

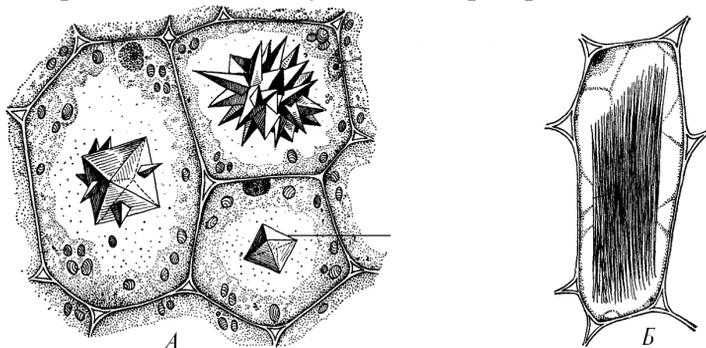


Рис. 8. Кристаллы щавелевокислого кальция в клетках различных растений: А – бегония королевская (*Begonia rex*): 1 – одиночный кристалл; 2 – друзы (сростки кристаллов); Б – купена душистая (*Polygonatum odoratum*):

3 – рафиды (игольчатые кристаллы)

Рассмотреть препарат при малом увеличении, найти наиболее тонкий участок среза и перевести препарат на большое увеличение.

Описание объекта. В крупных паренхимных клетках корневища хорошо видны пучки игловидных кристаллов – рафид. Если клетки повреждены, пучки рафид распадаются и тогда видны разбросанные одиночные рафиды (рис. 8).

Зарисовать клетки с рафидами и одиночные рафиды.

сферокристаллы инулина в корневых шишках георгины перистой (*Dahlia pinnata* Cav.)

Материал: выдержанные в 75-процентном этиловом спирте кусочки корневых шишек георгины. (В свежем материале инулин находится в растворенном виде в клеточном соке вакуолей и обнаружить его нельзя. При обработке материала спиртом инулин кристаллизуется в виде сферокристаллов.) Капельницы с глицерином.

Ход работы

Подготовить предметное стекло, нанести на него каплю глицерина. Сделать продольный или поперечный срез из центральной части корневой шишки, поместить его в каплю глицерина, покрыть покровным стеклом, перенести препарат на столик микроскопа.

При малом увеличении найти наиболее тонкий участок среза с клетками, в которых видны сферокристаллы инулина.

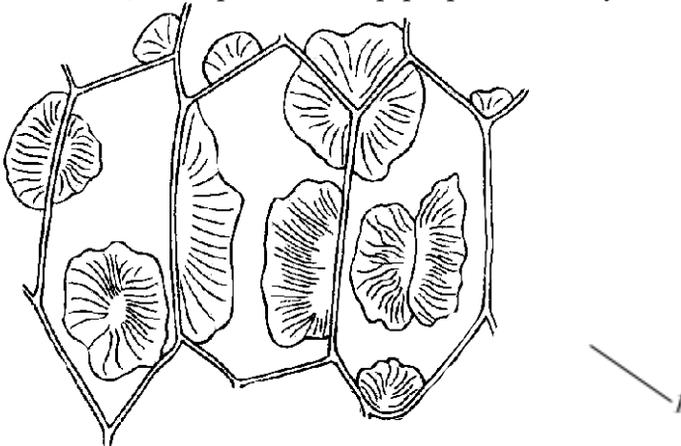


Рис. 9. Сферокристаллы инулина (1) в клетках

корневой шишки георгины перистой (*Dahlia pinnata*)

Описание объекта. Сферокристаллы имеют более или менее округлую форму и состоят из игольчатых радиально расходящихся кристаллов. Иногда в сферокристаллах видна концентрическая слоистость. При большом увеличении заметно, что сферокристаллы или заполняют собой клетки, или располагаются вдоль клеточной стенки. В клетке может содержаться различное количество сферокристаллов разной величины (рис. 9).

Рассмотреть и зарисовать несколько клеток паренхимной ткани со сферокристаллами, сделать обозначения.

ткани

классификация тканей

В многоклеточном теле растения, которое развивается одновременно в почвенной и воздушной средах, в процессе эволюции сформировались ткани – устойчивые комплексы клеток, похожих по происхождению, строению, выполняемым функциям и занимающих определенное положение в растении. Существуют разные типы тканей и различные подходы к их классификации.

На основании только одного какого-либо ведущего признака ткани можно классифицировать:

- *по форме клеток*, которые образуют ткань, – паренхимные (основная паренхима, эпидермис) и прозенхимные (проводящие ткани, механические волокна);

- *физиологическому состоянию клеток* – мертвые и живые. В клетках мертвых тканей отмирает цитоплазма, но одревесневшая или пробковевшая клеточная оболочка сохраняется, ткань продолжает выполнять свою функцию (трахеиды, сосуды, древесинные волокна, феллема);

- *степени дифференциации клеток* – недифференцированные (образовательные) и постоянные, дифференцированные по функциям (покровные, основные, механические, проводящие);

- *времени и особенностям образования* – первичные, вторичные и третичные. Первичные ткани образуются из первичных меристем (эпидермис, колленхима). Вторичные – формируются из вторичных меристем (вторичные ксилема и флоэма) или из постоянных тканей (камбий, феллоген). Третичные – образуются у деревьев как комплекс вторичных покровных и расположенных между ними

различных отмерших тканей (ритидом).

По классификации, основанной на комплексе признаков, выделяют пять типов тканей:

- 1) образовательные, или меристемы;
- 2) покровные, или пограничные;
- 3) основные (паренхимные);
- 4) механические, или арматурные;
- 5) проводящие.

Кроме того, в растениях встречаются выделительные структуры, которые могут входить в состав различных постоянных тканей и являются сборной группой.

Наряду с главной функцией ткани нередко выполняют и дополнительные, что позволяет рассматривать их как полифункциональные.

Лабораторная работа 2

Покровные ткани

Покровные ткани располагаются на границе с внешней (иногда с внутренней, например, в завязи пестика) средой. Покровные ткани выполняют прежде всего барьерную функцию и предохраняют внутренние ткани растения от пересыхания и повреждения. Поэтому характерной особенностью покровных тканей является то, что они состоят из плотно сомкнутых живых или мертвых клеток. К важнейшим функциям покровных тканей относится также регуляция транспирации и газообмена. В связи с этим в покровной ткани формируются особые образования (устьица, чечевички), через которые и происходит вентиляция внутренних тканей. В дополнение к основным функциям покровные ткани способны поглощать и выделять различные вещества, препятствовать проникновению патогенных микроорганизмов. Таким образом, покровные ткани в определенной мере полифункциональны.

В зависимости от происхождения и времени появления в онтогенезе растений различают три типа покровных тканей – первичные, вторичные и третичные.

Первичная покровная ткань – эпидермис. Эпидермис возникает из наружного слоя клеток конуса нарастания побега. Он состоит из одного слоя живых плотно сомкнутых клеток без межклетников. Клетки эпидермиса, покрывающие молодые стебли, черешки или вытянутые в длинные листья, – удлинённые, а клетки эпидермиса на листьях иной формы – по очертаниям ближе к изодиаметричным.

Нередко клеточные стенки извилистые, что усиливает прочность сцепления. Хлоропласты в основ-

ных клетках эпидермиса, как правило, отсутствуют, либо их количество незначительно. Стенка клеток, граничащих с внешней средой, более толстая, чем остальные. Сверху эпидермис покрыт жироподобными веществами – кутикулой или воском, снижающими интенсивность испарения воды с поверхности.

Среди основных клеток эпидермиса находятся в большем или меньшем количестве устьичные комплексы, через которые происходит проветривание внутренних тканей и осуществляется их связь с окружающей средой. Они представлены устьицами, состоящими из двух замыкающих клеток обычно бобовидной формы, между которыми имеется крупный межклетник – устьичная щель. Для замыкающих клеток устьиц, в отличие от других клеток эпидермиса, характерно наличие хлоропластов. Клетки эпидермиса, окружающие устьице (побочные клетки), составляют вместе с ним устьичный комплекс. Они могут иметь особую форму и своеобразное расположение вокруг устьица, или не отличаться от остальных клеток эпидермиса, или вовсе отсутствовать. Выделяют пять основных типов устьичных комплексов:

1) *аномоцитный*, или беспорядочноклеточный, тип. Побочные клетки в этом типе устьичного комплекса отсутствуют или не отличаются от остальных клеток эпидермиса;

2) *диацитный*, или перекрестноклеточный, тип имеет две побочные клетки, расположенные перпендикулярно длинной оси устьица;

3) *парацитный*, или параллельноклеточный, тип характеризуется двумя побочными клетками, расположенными параллельно длинной оси устьица;

4) *анизоцитный*, или неравноклеточный, тип устьичного комплекса имеет три побочные клетки, окружающие устьице, одна из которых либо заметно крупнее, либо мельче остальных;

5) *актиноцитный* устьичный комплекс включает различное количество побочных клеток, радиально расположенных вокруг устьица.

Нередко на клетках эпидермиса образуются выросты – *трихомы* (волоски). Различают трихомы кроющие и железистые. Кроющие трихомы могут быть живыми или мертвыми, одно- или многоклеточными, простыми и разветвленными. Железистые трихомы заканчиваются одной или несколькими выделительными клетками или образуют головку. Они обычно живые и выделяют продукты вторичного метаболизма: эфирные масла, соли.

Кроме волосков на поверхности стебля и плодов некоторых

расте- ний имеются выросты, называемые *эмергенцами*. Они похожи на колюч- ки, однако в отличие от них образованы не метаморфизированным по- бегом, а эпидермисом и находящейся под ним паренхимой. Эмергенцы расположены на стебле беспорядочно и сдираются вместе с эпидермисом. **Вторичная покровная ткань – перидерма.** На поверхности стеблей и кор- ней многолетних древесных растений (деревьев и кустарников) на смену

первичным покровным тканям формируется вторичная ткань – *перидерма*. Начало ей дает вторичная образовательная ткань *феллоген*, или *пробковый камбий*. Феллоген закладывается субэпидермально в паренхиме первичной коры, клетки которой восстанавливают меристематическую функцию. Клетки феллогена делятся параллельно поверхности органа, последовательно отделяя наружу клетки *феллемы*, или *пробки*, а внутрь от себя – клетки *феллодермы*, или *пробковой кожицы*. Клеток феллемы образуется больше, чем феллодермы, поэтому этот слой более мощный. Клетки феллемы строго таблитчатой формы, плотно сомкнуты между собой, без межклетников, расположены правильными радиальными рядами. Молодые клетки феллемы живые, однако впоследствии на первичную оболочку этих клеток изнутри откладывается суберин, иногда чередующийся с воском. В результате происходит опробковение клеточной стенки, вследствие чего протопласт опробковевших клеток отмирает. Полости опробковевших клеток заполняются воздухом, смолистыми или дубильными веществами, имеющими темную окраску, поэтому зеленый цвет побегов переходит в бурый. При образовании перидермы эпидермис отмирает и слущивается. Клетки пробки водо- и газонепроницаемы, хорошо предохраняют внутренние ткани растения от высыхания, колебаний температуры, болезнетворных организмов. Проветривание происходит через *чечевички* – особые образования, заполненные *выполняющей* тканью, образованной рыхло расположенными паренхимными клетками, между которыми находятся крупные межклетники. Начало выполняющей ткани также дает феллоген, но благодаря тому, что в весенне-летний период через чечевички активно протекают процессы транспирации и газообмена, клеточные стенки выполняющей ткани не опробковевает. К осени, когда метаболические процессы ослабевают, феллоген в области чечевички формирует более мелкие клетки овальной формы, которые теснее прилегают друг к другу, опробковевает и образует *замыкающий* слой. В результате зимой транспирация и газообмен резко снижаются. Весной под напором вновь образуемых феллогеном выполняющих клеток замыкающий слой чечевички разрывается, она начинает функционировать. Форма чечевичек у разных деревьев различна: у березы они имеют вид горизонтальных штрихов, у тополя серебристого – ромбовидную форму и т. д.

Третичная покровная ткань – ритидом (корка). *Ритидом*, или *корка*,

это третичная покровная ткань, которая со временем образуется на стеб- лях (стволах) древесных растений. Она формируется в результате много- кратного последовательного заложения перидерм во все более глубоких участках первичной коры и отмирания всех живых тканей, расположен- ных между ними. В итоге образуется мощный покровный комплекс. Из-



А

Б

Рис. 10. Типы ритидома:

А – чешуйчатый ритидом сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*); Б – кольчатый ритидом черемухи Маака (*Padus maackii*)

нутри слой корки ежегодно нарастает, а с поверхности растрескивается, разрушается и сбрасывается. Различают ритидом *кольчатый* и *чешуйчатый* (рис. 10). Кольчатый ритидом образуется в том случае, если перидермы закладываются более или менее непрерывным слоем по всей окружности стебля. Такая корка легко, как чулок, снимается со ствола или расщепляется на длинные полосы (виноградная лоза, клематис, жимолость, можжевельник, вишня). Однако чаще встречается чешуйчатый ритидом, при формировании которого новые перидермы закладываются в виде отдельных перекрывающихся пластинок. Такая корка при росте стебля в толщину растрескивается и слущивается в виде чешуй. Стебли, покрытые ею, имеют трещиноватый вид. Подобный ритидом образуется у сосны, яблони, березы в основании ствола, дуба, липы и др.

У некоторых видов деревьев ритидом вообще никогда не формируется (рябина, черемуха, платан, эвкалипт). Старые стебли этих растений покрыты перидермой.

Эпидермис листа пеларгонии зональной (*Pelargonium zonale* Willd.)

Материал: свежие листья пеларгонии зональной.

Для изучения строения эпидермиса пеларгонии зональной и ее выростов – трихом – необходимо приготовить временный препарат

листа пеларгонии. На этом же препарате следует ознакомиться с аномоцитным типом устьичного комплекса.

Ход работы

Подготовить предметное стекло с каплей воды.

Взять в руки лист пеларгонии зональной, обратить внимание на его бархатистость и своеобразный запах, что свидетельствует о наличии на листовой пластинке опушения и эфиромасличных железистых волосков.

Для приготовления препарата необходимо снять эпидермис с нижней стороны листа. Удобнее всего его снимать с одного из секторов между главными жилками листа, ближе к черешку, где листовая пластинка толще. Для этого листовую пластинку надо надломить ближе к черешку, затем надорванный край прижать к ненадорванной части пластинки и тянуть параллельно поверхности листа. При этом снимается фрагмент эпидермиса, который необходимо поместить в каплю воды на предметном стекле внутренней стороной вниз и лезвием бритвы осторожно отрезать ее от многослойной части листа. Если фрагмент эпидермиса свернулся, его надо расправить с помощью препаровальной иглы. Эпидермис также можно снять препаровальной иглой или пинцетом.

Накрыть препарат покровным стеклом и рассмотреть его при малом увеличении.

Описание объекта. Под микроскопом видно, что эпидермис прозрачен, состоит из тесно сомкнутых клеток с извилистыми стенками, меж-

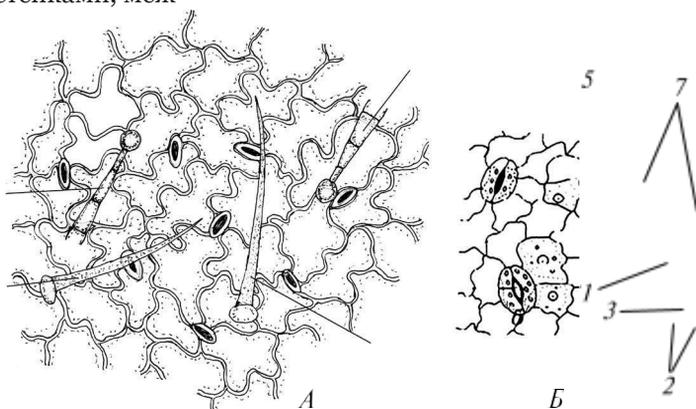


Рис. 11. Эпидермис нижней стороны листа пеларгонии зональной (*Pelargonium zonale*):

А – общий вид, *Б* – устьице с прилегающими клетками:
1 – основные клетки эпидермиса; *2* – замыкающие клетки устьица;

3 – устьичная щель; 4 – простой волосок; 5 – железистый волосок;
6 – клетки, окружающие основание волоска; 7 – побочные клетки устьица

клетников нет. Среди основных клеток эпидермиса расположены устьица. Они состоят из двух полукруглых замыкающих клеток, в которых хорошо видны зеленые хлоропласты. Между замыкающими клетками устьица находится устьичная щель (рис. 11).

Перевести микроскоп на большое увеличение, рассмотреть устьице и окружающие его клетки эпидермы вблизи. Обращенная к устьичной щели клеточная (дорсальная) стенка толще, чем выгнутая противоположная (вентральная) стенка замыкающих клеток. Обратить внимание на то, что окружающие устьице побочные клетки, входящие в устьичный комплекс, не отличаются по своей форме от других клеток эпидермиса, т. е. что у пеларгонии *аномоцитный* устьичный комплекс.

Вернуться на малое увеличение и рассмотреть два типа волосков (трихом), покрывающих лист, – кроющие и железистые. Кроющие трихомы пеларгонии зональной многоклеточные с заостренной верхней клеткой. Железистые трихомы состоят из многоклеточной ножки и одноклеточной головки, которая выделяет эфирные масла в пространство между целлюлозной оболочкой и кутикулой. Вращая фокусирующим винтом микроскопа, можно увидеть, что основание волосков окружено розеткой из 5–8 радиально расположенных и несколько отличающихся по форме клеток эпидермиса.

Зарисовать устьице с несколькими прилегающими к нему клетками эпидермиса. Отметить замыкающие клетки устьица, утолщенную клеточную стенку, обращенную к устьичной щели; устьичную щель, хлоропласты в замыкающих клетках, основные клетки эпидермиса, *аномоцитный* устьичный комплекс. Отдельно зарисовать кроющие и железистые трихомы, основание которых окружено розеткой клеток эпидермиса.

устьичные комплексы

Материал: свежие листья гвоздики садовой (*Dianthus caryophyllus* L.), капусты (*Brassica oleracea* L.), фиксированные листья подмаренника душистого (*Galium odoratum* (L.) Scop.).

Для ознакомления с различными типами устьичных комплексов необходимо приготовить временные препараты, сняв фрагмент эпидермы с нижней стороны листа растения.

Ход работы

В каплю воды на предметном стекле поместить кусочек

эпидермы гвоздики садовой, прикрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом увеличении наиболее прозрачную часть приготовленного препарата. *Описание объекта.* Устьица на листе расположены рядами. Вокруг каждого устьица перпендикулярно длинной оси его замыкающих клеток

находятся по две побочные клетки, похожие по форме на клетки эпидермиса. Такой устьичный комплекс носит название диацитного. Поскольку лист гвоздики покрыт слоем воска, оболочки клеток толстые и в них хорошо видны поры (рис. 12).

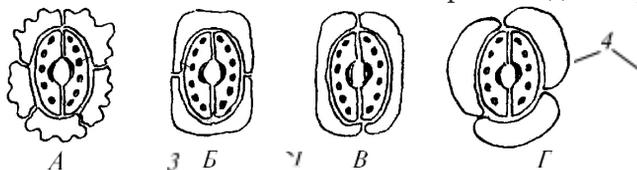


Рис. 12. Морфологические типы устьичных комплексов:

А – аномоцитный, Б – диацитный, В – парацитный, Г – анизоцитный:
1 – устьице; 2 – хлоропласты; 3 – клетки эпидермиса; 4 – побочные клетки

Приготовить временный препарат эпидермиса листа капусты, сняв его с выпуклой (нижней) стороны листовой пластинки между жилками. Рассмотреть препарат при большом увеличении.

Описание объекта. Устьица у капусты маленькие, округлые, расположены беспорядочно. Вокруг каждого из них находятся по три побочные клетки, одна из которых меньше двух других. Такой устьичный комплекс называется анизоцитный.

Приготовить временный препарат эпидермиса подмаренника душистого. Рассмотреть препарат при малом, а затем при большом увеличении. *Описание объекта.* В эпидермисе подмаренника две узкие побочные клетки расположены параллельно замыкающим клеткам устьица. Такой устьичный комплекс называется парацитным.

Зарисовать все типы устьичных комплексов. Отметить устьице, побочные клетки устьица, клетки эпидермиса.

Перидерма бузины красной (*Sambucus racemosa* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза ветки бузины. Одно- или двухлетние ветки бузины, отрезки молодых стволов березы, тополя белого.

Ход работы

Рассмотреть двухлетнюю ветку бузины. Обратить внимание на цвет вторичной покровной ткани – перидермы, а также на выступающие над поверхностью чечевички.

На предметный столик микроскопа поместить постоянный препарат поперечного среза ветки бузины. При малом увеличении найти перидерму (лучше недалеко от чечевички).

Описание объекта. Самый периферический слой может быть представлен полуразрушенными клетками отмирающего эпидермиса. За ними расположены правильные радиальные ряды прямоугольных клеток бурого цвета с толстыми клеточными стенками. Это *феллема*, или *пробка*, которая прекрасно защищает растение от излишней потери воды, перегрева и других внешних воздействий.

При большом увеличении видно, что каждый радиальный ряд табличатых клеток феллемы примыкает к живой клетке овальной формы голубовато-зеленого цвета с густым содержимым. Это клетка *феллогена* – пробкового камбия, вторичной образовательной ткани. Все клетки феллогена также плотно прилегают друг к другу и образуют один слой, окружающий ветку растения. Внутри от феллогена расположены один-два слоя типичных паренхимных живых клеток *феллодермы*, или *пробковой кожицы*. Феллема, феллоген и феллодерма вместе составляют комплексную покровную ткань – *перидерму*.

Вернуться на малое увеличение. Передвинуть препарат так, чтобы в поле зрения оказалась чечевичка. В области чечевички клетки имеют более или менее округлую форму, расположены рыхло, между ними находятся межклетники. Это типичная паренхимная ткань, состоящая из живых клеток, она называется *выполняющей* тканью чечевички. Через межклетники выполняющей ткани происходит проветривание внутренних тканей. Ближе к феллогену форма клеток становится более уплощенной, межклетники меньше, степень опробкования клеточных стенок больше.

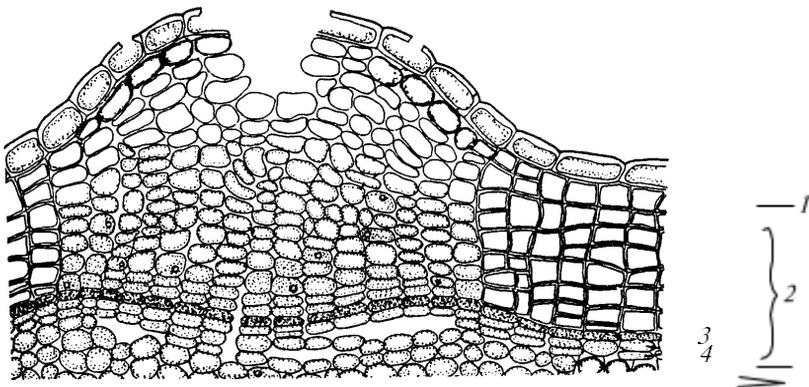


Рис. 13. Перидерма с чечевичкой у бузины красной (*Sambucus racemosa*):

1 – остатки эпидермиса; 2 – феллема; 3 – феллоген; 4 – феллодерма;
5 – выполняющая ткань чечевички; 6 – разрыв чечевички

Это начинает формироваться *закрывающий* слой, который предотвращает транспирацию и газообмен в холодное время года (рис. 13).

Зарисовать чечевичку и фрагмент прилегающей к ней перидермы. Отметить феллему, феллоген, феллодерму, выполняющую ткань чечевички, замыкающий слой.

Рассмотреть отрезки молодых стволов березы и других древесных растений (тополь, вишня и т. д.). Отметить разнообразие форм чечевичек.

ритидом (корка) стеблей древесных растений

Материал: спилы многолетних стволов сосны (*Pinus sylvestris* L.), осины (*Populus tremula* L.), ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), вишни (*Cerasus vulgaris* Mill.) и других древесных растений.

Ход работы

Рассмотреть спилы различных растений. Отметить особенности расщепления ритидома кольчатого и чешуйчатого типов.

Лабораторная работа 3

Механические ткани

Механические ткани в растениях выполняют опорную функцию, обеспечивают сопротивление растения статическим (сила тяжести) и динамическим (порывы ветра, удары дождя и т. д.) нагрузкам. Общим и главным их признаком является утолщение клеточных оболочек. В растениях механические ткани имеют определенное расположение: в корнях они находятся в центральной части, а в стеблях – в виде кольца или локальных участков на периферии.

Выделяют два типа механических тканей, различающихся по характеру утолщения клеточных стенок и физиологическому состоянию клеток, – *колленхиму* и *склеренхиму*.

Колленхима представляет собой ткань из живых клеток длиной 1–2 мм с неравномерно утолщенными целлюлозно-пектиновыми первичными клеточными стенками. Они никогда не одревесневают, сохраняют упругость и способность к растяжению. Именно поэтому колленхима является опорной тканью молодых растущих в длину органов. Ее клетки вытягиваются параллельно длинной оси органа,

в котором закладывается эта ткань.

У двудольных растений колленхима расположена под эпидермисом в виде кольца или сосредоточена в ребрах стебля (в стеблях яснотки, че-

решках листа подорожника, сельдерея). В листьях некоторых двудольных растений колленхима может располагаться над/под жилкой и служит опорой проводящим пучкам. У однодольных растений колленхима находится в узлах злаков и предохраняет растения от полегания.

В зависимости от характера утолщения клеточных стенок различают три типа колленхимы – уголковую, пластинчатую и рыхлую. Если утолщения расположены по углам клеток, т. е. в местах соединения нескольких клеток, то такую колленхиму называют *уголковой* (в черешках бегонии, свёклы, тыквы, щавеля, гречихи и др.). На поперечном срезе утолщения имеют вид треугольников, если соединяются три клетки, или ромбов, если соединяются четыре клетки. В том случае, когда утолщаются две клеточные стенки, параллельные поверхности органа (тангентальные), а две другие (радиальные) остаются более или менее тонкими, колленхима называется *пластинчатой* (в стеблях подсолнечника, бузины, баклажана). Утолщения оболочек соседних клеток, смыкаясь между собой, образуют светлые пластинки. В *рыхлой* колленхиме хорошо развиты межклетники, а клеточные стенки утолщены так, как в уголковой колленхиме, например в черешках лопуха, ревеня, цветоносах растений из семейства лилейные (лилия, чеснок).

Утолщенные оболочки клеток вследствие сильного преломления света выглядят блестящими и хорошо заметны вокруг более темных, заполненных содержимым полостей клеток.

У растений иногда встречаются переходные типы колленхимы.

Клетки *склеренхимы* в отличие от колленхимы имеют равномерно утолщенные вторичные клеточные стенки, с немногочисленными простыми порами. Оболочки зрелых клеток склеренхимы пропитываются лигнином и одревесневают, а живое содержимое клеток постепенно отмирает. Склеренхима обладает высокой прочностью. Она широко распространена в различных органах растений и состоит из волокон и склерид. *Волокна* склеренхимы представляют собой прозенхимные клетки с заостренными концами и входят в состав различных тканей осевых органов. *Склериды* имеют различную форму, толстые слоистые вторичные оболочки с простыми, иногда с разветвленными порами. Склериды встречаются поодиночке или группами в плодах (груша, айва), листьях (фикус, камелия, инжир), стеблях (клюква). У грецкого ореха, фундука, лещины склериды образуют твердые части

оболочки плода – косточки.

угловая колленхима в черешке листа бегонии (*Begonia* sp.)

Материал: свежие листья бегонии с черешками.

Для ознакомления с различными типами колленхимы необходимо приготовить временные препараты поперечных срезов.

Ход работы

Отрезать кусочек черешка любого вида бегоний длиной 1,5–2 см. Сделать один-два тонких поперечных среза черешка (не используя бузину). Если черешок крупный, диаметром более 5 мм, достаточно сделать срезы его краевой части. Важно, чтобы они были тонкими и строго перпендикулярными продольной оси черешка. Поместить срезы в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом, установить препарат на предметный столик микроскопа.

Рассмотреть препарат при малом увеличении. Колленхиму следует искать непосредственно под эпидермисом. Просмотрев срезы, выбрать и отцентрировать ту часть, где срез наиболее тонкий.

Описание объекта. Перламутрово-белые блестящие утолщения клеточных стенок можно увидеть при малом, а особенно хорошо при большом увеличении. При внимательном наблюдении и регулировании света апертурной диафрагмой заметны границы клеток. Утолщения клеточных стенок расположены так, что полость клетки принимает форму многогранника, а сами смыкающиеся между собой утолщения соседних клеток имеют вид треугольников и четырехугольников (рис.14).

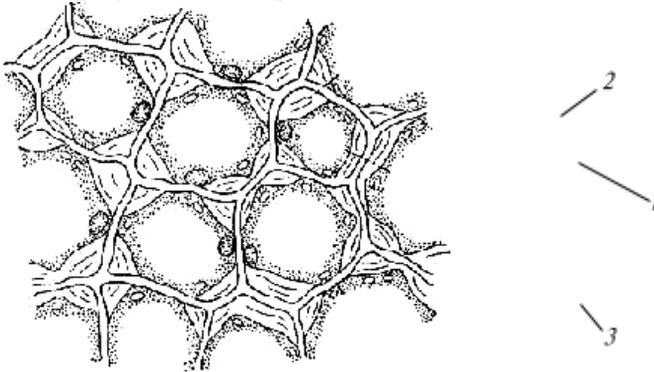


Рис. 14. Угловая колленхима в черешке листа бегонии (*Begonia* sp.):

1 – полость клетки; 2 – утолщения клеточной стенки;

3 – оболочка клетки

Зарисовать фрагмент среза черешка, включая эпидермис и расположенную под ним угловую колленхиму. Обозначить утолщенные клеточные стенки колленхимы, полость клетки,

эпидермис.

Пластинчатая колленхима в стебле подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)

Материал: фиксированные стебли проростков подсолнечника одно- летнего диаметром 3–5 мм.

Ход работы

Без помощи бузины изготовить один-два поперечных среза стебля проростка подсолнечника однолетнего. Срез поместить в каплю воды, прикрыть покровным стеклом.

Рассмотреть срез при малом, а затем при большом увеличении ми- кроскопа.

Описание объекта. Под эпидермисом по всей окружности стебля рас- положены три-четыре слоя клеток пластинчатой колленхимы. Стенки кле- ток, параллельные поверхности стебля (тангентальные), заметно утолщены и имеют белесый цвет (перламутровый блеск). Радиальные стенки слабо утолщены или почти не имеют утолщений. Соединяясь между собой, обо- лочки соседних клеток образуют сплошную блестящую пластинку (рис.15).

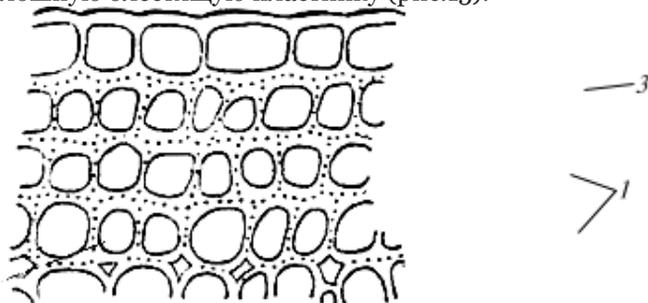


Рис. 15. Пластинчатая колленхима в стебле подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*): 1 – утолщения тангентальных стенок; 2 – полости клеток; 3 – клетки эпидермиса

Зарисовать фрагмент среза стебля подсолнечника, включая эпидер- мис и расположенную под ним пластинчатую колленхиму. Обозначить утолщенные наружные и внутренние тангентальные клеточные стенки колленхимы, полость клетки, эпидерму.

рыхлая колленхима в черешке ревеня обыкновенного (*Rheum rhabarbarum* L.)

Материал: фиксированные черешки листьев ревеня обыкновенного.

Ход работы

Сделать один-два поперечных среза черешка. Срез поместить в каплю воды, прикрыть покровным стеклом.

Рассмотреть срез при малом, а затем при большом увеличении микроскопа.

Описание объекта. Под эпидермой хорошо заметна колленхима, расположенная в виде кольца. Между клетками колленхимы видны темные межклетники, имеющие треугольную или четырехугольную форму (рис. 16).

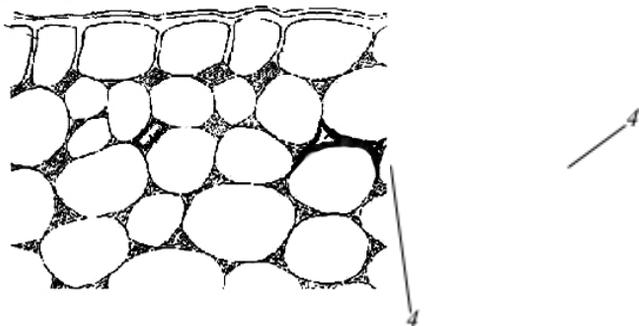


Рис. 16. Рыхлая колленхима в стебле ревеня обыкновенного (*Reum rebarbarum*):

- 1 – эпидермис; 2 – утолщение клеточной стенки;
3 – полость клетки; 4 – межклетники

Зарисовать фрагмент среза, включая эпидермис и расположенную под ним рыхлую колленхиму. Обозначить межклетники, утолщенные клеточные стенки колленхимы, эпидермис.

лубяные волокна льна (*Linum usitatissimum* L.) или других текстильных культур

Материал: постоянные препараты мацерированных волокон текстильных культур.

Ход работы

Рассмотреть под микроскопом постоянные препараты мацерированных волокон текстильных культур (на выбор). При большом увеличении посмотреть волокна по длине, найти место стыка двух клеток со скошенными концами. Обратит внимание на значительную толщину клеточных стенок, найти в них поровые каналы, которые видны в виде темных тонких линий. Зарисовать два

элементарных волокна и место их соединения. Отметить вторичную утолщенную клеточную стенку, простые поры в ней, узкую полость клетки.

склеренхима в стеблях двудольных и однодольных растений

Материал: фиксированные стебли проростков подсолнечника диаметром 3–5 мм; готовые препараты поперечных срезов стебля ржи, кукурузы.

Ход работы

Сделать поперечный срез стебля проростка подсолнечника или воспользоваться ранее приготовленным для просмотра пластинчатой колленхимы временным препаратом. Рассмотреть препарат при малом увеличении.

Описание объекта. Над проводящими пучками, ближе к наружной части стебля, располагаются группы блестящих клеток с утолщенными клеточными стенками. Это первичная склеренхима, образованная перидиклом (перидиклическая склеренхима). В ней хорошо видны вторичная равномерно утолщенная клеточная стенка, тонкие простые ровные каналы.

Рассмотреть при малом увеличении готовый препарат поперечного среза стебля злака (ржи или кукурузы) (рис. 17).

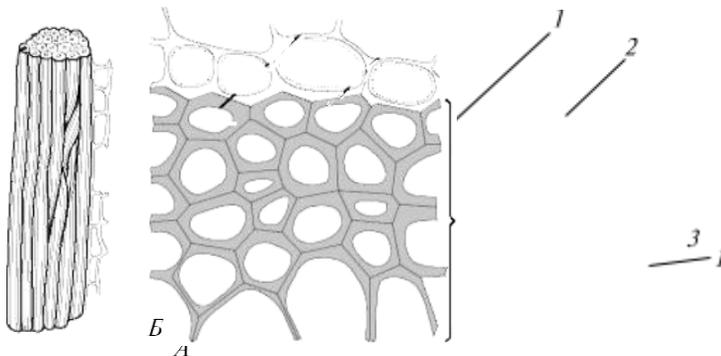


Рис. 17. Склеренхима в стебле ржи посевной (*Secale cereale*) и подсолнечника обыкновенного (*Helianthus annuus*):

А – волокна ржи (продольное сечение); Б – волокна стебля подсолнечника на поперечном срезе: 1 – полость клетки склеренхимы; 2 – утолщения оболочки клетки; 3 – группа клеток склеренхимы

Описание объекта. В стебле ржи склеренхима расположена под эпидермисом и вокруг проводящих пучков. Ее клетки также равномерно утолщены.

Зарисовать несколько волокон склеренхимы в поперечном разрезе. Указать утолщенную вторичную клеточную стенку,

простые поры,
полость клетки.

склереиды в плодах груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.)

Материал: фиксированные незрелые плоды груши обыкновенной.

Ход работы

Для рассмотрения склереид в незрелом плоде груши надо препаровальной иглой взять немного мякоти ближе к семенной камере, поместить ее на предметное стекло, размять скальпелем, рукояткой препаровальной иглы или вторым предметным стеклом, добавить каплю воды и накрыть выделенную массу покровным стеклом.

При малом увеличении найти группы каменных клеток, вокруг которых по радиусам расположены тонкостенные удлиненные паренхимные клетки мякоти плода. Найти одиночные склереиды, рассмотреть их при большом увеличении.

Описание объекта. В очень толстой клеточной стенке хорошо видна слоистость, а также узкие, длинные, иногда разветвленные поровые каналы. Если рассмотреть поверхность склереиды, пользуясь микровинтом, то можно наблюдать проекции поровых каналов в виде небольших окружностей (рис. 18).

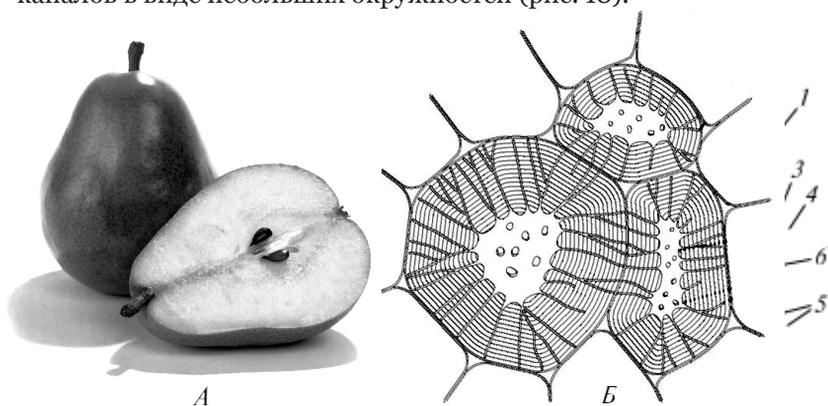


Рис. 18. Склереиды в плодах груши обыкновенной (*Pyrus communis*):

А – плоды груши (внешний вид и продольный разрез плода);

Б – группа каменных клеток – склереид: 1 – первичная оболочка клетки; 2 – тонкостенные паренхимные клетки; 3 – слой вторичной оболочки клетки; 4 – межклетники; 5 – поровые каналы в плане и разрезе; 6 – полость клетки

Зарисовать две-три склереиды. Обозначить стенку клетки, слоистость клеточной стенки, полость клетки, поровые каналы, проекции поровых каналов.

Лабораторная работа 4

1. Проводящие ткани

Проводящие ткани представляют собой основные транспортные пути для перемещения в растении минеральных, органических веществ и состоят из ксилемы и флоэмы.

Вода и растворенные в ней минеральные соли, поглощенные корнями, передвигаются по ксилеме, обеспечивая «восходящий ток». Проводящие элементы ксилемы представлены трахеидами и трахеями (сосудами), утолщенные вторичные стенки которых в зрелом состоянии пропитываются лигнином и одревесневают, а живое содержимое отмирает.

Трахеиды – длинные узкие прозенхимные клетки с заостренными концами. Их длина варьирует от 1 до 4 мм, а диаметр составляет всего сотые или десятые доли миллиметра.

Трахеи (сосуды) состоят из члеников сосудов – клеток более коротких и широких, чем трахеиды. Поперечные стенки сосудов разрушаются, вместо них образуются крупные отверстия – перфорации.

Клеточные стенки трахеид и трахей неравномерно утолщены. У наиболее примитивных типов проводящих клеток вторичные утолщения продольных клеточных стенок имеют вид колец или спиралей. У более совершенных лестничных и пористых трахеид и трахей утолщена и одревесневает большая часть клеточной стенки, а оставшиеся неутолщенные участки представляют собой поры различной формы – удлинённые у лестничных и округлые у пористых проводящих элементов. У пористых трахеид и сосудов всегда окаймленные поры. У хвойных растений поры обычно имеют торус.

Паренхима в составе ксилемы представлена в виде вертикальных и горизонтальных тяжей.

Продукты ассимиляции (преимущественно углеводы) передвигаются по флоэме, обеспечивающей «нисходящий ток». Проводящими элементами флоэмы у покрытосеменных растений являются ситовидные трубки с клетками-спутницами, а у голосеменных – более примитивные по строению ситовидные клетки с сопровождающими их клетками Страсбургера (альбуминовыми клетками). *Ситовидная трубка* образована вертикальным рядом живых клеток – члеников ситовидных трубок, у которых поперечные стенки имеют перфорации, как у сита, и называются *ситовидной пластинкой*. В зрелых члениках ситовидных

трубок отсутствует оформленное ядро, вакуоль, многие органоиды, а также движение цитоплазмы. Клеточные стенки толстые, но имеют первичное строение и богаты пектиновыми веществами, придающими стенке перламутровый блеск.

Рядом с каждым члеником ситовидной трубки расположены одна или несколько клеток-спутниц. Они имеют ядро, все типичные органоиды, густую цитоплазму и связаны с ситовидной трубкой множеством плазмодесм. Ситовидные трубки служат для проведения растворенных органических веществ, а клетки-спутницы катализируют этот процесс. Флоэма – живая ткань.

Ксилема и флоэма – сложные ткани, в состав которых входят не только проводящие элементы, но и элементы других тканей – механических, основных (паренхимных), а иногда секреторных. Первичные проводящие ткани образуются из прокамбия, вторичные – из камбия.

В растении ксилема и флоэма объединены в сосудисто-волокнистые (проводящие) пучки разного строения.

трахеиды в стебле сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Материал: постоянные микропрепараты продольного среза древесины сосны обыкновенной.

Ход работы

Рассмотреть постоянный препарат при малом увеличении микроскопа. *Описание объекта.* Вся древесина состоит из однотипных по форме длинных прозенхимных клеток с суженными концами. Это трахеиды – проводящие клетки ксилемы. Весенняя древесина представлена более широкими и тонкостенными трахеидами, осенняя – более толстостенными клетками с узкой полостью (рис. 19).

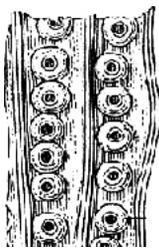


Рис. 19. Трахеиды древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*):

- 1 – окаймленная пора;
- 2 – клеточная оболочка;
- 3 – скошенная стенка трахеиды

Перевести микроскоп на большое увеличение. Рассмотреть на удлинённых боковых стенках трахеид окаймленные поры. Они имеют вид двух concentрических окружностей.

Зарисовать несколько трахеид с окаймленными порами. Обозначить окаймленные поры.

**лестничные трахеи и трахеиды
в корневище папоротника-орляка обыкновенного (*Pteridium
aquilinum* (L.) Kuhn)**

Материалы: постоянные препараты продольного среза корневища папоротника орляка обыкновенного.

Ход работы

Рассмотреть постоянный препарат при малом увеличении микроскопа. *Описание объекта.* На продольном срезе видны широкие клетки проводящих элементов, имеющие однонаправленно скошенные поперечные перегородки со щелевидными перфорациями, плотно прилегающие друг к другу. Это лестничные трахеи. Рассмотреть вытянутые поперек клеток

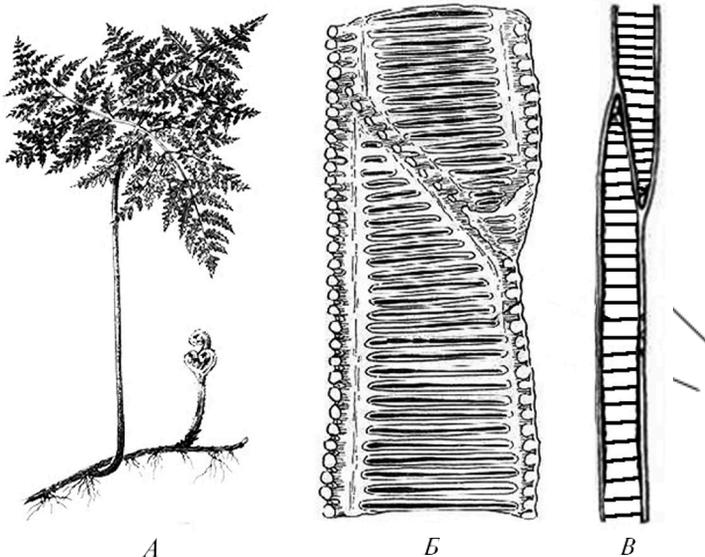


Рис. 20. Лестничные сосуды (трахеи) и трахеиды корневища папоротника-орляка обыкновенного (*Pteridium aquilinum*): А – внешний вид растения; Б – лестничные сосуды, Б' – лестничные трахеиды;

1 – щелевидная пора; 2 – вторично утолщенная клеточная стенка

щелевидные поры (перерывы во вторичной клеточной оболочке, под которыми находятся участки неутолщенной первичной оболочки), расположенные друг над другом в виде ступенек лестницы (рис. 20).

Найти узкие клетки с треугольно-скошенными концами и лестнично расположенными щелевидными порами – лестничные трахеиды.

Зарисовать лестничные трахеиды и трахеиды корневища папоротника. Обозначить щелевидные поры, вторично утолщенную клеточную стенку, наклонную поперечную клеточную стенку.

Проводящие сосуды в стебле кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.) и подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)

Материалы: постоянные препараты продольного среза стеблей кукурузы обыкновенной и подсолнечника однолетнего.

Ход работы

При малом увеличении микроскопа рассмотреть окрашенный препарат продольного среза стебля кукурузы. Найти сосуды ксилемы.

Описание объекта. Среди них хорошо видны сосуды с утолщениями в виде колец и спиралей, окрашенные флороглюцином в соляной кислоте в вишнево-красный цвет. В некоторых сосудах можно наблюдать оба типа утолщения одновременно. Это кольчатые и спиральные сосуды первичной ксилемы, образовавшиеся на самых ранних этапах дифференцировки проводящей ткани (рис. 21).

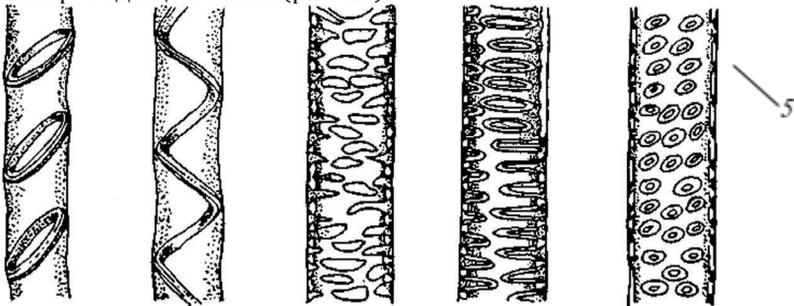


Рис. 21. Проводящие сосуды в стебле кукурузы обыкновенной (*Zea mays*) и подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*):

А – кольчатый, Б – спиральный, В – сетчатый, Г – лестничный, Д – пористый: 1 – первичная оболочка сосуда; 2 – кольчатое утолщение

(фрагмент вторичной оболочки сосуда); 3 – спиральное утолщение
(фрагмент вторичной
оболочки сосуда); 4 – вторичная оболочка; 5 – поры разной
формы и различного расположения во вторичной оболочке

Перевести микроскоп на большое увеличение и рассмотреть другие расположенные рядом типы сосудов. Поскольку они образовались на более поздних этапах онтогенеза, лигнин в клеточных стенках еще отсутствует, хотя вторичные утолщения из целлюлозы уже сформировались.

При большом увеличении и фокусировке изображения с помощью микровинта можно рассмотреть щелевидные поры. Это лестничные со- суды метаксилемы.

Поместить на предметный столик микроскопа постоянный препарат продольного среза стебля подсолнечника. Рассмотреть его при малом увеличении, отметить кольчатые и спиральные сосуды.

При большом увеличении рассмотреть сетчатые и лестничные со- суды метаксилемы.

Зарисовать разные типы сосудов в стебле любого из рассмотренных растений. Подписать названия сосудов, указать вторичные утолщения клеточной стенки.

2. сосудисто-волокнистые Пучки

Совокупность ксилемы, флоэмы, механических тканей и паренхимы образует *сосудисто-волокнистые пучки*. Они различаются по взаимному расположению ксилемы и флоэмы, а также по наличию в пучке меристематической ткани. В зависимости от расположения ксилемы и флоэмы выделяют радиальные, концентрические, коллатеральные и биколлатеральные сосудисто-волокнистые пучки.

В *радиальной пучке* элементы первичной ксилемы и первичной флоэмы не соприкасаются друг с другом, а расположены по радиусам и разделены паренхимой. Такие пучки характерны для молодых корней двудольных растений.

В *концентрических пучках* или ксилема окружает флоэму (*амфивазальный пучок*), или флоэма окружает ксилему (*амфикрибральный пучок*). На поперечном срезе концентрические пучки имеют форму круга или вытянутого овала. Амфивазальные пучки найдены в стеблях и корневищах ряда однодольных растений. Амфикрибральные пучки характерны для корневищ папоротников.

В *коллатеральных пучках* ксилема и флоэма прилегают друг к другу. Вокруг них формируется обкладка из склеренхимы или живых паренхимных клеток. Иногда склеренхима развивается только на периферической стороне пучка в виде колпачка или

образуются два участка склеренхимы – над флоэмой и под ксилемой. Такие пучки характерны для

стеблей двудольных и однодольных растений. Если в коллатеральных пучках между ксилемой и флоэмой образуется камбий, они называются *пучками открытого типа*. Если в пучках нет меристематической ткани, они являются *закрытыми*.

В *биколлатеральном проводящем пучке* к ксилеме примыкают два участка флоэмы – внутренний и наружный. Такие пучки встречаются, например, у тыквенных.

Закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый проводящий пучок в стебле кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.)

Материалы: постоянные препараты поперечного среза стебля кукурузы обыкновенной в области междоузлия.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении. При этом видно, что проводящие пучки расположены среди крупных клеток основной паренхимы по всей толще стебля кукурузы. Они ориентированы так, что ксилема в них обращена к центру стебля, а флоэма – к периферии.

Выбрать один из пучков, расположенных ближе к центру стебля, рассмотреть его при большом увеличении.

Описание объекта. Вокруг пучка видна обкладка из однородных клеток с утолщенными клеточными стенками. Это одревесневшие волокна склеренхимы.

В состав первичной ксилемы входят от трех до пяти сосудов. Два наиболее крупных сосуда (сетчатые либо пористые сосуды метаксилемы) расположены посередине пучка на одной поперечной линии. Между ними находятся довольно крупные клетки древесинной паренхимы с тонкими, но слегка одревесневшими стенками – это так называемая склеренхиматозная паренхима. Ближе к центру стебля расположены один-два сосуда малого диаметра. Это спиральная и кольчатая трахеи – элементы протоксилемы. Под ними заметна полость, окруженная мелкими тонкостенными клетками. Она возникает благодаря разрушению самых первых сосудов протоксилемы. Все пространство между воздушной полостью и склеренхимой, окружающей пучок, заполнено тонкостенной древесинной паренхимой. Перечисленные элементы составляют ксилему кукурузы.

Снаружи от ксилемы находится флоэма, которая имеет типичное для однодольных растений строение. Она состоит из ситовидных трубок и клеток-спутниц. Паренхима в составе флоэмы отсутствует, что характер-

но для однодольных. Крупные клетки в составе флоэмы – это ситовидные трубки. В том случае, если срез проходит через поперечную перегородку, она видна в виде площадки с точками – перфорациями – на ней. Это ситовидная пластинка. Вокруг ситовидных трубок располагаются мелкие клетки с густым содержимым – это клетки-спутницы. Обычно каждую ситовидную клетку окружают по четыре клетки-спутницы. Флоэма в сосудисто-волокнистом пучке кукурузы представлена *метафлоэмой*. *Протофлоэма* рано разрушается (рис. 22).

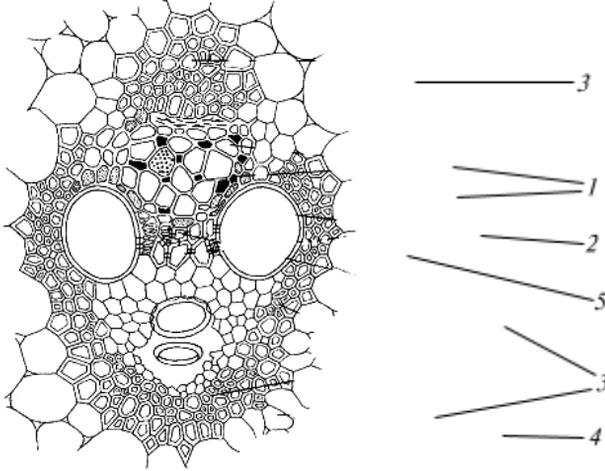


Рис. 22. Закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый проводящий пучок в стебле кукурузы обыкновенной (*Zea mays*): 1 – первичная флоэма; 2 – первичная ксилема; 3 – склеренхимная обкладка пучка; 4 – основная паренхима стебля, окружающая пучок; 5 – древесинная (склеренхиматозная) паренхима

В пучке кукурузы между ксилемой и флоэмой отсутствует камбий, поэтому пучок называется коллатеральным пучком закрытого типа.

Зарисовать проводящий пучок кукурузы. Указать гистологические элементы ксилемы и флоэмы. Обозначить метафлоэму, прото- и мета- ксилему, склеренхиматозную обкладку, древесинную паренхиму.

биколлатеральный открытый проводящий пучок в стебле тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.)

Материалы: постоянные препараты поперечного среза стебля тык- вы обыкновенной.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа. Проводящие пучки тыквы имеют крупные размеры, поэтому препарат поперечного среза следует рассматривать при малом увеличении микроскопа.

Выбрать для изучения один из проводящих пучков. Обратит внимание на то, что вокруг пучка находятся крупные тонкостенные клетки паренхимы, а обкладка из механических тканей (склеренхимы) отсутствует. Поэтому стебель тыквы мягкий, легко сжимающийся, стелющийся. Рассмотреть строение пучка.

Описание объекта. Наружная (обращенная к поверхности стебля) часть пучка представлена вторичной флоэмой. Более крупные клетки (иногда с хорошо заметными ситовидными пластинками) – это ситовидные трубки. Рядом с ними лежат очень мелкие клетки с густой цитоплазмой – клетки-спутницы. В состав вторичной флоэмы тыквы входит запасящая паренхима, ее клетки значительно крупнее, сильнее вакуолизированы и кажутся более светлыми.

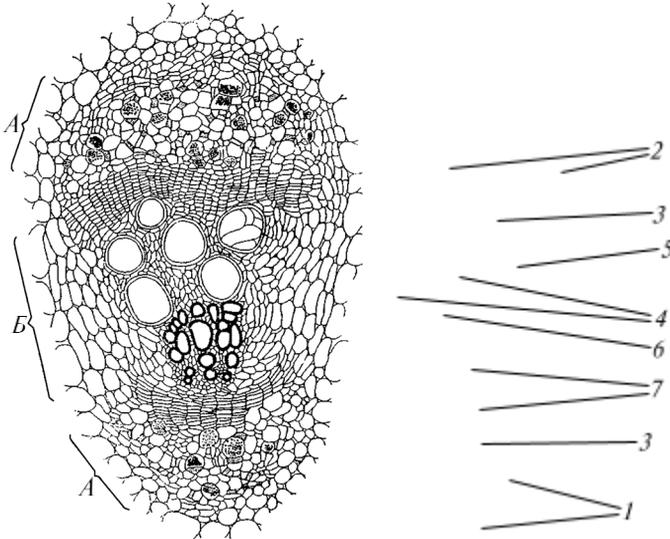


Рис. 23. Открытый биколлатеральный проводящий пучок на поперечном срезе стебля тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo*): А – флоэма, Б – ксилема: 1 – первичная флоэма; 2 – вторичная флоэма; 3 – камбий; 4 – сосуды вторичной ксилемы; 5 – сосуд вторичной ксилемы, закупоренный тиллами; 6 – древесинная паренхима; 7 – первичная ксилема

Под флоэмой наблюдается несколько слоев тесно сомкнутых, слегка растянутых по окружности стебля тонкостенных клеток вторичной образовательной ткани – камбия. Они расположены параллельными рядами.

Под камбием хорошо заметны крупные сетчато-пористые сосуды и паренхима вторичной ксилемы. Ближе к центру стебля расположена небольшая группа значительно более мелких сосудов. Это кольчатые и спиральные сосуды первичной ксилемы. Под первичной ксилемой можно заметить участок мелких паренхимных клеток, подобных камбиальным. Однако они не являются меристемой. За ними вновь расположена флоэма, первичная по происхождению. Ее называют внутренней флоэмой (рис. 23). Проводящий пучок в стебле тыквы, имеющий наружную и внутреннюю флоэму, называют *биколлатеральным*. Поскольку между вторичной флоэмой и вторичной ксилемой в пучке имеется камбий, он является пучком открытого типа.

Зарисовать схематически проводящий пучок тыквы. Обозначить наружную (вторичную) и внутреннюю (первичную) флоэму, вторичную и первичную ксилему, камбий.

концентрический амфивазальный проводящий пучок в корневище ландыша майского (*Convallaria majalis* L.)

Материалы: постоянный препарат поперечного среза корневища ландыша майского.

Ход работы

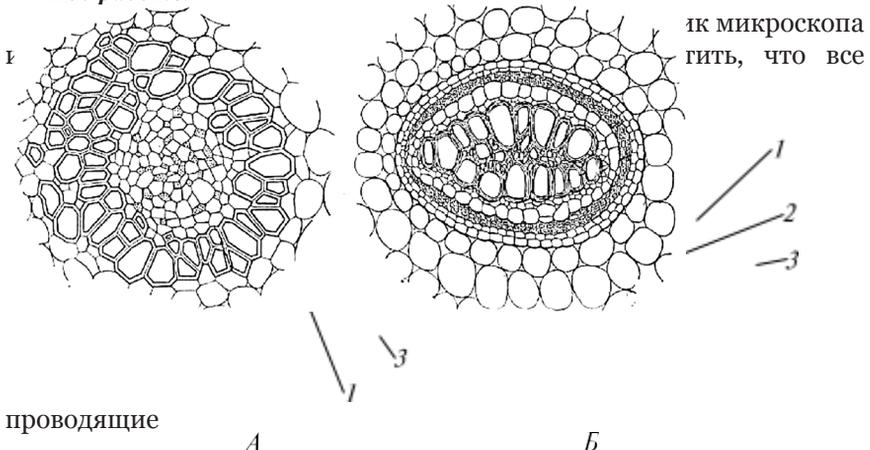


Рис. 24. Концентрические проводящие пучки:

А – амфивазальный пучок корневища ландыша майского (*Convallaria majalis*),

Б – амфкрибральный пучок корневища папоротника-орляка обыкновенного (*Pteridium aquilinum*): 1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – основная паренхима корневища

пучки расположены беспорядочно. Выбрать один из пучков, в котором концентричность выражена наиболее четко.

Описание объекта. По периферии пучка расположены крупные толстостенные сосуды первичной ксилемы, а в центре находится первичная флоэма. На поперечном сечении более крупные клетки представляют собой ситовидные трубки, более мелкие – клетки-спутницы. Пучок, у которого флоэма находится в центре и окружена ксилемой, называется *амфи-вазальным* (рис. 24, А).

Зарисовать амфивазальный пучок ландыша майского. Отметить первичную ксилему и первичную флоэму.

**концентрический амфикрибральный проводящий пучок в
корневище папоротника-орляка обыкновенного (*Pteridium
aquilinum* L.)**

Материалы: постоянный препарат поперечного среза папоротника-орляка обыкновенного.

Ход работы

Поместить готовый препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении. Из нескольких пучков (меристем) выбрать наиболее типичный и рассмотреть его строение. Обратить внимание на взаимное расположение ксилемы и флоэмы.

Описание объекта. В центре пучка орляка видна первичная ксилема, состоящая из толстостенных лестничных сосудов (трахей) и мелких толстостенных клеток – лестничных трахеид. Ксилема окружена одним-двумя рядами живых клеток первичной флоэмы. Пучок, у которого ксилема находится в центре и окружена флоэмой, называется *амфикрибральным* (см. рис. 24, Б).

Зарисовать амфикрибральный сосудисто-волокнистый пучок. Обозначить первичную ксилему и первичную флоэму.

стели и их типы

Лабораторная работа 5

Эволюционное разнообразие стелей

Предки высших растений, обитавшие в водной среде, не имели проводящей системы. У растений, вышедших на сушу, с возникновением почвенно-воздушного питания появилась настоящая проводящая система, основу которой составляют проводящие ткани – ксилема и флоэма. Они расположились в центральной части осевых структур – ризоматодов и мезомов риниофитов, а затем в корнях, стеблях и других структурах высокоорганизованных высших растений – и образовали центральный цилиндр, или стель (лат. *stela*, греч. *stela* – столб, колонна). Снаружи центральный цилиндр окружен первичной корой, таким образом стель надежно защищена от воздействия неблагоприятных условий.

Основы стелярной теории заложил французский ботаник Ф. ван Тигем. Согласно его определению, *стель* – это *совокупность первичной проводящей системы и перицикла*, т. е. стель характерна для органов с первичным анатомическим строением. Стель – универсальный элемент корня и стебля, но у представителей различных таксонов (плаунообразных, хвощеобразных, папоротникообразных, голосеменных и покрытосеменных) она имеет разное строение, что отражает уровень их эволюционного развития.

Самыми примитивными типами стели являются *протостель*, формирующаяся у псилоита и примитивных папоротников (ужовниковых), и ее разновидности – *актиностель* и *плектостель*,

которые характерны для плаунообразных. В связи с совершенствованием строения наземных растений, появлением настоящих листьев, усложнением ветвления строение стели становилось более сложным. У хвощеобразных сформировалась *ар-*

тростель, у различных папоротников – сифоностель (эктофлойная сифоностель), соленостель (амфифлойная сифоностель) и диктиостель, у голо-семенных растений и представителей класса Двудольные из отдела Покрытосеменные – эустель, а у класса Однодольные – атактостель. В то же время под влиянием условий существования у разных таксонов могло происходить упрощение типа стели.

Протостель в стебле селягинеллы (*Selaginella* sp.)

Материал: готовый препарат поперечного среза стебля селягинеллы, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить постоянный препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении.

Сориентировать препарат так, чтобы стель находилась в центре поля зрения.

Перевести препарат на большое увеличение и рассмотреть строение протостели.

Описание объекта. Поскольку селягинелла обитает в условиях повышенного увлажнения, в стебле сформировалась крупная воздушная полость, в ней находится протостель, подвешенная на тяжах паренхимных клеток, которые называют трабекулярными нитями.

Поскольку стебель селягинеллы уплощенный, на поперечном разрезе протостель имеет эллиптическую форму. В центре расположена первичная ксилема, состоящая из трахеид. Она хорошо просматривается благодаря красной окраске клеточных стенок. Первичную ксилему окружает первичная флоэма.

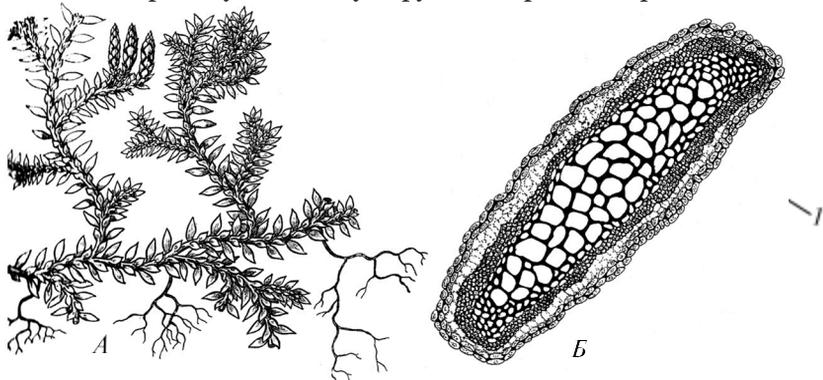


Рис. 25. Протостель в стебле селягинеллы (*Selaginella* sp.):

A – внешний вид растения; *B* – поперечный разрез в области центрального цилиндра:
1 – первичная ксилема; *2* – первичная флоэма; *3* – перицикл

Оболочки ее клеток окрашены в голубоватый цвет. Флоэма состоит из сито-видных клеток. Ограничивает протостель однослойный перицикл (рис. 25).

Зарисовать строение протостели. Обозначить первичную ксилему, первичную флоэму, перицикл.

Плектостель в стебле плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля плауна булавовидного, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить постоянный препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении.

Сориентировать препарат так, чтобы стель была в центре поля зрения и рассмотреть строение плектостели.

Описание объекта. Стель окружена перициклом, под которым в паренхиме центрального цилиндра расположены лентообразные структуры первичной ксилемы, окруженные первичной флоэмой (рис. 26).

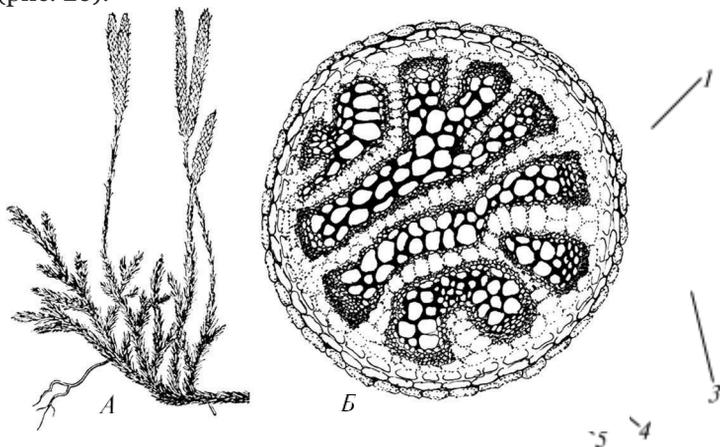


Рис. 26. Плектостель в стебле плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum*): А – внешний вид растения; Б – поперечный разрез в области центрального цилиндра: 1 – протоксилема; 2 – метаксилема;

3 – первичная флоэма; 4 – паренхима центрального цилиндра; 5 – перицикл

Перевести препарат на большое увеличение и рассмотреть строение отдельных участков стели. Первичная ксилема

представлена трахеидами. На концах каждого фрагмента первичной ксилемы расположена протоксилема, образованная кольчатыми и спиральными трахеидами, а цен-

тральную часть занимает метаксилема, состоящая из лестничных трахеид. Каждый участок ксилемы окружен одним рядом клеток первичной флоэмы, представленной ситовидными клетками. Кроме проводящих элементов в плектостели много паренхимы. Появление в центральном цилиндре живой паренхимной ткани способствует улучшению обменных процессов между мертвой тканью (ксилемой) и живой (флоэмой), а следовательно, активизации обменных процессов всего растения.

Зарисовать плектостель плауна булавовидного. Обозначить перицикл, паренхиму центрального цилиндра, элементы первичной ксилемы (протоксилему, метаксилему), первичную флоэму.

артростель в стебле хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.)

Материал: фиксированные в 75-процентном этиловом спирте кусочки вегетативного стебля хвоща полевого, гербарный образец растения, сердцевина бузины черной.

Ход работы

Для работы необходимо приготовить временный препарат, сделав поперечный срез междоузлия стебля хвоща. Поскольку стебель мягкий, срез необходимо произвести с помощью бузины.

Подготовить предметное стекло, нанести в центр его каплю воды.

Сделать продольный надрез (примерно 1,0–1,5 см) в сердцевине бу-

зины черной, слегка раздвинуть разрезанные части.

Отрезать от фиксированного материала небольшой кусочек междоузлия стебля (около 0,5–1,0 см), просушить его салфеткой или кусочком фильтровальной бумаги и вставить в расщеп бузины.

Подготовить стебель для резки: сделать толстый поперечный срез, чтобы уровнять поверхность стебля.

Сделать тонкий срез и быстро (чтобы попало меньше пузырьков воздуха) перенести его в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом и поместить на предметный столик микроскопа.

Рассмотреть препарат при малом увеличении, сориентировать его так, чтобы центральный цилиндр, окруженный первичной корой, занимал в поле зрения центральное положение.

Описание объекта. Центральный цилиндр хвоща – артростель – окружен слабо выраженным перициклом, который можно обнаружить под массивным кольцом механической ткани,

принадлежащей первичной коре. В центральном цилиндре хорошо развита паренхима, в нее погружены расположенные кольцом закрытые коллатеральные сосудисто-волокнистые

пучки. Особенностью пучков хвоща является то, что в них разрушена протоксилема и на ее месте сформирована воздушная (каринальная) полость. Первичная ксилема представлена трахеидами метаксилемы, а первичная флоэма – ситовидными клетками.

В центре стели также есть крупная центральная полость, образованная благодаря разрушению части паренхимной ткани сердцевины стебля (рис. 27).

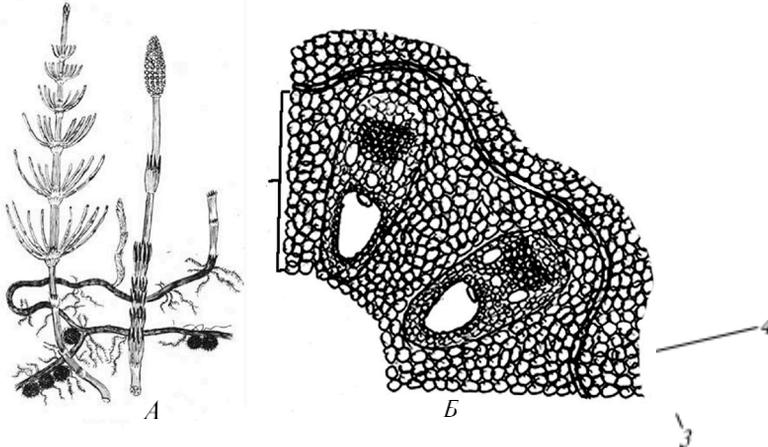


Рис. 27. Артростель в стебле хвоща полевого (*Equisetum arvense*):
 А – внешний вид растения; Б – поперечный разрез в области центрального цилиндра: 1 – первичная кора; 2 – центральный цилиндр (артростель);
 3 – перицикл; 4 – паренхима центрального цилиндра;
 5 – сосудисто-волокнистый пучок; 6 – центральная полость стели

Схематично зарисовать строение артростели хвоща. Обозначить перицикл, паренхиму стели, сосудисто-волокнистые пучки, центральную полость стели.

Перевести препарат на большое увеличение, рассмотреть и зарисовать строение сосудисто-волокнистого пучка. Отметить первичную флоэму, первичную ксилему, каринальную полость.

Эутель в стебле проростка подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)

Материал: фиксированные 75-процентным этиловым спиртом гипокотили подсолнечника однолетнего с фрагментами корней.

Ход работы

Для работы необходимо приготовить временный препарат, сделав поперечный срез гипокотыля (часть стебля от корневой

шейки – ме-

ста перехода корня в стебель – до семядолей) как можно ближе к корневой системе.

Подготовить предметное стекло, нанести на него каплю воды.

Сделать тонкий поперечный срез гипокотиля поближе к корневой си-

стеме, быстро перенести его в каплю воды, прикрыть покровным стек- лом и поместить на предметный столик препарата.

Найти срез и рассмотреть его при малом увеличении.

Описание объекта. Обратить внимание на наличие на поперечном сре- зе шести коллатеральных сосудисто-волокнистых пучков, расположен- ных на одинаковых расстояниях друг от друга. Это пучки центрального цилиндра – эустели. В центре стели находится хорошо развитая сердце- вина, образованная паренхимными клетками (рис. 28).

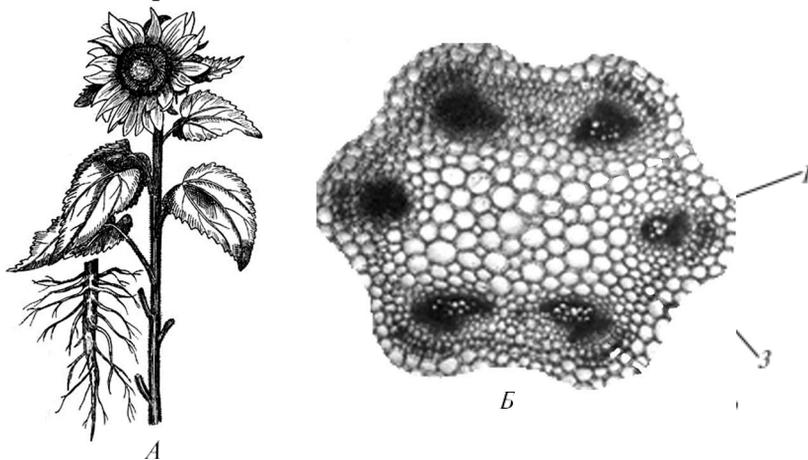


Рис. 28. Эустель в молодом стебле подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*):

А – внешний вид растения; Б – эустель; 1 – сердцевина центрального цилиндра; 2 – коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый пучок; 3 – перичикл

Перевести препарат на большое увеличение и рассмотреть участок вблизи какого-нибудь сосудисто-волокнистого пучка. Поскольку в мо- лодом стебле паренхима первичной коры не дифференцирована и пред- ставлена практически однотипными клетками округлой формы, обна- ружить перичикл можно внимательно присмотревшись к слою клеток, который расположен

за флоэмой сосудисто-волокнистых пучков. Клетки перицикла на препарате отличаются от клеток паренхимы более вытя-

нутой в тангентальном направлении формой и отсутствием между клетками межклетников.

Рассмотреть при большом увеличении сосудисто-волокнистый пучок, обратить внимание на то, что между первичной флоэмой и первичной ксилемой имеется прослойка прокамбия, что характерно для представителей класса Двудольные. Зарисовать схему строения пучка. Отметить первичную флоэму, прокамбий, первичную ксилему.

Зарисовать схему строения эустилы в стебле подсолнечника. Отметить перицикл, межпучковую паренхиму, сердцевину, сосудисто-волокнистые пучки

атактогель в стебле купены душистой (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce)

Материал: постоянный препарат поперечного среза стебля купены душистой, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении.

Описание объекта. Граница центрального цилиндра хорошо видна, так как за ним расположен мощный слой механической ткани пер-

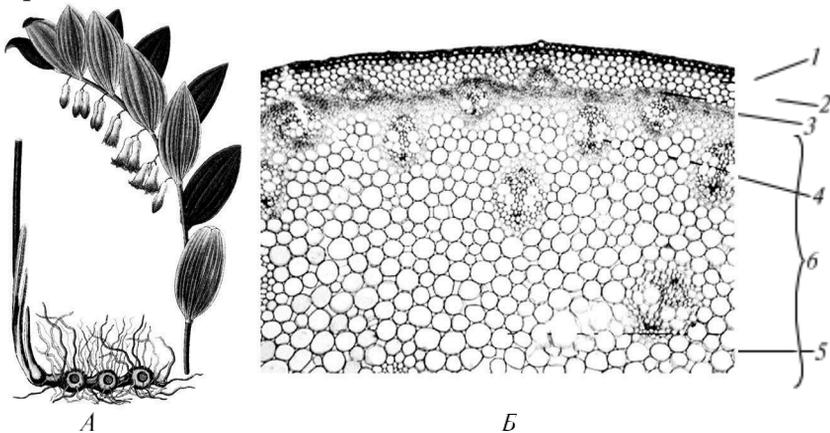


Рис. 29. Атактогель в стебле купены душистой (*Polygonatum odoratum*):

А – внешний вид растения; Б – атактогель: 1 – эпидермис;

2 – паренхима первичной коры; 3 – перициклическая склеренхима;

4 – закрытый коллатеральный пучок; 5 – паренхима центрального цилиндра;

б – атактогель

вичной коры стебля – так называемой перициклической склеренхимы (рис. 29).

Под ней расположен перицикл, ограничивающий центральный цилиндр – атактостель. В центральном цилиндре хорошо развита паренхимная ткань, в которой находятся беспорядочно расположенные закрытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки. Сердцевина отсутствует.

Схематично зарисовать строение атактостели, сделать необходимые обозначения.

Перевести препарат на большое увеличение. Найти отдельный сосудисто-волокнистый пучок, зарисовать схему его строения. Отметить первичную флоэму, первичную ксилему, склеренхимную обкладку сосудисто-волокнистого пучка.

вегетативные органы растений

Вегетативными называются органы, которые поддерживают индивидуальную жизнь каждой особи. К ним относятся корень, стебель и лист. В зависимости от положения в пространстве вегетативные органы условно можно разделить на подземные и надземные, ортотропные и плагиотропные, обладающие положительным и отрицательным геотропизмом. Каждый из вегетативных органов выполняет типичные для него (основные) функции, но под влиянием условий существования вегетативные органы могут метаморфозироваться, что приводит не только к изменению их внешнего вида, но и к появлению у каждого органа дополнительных функций.

Лабораторная работа 6

корень

Корень – это вегетативный орган, обладающий положительным геотропизмом, способный относительно неограниченно расти в длину, не имеющий листьев и цветков. У большинства растений, за исключением так называемых корнеотпрысковых, отсутствуют и почки.

Основные функции корня – механическая (закрепление растения в субстрате), функция почвенного питания (всасывание водных растворов минеральных веществ и доставка их к другим органам растения), выделительная (корни могут выделять в почву некоторые органические кислоты, алкалоиды, физиологически активные вещества).

Дополнительные функции корня (запасающая, фотосинтетическая и др.) появляются как приспособление к

условиям существования и приводят к метаморфозам – наследственно закрепленным изменениям как морфологического, так и анатомического строения.

Благодаря наличию апикальной (верхушечной) меристемы, находящейся на верхушке корня (апекс, конус нарастания), для него характерен только апикальный рост. Меристема конуса нарастания корня дифференцирована на *дерматоген*, *перилему* и *плерому*. Вследствие деления клеток верхушечной меристемы формируются морфологическая и анатомическая структуры корня. В молодых корешках можно четко выделить различные по строению топографические зоны. Различают вертикальную (морфологическую) и горизонтальную (анатомическую) топографические зоны.

В процессе онтогенеза образуются *главные*, *боковые* и *придаточные* корни. Все корни способны ветвиться, благодаря чему происходит формирование корневой системы растения.

Корни растений могут вступать во взаимодействие с почвенными микроорганизмами – гифами грибов, актиномицетами, бактериями из рода *Rhizobium*, что приводит к появлению симбиоза, а также с корнями рядом растущих растений. Это явление известно как аллелопатия.

строение молодого корешка ржи посевной (*Secale cereale* L.)

Материал: двух-трехдневные проростки ржи посевной (можно других злаков) с первичными зародышевыми корешками.

Ход работы

Для изучения строения молодого корешка надо приготовить тотальный препарат (т. е. взять корешок целиком).

На предметное стекло капнуть большую каплю воды.

Ножницами отрезать от зерновки кусочек молодого корешка длиной около 1,0 см.

Поместить отрезанный корешок на предметное стекло в каплю воды, убедиться, что он полностью погружен в воду. Если вода не покрывает весь корешок, ее необходимо добавить. Чтобы не раздавить корешок, его не надо прикрывать покровным стеклом.

Поместить тотальный препарат на предметный столик микроскопа, корешок ориентировать верхушкой (она хорошо заметна) от себя и рассмотреть при малом увеличении его строение.

Описание объекта. Верхушку корня прикрывает корневой чехлик (*calyptra*). Он состоит из различных по величине, тонкостенных живых паренхимных клеток, оболочки которых способны ослизняться. Благодаря ослизнению оболочек клетки разъединяются и живые периферические клетки постепенно

слущиваются. Вместо них в центральной части корневого чехлика формируются новые клетки. Слизь склеивает частички почвы, вокруг растущего корешка образуется своеобразный канал,

по которому он движется. Таким образом, корневой чехлик защищает верхушку корешка, где находится верхушечная меристема, от механических повреждений. Снаружи молодой корешок одет первичной покровной тканью – *ризодермой*, или *эпibleмой*.

На тотальном препарате молодого корешка можно различить три вертикальные морфологические зоны: роста, поглощения (всасывания) и дифференцировки.

Морфологическая зона роста простирается от верхушки корня до места образования корневых волосков. Она неоднородна, в ней протекают различные цитологические (анатомические) процессы. Примерно на расстоянии 1 мм от верхушки корешка происходит интенсивное деление клеток, далее образовавшиеся клетки вытягиваются в длину, что и приводит к росту корня, наконец, начинается их дифференцировка, т. е. превращение в клетки постоянных тканей. Таким образом, морфологическая зона роста в анатомическом плане состоит из трех зон: деления клеток, растяжения и дифференцировки.

(
Д
Эй зоны роста находится зона поглощения кровная ткань – *эпibleма* – представлена

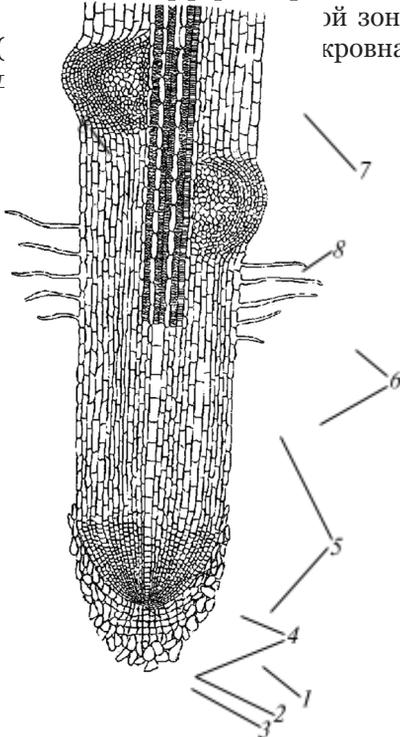


Рис. 30. Схема строения молодого корня ржи посевной (*Secale cereale*):

- 1 – корневой чехлик;
- 2 – группа инициальных клеток;
- 3 – калиптроген; 4 – зона деления

клеток; 5 – зона роста клеток; 6 – зона всасывания; 7 – зона ветвления и проведения;
8 – образующиеся боковые корни

пами клеток – *трихобластами* и *атрихобластами*. Трихобласты образуют боковые выросты – *корневые волоски*. Корневой волосок не отделяется перегородкой от материнской клетки, в него перемещаются часть цитоплазмы, расположенной вдоль клеточной стенки, ядро, и образуется крупная вакуоль. Корневые волоски развиваются акропетально. Их клеточная стенка способна ослизняться, поэтому к волоску приклеиваются мельчайшие комочки почвы. Корневые волоски значительно увеличивают всасывающую поверхность корня.

За зоной всасывания начинается зона дифференцировки, в ней формируются клетки постоянных тканей (рис. 30).

При малом увеличении зарисовать схему строения молодого корня. Отметить корневой чехлик, его сдвигающиеся клетки, вертикальные топографические зоны: роста (деления, растяжения, начала дифференцировки), всасывания и дифференцировки.

Первичное анатомическое строение корня касатика германского (*Iris germanica* L.)

В процессе индивидуального развития как морфологическое, так и анатомическое строение корней не остается постоянным. В молодом корешке двудольных и однодольных растений сначала формируется первичное анатомическое строение, особенности которого хорошо наблюдать на поперечном срезе корня. У однодольных растений первичное анатомическое строение корня сохраняется в течение всей жизни, у двудольных с возрастом происходит переход от первичного анатомического строения к вторичному.

Материал: постоянный препарат поперечного среза корня касатика германского.

Ход работы

Поместить постоянный препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть при малом увеличении.

Описание объекта. Снаружи корешок покрыт первичной покровной тканью – *эпibleмой*. Под *эпibleмой* на поперечном срезе видны две горизонтальные топографические зоны: *первичная кора* и *центральный цилиндр* корня. Первичная кора широкая, занимает большую часть горизонтального сечения корня, центральный цилиндр узкий.

На поверхности корня находится первичная покровная ткань – *эпibleма* с корневыми волосками. Покровная ткань не входит в

понятие «горизонтальные топографические зоны корня». Под этим названием располагается первичная кора корня, а центральную часть среза занимает центральный цилиндр.

Поскольку срез сделан через сформированный корень, первичная кора, которая на ранних этапах онтогенеза состоит из одинаковых паренхимных клеток, в сформированном корне дифференцирована и представлена экзодермой, мезодермой и эндодермой.

Клетки экзодермы значительно крупнее остальных клеток первичной коры, имеют многогранную форму, утолщенные клеточные стенки. Экзодерма в корне на ранних этапах развития выполняет механическую функцию. На поздних этапах развития клеточные стенки клеток экзодермы могут одревесневать, что приводит к слущиванию эпibleмы, и тогда экзодерма играет роль не только механической, но и покровной ткани.

За экзодермой располагается мезодерма, представленная типичными округлыми паренхимными клетками различного размера, между которыми имеются более или менее крупные межклетники. Эта ткань принимает участие в горизонтальном передвижении водных растворов по симпласту и апопласту, а также может выполнять роль запасающей ткани.

Самый внутренний слой первичной коры – эндодерма – состоит из одного ряда клеток, которые на завершающем этапе образования первичной коры формируют очень сложно устроенную клеточную стенку. Радиальные участки и внутренняя тангентальная часть клеточной стенки пропитываются суберином и лигнином (опробковывают и одревесневают), и только наружная тангентальная часть клеточной стенки сохраняет первичное строение. Полностью сформированная клетка эндодермы мертвая и на поперечном разрезе напоминает подкову. Поскольку через такие клетки не могут пройти водные растворы минеральных веществ, эндодерма является физиологическим барьером и регулирует горизонтальный ток веществ из внешней среды к центральному цилиндру и из центрального цилиндра к элементам первичной коры. Однако в эндодерме остается небольшое количество клеток, сохраняющих первичное строение, через которые осуществляется передвижение растворов. Эти клетки расположены против элементов ксилемы и называются *пропускными*. Непосредственно к эндодерме примыкает *перicycle* – ограничивающая центральный цилиндр меристематическая ткань, представляющая собой один ряд слегка вытянутых в тангентальном направлении клеток.

Центральный цилиндр корня касатика состоит из паренхимы и расположенного в ней радиального сосудисто-волокнистого пучка.

У касатика сосудисто-волокнистый пучок полиархного типа, в него входит большое число не соприкасающихся друг с другом элементов первичной флоэмы и первичной ксилемы. Протофлоэма первичной флоэмы возникает экзархно и развивается центростремительно. Протоксилема первичной ксилемы также закладывается экзархно, развивается, как и первичная фло-

эма, центростремительно, но в своем развитии обгоняет ее и в отличие от флоэмы достигает центра стели (рис. 31).

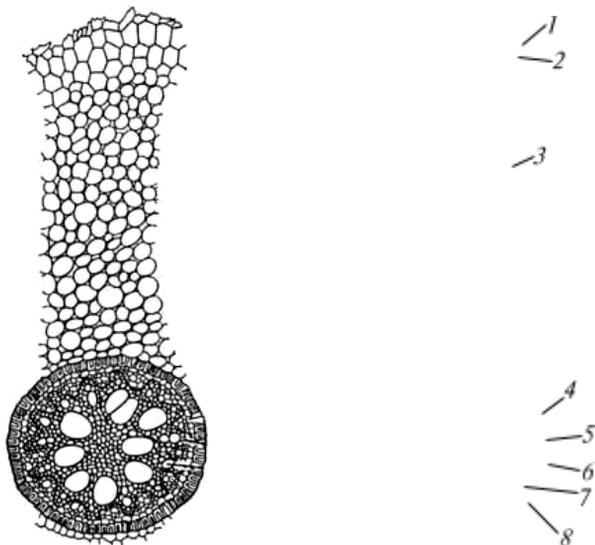


Рис. 31. Первичное анатомическое строение
корня касатика (*Iris germanica*):

- 1 – ризодерма; 2 – экзодерма; 3 – основная паренхима (мезодерма);
- 4 – эндодерма; 5 – пропускная клетка эндодермы; 6 – перицикл;
- 7 – элементы первичной ксилемы; 8 – участок первичной флоэмы
(2–5 – элементы первичной коры; 6–8 – элементы центрального цилиндра)

Схематично зарисовать первичное анатомическое строение корня касатика. Схему центрального цилиндра дать полностью, кору – в виде сегмента. Сохранить соотношение диаметров центрального цилиндра и первичной коры.

Обозначить на схеме первичную кору (экзодерма, мезодерма, эндо- дерма); центральный цилиндр корня – перицикл, паренхиму центрального цилиндра, элементы первичной ксилемы (протоксилема, метаксилема), элементы первичной флоэмы (протофлоэма, метафлоэма).

Переход от первичного анатомического строения корня ко вторичному

При первичном анатомическом строении в центральном

цилиндре корня образуются радиальные пучки первичной флоэмы и первичной

ксилемы. Переход от первичного анатомического строения корня ко вторичному у двудольных растений связан с образованием камбия. Он возникает из дедифференцированных клеток паренхимы, расположенных под элементами первичной флоэмы, а также из перицикла, находящегося над элементами первичной ксилемы.

Камбий, образовавшийся под первичной флоэмой, производит только элементы проводящих тканей. Это приводит к изменению типа сосудисто-волокнистого пучка с пучка радиального типа на пучки коллатерального типа. Камбий, сформированный элементами перицикла, образует только паренхимную ткань, в результате чего в корне появляются радиальные паренхимные лучи, идущие от остатков первичной ксилемы (метаксилемы), расположенной в центре корня, к периферии. Первичная флоэма, отодвигаемая развивающимися коллатеральными сосудисто-волокнистыми пучками к перициклу, полностью разрушается. В первичной коре клеточные стенки экзодермы опробковывают, ризодерма слущивается. Перицикл кроме паренхимы формирует и феллоген. Он образует вторичную покровную ткань (перидерму), поэтому вся первичная кора вскоре отмирает и сбрасывается. В корнях, в которых сформировалось вторичное анатомическое строение, функцию почвенного питания выполняют только молодые «сосущие» корешки.

Материал: постоянный препарат «Переход от первичного анатомического строения корня ко вторичному».

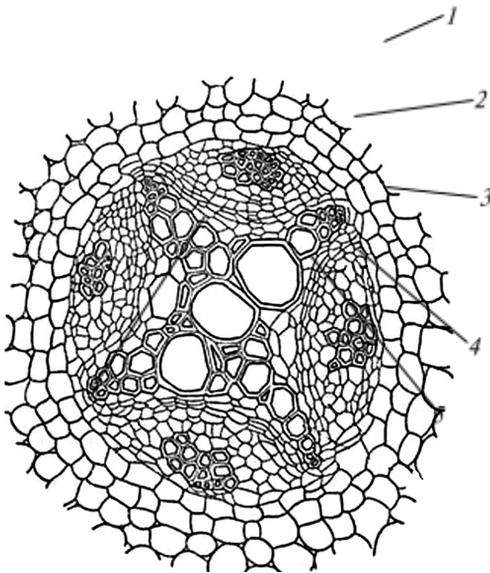


Рис. 32. Переход от первичного анатомического строения корня бобов обыкновенных (*Vicia faba*) ко вторичному: 1 – перицикл; 2 – камбий, закладывающийся под первичной флоэмой в паренхиме центрального цилиндра; 3 – участок первичной флоэмы;

4 – паренхима центрального
цилиндра;
5 – первичная ксилема

Ход работы

Рассмотреть при малом увеличении препарат «Переход от первично- го анатомического строения корня ко вторичному».

Описание объекта. Срез сделан с корешка бобов обыкновенных, для которых характерен тетраархный (четырёхлучевой) радиальный пучок. На участке под первичной флоэмой хорошо видна провисающая полоска камбия, образовавшегося из дедифференцированных клеток паренхимы. Обратите внимание на отличия клеток камбия от клеток паренхимы (рис. 32). Клетки камбия вытянуты параллельно поверхности корня. Клетки паренхимы изодиаметричные. Схематично сделать зарисовку это- го участка молодого корня.

вторичное анатомическое строение корня клевера лугового (*Trifolium pratense* L.)

Материал: постоянный препарат «Вторичное строение корня клевера лугового».

Ход работы

При первичном анатомическом строении в центральном цилиндре клевера образуется радиальный пучок диархного типа.

Рассмотреть при малом увеличении препарат «Вторичное строение корня клевера лугового» (рис. 33).

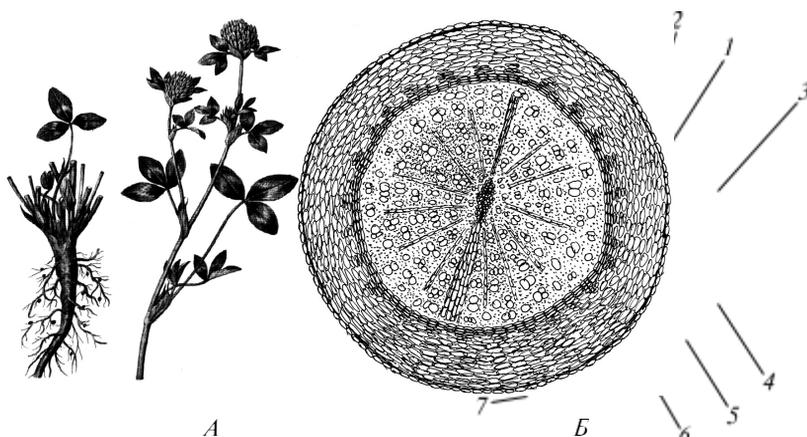


Рис. 33. Вторичное анатомическое строение корня клевера лугового (*Trifolium pratense*):

A – внешний вид растения; *Б* – поперечный срез корня:

1 – остатки метаксилемы (первичной ксилемы); 2 – первичный паренхимный радиальный луч; 3 – вторичная ксилема; 4 – камбий; 5 – вторичная флоэма;

6 – остатки паренхимы первичной коры; 7 – перидерма

Описание объекта. В центре корня находится остаток метаксилемы (часть первичной ксилемы), от которой отходят два крупных многорядных луча паренхимы (первичные радиальные лучи). Они образованы камбием, который возник из перицикла над бывшими лучами первичной ксилемы. Между первичными радиальными лучами находится массивная часть вторичной ксилемы. Ксилема сформирована камбием, возникающим под бывшими участками первичной флоэмы. В этой части корня видны проводящие элементы ксилемы (поперечные срезы) и тонкие полоски паренхимы, идущие от центра к периферии.

За вторичной ксилемой находится сплошная полоска камбия. Наружу от камбия простирается тонкий слой вторичной флоэмы.

Таким образом, в корне клевера лугового при переходе от первичного анатомического строения к вторичному вместо диархного радиального пучка формируются два крупных открытых коллатеральных сосудисто-волокнистых пучка, разделенных первичными радиальными лучами.

За вторичной флоэмой видны остатки паренхимы первичной коры и на поверхности корня – слабо развитая перидерма.

Зарисовать схему вторичного анатомического строения корня клевера. Обозначить остатки метаксилемы, первичные радиальные паренхимные лучи, вторичную ксилему, камбий, вторичную флоэму, сосудисто-волокнистый коллатеральный пучок, остатки паренхимы первичной коры, перидерму.

анатомическое строение многолетнего корня липы сердцелистной (*Tilia cordata* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного среза многолетнего корня липы сердцелистной.

Ход работы

Рассмотреть препарат при малом увеличении. Сориентировать его так, чтобы центральная часть препарата находилась в центре поля зрения микроскопа.

Описание объекта. В самом центре среза видно пять-шесть групп мелких клеток. Это остатки метаксилемы (при первичном строении в корне липы развивается полиархный сосудисто-волокнистый пучок), за ними находится массив вторичной ксилемы. Во вторичной ксилеме хорошо видны годовые кольца (кольца прироста). Каждое кольцо вторичной ксилемы формируется за один вегетационный период благодаря работе камбия. Весной образуются проводящие

элементы более крупные и относительно тонкостенные, осенью – мелкие, толстостенные и большое количество древесинных волокон (либриформа.)

Камбий ограничивает последнее годовичное кольцо и представляет собой сплошную окружность, состоящую из нескольких слоев, вытянутых параллельно поверхности клеток.

К периферии корня камбий образует вторичную флоэму. В ее состав входят типичные флоэмные элементы (ситовидные трубки и клетки-спутницы) и механическая ткань (лубяные волокна). Участки вторичной флоэмы имеют трапецевидную форму.

От остатков метаксилемы отходят первичные радиальные лучи. Они проходят через всю вторичную ксилему в область вторичной флоэмы. Во вторичной ксилеме первичные радиальные лучи образованы двумя рядами клеток. Во вторичной флоэме они воронковидно расширяются. По первичным радиальным лучам в горизонтальном направлении перемещаются водные растворы и растворы органических веществ, а также в их клетках откладываются запасные питательные вещества. Кроме первичных радиальных лучей во вторичной ксилеме формируются вторичные радиальные лучи. Они образованы одним рядом паренхимных клеток. Во вторичной флоэме вторичные радиальные лучи не видны.

За вторичной флоэмой находятся остатки паренхимы первичной коры. В некоторых паренхимных клетках видны кристаллы щавелево-кислого кальция (друзы) и включения слизи.

Снаружи многолетний корень липы покрыт слоем вторичной образовательной ткани – перидермы (рис. 34).

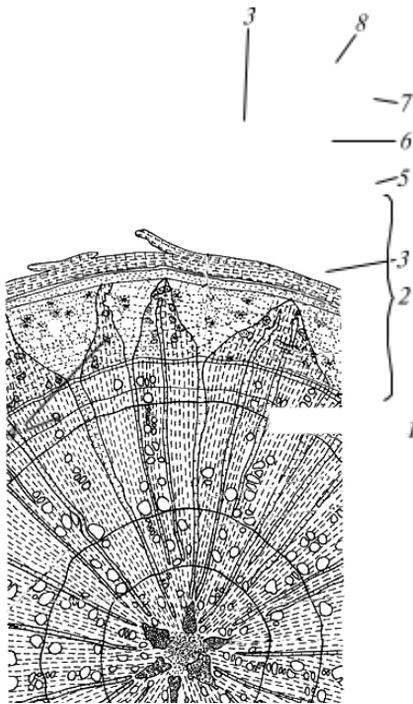


Рис. 34. Поперечный срез многолетнего корня липы сердцелистной (*Tilia cordata*):
 1 – остатки метаксилемы (первичной ксилемы);
 2 – вторичная ксилема;
 3 – первичные радиальные лучи;
 4 – вторичные радиальные лучи; 5 – камбий; 6 – вторичная флоэма; 7 – остатки паренхимы

первичной
коры; δ – перидерма

Схематично зарисовать фрагмент поперечного разреза многолетнего корня липы. Обозначить остатки метаксилемы, вторичную ксилему, первичные радиальные лучи, вторичные радиальные лучи, элементы весенней ксилемы, элементы осенней ксилемы, годовые кольца, вторичную флоэму, проводящие элементы флоэмы, лубяные волокна – склеренхимы, остатки паренхимы первичной коры, друзы в клетках паренхимы, перидерму.

Лабораторная работа 7

1. симбиоз растений и его типы

Под симбиозом понимают взаимодействие корней высших растений с живыми организмами, населяющими почву. В ботанической литературе симбиозом называют такие отношения, которые взаимовыгодны обоим симбионтам. Симбиоз бывает *облигатным* и *факультативным*. Растения могут вступать в симбиоз с гифами грибов из рода *Rhizoctonia*, *Phoma*, а также с почвенными бактериями из рода *Rhizobium* и некоторыми актиномицетами. При симбиозе могут наблюдаться некоторые внешние изменения корней, не передающиеся по наследству. Симбиоз расширяет функциональные возможности растительного организма.

Симбиоз корней высших растений с грибами приводит к образованию *микоризы*. Микориза бывает *эктотрофной*, *эндотрофной* и *эктоэн-дотрофной*.

Симбиоз с клубеньковыми бактериями характерен для представителей семейства Бобовые. Внедрение бактерий из рода *Rhizobium* в паренхиму первичной коры корней приводит к ответной реакции растения – образованию различных по форме наростов на корнях, которые называются клубеньками. Аналогичные наросты на корнях формируются у некоторых растений в результате симбиоза с актиномицетами (например, у ольхи черной (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.).

Эктотрофная микориза на корнях вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris* (L.) Hill)

Материал: фиксированные корешки вереска обыкновенного, оплетенные гифами гриба; постоянные препараты корешков с эктотрофной микоризой.

Ход работы

Подготовить предметное стекло, нанести на него каплю воды.

Приготовить тотальный препарат корешков вереска с поселившимися на них гифами гриба. Для этого лезвием следует отрезать неболь-

шой участок с тонкими корешками, поместить материал в каплю воды, прикрыть покровным стеклом и рассмотреть под микроскопом при ма- лом увеличении.

Найти на препарате участок, где хорошо видны тонкие гифы гриба, более или менее сильно оплетающие корешки (рис. 35).



Рис. 35. Экотрофная микориза на корнях вереска обыкновенного (*Calluna vulgaris*):
1 – молодые корешки вереска; 2 – гифы гриба

Зарисовать фрагменты корешков вереска с расположенными на них гифами гриба. Обозначить корешки вереска, гифы гриба.

Эндотрофная микориза в корнях пальчатокоренника мясо-красного (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó)

Материал: фиксированные тонкие корешки пальчатокоренника мя- со-красного, гербарный образец растения.

Ход работы

Для изучения эндотрофной микоризы в корнях пальчатокоренни- ка надо сделать поперечный срез тонкого радиально-симметричного ко- решка. Поскольку корешки мягкие, срезы необходимо производить, поме- стив кусочек (около 1,0 см) корешка в расщепленную сердцевину бузины.

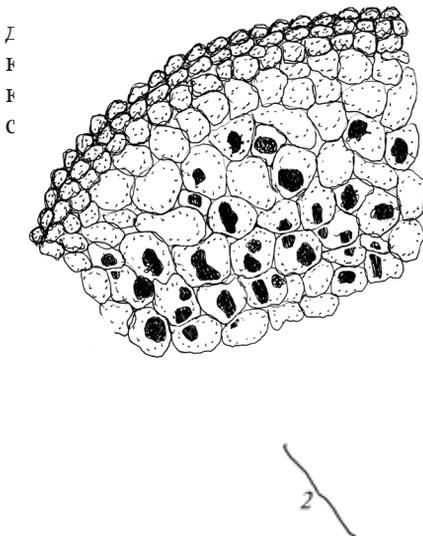
Подготовить предметное стекло, нанести на него каплю воды. Визуально рассмотреть корешок. Он имеет коричневую окраску,

но в тех местах, где в клетках сконцентрировались гифы гриба, окраска

более темная, вплоть до черной. Для приготовления среза надо взять са-мый темноокрашенный кусочек корешка, вставить его в расщепленную бузину и сделать несколько тонких срезов.

После получения каждого среза его необходимо как можно быстрее поместить в воду, чтобы предотвратить попадание на препарат большого количества пузырьков воздуха.

Накрыть срезы покровным стеклом, перенести препарат на предмет-ный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении.



за расположен небольшой по уженный массивной первичной ан удачно, в клетках первичной азличной величины, это и есть

Рис. 36. Эндотрофная микориза в корешках пальчатокоренника мяско-красного (*Dactylorhiza incarnata*):
1 – скопление гиф гриба в клетке; 2 – первичная кора;
3 – паренхимные клетки первичной коры

Зарисовать схематично центральный цилиндр и сегмент первичной коры. Обозначить центральный цилиндр, первичную кору, паренхимные клетки первичной коры, скопления гиф гриба в клетке.

**клубеньки на корнях люпина многолистного
(*Lupinus polyphyllus* Lindl.)**

Материал: фиксированные корни люпина многолистного с клубень-ками, готовый препарат поперечного разреза через клубенек корня лю-пина, гербарный образец люпина

многолистного и других видов бобовых с клубеньками на корнях.

Ход работы

Визуально рассмотреть и зарисовать корень люпина с образованными на нем клубеньками, обратить внимание на величину клубеньков на главном и боковых корнях, их количество и размеры. Обозначить главный корень, боковые корни, клубеньки на корнях люпина.

Поместить постоянный препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении.

Описание объекта. На поперечном разрезе через клубенек корня видно, что центральная часть корня остается неизменной, а разрастается один или несколько участков первичной коры. В центре клубенька находится бактериоидная ткань, окруженная клетками паренхимы первичной коры. Бактериоидная ткань состоит из живых и отмерших бактерий (бактериоидов). Снаружи клубенек, как и остальная часть корня, покрыт перидермой (рис. 37).

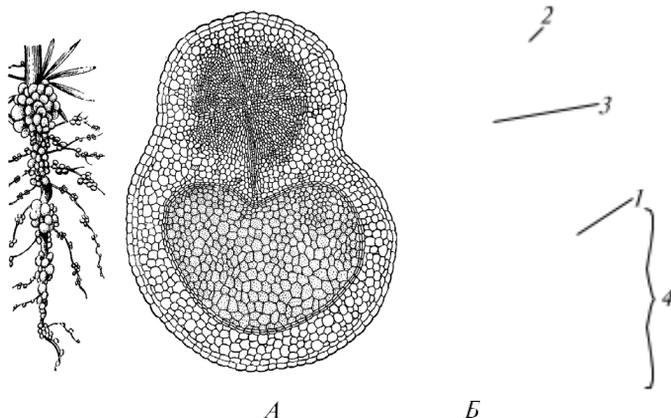


Рис. 37. Клубеньки на корнях люпина многолистного (*Lupinus polyphyllus*):

А – корень люпина с клубеньками; Б – поперечный разрез через клубенек корня: 1 – бактериоидная ткань; 2 – паренхима первичной коры; 3 – центральная часть корня с проводящей системой; 4 – клубенек

Зарисовать поперечный разрез через клубенек корня. Отметить клубенек, паренхиму первичной коры, бактериоидную ткань.

2. МетаМорфозы корня

Под влиянием условий существования корни могут изменять

свои функции, что приводит к существенному изменению их морфологичес-

кого и анатомического строения, т. е. к метаморфозам. *Метаморфоз* – это наследственно закрепленное морфологическое и анатомическое изменение органа, происходящее под влиянием условий существования и связанное с изменением выполняемой функции. Метаморфизированные корни могут выполнять запасающую функцию, что приводит к сильному увеличению количества паренхимы в различных зонах корня. Если большое количество паренхимы образуется в первичной коре, возникают корневые шишки. В корневые шишки могут превращаться как боковые (георгина (*Dahlia x cultorum* Thorsg. et Reis.)), так и придаточные корни (чистяк весенний (*Ficaria verna* Huds.), любка двулистная (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.)). При разрастании главного корня и гипокотилия (подсемядольного колена) стебля образуются корнеплоды (редька посевная (*Raphanus sativus* L.); морковь посевная (*Daucus sativus* (Hoffm.) Roechl.), свёкла обыкновенная (*Beta vulgaris* L.)). Корни многих эпифитных тропических орхидных выполняют функции фотосинтеза, дыхания и улавливания атмосферной влаги, что сильно отражается на их анатомическом строении. Специальные дыхательные корни – пневматофоры – образуются у представителей мангровых зарослей – растений, обитающих на берегах океанов. Для тропических растений, имеющих большую надземную массу, характерно образование особых видов придаточных корней – ходульных, досковидных, а также корневых-подпорок. У растений-паразитов (повилика европейская (*Cuscuta europaea* L.)) исчезают корневой чехлик и корневые волоски. Нет корневого чехлика и у корней-присосок (плющ обыкновенный (*Hedera helix* L.)).

У растений с метаморфизированными корнями имеются и типичные корни, выполняющие характерные для них основные функции. Таким образом, наличие у растений типичных и метаморфизированных корней позволяет им наилучшим образом приспосабливаться к конкретным условиям существования.

строение корневых шишек

Материал: фиксированные корневые шишки пальчатокоренника мясо-красного (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó), хлорофитума хохлатого (*Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jackues), спаржи (*Asparagus* sp.); гербарные образцы чистяка весеннего (*Ficaria verna* L.), пальчатокоренника мясо-красного (*Dactylorhiza incarnata* (L.) Soó).

Ход работы

Визуально рассмотреть строение корневых шишек пальчатокоренника (рис. 38). Зарисовать корневые шишки

пальчатокоренника. Отметить корневые шишки, придаточные корни, почку возобновления, остаток цветonoсного побега.

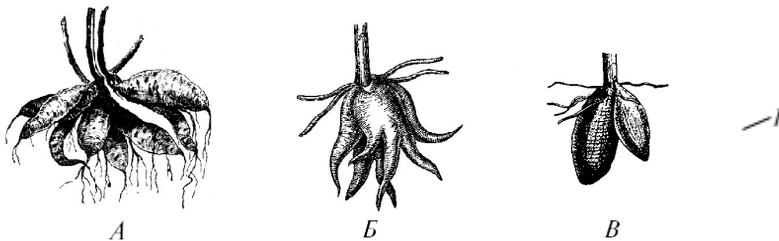


Рис. 38. Корневые шишки разных растений:

А – георгина культурная (*Dahlia cultorum*), Б – пальчатокоренник мясо-красный (*Dactylorhiza incarnata*), В – чистяк весенний (*Ficaria verna*): 1 – корневые шишки; 2 – питающие корни; 3 – типичные придаточные корни

Рассмотреть корневые шишки разных растений. Обратит внимание на форму и размеры. Зарисовать (по желанию) корневые шишки разных растений.

строение корнеплодов

Корнеплоды начинают формироваться у некоторых двулетних растений после перехода от первичного анатомического строения ко вторичному. В молодых корешках растений, способных к образованию корнеплодов, при первичном анатомическом строении в стеле корня формируется радиальный диадрхный сосудисто-волокнистый пучок. Корнеплоды крестоцветных и зонтичных монокамбиальные, камбий образуется только при переходе от первичного анатомического строения ко вторичному и производит элементы вторичной ксилемы, вторичной флоэмы и паренхимной ткани. В зависимости от места усиленного развития паренхимной ткани можно говорить о трех типах анатомического строения корнеплодов. У представителей семейства Крестоцветные (редька посевная, редис, брюква, турнепс) за счет паренхимы гипертрофируется область вторичной ксилемы. У зонтичных (морковь посевная, петрушка, сельдерей, пастернак) паренхима сильно разрастается во вторичной флоэме. Корнеплод свёклы поликамбиальный. После перехода ко вторичному строению в корнеплоде начинают образовываться дополнительные слои камбия, и строение корнеплода становится третичным. Каждый новый слой камбия закладывается с появлением каждого нового листа. Дополнительные слои камбия образуют слабо развитые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки и паренхиму, поэтому на поперечном

разрезе корнеплода свёклы отчетливо наблюдается чередование более светлых и темных полос.

Материал: натуральные корнеплоды или муляжи корнеплодов различных растений; постоянные препараты поперечного разреза корней редьки, моркови и свёклы.

Ход работы

Визуально рассмотреть строение корнеплодов редьки, моркови, свёклы: головку, шейку и собственно корень. Обратит внимание, какая часть корнеплода образована собственно корнем, а какая – стеблем.

При малом увеличении рассмотреть поперечный разрез корня редьки.

Описание объекта. В центре поперечного среза находится полоска из мелких сосудов первичной ксилемы (метаксилемы), от обоих концов которой отходят два широких первичных радиальных паренхимных луча. Утолщение корня и превращение его в корнеплод происходят за счет разрастания вторичной ксилемы, основная масса которой состоит из тонкостенных клеток паренхимы, выполняющих запасающую функцию. Камбий состоит из мелких тонкостенных клеток и окружает вторичную ксилему. Вторичная флоэма развита слабо. Во вторичной ксилеме и вторичной флоэме кроме первичных радиальных паренхимных лучей видны довольно широкие вторичные паренхимные лучи. За вторичной флоэмой тонким слоем располагается паренхима, которая, очевидно, имеет периферическое происхождение. Корнеплод покрыт перидермой, наружный слой которой – пробка – выполняет защитную функцию.

Зарисовать схему анатомического строения корнеплода редьки. Обозначить остатки первичной ксилемы, элементы вторичной ксилемы, камбий, элементы вторичной флоэмы, первичный радиальный паренхимный луч, вторичные радиальные паренхимные лучи, паренхиму первичной коры, перидерму.

При малом увеличении рассмотреть поперечный разрез корня моркови. *Описание объекта.* В его центре, как и в корне редьки, находится полоска из мелких сосудов первичной ксилемы (метаксилемы), от обоих концов которой отходят радиально два широких первичных паренхимных луча. Вторичная ксилема развита слабо. В ней преобладает тонкостенная паренхима, сосудов мало, они имеют толстые клеточные стенки и хорошо выделяются среди паренхимы. Камбиальная зона довольно широкая, камбий образован мелкими тонкостенными клетками и окружает вторичную ксилему.

Утолщение корня моркови и превращение его в корнеплод происходят за счет разрастания вторичной флоэмы, основная масса которой состоит из тонкостенных клеток паренхимы, выполняющих запасную функцию, и ситовидных трубок с клетками-спутницами. Во флоэме имеются эфиромасляные каналы.

Во вторичной ксилеме и вторичной флоэме кроме первичных паренхимных лучей видны довольно широкие вторичные паренхимные лучи. За вторичной флоэмой тонким слоем располагается паренхима, имеющая, очевидно, перициклическое происхождение. Корнеплод покрыт перидермой, наружный слой которой – пробка – выполняет защитную функцию.

Зарисовать схему анатомического строения корнеплода моркови. Обозначить остатки первичной ксилемы, элементы вторичной ксилемы, камбий, элементы вторичной флоэмы, первичный радиальный паренхимный луч, вторичные радиальные лучи, паренхиму первичной коры, перидерму.

При малом увеличении рассмотреть поперечный разрез корня свёклы. Переход корня свёклы от первичного анатомического строения ко вторичному происходит типично, поэтому начальные стадии его развития сходны с таковыми у редьки и моркови, в результате чего в центре образуются два крупных коллатеральных сосудисто-волокнистых пучка, разделенных тяжем метаксилемы и короткими первичными радиальными лучами. Вторичное анатомическое строение появляется к началу образования у свёклы первого настоящего листа, примерно на 12–15-й день жизни проростка. Камбий, расположенный между вторичной ксилемой и вторичной флоэмой, перестает функционировать, и утолщение корнеплода свёклы происходит за счет образования добавочных камбиев, т. е. развитие корнеплода идет очень своеобразно.

Одновременно с формированием вторичной анатомической структуры корня периферические клетки перицикла, окружающего центральный цилиндр, делятся тангентально и образуют многослойную меристематическую ткань, расположенную кольцом. Наружный слой этого кольца дифференцируется в клетки феллогена, клетки средней части превращаются в паренхимную ткань, а самый внутренний слой формирует *первый добавочный камбий*, который образует новую зону меристематической активности. Наружный слой этой зоны производит *второй добавочный камбий*, внутренние клетки меристематической зоны образуют довольно большое количество клеток паренхимы и слабо развитые сосудисто-волокнистые пучки. В результате работы первого добавочного камбия формируется широкое кольцо паренхимной ткани с вкрапленными в него мелкими коллатеральными пучками. Второй добавочный камбий работает

точно так же, как и первый: наружный слой его производит *третий добавочный камбий* и т. д. Каждый новый добавочный камбий образуется с появлением нового листа свёклы, поэтому на поперечном разрезе кор- неплода видны концентрические кольца различной ширины. Каждый

добавочный камбий функционирует непродолжительное время, но раз- растание кольца происходит за счет деления и разрастания паренхимных клеток: чем ближе к периферии корнеплода, тем кольца становятся тонь- ше, а сосудисто-волоконистые пучки – мельче.

Интенсивность утолщения корнеплода свёклы обусловлена интен- сивностью развития листьев: чем больше листьев в прикорневой розет- ке, тем больше колец в корнеплоде.

Феллоген, образовавшийся из наружного слоя первого добавочно- го камбия, формирует на поверхности корнеплода перидерму (рис. 39).

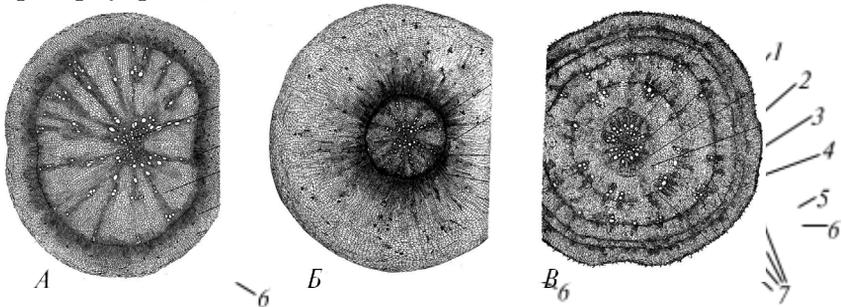


Рис. 39. Анатомическое строение корнеплодов:

A – редька посевная (*Raphanus sativus*), *Б* – морковь посевная (*Daucus sativus*), *В* – свёкла обыкновенная (*Beta vulgaris*): 1 – остатки первичной ксилемы;

- 2 – камбий; 3 – элементы вторичной ксилемы; 4 – элементы вторичной флоэмы; 5 – паренхима первичной коры; 6 – перидерма; 7 – добавочные слои камбия и сформированные ими элементы проводящих тканей и паренхимы

Схематично зарисовать анатомическое строение корнеплода свёклы. Обозначить остатки первичной ксилемы, элементы вторичной ксилемы, камбий, элементы вторичной флоэмы, первичные радиальные паренхим- ные лучи, зону вторичного строения, добавочные кольца камбия, слабо развитые сосудисто-волоконистые пучки в добавочных меристематичес- ких зонах, перидерму.

воздушные корни эпифитных орхидей

Материал: постоянный препарат поперечного разреза корня эпифит- ной орхидеи; живые растения с воздушными корнями (фаленопсис, фи- лодендрон, монстера).

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа, рассмотреть его при малом увеличении, затем перевести на большое увеличение и по-

следовательно, перемещая препарат, детально рассмотреть строение от- дельных элементов корня.

Рассмотреть строение покровной ткани воздушного корня орхидеи. *Описание объекта.* Снаружи корень окружен многослойной мерт- вой тканью – *веламеном*. Клетки веламена вытянуты перпендикулярно поверхности корня, имеют таблитчатую форму и относительно толстые оболочки. Веламен улавливает влагу, попадающую на корень в виде до-

ждя или росы.

Как и любой корень, имеющий первичное анатомическое строение, воздушный корень орхидных дифференцирован на две горизонталь- ные топографические зоны – первичную кору и центральный цилиндр. Первичная кора располагается под веламеном. Она дифференцирова- на на экзодерму, паренхиму первичной коры (мезодерму) и эндодерму. Клетки экзодермы с сильно утолщенными радиальными и наружной тангентальной клеточной стенкой на поперечном срезе имеют подково- образную форму. Они мертвые и не способны пропускать воздух и воду. Кроме типичных клеток в экзодерме имеются тонкостенные пропуск- ные клетки, через которые вода из веламена проходит в паренхимные клетки первичной коры. Таким образом, экзодерма является наружным физиологическим барьером воздушного корня и регулирует горизон- тальное перемещение воды в нем.

За экзодермой располагается паренхима первичной коры (мезо- дерма). Ее клетки имеют тонкие первичные оболочки, разные разме- ры, округлую форму. В наружных слоях паренхимы содержится неболь- шое количество хлоропластов. Таким образом, паренхима первичной коры выполняет несколько функций: фотосинтетическую, запасаю- щую и проводящую, так как через нее по симпласту и апопласту про- ходит ток водных растворов. Самый внутренний слой первичной коры представлен эндодермой. Клетки эндодермы имеют такие же толстые клеточные стенки, как и экзодерма, но в отличие от нее в эндодерме остается тонкой наружная тангентальная стенка. Пропускные клет- ки располагаются против элементов ксилемы. По ним вода проходит из центрального цилиндра в паренхиму первичной коры и из первич- ной коры в центральный цилиндр. Эндодерма является внутренним фи- зиологическим барьером.

Центральный цилиндр воздушного корня эпифитной орхидеи

имеет типичное строение. Он окружен однослойным перициклом, под которым располагается радиальный сосудисто-волокнистый пучок; элемен-

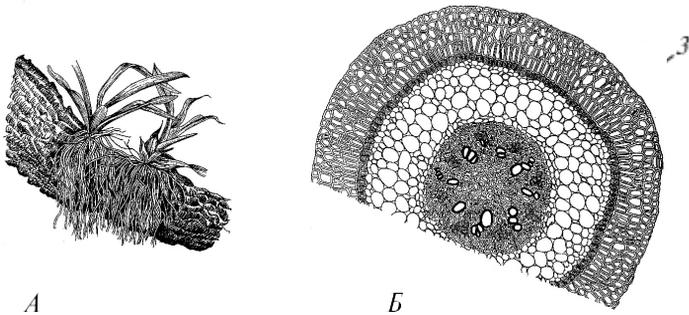


Рис. 40. Метаморфозы корня: воздушные корни орхидей:
 А – эпифитные орхидеи на стволе дерева: 1 – воздушные корни;
 Б – анатомическое строение воздушного корня орхидеи: 2 –
 веламен; 3 – экзодерма; 4 – паренхима первичной коры; 5 –
 эндодерма (3–5 – первичная кора корня); 6 – центральный
 цилиндр корня

ты первичной флоэмы и первичной ксилемы погружены в паренхимную ткань (рис. 40).

Соблюдая соотношения диаметров, схематично зарисовать центральный цилиндр и фрагмент первичной коры. Обозначить веламен, экзодерму, пропускные клетки экзодермы, мезодерму, эндодерму, пропускные клетки эндодермы, перицикл, первичную ксилему, первичную флоэму, паренхиму центрального цилиндра.

корень-присоска (гаустория) повилики европейской (*Cuscuta europaea* L.)

Повилика – растение-паразит. Поселяется как на травянистых (клевер, крапива), так и на деревянистых (смородина, хмель) растениях. Повилика не имеет ни листьев, ни типичных корней. В местах соприкосновения тонкого стебля повилики со стеблем растения-хозяина формируются особые выросты – корни-присоски (гаустории). Как и типичные корни, гаустории образуются перициклом, однако в отличие от них не имеют корневого чехлика и корневых волосков. Гаустории внедряются в первичную кору растения-хозяина, прорастают через нее, достигают центрального цилиндра и вступают в соприкосновение с ксилемой и флоэмой проводящей системы растения-хозяина. Таким образом через корень-присоску повилика получает из тканей растения-хозяина

питательные вещества, необходимые для своего развития.

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля растения-хозяина с внедрившимся в него корнем растения-паразита повилики.

Ход работы

Поместить постоянный препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении. На препарате виден поперечный разрез стебля растения-хозяина и продольный разрез прикрепившегося к нему стебля повилики. Гаустория повилики имеет конусовидную форму, что помогает ей продвигаться в тканях растения-хозяина. В гаустории хорошо заметны проводящие элементы ксилемы, подходящие к ксилеме растения-хозяина (рис. 41).

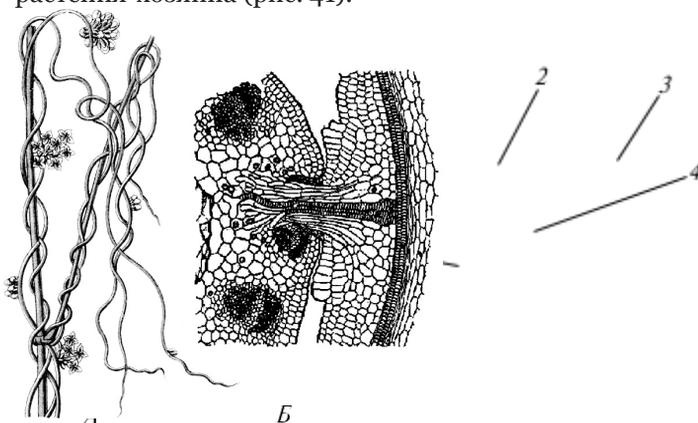


Рис. 41. Продольный разрез корня гаустории повилики европейской, внедрившейся в стебель растения-хозяина:

А – внешний вид повилики европейской (*Cuscuta europaea*); *Б* – гаустория повилики в стебле растения-хозяина: 1 – поперечный разрез стебля растения-хозяина; 2 – сосудисто-волокнистый пучок растения-хозяина; 3 – продольный разрез стебля повилики; 4 – гаустория повилики в проводящей системе растения-хозяина

Отцентрировать препарат таким образом, чтобы участок с гаусторией был в центре поля зрения, перевести на большое увеличение, внимательно рассмотреть строение гаустории.

Схематично зарисовать фрагмент препарата в области внедрения корня-присоски повилики в ткани растения-хозяина. Обозначить стебель повилики, стебель растения-хозяина, гаусторию повилики, сосудисто-волокнистый пучок в стебле растения-хозяина.

Зарисовать анатомическое строение корня-присоски повилики.
Обозначить сосуды ксилемы, элементы флоэмы, клетки паренхимы.

Лабораторная работа 8

Побег

Побеги – это образования, совокупность которых составляет надземную часть растения. По особенностям строения различают побеги вегетативные и цветonoсные. Вегетативный состоит из *стебля*, *листьев* и *почек*. Кроме того, на побеге различают стеблевые узлы, междоузлия, листовые пазухи. *Стебель* является осевой частью побега. Место прикрепления листа к стеблю называется *узлом*. Расстояние между соседними узлами – *междоузлие*. Верхний (адаксиальный) угол между стеблем и листом – *листовая пазуха*. На цветonoсном побеге имеются те же компоненты, что и на вегетативном, но вместо типичных листьев развиты прицветные листья и образуются цветки или соцветия.

Побеги развиваются из почек, следовательно, почка представляет собой неразвившийся (зачаточный) побег. Побег имеет определенное строение. В зависимости от длины междоузлия различают побеги удлинённые и укороченные. У древесных растений, как правило, удлинённые побеги вегетативные, укороченные – цветonoсные. Почки могут быть расположены на разных участках побега (верхушечные, пазушные, или боковые, придаточные), формироваться экзархно (образуются из поверхностных участков меристемы) и эндархно (формируются в перицикле) и иметь различный период покоя (покоящиеся и спящие почки). В пазухе листа почки могут быть *одиночными*, *коллатеральными* и *серийными*. По строению различают вегетативные почки и цветочные.

Побеги способны ветвиться. Ветвление – это особый тип роста, благодаря которому формируется надземная часть растения, образованная системой побегов. Побеги развиваются или вследствие деления верхушечной меристемы конуса нарастания стебля (*дихотомическое* ветвление – *изотомное* и *анизотомное*), или из боковых и придаточных почек (*моноподиальное*, *симподиальное* и *ложнодихотомическое*). Дихотомическое ветвление является самым древним и примитивным. При этом типе ветвления боковые ветви нарастают в геометрической прогрессии, благодаря чему возникает многовершинность, растение разрастается в горизонтальной плоскости и не бывает высокорослым.

В процессе эволюции произошло перевершинивание. В

результате этого у растения возникла главная ось или несколько более или менее хорошо выраженных главных осей. При *моноподальном* ветвлении главная ось и образующиеся на ней боковые могут нарастать относительно

долгое время. Особенно четко это прослеживается у древесных растений, которые способны достигать огромной величины (некоторые голосеменные – свыше 100 м). В силу таких особенностей роста на осях разного порядка образуется неограниченное число олиственных боковых побегов и, как следствие этого, сильно увеличивается фотосинтезирующая поверхность, что очень важно для автотрофных растений. Моноподиальное ветвление характерно для голосеменных и многих покрытосеменных растений. В то же время у последних появился более совершенный тип ветвления – симподиальный. При этом типе ветвления так же, как и при моноподиальном, формируется главная ось, но она состоит из осей разных порядков, т. е. представляет собой систему побегов. Такая ось образуется в результате последовательного отмирания апикальных меристем осей разных порядков и надстраивания их друг над другом. Первоначально на молодой оси видна некоторая извилистость, но по мере старения растения главная его ось (ствол) благодаря «работе» камбия разрастается в толщину и выравнивается. Многократное отмирание верхушечных меристем приводит к тому, что в рост трогается большое количество почек, скелетная масса растения разрастается, резко увеличивается количество листьев, а следовательно, фотосинтезирующая поверхность оказывается больше, чем у моноподиально ветвящихся растений.

При ложнодихотомическом ветвлении тоже происходит отмирание апикальной меристемы, но ниже отмершего участка из пазушных почек развиваются только два боковых побега.

В чистом виде симподиальное и ложнодихотомическое ветвление можно наблюдать только у травянистых растений. У деревьев и кустарников наряду с симподиальным и ложнодихотомическим образованиями побегов часть из них формируется моноподиально.

строение почки

Материал: ветки сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) с вегетативными и смешанными (цветочными) почками.

Ход работы

Лезвием аккуратно срезать с веточки сирени наиболее крупную почку.

Положить почку на предметное стекло и сделать продольный

разрез (следить, чтобы разрез прошел строго по ее центру).

Рассмотреть разрез почки с помощью ручной лупы.

Описание объекта. В центральной части почки имеется зачаточный стебель, на верхушке которого расположен конус нарастания. Если поч-

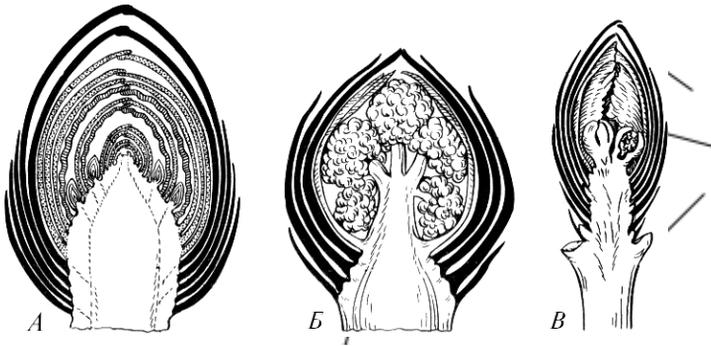


Рис. 42. Строение вегетативной (А) и смешанной (Б, В) почек сирени обыкновенной (*Syringa vulgaris*):
 1 – зачаточный стебель; 2 – почечные чешуи; 3 – зачаточное соцветие;
 4 – зачаточные листья; 5 – конус нарастания стебля

ка вегетативная, на стебле находится несколько пар зачаточных листьев. Если почка смешанная, кроме листьев в ней имеется зачаточное соцветие. Снаружи почка одета опробковевшими почечными чешуями, выполняющими защитную функцию (рис. 42).

Зарисовать продольный разрез вегетативной или смешанной почки. Отметить зачаточный стебель, конус нарастания стебля, зачаточные листья, зачаточное соцветие (если почка цветочная), почечные чешуи.

строение побега

Материал: ветки тополя (*Populus* sp.), жимолости лесной (*Lonicera xylosteum* L.), конского каштана обыкновенного (*Aesculus hippocastanum* L.), бузины красной (*Sambucus racemosa* L.), клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), ореха серого (*Juglans cinerea* L.).

Ход работы

Зарисовать годичный побег ветки тополя с укороченными побегами. Отметить удлиненный побег, укороченный побег, междоузлие укороченного побега, междоузлие удлиненного побега, почечные кольца, верхушечные почки (рис. 43).

Рассмотреть ветку конского каштана. Найти листовой рубец, рассмотреть его форму, подсчитать число рубцов от сосудисто-волокнистых пучков (листовые следы), одиночную почку, расположенную выше листового рубца (в бывшей листовой

пазухе). Зарисовать фрагмент побега, обозначить все выявленные элементы (рис. 44).



Рис. 43. Удлиненные (А) и укороченные (Б) побеги тополя (*Populus* sp.):
1 – междуузлие

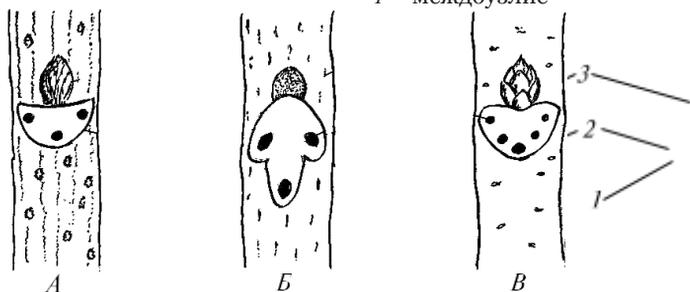


Рис. 44. Листовые рубцы с рубцами от листовых следов:
А – бузина красная (*Sambucus racemosa*), Б – орех серый (*Juglans cinerea*),
В – конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum*): 1 – листовые
рубцы; 2 – рубцы от листовых следов; 3 – одиночные пазушные почки

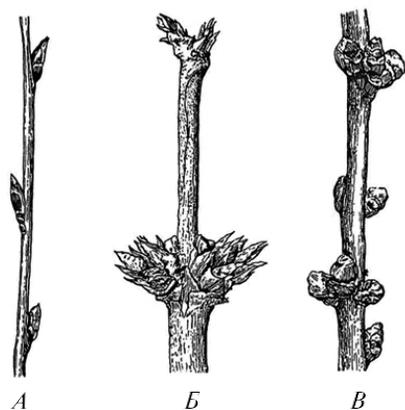


Рис. 45. Расположение почек в пазухе листа:
А – одиночные почки черемухи обыкновенной (*Padus avium*); Б – сериальные почки
жимолости лесной (*Lonicera xylosteum*); В – коллатеральные почки абрикоса обыкновенного (*Armeniaca vulgaris*)

Рассмотреть побег ореха серого. Найти листовый рубец, рассмотреть его форму, подсчитать число рубцов от сосудисто-волокнистых пучков (листовые следы), сравнить с аналогичными структурами конского каштана. Зарисовать фрагмент побега, обозначить все выявленные элементы (см. рис. 44).

Рассмотреть побег клена ясенелистного с коллатеральными почками.

Зарисовать фрагмент побега.

Рассмотреть побег жимолости лесной с сериальными почками. Зарисовать фрагмент побега (рис. 45).

На ветках бузины красной одновременно можно видеть почки оди- ночные, коллатеральные и сериальные.

ветвление побегов

Материал: гербарные образцы растений с разными типами ветвления – дифазиаструм сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub), плаун булавовидный (*Lycopodium clavatum* L.), клен равнинный (*Acer platanoides* L.), липа сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.), свидина белая (*Swida alba* (L.) Opiz).

Ход работы

Рассмотреть строение дифазиаструма сплюснутого. Обрати- тельное внимание на наличие большого количества верхушечных побегов, их компакт- ное расположение. Выбрать участок, где наиболее четко виден характер ветвления. Условно установить ось первого порядка, убедиться, что на ее верхушке образуются две одинаковые по величине оси второго порядка, а из них – четыре оси третьего порядка и т. д. Для дифазиаструма харак- терно изотомное дихотомическое ветвление. Зарисовать его схему ветв- ления, обозначить оси разных порядков.

Рассмотреть строение плауна булавовидного. Отметить наличие у него плагитропных (расположенных горизонтально) и ортотропных (подни- мающихся вертикально) побегов. Найти хорошо развитый вертикальный побег, условно выбрать на нем ось первого порядка и проследить характер развития на ней осей последующих порядков. При внимательном рассмо- трении обнаруживается, что из двух осей второго порядка одна оказывается несколько длиннее другой. Такая же картина характерна и для последую- щих осей, т. е. у плауна булавовидного дихотомическое ветвление являет- ся анизотомным. Зарисовать его схему.

Обозначить оси разных порядков. Рассмотреть строение системы побегов у свидины белой. Обратит внимание на внешнее сходство расположения боковых ветвей свидины с расположением ветвей у плауна и дифазиаструма. Обнаружить отмер-

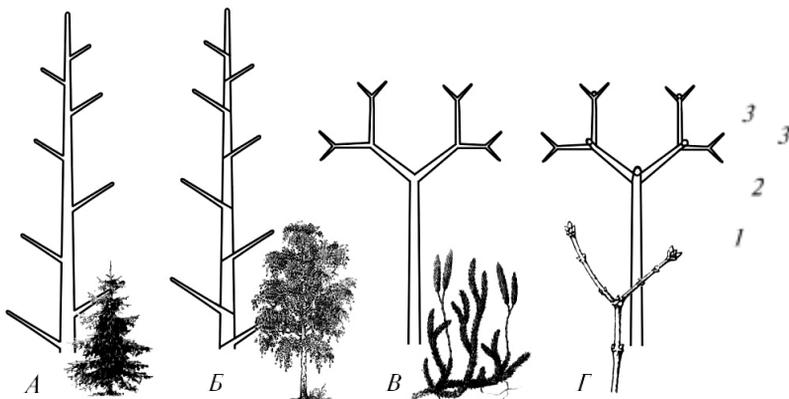


Рис. 46. Типы ветвления побегов:

А – моноподиальное, *Б* – симподиальное, *В* – дихотомическое, *Г* – ложнодихотомическое: 1–4 – порядки ветвления (оси разных порядков)

ший участок побега, ниже которого сформировались две боковые ветви, образовавшиеся в пазухе супротивно расположенных листьев. У свидины ветвление ложнодихотомическое. Зарисовать ее схему ветвления. Обозначить отмерший участок оси и оси разных порядков.

Рассмотреть молодое растение клена равнинного или липы сердцелистной, у которых ветвление происходит по симподиальному типу. Найти оси разных порядков с отмершими верхушечными почками. Зарисовать схему ветвления. Обозначить оси разных порядков (рис. 46).

Лабораторная работа 9

стебель

Стебель – это осевой вегетативный орган, который несет листья, почки, цветки и выполняет как основные, так и дополнительные функции. Основными функциями стебля являются механическая (по поддержанию боковых ветвей и листьев), проводящая, а у зеленых стеблей – функция фотосинтеза. Стебель, как и корень, под влиянием условий существования может метаморфизироваться и выполнять дополнительные функции. Стебли разнообразны по морфологическим особенностям. По характеру и направлению роста они бывают ортотропными и плагиотропными, ползучими и

стелющимися, вьющимися и цепляющимися. По поперечному сечению различают стебли цилиндрические, трехгранные, четырехгранные, сплюснутые, ребристые и т. д.

На ранних этапах развития молодые стебли имеют первичное анатомическое строение, которое в процессе онтогенеза у двудольных растений переходит в более сложное вторичное анатомическое строение. У представителей класса Однодольные (за исключением древесных растений) *первичное анатомическое строение* стебля сохраняется в течение всей жизни.

По общему плану первичное анатомическое строение стеблей двудольных и однодольных растений сходно, но если у двудольных всегда четко выражена первичная кора, то стебли однодольных могут иметь как хорошо развитую кору (рост плавающий), так и относительно слабо развитую (ку- пена лекарственная) или почти не выраженную (рожь посевная). Строение первичной коры как у двудольных растений, так и однодольных во многом зависит от условий обитания. У водных растений и растений, развивающихся в условиях пониженной аэрации, она представлена аэренхимой.

Под эпидермисом у двудольных растений находится колленхима, у однодольных – склеренхима. Там, где хорошо выражена первичная кора, она заканчивается *крахмалоносным влагаллищем*, или *эндодермой*, состоящей из одного слоя живых паренхимных клеток с зернами крахмала.

Переход от первичного анатомического строения ко вторичному у двудольных растений связан с переходом пучкового прокамбия в пучковый камбий и образованием межпучкового камбия. Межпучковый камбий формируется из межпучковой паренхимы, клетки которой дедифференцируются и восстанавливают меристематическую функцию.

Тип вторичного анатомического строения стеблей травянистых двудольных растений зависит от того, каким образом формировался прокамбий на ранних этапах онтогенеза (при развитии первичного анатомического строения) и как функционирует межпучковый камбий.

Если при формировании первичного анатомического строения прокамбий закладывался в виде сплошного кольца, откладывавшего наружу первичную флоэму, а внутри – первичную ксилему, то при переходе ко вторичному строению он превращается в сплошное кольцо камбия, который образует сплошное кольцо вторичной флоэмы и вторичной ксилемы, в результате чего формируется *стебель непучкового типа*.

Если при формировании первичного анатомического строения прокамбий закладывается в виде обособленных пучков, в

результате чего возникают открытые коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки, тип вторичного анатомического строения стебля зависит от особенности «работы» межпучкового камбия. Если межпучковый камбий образует только паренхиму, которая располагается между открытыми коллатеральными пучками и формирует *первичные сердцевинные лучи*, возникает *стебель пучкового типа*.

В том случае, когда межпучковый камбий кроме паренхимы образует дополнительные сосудисто-волокнистые пучки, отличающиеся от основных пучков меньшими размерами и расположенные в межпучковой зоне произвольно, возникает *стебель промежуточного типа*.

У древесных двудольных растений на ранних этапах онтогенеза прокамбиальные пучки закладываются обособленно, следовательно, впоследствии возникает вторичное анатомическое строение пучкового типа. Однако известно, что стебли древесных растений многолетние, а камбий в них «работает» ежегодно. Вторичное анатомическое строение стеблей у деревьев существенно отличается от строения стеблей травянистых растений.

У голосеменных древесных растений строение стебля похоже на строение стебля древесных покрытосеменных растений, но у них водопроводящие элементы ксилемы представлены не трахеями, а трахеидами, менее выражены годичные кольца, в различных частях стебля имеются смоляные ходы (схизогенные вместилища). Отличается по строению и ретикулярная покровная ткань – ритидом.

Первичное анатомическое строение стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus L.*)

Материал: фиксированные проростки (гипокотили) подсолнечника однолетнего.

Ход работы

Для изучения первичного анатомического строения стебля подсолнечника надо сделать поперечный разрез стебля ближе к корневой системе.

Подготовить предметное стекло, нанести на него каплю воды.

Расщепить вдоль кусочек бузины, отрезать лезвием от проростка часть гипокотыля (около 1,0 см), прилегающую к корневой системе, и вставить ее в расщеп так, чтобы нижняя сторона фрагмента стебля была сверху.

Сделать первый толстый срез, чтобы выровнять поверхность стебля, затем произвести тонкий срез, быстро перенести его в каплю воды, прикрыть объект покровным стеклом и поместить препарат на предметный столик микроскопа.

Описание объекта. При малом увеличении на препарате видно, что снаружи стебель покрыт *эпидермисом* и дифференцирован на две горизонтальные топографические зоны: *первичную кору* и *центральный цилиндр*.

Перевести препарат на большое увеличение и детально

рассмотреть сначала особенности первичной коры, затем – центрального цилиндра. Периферическая часть первичной коры представлена *пластинчатой колленхимой*, в клетках которой содержатся хлоропласты, благодаря чему

колленхима кроме арматурной функции выполняет и функцию фотосинтеза. На ранних этапах развития стенки пластинчатой колленхимы еще относительно тонкие, но форма клеток типичная. Клетки вытянуты параллельно поверхности органа и имеют таблитчатую форму.

Большая часть первичной коры образована *хлорофиллоносной и запасающей паренхимой*. Клетки имеют различную величину, между ними хорошо заметны межклетники.

Самый внутренний слой первичной коры состоит из одного ряда клеток, заполненных крахмалом, и называется *крахмалоносным влагалищем*. Оно аналогично эндодерме корня и выполняет роль физиологического барьера.

Центральный цилиндр ограничен *перициклом*, состоящим из одного ряда меристематических клеток таблитчатой формы. Под перициклом находится паренхима центрального цилиндра, в которую погружены шесть коллатеральных сосудисто-волокнистых пучков. Пучки расположены в один круг на одинаковом расстоянии друг от друга, что характерно для *эустели*. Центральная часть стели – *сердцевина* – образована крупными клетками паренхимы.

Рассмотреть строение сосудисто-волокнистого пучка, убедиться, что между первичной ксилемой и первичной флоэмой находится прослойка прокамбия, что характерно для коллатерального пучка открытого типа (рис. 47).

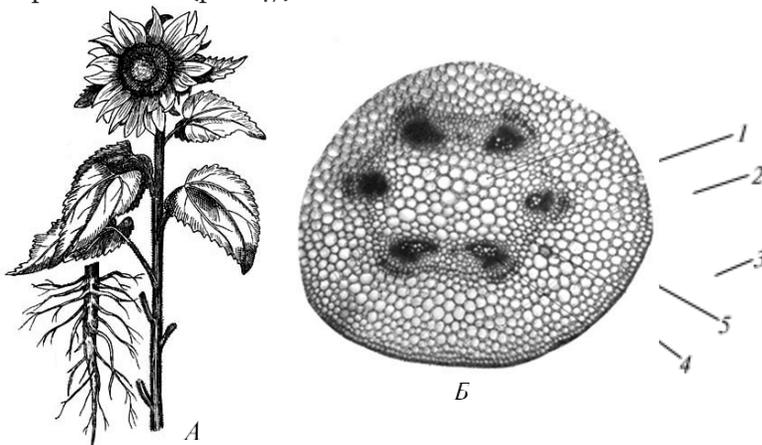


Рис. 47. Первичное анатомическое строение стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*):

А – внешний вид растения; Б – поперечный разрез стебля:

1 – сердцевина стебля; 2 – паренхима первичной коры; 3 – эпидермис;

4 – коллатеральные открытые сосудисто-волокнистые пучки; 5 – перицикл

Детально зарисовать строение центрального цилиндра и фрагментарно (конусом) – строение первичной коры проростка подсолнечника. Отметить первичную кору, пластинчатую колленхиму, паренхиму первичной коры, крахмалосное влагалище, перицикл, паренхиму центрального цилиндра, коллатеральные сосудисто-волокнистые пучки, сердцевину.

Первичное анатомическое строение стебля рдеста плавающего (*Potamogeton natans* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля рдеста плавающего, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его сначала при малом увеличении. Обратит внимание на то, что в стебле рдеста хорошо выражена первичная кора, диаметр которой значительно превышает диаметр центрального цилиндра. Перевести препарат на большое увеличение и рассмотреть его, начиная с центральной части стебля.

Описание объекта. Центральная часть стебля рдеста представлена атактостелью. Среди паренхимы центрального цилиндра видны крупные воздухоносные полости, что характерно для водных растений, и небольшие концентрические сосудисто-волокнистые амфивазальные пучки. Центральный цилиндр окружен однорядным перициклом, образованным мелкими тангентально вытянутыми клетками.

Кнаружи за перициклом находится эндодерма – самый внутренний слой первичной коры. Эндодерма имеет типичное строение, радиальные и внутренняя тангентальная стенки клеток сильно утолщены, пропускные клетки слабо выражены.

К эндодерме примыкают два-три ряда плотно сомкнутых паренхимных клеток первичной коры. Эти клетки имеют округлую форму, между ними есть небольшие межклетники треугольной формы и крупные круглые воздушные полости. От наружного слоя этой паренхимы начинается типичная *аэренхима*.

Аэренхима образована вертикальными и горизонтальными полосками паренхимных клеток, имеющих цилиндрическую или слегка сплюснутую в тангентальном направлении форму. Тяжи паренхимных клеток контактируют между собой, создавая сетчатую структуру с крупными воздушными полостями. В местах

пересечения тяжей паренхимы находят- ся более или менее развитые концентрические амфивазальные сосуди-

сто-волокнистые пучки. Некоторые пучки сильно редуцированы, в них отсутствует флоэма, ксилема представлена всего несколькими клетками. Наличие крупных воздушных полостей обеспечивает хорошую аэрацию стебля и увеличивает его плавучесть. Наружный слой аэренхимы одно-рядный, состоит из разных по размеру округлых клеток. Клетки, к которым примыкают радиальные тяжи паренхимы, более крупные и расположены парно. Во всех паренхимных клетках имеются ярко окрашенные включения, представленные твердыми тельцами различной формы. Это багрянквый крахмал. Он является продуктом фотосинтеза, образуется в цитоплазме.

Снаружи стебель покрыт эпидермисом. Его клетки мелкие, табличчатой формы, вытянутые в радиальном направлении. На эпидермисе имеется слабо развитая кутикула (рис. 48).

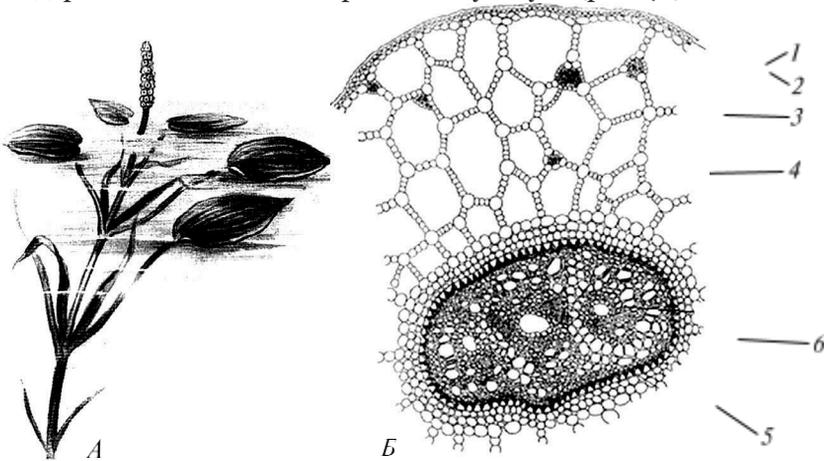


Рис. 48. Первичное анатомическое строение стебля рдеста плавающего (*Potamogeton natans*):

- А – внешний вид растения; Б – поперечный разрез стебля: 1 – кутикула; 2 – эпидермис; 3 – клетки воздухоносной паренхимы (аэренхимы); 4 – воздухоносные полости в первичной коре; 5 – эндодерма; 6 – стель (центральный цилиндр)

Детально зарисовать строение центрального цилиндра рдеста и фрагментарно в виде сегмента первичную кору стебля. Обозначить кутикулу, эпидермис, аэренхиму первичной коры, сосудисто-волокнистые амфивазальные пучки в первичной коре, эндодерму, центральный цилиндр.

**Первичное анатомическое строение
стебля купены душистой (*Polygonatum
odoratum* (Mill.) Druce)**

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля купены душистой, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении, начиная с периферической части.

Описание объекта. У купены стебель слегка ребристый, что хорошо видно на поперечном сечении. Снаружи он покрыт эпидермисом, клетки которого изодиаметричны и слегка вытянуты перпендикулярно по верхности органа. Над эпидермисом имеется слабый восковой налет. На верхушке некоторых ребер несколько клеток эпидермиса и расположенная под ними группа клеток паренхимы одревесневают и превращаются в склеренхиматозную паренхиму. Она выполняет арматурную функцию.

Под эпидермисом располагается первичная кора. Она слабо развита и состоит из пяти-шести рядов паренхимных клеток. Клетки паренхимы округлые разной величины. Непосредственно под эпидермисом расположена хлоренхима, а под ней – запасающая паренхима. Межклетники небольшие, треугольные. Паренхима находится и в ребристых выступах стебля. Кроме нее в каждом выступе имеется по одному хорошо развитому закрытому коллатеральному сосудисто-волокнистому пучку. Каждый пучок окружен склеренхимной обкладкой.

За первичной корой наблюдается сплошное кольцо склеренхимы перициклического происхождения. Непосредственно к кольцу склеренхимы примыкает один круг сосудисто-волокнистых пучков разного размера, каждый пучок окружен склеренхимной обкладкой. Перициклическая склеренхима и склеренхимная обкладка пучков выполняют арматурную функцию.

Перициклическая склеренхима ограничивает центральный цилиндр. Как и у всех однодольных растений, центральный цилиндр купены представлен атактостелью. Паренхима центрального цилиндра состоит из крупных округлых клеток, между которыми находятся хорошо видимые межклетники и воздухоносные полости. Сосудисто-волокнистые пучки разбросаны по всему центральному

цилиндру. В отличие от периферических пучков они не имеют склеренхиматозной обкладки.

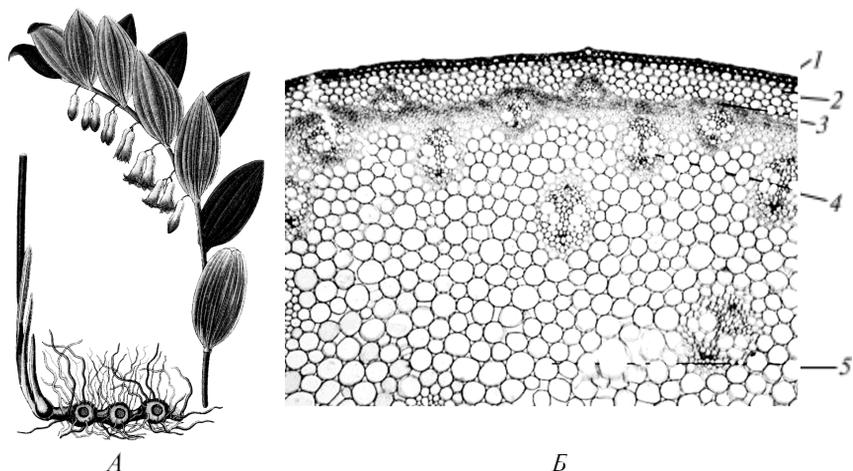


Рис. 49. Первичное анатомическое строение стебля купены душистой (*Polygonatum odoratum*):

A – внешний вид растения; *Б* – поперечный разрез стебля:
 1 – эпидерма; 2 – паренхима первичной коры; 3 – перициклическая склеренхима;
 4 – закрытый коллатеральный пучок; 5 – паренхима центрального цилиндра

Каждый пучок центрального цилиндра окружен обкладкой из мелких паренхимных клеток (рис. 49).

Схематично зарисовать поперечный разрез стебля купены. Обозначить эпидермис, паренхиму первичной коры, кольцо перициклической склеренхимы, сосудисто-волокнистые пучки, склеренхимную обкладку пучка, паренхимную обкладку пучка, паренхиму центрального цилиндра.

Первичное анатомическое строение стебля кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля кукурузы обыкновенной.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении. При необходимости отдельные детали анатомического строения препарата можно рассматривать при большом увеличении.

Описание объекта. Характерной особенностью стебля кукурузы является отсутствие четко выраженной первичной коры. Снаружи стебель покрыт эпидермисом. Клетки эпидермиса толстостенные, слегка вытянутые параллельно поверхности стебля.

Непосредственно под эпидермисом расположено несколько слоев склеренхимы, выполняющей арматурную функцию. Клетки склеренхимы имеют типичное строение. За склеренхимой находится центральный цилиндр.

Центральный цилиндр представлен атактостелью. Паренхима центрального цилиндра в разных частях состоит из различных по величине клеток. На периферии клетки значительно мельче, чем в центре, и более плотно расположены. В центральной части стели клетки крупные, между ними есть хорошо выраженные межклетники. По всей стели разбросаны коллатеральные закрытые сосудисто-волокнистые пучки.

Размеры сосудисто-волокнистых пучков и их расположение в разных частях стели различно. На периферии пучки имеют разные размеры и расположены достаточно компактно. Непосредственно под склеренхимой пучки очень мелкие и образуют практически один

круг. Далее пучки располагаются диффузно, размеры их постепенно увеличиваются: чем ближе к центру стебля, тем они становятся крупнее. Самые крупные пучки занимают центральную часть стели. Здесь они расположены на значительном расстоянии друг от друга. Каждый сосудисто-волокнистый пучок окружен склеренхимной обкладкой. Сердцевина в стебле отсутствует (рис. 50). Схематично зарисовать строение поперечного разреза стебля

кукурузы. Обозначить эпидермис, кольцо склеренхимы, сосудисто-волокнистые пучки, склеренхимную обкладку сосудисто-волокнистого пучка, паренхиму центрального цилиндра.

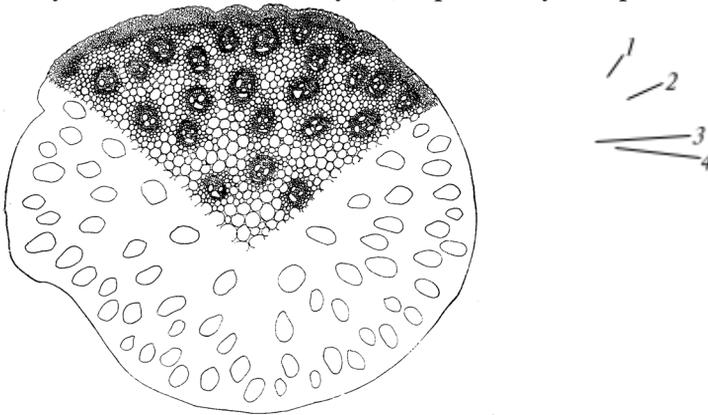


Рис. 50. Первичное анатомическое строение стебля кукурузы обыкновенной (*Zea mays*):

1 – эпидермис; 2 – склеренхима; 3 – закрытый коллатеральный
сосудисто-волокнистый пучок; 4 – паренхима центрального
цилиндра

Первичное анатомическое строение стебля ржи посевной (*Secale cereale* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля ржи посевной.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении. При необходимости уточнения деталей его строения следует перевести препарат на большое увеличение и, центрируя отдельные участки, рассмотреть нужные фрагменты стебля.

Описание объекта. Снаружи стебель ржи покрыт эпидермисом. Клетки эпидермиса мелкие, имеют таблитчатую форму, толстую клеточную оболочку, мертвые, вследствие чего окрашены в красный цвет специальным красителем (флороглюцином в соляной кислоте). Первичная кора в стебле ржи не выражена.

Под эпидермисом расположено мощное кольцо толстостенной механической ткани – склеренхимы. Среди клеток склеренхимы разбросаны участки хлорофиллоносной паренхимы, которая выполняет функцию фотосинтеза. Участки хлорофиллоносной паренхимы расположены попарно, а между ними находятся очень мелкие сосудисто-волокнистые пучки коллатерального типа.

За механическим кольцом расположен центральный цилиндр. Большая его часть (атактостели) редуцирована, поэтому в стебле ржи образовалась крупная воздушная полость. Остатки центрального цилиндра,

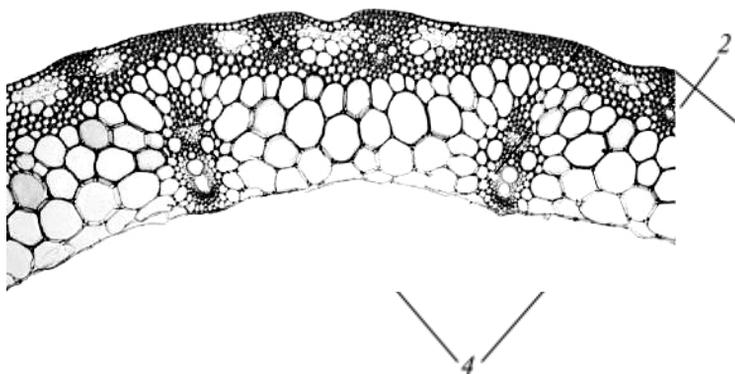


Рис. 51. Поперечный разрез стебля ржи посевной (*Secale cereale*): 1 – участки хлорофиллоносной паренхимы (хлоренхимы);

2 – склеренхима; 3 – мелкие сосудисто-волокнистые пучки;
4 – крупные сосудисто-волокнистые пучки

в котором в один круг расположены типичные крупные сосудисто-волокнистые пучки, представлены небольшим участком паренхимы. Каждый пучок имеет склеренхимную обкладку и находится строго под сплошной полоской склеренхимы. Мелкие субэпидермальные пучки и крупные пучки центрального цилиндра расположены в шахматном порядке. Паренхима центрального цилиндра, примыкающая к механическому кольцу, превратилась благодаря одревеснению клеточной стенки в древесинную (склеренхиматозную) паренхиму (рис. 51). Таким образом, благодаря крупной центральной воздушной полости, мощному кольцу субэпидермальной склеренхимы, наличию склеренхиматозной обкладки у каждого сосудисто-волокнистого пучка и склеренхиматозной паренхимы стебли ржи обладают достаточно высокой механической прочностью. Кроме того, механическая прочность усиливается также вследствие наличия сильно вздутых узлов стебля.

Зарисовать фрагмент поперечного разреза стебля ржи. Обозначить эпидермис, склеренхимное кольцо, участки хлорофиллоносной паренхимы, сосудисто-волокнистые пучки, склеренхимную обкладку сосудисто-волокнистого пучка, древесинную (склеренхиматозную) паренхиму, остатки паренхимы центрального цилиндра, центральную воздушную полость.

вторичное анатомическое строение стебля кирказона обыкновенного (*Aristolochia clematitis* L.) (стебель пучкового типа)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля кирказона обыкновенного, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении.

Описание объекта. Снаружи стебель покрыт эпидермисом. Под эпидермисом находится слой колленхимы. В клетках колленхимы имеется небольшое количество хлоропластов. За колленхимой – участок паренхимы первичной коры. Клетки паренхимы, находящиеся под колленхимой, плотно сомкнуты между собой и имеют практически одинаковые размеры. Глубже расположенные паренхимные клетки более крупные, между ними находятся хорошо развитые межклетники. Во многих паренхимных клетках видны

кристаллы щавелевокислого кальция в форме друз. Внутренний слой паренхимы коры – крахмалоносное влагалище – образовано двумя рядами округлых плотно расположенных паренхимных клеток.

Подстиляет паренхиму мощное кольцо механической ткани – склеренхимы. Эту мертвую ткань легко отличить от других тканей по равномерно утолщенным клеточным стенкам, окрашенной в красный цвет. Склеренхима в стебле кирказона имеет перициклическое происхождение, т. е. она образовалась в результате деления клеток перицикла с последующей их дифференцировкой при переходе от первичного анатомического строения ко вторичному. Перициклическую склеренхиму можно рассматривать как границу бывшего центрального цилиндра.

В центральной части стебля находится сердцевина, образованная клетками запасящей паренхимы. От нее радиально отходят широкие многорядные паренхимные первичные сердцевинные лучи. Во многих клетках сердцевинных лучей, в клетках сердцевинки, как и в клетках паренхимы первичной коры, видны друзы. Первичные сердцевинные лучи разделяют сосудисто-волокнистые пучки. Следует отметить, что сосудисто-волокнистые пучки расположены приблизительно на одинаковом расстоянии друг от друга и равны по величине. Именно из-за четкой обособленности пучков стебель и называется стеблем пучкового типа (рис. 52).

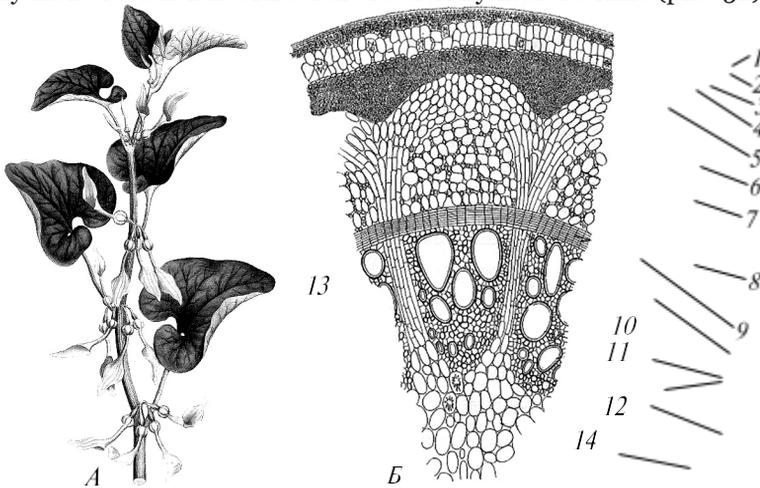


Рис. 52. Стебель пучкового типа кирказона обыкновенного (*Aristolochia clematitis*):

А – внешний вид растения; Б – поперечный разрез стебля:

- 1 – эпидермис; 2 – колленхима; 3 – паренхима первичной коры; 4 – эндодерма;
- 5 – склеренхима перициклического происхождения; 6 – паренхима сердцевинного луча; 7 – вторичная флоэма; 8 – пучковый камбий; 9 – межпучковый камбий; 10 – вторичная ксилема; 11 – сосуды вторичной ксилемы;

12 – остатки первичной ксилемы;
13 – первичный сердцевинный луч; *14* – сердцевина стебля

Очертить контур поперечного разреза стебля кирказона, схематично расположить в нем сосудисто-волокнистые пучки. На этой схеме выд- лить фрагмент и детально зарисовать его. Обозначить эпидермис, коллен- химу, паренхиму первичной коры, склеренхиму перициклического про- исхождения, первичный сердцевинный луч, коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый пучок (вторичную ксилему, пучковый камбий, вторичную флоэму), межпучковый камбий.

**вторичное анатомическое строение стебля льна обыкновенного
(*Linum usitatissimum* L.) (стебель непучкового типа)**

Материал: постоянный препарат поперечного разреза стебля льна обыкновенного, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа, рассмотреть его при малом увеличении.

Описание объекта. Снаружи стебель льна покрыт эпидермисом. Клет- ки эпидермиса продолговатые, очень крупные, вытянутые параллельно поверхности органа. Под эпидермисом расположен слабо развитый слой паренхимы первичной коры. Внутренний слой первичной коры пред- ставлен однослойным крахмалоносным влагалищем, паренхимные клет- ки которого практически не отличаются от остальных клеток паренхимы коры. За остатками первичной коры расположена та часть стебля, кото- рая сформировалась после перехода от первичного анатомического стро- ения ко вторичному.

Среди клеток паренхимы видны компактные группы лубяных воло- кон. Лубяные волокна представляют собой механическую ткань – скле- ренхиму. У них перициклическое происхождение, но так как у прядиль- ных культур, в том числе и у льна, лубяные волокна не одревесневают, их оболочки не окрашиваются специальными красителями, поэтому на пре- парате они имеют бледно-желтую окраску.

Внутри от лубяных волокон расположен очень тонкий сплошной слой вторичной флоэмы, в ее состав входят типичные проводящие элементы (ситовидные трубки и клетки спутницы) и паренхима. Вторичная фло- эма отделена от вторичной ксилемы прослойкой камбия. Камбий лег- ко обнаружить по форме клеток: они узкие и вытянуты параллельно по- верхности стебля.

Передвинуть препарат так, чтобы в поле зрения была хорошо видна вторичная ксилема. По сравнению со вторичной флоэмой вторичная ксилема представляет компактный массив, в котором водопроводящие эле-

менты пронизаны однорядными тяжами parenхимных клеток, выполняющих такую же функцию, что и сердцевинные лучи. Parenхимные клетки мелкие, вытянуты в радиальном направлении (вдоль стебля) и отличаются от более крупных водопроводящих элементов ксилемы. Обособленные сосудисто-волокнистые пучки отсутствуют, поэтому стебель называется стеблем непучкового типа. Он образуется в том случае, когда при формировании первичного анатомического строения прокамбий закладывается в виде сплошного кольца, производит сплошные кольца первичной флоэмы и первичной ксилемы, а при переходе ко вторичному строению камбий, образовавшийся из прокамбия, производит сплошные кольца вторичной флоэмы и вторичной ксилемы. В основании вторичной ксилемы видны мелкоклеточные сосуды – остатки первичной ксилемы (метаксилемы). Сердцевина стебля, представленная parenхимой, частично разрушена, поэтому в центре стебля наблюдается крупная полость (рис. 53). Схематично

очертить контур поперечного разреза стебля льна. На этой схеме выделить фрагмент и детально зарисовать его. Обозначить эпидермис, parenхиму первичной коры, крахмалоносное влагали-

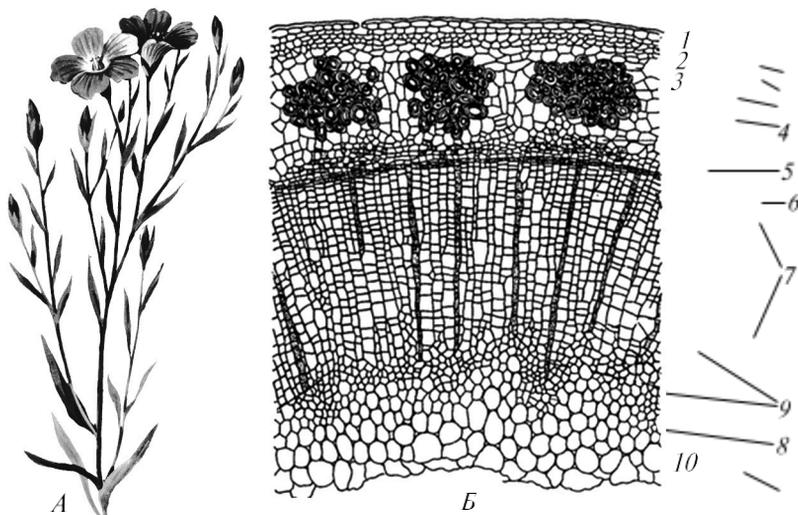


Рис. 53. Стебель непучкового типа льна обыкновенного (*Linum usitatissimum*):
 А – внешний вид растения; Б – поперечный разрез стебля:
 1 – эпидермис; 2 – parenхима первичной коры; 3 – крахмалоносное влагалище;

4 – перициклическая склеренхима (лубяные волокна); 5 – вторичная флоэма;
6 – камбий; 7 – вторичная ксилема; 8 – остатки первичной ксилемы;
9 – сердцевинные лучи; 10 – сердцевина стебля

ще, лубяные волокна – склеренхиму перициклического происхождения, радиальные тяжи паренхимных клеток, вторичную флоэму, камбий, вторичную ксилему, остатки метаксилемы, остатки паренхимы сердцевины, воздушную полость.

**вторичное анатомическое строение стебля
подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)
(стебель промежуточного типа)**

Материал: фиксированные отрезки стебля проростков подсолнечника однолетнего диаметром 0,3–0,5 см.

Ход работы

Подготовить предметное стекло, капнуть на него каплю воды.

По общепринятым правилам сделать тонкий поперечный срез стебля подсолнечника. Быстро перенести его в каплю воды на предметном стекле, покрыть покровным стеклом и поместить препарат на предметный столик микроскопа.

Рассмотреть препарат при малом увеличении. При необходимости отдельные детали можно рассматривать при большом увеличении.

Описание объекта. Снаружи стебель покрыт эпидермисом, некоторые его клетки образуют многоклеточные волоски. Под эпидермисом располагается слой пластинчатой колленхимы.

Тангентальные стенки клеток колленхимы сильно утолщены, большое количество пектиновых веществ придают клеточной стенке перламутровый блеск, границы между клетками не видны, поэтому утолщение кажется сплошной блестящей полосой. Остатки первичной коры представлены паренхимными клетками различных размеров. Среди клеток паренхимы встречаются небольшие масляные вместилища схизогенного происхождения. Схизогенные вместилища имеют округлую форму, что делает их хорошо заметными среди паренхимных клеток. Полость вместилища выстлана одним слоем мелких эпителиальных клеток, которые являются секреторными и выделяют в полость вместилища масла.

Внутренний слой первичной коры образован одним рядом эллиптических клеток крахмалоносного вместилища. Передвинуть препарат и рассмотреть ту часть объекта, которая при первичном анатомическом строении входила в центральный цилиндр. На препарате хорошо видна серия в один ряд расположенных открытых коллатеральных сосудисто-волокнистых пучков, разделенных паренхимной тканью. Сосудисто-волокнистые пучки различаются размером. Крупные пучки, расположенные приблизительно на

одинаковом расстоянии друг от друга, чередуются с более мелкими пучками. Такое строение обусловлено

особенностями перехода стебля подсолнечника однолетнего от первичного анатомического строения ко вторичному. При первичном анатомическом строении сосудисто-волокнистые пучки также располагались в один круг, между первичной флоэмой и первичной ксилемой имелась прослойка прокамбия. При переходе ко вторичному анатомическому строению пучковый прокамбий превратился в пучковый камбий, а между пучками на уровне пучкового камбия из дедифференцированных клеток паренхимы образовался межпучковый камбий. Однако если пучковый камбий формирует вторичную флоэму и вторичную ксилему, то межпучковый камбий производит не только паренхиму, как в случае образования стебля пучкового типа, но и дает начало дополнительным сосудисто-волокнистым пучкам. Дополнительные сосудисто-волокнистые пучки меньше основных и расположены между ними произвольно. Число дополнительных пучков между основными различно – обычно один или два, изредка больше. Над вторичной флоэмой в каждой пучке находится склеренхима. Она образована перициклом и выполняет арматурную функцию. В стебле промежуточного типа нет хорошо выраженных первичных сердцевинных лучей.

В основании крупного сосудисто-волокнистого пучка сохранилось небольшое количество элементов метаксилемы. Она отличается от элементов вторичной ксилемы меньшим диаметром сосудов. В центре стебля хорошо развита сердцевина, образованная крупными тонкостенными клетками паренхимы. Между клетками видны небольшие межклетники (рис. 54).

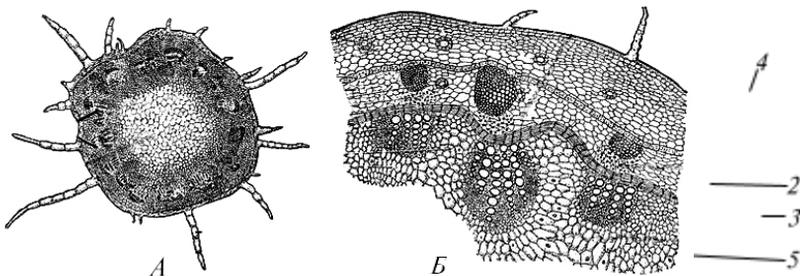


Рис. 54. Стебель промежуточного типа подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*):

- А – поперечный разрез стебля; Б – сердцевина стебля;
 7 – многоклеточные трихомы на эпидермисе; Б – фрагмент поперечного разреза стебля: 1 – основной пучок; 2 – дополнительный пучок; 3 –

межпучковый камбий; 4 – эпидермис; 5 – паренхима стебля

Схематично очертить контур поперечного разреза стебля подсолнечника. На этой схеме выделить фрагмент и детально зарисовать его. Обозначить эпидермис, трихомы, паренхиму первичной коры, масляные вместилища, крахмалоносное влагалище, склеренхиму перициклического происхождения, вторичную флоэму, пучковый камбий, вторичную ксилему, остатки метаксилемы, межпучковый камбий, дополнительные пучки, паренхиму сердцевины.

вторичное анатомическое строение ветки липы сердцелистной (*Tilia cordata* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза ветки липы сердцелистной.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении. Начинать целосообразнее с центральной части стебля.

Описание объекта. Центральная часть стебля – *сердцевина (медула)* – состоит из паренхимных клеток разного размера. Большая часть сердцевины представлена очень рыхло расположенными *слизевыми клетками* и мертвыми клетками с одревесневшими толстыми окрашенными в красный или буроватый цвет оболочками. По периферии находятся мелкие плотно сомкнутые живые толстостенные клетки, богатые крахмалом. Они образуют так называемую *перимедулярную зону*.

За сердцевиной располагаются элементы ксилемы. Непосредственно к перимедулярной зоне прилегают остатки первичной ксилемы (метаксилемы), они хорошо просматриваются и имеют вид компактных мелкопросветных сосудов, расположенных в хаотичном порядке. За остатками первичной ксилемы находятся радиально ориентированные элементы вторичной ксилемы, образованные камбием. В ксилеме видны расположенные окружностями *годовые кольца* (кольца прироста). Каждое годовое кольцо образуется камбием в течение вегетационного периода. Границы между кольцами прироста хорошо заметны, так как элементы поздней ксилемы состоят из сжатых в радиальном направлении толстостенных клеток по сравнению с элементами, которые откладываются камбием в весенний период.

Вторичная ксилема липы сердцелистной состоит из *трахей*

(сосудов), трахеид, древесинных волокон (либриформ), вертикальной (тяжевой) и горизонтальной (лучевой) паренхимы.

Ксилема липы является *рассеянно-сосудистой*, так как сосуды расположены диффузно по кольцу прироста. Число сосудов и диаметр их по-

перечного сечения в весенней ксилеме больше, чем в осенней. В поздней ксилеме наряду с сосудами камбий производит и трахеиды. На поперечном срезе они выглядят как многоугольные узкопросветные образования с очень толстыми стенками.

От сердцевины через всю вторичную ксилему проходят *первичные сердцевинные лучи*, образованные горизонтальной (лучевой) паренхимой. Клетки лучевой паренхимы таблитчатой формы и вытянуты в радиальном направлении. У липы первичные *сердцевинные лучи* *гомогенные*. Они находятся в области вторичной ксилемы и представлены двумя рядами морфологически одинаковых клеток. Первичные сердцевинные лучи проходят через все годовые кольца ксилемы, пересекают камбий и переходят в область вторичной флоэмы. Кроме первичных сердцевинных лучей во вторичной ксилеме образуются вторичные сердцевинные лучи, они начинаются и заканчиваются в любой части каждого годового кольца. Паренхима сердцевинных лучей выполняет запасную функцию и участвует в передвижении веществ в горизонтальном направлении. Все элементы вторичной ксилемы формируются камбием и развиваются в центростремительном направлении.

Камбиальная зона расположена за последним годовым кольцом. Камбий представлен несколькими рядами таблитчатых клеток, ориентированных параллельно поверхности стебля. В центробежном направлении камбий продуцирует элементы *вторичной флоэмы* и паренхиму флоэмной части сердцевинных лучей.

Вторичная флоэма состоит из разных по морфологическому строению и функциональным особенностям элементов. У липы вторичная флоэма имеет трапециевидную форму и функционирует в течение нескольких лет. Функцию проведения продуктов ассимиляции (фотосинтеза) выполняют *ситовидные трубки*, сопровождаемые *клетками-спутницами*. Между ситовидными трубками и клетками-спутницами располагается вертикальная (тяжевая) паренхима. Она функционирует как запасная ткань. Совокупность ситовидных трубок, клеток-спутниц и тяжелой паренхимы часто называют *мягким лубом*.

Кроме мягкого луба во вторичную флоэму липы входит *твердый луб*. Он включает особую разновидность склеренхимы – *лубяные волокна* – и выполняет арматурную функцию.

Между трапециевидными группами вторичной флоэмы расположены воронковидные участки первичных сердцевинных лучей. Они образуются благодаря интенсивному разрастанию первичного сердцевинного луча в тангентальном направлении, в

результате чего происходит дилатация луба. Как и в области вторичной ксилемы, первичные сердцевинные лучи выполняют запасную функцию и функцию перемещения веществ

в горизонтальном направлении. Нередко в паренхимных клетках лучевой паренхимы встречаются друзы оксалата кальция.

Кнаружи от вторичной флоэмы сохраняются участки паренхимы первичной коры, она выполняет запасающую функцию и функцию выведения конечных продуктов метаболизма. Доказательством этого является нахождение во многих клетках друз – кристаллов оксалата кальция.

Периферическую часть первичной коры составляет пластинчатая колленхима, в клетках которой видны хлоропласты. Следовательно, колленхима в молодой ветке липы играет не только армирующую роль, но и выполняет функцию фотосинтеза.

В молодой ветке липы начинает формироваться вторичная покровная ткань – перидерма. Она образуется благодаря работе пробкового камбия – феллогена, который состоит из одного ряда крупных таблитчатых клеток и расположен кнаружи от колленхимы. Перидерма на молодой ветке хорошо заметна. Она представляет собой несколько рядов клеток, которые находятся четко друг над другом, но еще не имеют сильно утолщенных клеточных стенок. На двух-, трехгодичных ветках липы еще виден сдвигавшийся эпидермис (рис. 55).

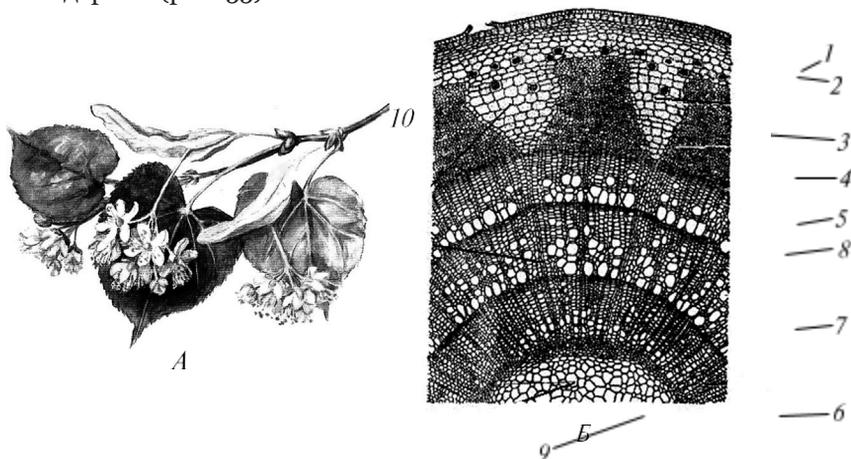


Рис. 55. Анатомическое строение трехлетней ветки липы сердцелистной (*Tilia cordata*):

А – цветущая ветка; Б – поперечный разрез: 1 – перидерма с остатками эпидермиса;

2 – паренхима первичной коры; 3 – первичный сердцевинный луч;

4 – вторичная флоэма; 5 – камбий; 6–8 – первый, второй и третий годовичные приросты (годовичные кольца); 9 – сердцевина; 10 – вторичная кора

Таким образом, строение стеблей древесных растений из класса Двудольные значительно сложнее, чем представителей травянистых растений этого же класса.

Схематично в виде фрагмента зарисовать поперечный разрез ветки липы. Обозначить сущивающийся эпидермис, формирующуюся перидерму, феллоген, пластинчатую колленхиму, вторичную флоэму, мягкий луб, твердый луб, камбий, вторичную ксилему, годовичные кольца, первичные сердцевинные лучи, вторичные сердцевинные лучи, сердцевину, перимедулярную зону.

вторичное анатомическое строение ветки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза ветки сосны обыкновенной.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении (начать целосообразнее с центральной части стебля).

Описание объекта. Центральная часть стебля представлена слабо развита *сердцевинной*, образованной паренхимными клетками разных размеров. От центра к периферии размеры клеток уменьшаются, самые мелкие и толстостенные клетки находятся в *перимедулярной зоне сердцевины*.

За перимедулярной зоной расположены остатки *первичной ксилемы* и массив *вторичной ксилемы*, или *древесины*. Во вторичной ксилеме хорошо видны *годовичные кольца (кольца прироста)*, которые формируются камбием в течение вегетационного периода. В состав вторичной ксилемы входят *трахеиды*, обеспечивающие восходящий ток водных растворов и передвижение их в горизонтальном направлении. На радиальных стенках трахеид имеются крупные *окаймленные поры с торусом*. Трахеиды расположены радиальными рядами, весной образуются широкопросветные, в очертании многоугольные трахеиды, осенью – толстостенные, узкопросветные, поэтому границы колец прироста хорошо выражены.

Через все годовичные кольца проходят первичные и вторичные сердцевинные лучи. Первичные сердцевинные лучи однорядные, *гетерогенные*, т. е. они состоят из клеток, различающихся по морфологическим и функциональным особенностям. У сосны клетки луча расположены в 4–6 этажей. Внутренняя часть луча

образована живыми клетками *лучевой* (гори- зонтальной) *паренхимы*, вытянутыми в радиальном направлении. По обе стороны от лучевой паренхимы находятся мертвые клетки – *лучевые тра-*

хеиды. Клетки лучевой паренхимы выполняют запасную функцию, в них содержатся крахмал и капли масла. По мертвым лучевым трахеидам происходит передвижение водных растворов в горизонтальном направлении. Клетки лучевой паренхимы длиннее клеток лучевых трахеид. Первичные сердцевинные лучи начинаются от сердцевины стебля и доходят до первичной коры.

Кроме первичных сердцевинных лучей в ксилеме имеются вторичные лучи. Они короче первичных, не доходят до сердцевины и остатков первичной коры, но по строению не отличаются от первичных лучей. Трахеиды выполняют не только проводящую функцию, но и арматурную.

В различных частях годичных колец имеются мелкие *схизогенные смоляные каналы*. Каждый канал окружен обкладкой из живых паренхимных клеток, внутри выстлан эпителиальными клетками, которые секретируют в полость канала смолистые вещества. Смоловыделительная система сосны представлена вертикальными и горизонтальными смоляными каналами.

За вторичной ксилемой расположена камбиальная зона, состоящая из нескольких рядов тонкостенных таблитчатых клеток, вытянутых параллельно поверхности стебля.

Камбий центрально образует вторичную флоэму, она узким кольцом окружает камбиальную зону. Вторичная флоэма состоит из *ситовидных клеток*, по которым передвигаются растворы органических соединений – продукты фотосинтеза, *клеток Страсбургера (альбуминовых клеток)*, контактирующих с ситовидными клетками и играющих роль катализаторов, и клеток лучевой и тяжелой паренхимы. Как и во вторичной ксилеме, во вторичной флоэме имеются *лубяные лучи*. Они гетерогенные, состоят из *лежащих* (вытянутых в горизонтальном направлении), расположенных в центральной части луча, и *стоячих* паренхимных клеток (вытянутых в вертикальном направлении), находящихся по краям. Лубяные лучи бывают *однорядные* и *многорядные*. Во вторичной флоэме выделяют две зоны: *проводящую* и *непроводящую*. Проводящая зона расположена ближе к камбию. В непроводящей зоне ситовидные клетки сильно деформированы и сжаты с боков, паренхимные клетки значительно крупнее ситовидных клеток и содержат запасной крахмал. Кроме крахмалоносных клеток в непроводящей части вторичной флоэмы находятся мелкие клетки кристаллоносной паренхимы, которые содержат кристаллические включения. В периферической части вторичной флоэмы клетки

паренхимы энергично делятся и растут, что приводит к *дilatации* луба – растяжению в тангентальном направлении. Во вторичной флоэме имеются немногочисленные смоляные каналы, образующиеся в результате расхождения клеток лучевой паренхимы.

За непроводящей зоной вторичной флоэмы наблюдаются остатки первичной коры. Среди ее тонкостенных, рыхло расположенных клеток паренхимы находятся крупные смоляные каналы.

На поверхности молодого стебля имеется хорошо развитая вторичная покровная ткань – *перидерма*, состоящая из феллемы, феллогена и феллодермы. Наружные слои перидермы представлены клетками с очень толстыми, слоистыми стенками, пронизанными поровыми каналами. Они похожи на каменные клетки покрытосеменных растений и называются *феллоидами* (рис. 56).

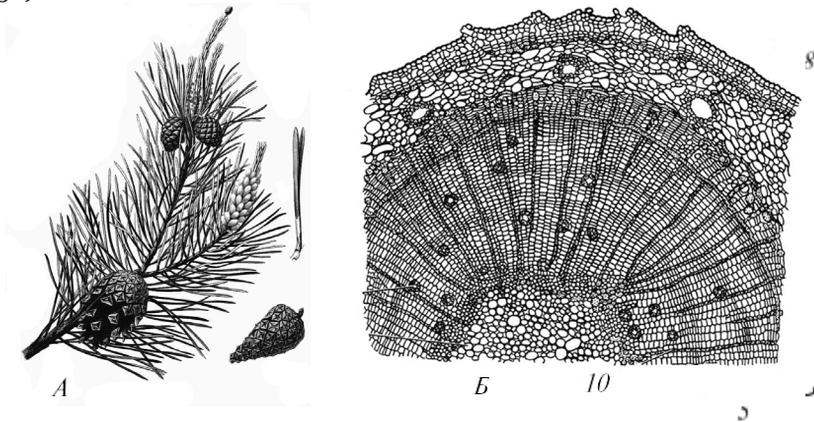


Рис. 56. Строение многолетней ветки сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*):
 А – внешний вид; Б – поперечный разрез; 1 – перидерма;
 2 – паренхима первичной коры; 3 – вторичная флоэма; 4 – камбий;
 5 – вторичная ксилема; 6 – весенние трахеиды; 7 – осенние трахеиды;
 8 – смоляной ход; 9 – сердцевина; 10 – сердцевинный луч

Зарисовать в виде сектора схему поперечного строения ветки сосны. На схеме обозначить перидерму, остатки первичной коры, смоляные каналы, вторичную флоэму, камбий, вторичную ксилему, первичные сердцевинные лучи, вторичные сердцевинные лучи, кольца прироста, перимедулярную зону сердцевины, сердцевину стебля.

ЛИСТ

Лист в отличие от осевых органов – корня и стебля – является боковым вегетативным органом, который выполняет функции *фотосинтеза, транспирации и газообмена*. Это основные функции,

характерные для типичных листьев. Под влиянием условий существования листья могут метаморфизироваться и превращаться в колючки, усики, водозапасающие образования.

В типичном случае лист состоит из основания, листовой пластинки, черешка и прилистников. Основание листа – обязательная, наиболее длительно существующая часть, но оно, как правило, расположено в тканях стебля и морфологически не выражено. У некоторых растений основание листа представлено влагалищем (злаки, осоки, орхидные) или сочными чешуями (луковицы лука, тюльпана). Обязательной частью типичного листа является и листовая пластинка. Черешок и прилистники могут быть, а могут и отсутствовать.

Лабораторная работа 10

Морфолого-Экологические особенности листьев

Лист – самый пластичный орган растений, что отражается на особенностях его строения. Морфологическое строение листьев чрезвычайно разнообразно. Листья различаются по степени сложности, форме и строению листовых пластинок, типам жилкования, особенностям расположения устьиц, способам прикрепления к стеблю.

Строение листьев – признак видоспецифичный, но даже на одном побеге листья, расположенные на разных уровнях, отличаются по форме, строению и выполняемым функциям. Эти различия были замечены и описаны немецким ботаником А. Шимпером под названием «Три категории листьев». В основании травянистых растений находятся так называемые *низовые листья*. Это листья, задержанные в своем развитии, являющиеся почечными чешуями.

Типичные листья растения составляют категорию *средних листьев*.

Они выполняют функции фотосинтеза, транспирации и газообмена.

Верхушечные листья располагаются у основания цветков или соцветий и представляют собой прицветники. Как и низовые листья, на ранних этапах онтогенеза они выполняют защитную функцию. По мере развития цветков внешний вид и функция верхушечных листьев изменяются. У сформированных растений они могут сохраняться в виде небольших пленчатых образований или сильно разрастаться, приобретать яркую окраску и выполнять функцию привлечения насекомых-опылителей либо совмещать ее с функцией фотосинтеза. Если растение не цветет, у него не образуются листья третьей категории.

Гетерофиллия, или *разнолистность*, – явление, которое может

прояв- ляться у листьев срединной категории. Под влиянием условий существо- вания или как отражение процессов исторического развития срединные листья могут иметь различную форму (*типичная гетерофиллия*) или раз- личные размеры листовых пластинок (*анизофиллия*).

Гетерофиллия бывает *экологической* и *филогенетической*. Особенно четко экологическая гетерофиллия проявляется у водных и прибрежно- водных растений. У таких растений листья, развивающиеся под водой и в воздушной среде, отличаются степенью расчлененности листовой пластинки или ее формой.

У наземных растений гетерофиллия встречается реже и, как предпо- лагают, вызывается различными условиями освещения листьев, располо- женных на разных участках стебля.

При анизотиллии геометрическая форма листовых пластинок со- храняется, но изменяются их размеры. Это приводит к образованию ли- стовой мозаики, т. е. такому расположению листьев, при котором они не затеняют друг друга, оптимально освещаются, следовательно, процесс фотосинтеза протекает нормально.

Морфологические особенности листа

Материал: планшеты с смонтированными гербарными образцами – «Простые листья с цельной листовой пластинкой», «Простые листья с расчлененной листовой пластинкой», «Сложные листья», «Типы жил- кования листа», «Характер края листовой пластинки».

Ход работы

Рассмотреть набор «Простые листья с цельной листовой пластинкой». Выбрать одну-две пары листьев, имеющих черты сходства и различия (например, лист сердцевидный и лист почковидный. У них одинаковое основание листовой пластинки (выемчатое, сердцевидное), но различное

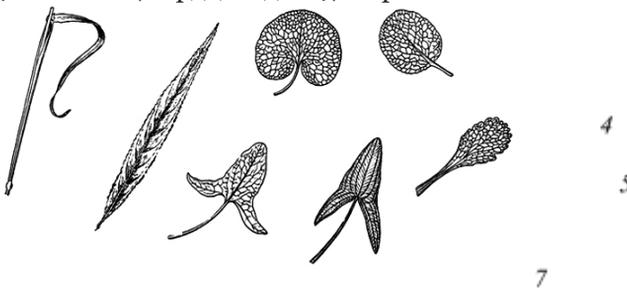


Рис. 57. Простые листья с цельной листовой пластинкой:

1 – линейный лист злаков; 2 – ланцетовидный (ива остролистная – *Salix acutifolia*); 3 – почковидный (копытень европейский – *Asarum europaeum*); 4 – округлый (грушанка круглолистная – *Pyrola rotundifolia*); 5 – лопатчатый (живучка ползучая – *Ajuda reptans*); 6 – копьевидный (вьюнок полевой –

Convolvulus arvensis);

7 – стреловидный (стрелололист обыкновенный – *Sagittaria sagittifolia*)

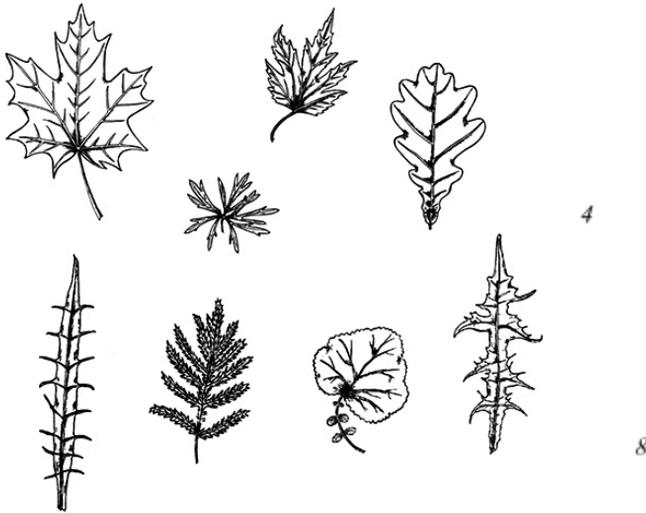


Рис. 58. Простые листья с расчлененной листовой пластинкой:
 1 – пальчато-лопастный лист (клён платановидный – *Acer platanoides*);
 2 – пальчато-раздельный (пустырник пятилопастный – *Leonurus quinquelobatus*); 3 – пальчато-рассеченный лист (лютик едкий – *Ranunculus acris*); 4 – перисто-лопастный лист (дуб черешчатый – *Quercus robur*); 5 – перисто-раздельный лист (кульбаба осенняя – *Leontodon autumnalis*); 6 – перисто-рассеченный лист (пижма обыкновенная – *Tanacetum vulgare*); 7 – лировидный лист (гравилат городской – *Geum urbanum*); 8 – струговидный лист (одуванчик лекарственный – *Taraxacum officinale*)

строение верхушки листовой пластинки, соотношение ее длины и ширины). Зарисовать выбранные пары листьев, подписать их название и название растений (рис. 57).

Рассмотреть набор «Простые листья с расчлененной листовой пластинкой». Обратит внимание на степень расчлененности листовой пластинки и расположение расчлененных участков листовых пластинок по отношению к жилкам листа. Зарисовать или все перисто-расчлененные листья (перисто-лопастный, перисто-раздельный, перисто-рассеченный), а примеры пальчато-расчлененных записать, указав и названия растений, или пальчато-расчлененные, соответственно записав названия растений с перисто-расчлененными листьями.

Обязательно зарисовать лировидные и струговидные листья. Они могут быть как перисто-раздельными, так и перисто-рассеченными. Наличие таких листьев у некоторых растений является важным таксономическим признаком (рис. 58).

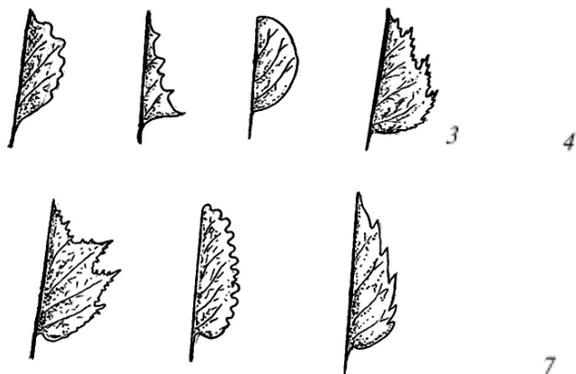


Рис. 59. Форма края листовой пластинки:

- 1 – выемчатый (осина – *Populus tremula*); 2 – зубчатый (лебеда стреловидная – *Atriplex sagittata*); 3 – цельный (грушанка малая – *Pyrola minor*); 4 – двоякопильчатый (береза повислая – *Betula pendula*); 5 – двоякозубчатый (лещина обыкновенная – *Corylus avellana*); 6 – городчатый (буквица лекарственная – *Betonica officinalis*); 7 – пильчатый (крапива двудомная – *Urtica dioica*)



Рис. 60. Сложные листья:

- 1 – тройчатосложный (земляника лесная – *Fragaria vesca*); 2 – пальчато-сложный (конский каштан обыкновенный – *Aesculus hippocastanum*); 3, 4 – парноперисто-сложный (чина весенняя – *Orobus vernus* и горошек мышиный – *Vicia cracca*); 5 – непарноперистосложный (шиповник собачий – *Rosa canina*); 6 – прерывчато-перистосложный (картофель – *Solanum tuberosum*); 7 –

дваждыперистосложный; 8 – триждыперистосложный

Рассмотреть набор «Типы жилкования листа». Зарисовать наиболее редко встречающиеся типы жилкования. Записать названия растений с различными типами жилкования листьев.

Рассмотреть набор «Характер края листовой пластинки».

Записать примеры растений, имеющих различную форму края листовой пластинки. Уяснить различия понятий «пильчатый край», «зубчатый край», «дважды-пильчатый край» и «двоякопильчатый край» листовой пластинки (рис. 59). Рассмотреть набор «Сложные листья». Обратит внимание на особенности прикрепления листочков сложного листа к общему черешку (рахи-су). Записать названия сложных листьев и растений, для которых характерен тот или иной тип сложного листа. По желанию можно зарисовать примеры сложных листьев (рис. 60).

три категории листьев

Материал: гербарные образцы ландыша майского (*Convallaria majalis* L.); цветущие растения из семейств Бромелиевые (бильбергия поникшая (*Bilbergia nutans* Wendl. ex Regel.)), Молочайные (молочай Миля (*Euphorbia milii* Desm.)), Ароидные (антуриум Шерцера (*Anthurium scherzerianum* Schott), спатифилум обильноцветущий (*Spathiphyllum floribundum* (Lind. et André) N. E. Br.) и др.

Ход работы

Зарисовать растение ландыша. Отметить низовые, срединные и верхушечные листья (рис. 61).



Рис. 61. Три категории листьев:

А – ландыш майский (*Convallaria majalis*), Б – грушанка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*): 1 – низовые листья; 2 – срединные листья;

3 – верхушечные листья (прицветники)

В оранжерее биологического факультета, зимнем саду и учебных лабораториях ознакомиться с растениями, имеющими прицветные листья. Обратить внимание на их размеры, окраску, форму. Записать названия культивируемых растений, имеющих красиво окрашенные верхушечные листья.

гетерофиллия и ее типы

Материал: гербарные образцы стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.), лютика кашубского (*Ranunculus cassubicus* L.), лютика золотистого (*Ranunculus auricomus* L.), короставника полевого (*Knautia arvensis* (L.) Coult.), поручейника широколистного (*Sium latifolium* L.), дифазиаструма сплюснутого (*Diphasiastrum complanatum* (L.) Holub); оранжерейные образцы папоротника олений рог – платицерий большой (*Platynerium grande* (Fée) J. Smith ex C. Presl), инжира (*Ficus carica* L.).

Ход работы

Рассмотреть растения, для которых характерна экологическая гетерофиллия. Зарисовать разные листья стрелолиста, лютика кашубского (или других видов), охарактеризовать и записать названия (рис. 62).

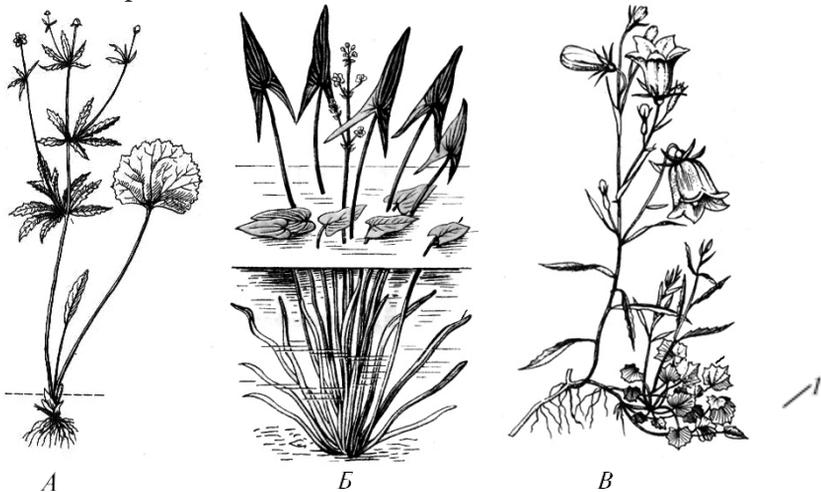


Рис. 62. Экологическая гетерофиллия:

А – лютик кашубский (*Ranunculus cassubicus*): 1 – стеблевой лист пальчато-рассеченный; 2 – прикорневой лист почковидный; Б – стрелолист обыкновенный (*Sagittaria*

sagittifolia): 1 – стреловидный лист; 2 – лопатчатый лист; 3 – ремневидный лист;
В – колокольчик круглолистный (*Campanula rotundifolia*): 1 – прикорневые листья
сердцевидные; 2 – стеблевые листья ланцетные

Рассмотреть старые и молодые листья инжира, для которого характерна филогенетическая разнолиственность. Дать им характеристику.

Рассмотреть побеги дифузиаструма сплюснутого, для которого характерна анизофиллия. Отметить разницу в величине средних и боковых листьев. Зарисовать фрагмент побега.

Ознакомиться с оранжерейными растениями, имеющими гетерофильные и анизофильные листья.

Лабораторная работа 11

Анатомическое строение листьев

Анатомическое строение листьев более однотипно, чем морфологическое, хотя у представителей разных семейств и экологических групп обнаруживаются свои особенности. На строение отдельных гистологических элементов листа заметное влияние оказывают режим освещенности и влажности, температура, расположение в разных ярусах побега, почвенные условия.

Как бы ни отличалось внутреннее строение листьев у разных растений, в состав их входят четыре типа тканей: первичная покровная ткань – эпидермис, различные виды паренхимы (хлоренхима, запасящая паренхима), разные типы механических тканей (колленхима, склеренхима – волокна и склереиды) и проводящие ткани – ксилема и флоэма.

Листья могут различаться особенностями строения эпидермиса, расположением устьиц на эпидермисе, наличием различных образований на нем – простых и железистых волосков, кутикулы, воскового налета, типами устьичных комплексов, типами и расположением хлорофиллоносной паренхимы, расположением элементов механических тканей. По расположению устьичных комплексов в эпидермисе листья могут быть *эпистоматическими*, *гипостоматическими* и *амфистоматическими*. Под эпидермисом находится *мезофилл* – мягкие ткани листа, представленные разными типами паренхимы. Большая часть мезофилла образована хлорофиллоносной паренхимой (*хлоренхимой*). У *бифациальных* листьев хлоренхима дифференцирована на *столбчатую* (*палисадную*) и *губчатую* (*рыхлую*) хлоренхиму. У *унифациальных* и *изолатеральных* (*эквивациальных*) листьев дифференцировка хлоренхимы

отсутствует и хлоренхима образована однотипными клетками. Запасаящая паренхима в листьях может быть сильно развита (у суккулентов) или представлена небольшой группой клеток.

Мезофилл листа может иметь лизигенные и схизогенные вместилища, идиобласты с друзами, эфирными маслами.

В клетках запасяющей паренхимы листа часто встречаются кристаллы щавелевокислого кальция – *друзы, рафиды*, в особых клетках – *литоци- стах* – образуются *цистолиты* – сростки кристаллов.

В мезофилле листа располагаются также проводящие и механические ткани. Проводящие ткани в листьях входят в состав сосудисто-волокну- стых пучков коллатерального типа. Как правило, пучки закрытые, в них отсутствует камбий, а если он имеется в виде тонкой прослойки между ксилемой и флоэмой, то практически не функционирует. Сосудисто-во- локнистые пучки в листьях ориентированы так, что ксилема направлена к верхней стороне листа, а флоэма – к нижней. Совокупность сосудисто- волокнистых пучков образует *жилки* листа. Крупные (главные) жилки имеют типичное строение. Мелкие жилки устроены более просто: трахеи в них могут быть заменены трахеидами, во флоэме нет клеток-спутниц, а в самых мелких конечных ответвлениях жилок имеются только коль- чатые трахеиды или проводящие элементы вовсе отсутствуют и замене- ны продолговатыми паренхимными, так называемыми *собирательными клетками*, в которые поступают продукты фотосинтеза.

Механические ткани в листьях могут быть представлены склерен- химой – волокнами и склереидами и колленхимой. Листовая пластинка должна быть прочной, но в то же время упругой и эластичной. Именно поэтому наряду с арматурной функцией, которую выполняет склерен- хима, важную роль играет и колленхима – она обеспечивает изменение положения листа в пространстве. Размещение элементов механических тканей в листьях различное. Они или образуют компактные группы (под эпидермисом злаков, в обкладках сосудисто-волокну- стых пучков), или встречаются в виде одиночных структур (*брахисклереиды*).

У листьев независимо от того, развиваются они на травянистых или деревянистых растениях, ежегодно сбрасывающих листья, или на мно- голетних вечнозеленых растениях, в течение всей их жизни сохраняется первичное анатомическое строение.

анатомическое строение листа камелии японской (*Camellia japonica* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза листа каме- лии японской.

Ход работы

Поместить постоянный препарат на предметный столик

микроскопа, разместить его так, чтобы центральная жилка оказалась в центре поля зрения микроскопа, и рассмотреть общий план строения листа при малом увеличении (рис. 63).

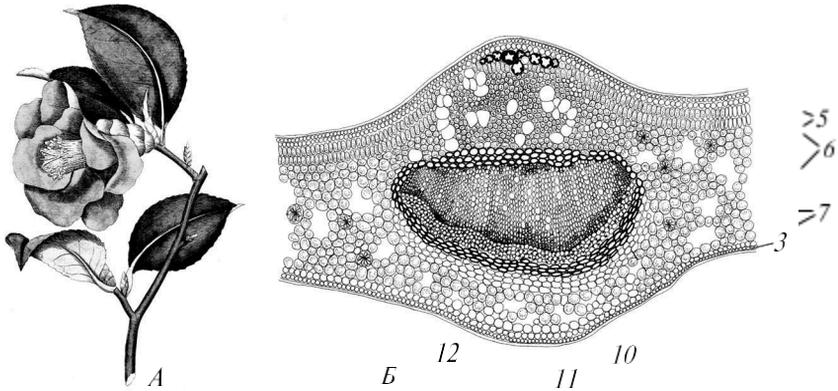


Рис. 63. Анатомическое строение листа камелии японской (*Camelia japonica*):

- A* – ветка камелии; *Б* – поперечный разрез листа: 1 – кутикула; 2 – верхний эпидермис листа; 3 – нижний эпидермис листа; 4 – колленхима; 5 – столбчатая хлоренхима; 6 – губчатая хлоренхима; 7 – воздухоносные полости; 8 – друзы в клетках; 9 – склеренхимная обкладка сосудисто-волокнистого пучка; 10 – ксилема центрального сосудисто-волокнистого пучка; 11 – флоэма центрального сосудисто-волокнистого пучка; 12 – запасяющая паренхима

Описание объекта. Лист камелии плагиотропный, бифациальный, ги- постоматический с перисто-сетчатым жилкованием.

На верхней и нижней стороне листа находится эпидермис. Клетки эпидермиса имеют таблитчатую форму, несколько вытянутую перпендикулярно поверхности листа, толстые оболочки, плотно сомкнутые между собой. Клетки верхнего эпидермиса крупнее клеток нижнего. Над эпидермисом находится кутикула, толщина ее сверху больше, чем снизу.

Устьица расположены на нижнем эпидермисе, однако из-за кутикулярного слоя они плохо просматриваются на препарате.

Мезофилл образован столбчатой и губчатой хлоренхимой и запасящей паренхимой. Столбчатая хлоренхима двуслойная, примыкает к верхнему эпидермису. Клетки ее продолговатые, межклетники между ними отсутствуют. Большое количество хлоропластов в клетках свидетельствует, что в этой хлоренхиме интенсивно протекает процесс фотосинтеза.

Под столбчатой хлоренхимой расположена губчатая хлоренхима. Она образована изодиаметричными рыхло расположенными клетками различной величины, между которыми имеются крупные

межклетники. Хлоропластов в клетках губчатой хлоренхимы значительно меньше, чем в клетках столбчатой. В этой ткани процесс фотосинтеза менее интенсивный, но благодаря наличию крупных межклетников интенсивно происходят

газообмен и транспирация. Некоторые межклетники находятся непосредственно под устьицами, образуя подустыичные камеры.

Клетки запасающей паренхимы в виде небольших компактных групп располагаются над центральным пучком и под ним, а также в небольшом количестве диффузно разбросаны среди клеток губчатой хлоренхимы. В некоторых из этих клеток находятся крупные друзы.

Центральный сосудисто-волокнистый пучок коллатерального типа со слабовыраженной прослойкой камбия имеет своеобразную склеренхимную обкладку. Над ксилемой и под флоэмой обкладка многослойная, состоит из толстостенных узкопросветных клеток различной величины и формы. Боковые стороны пучка окружены одним слоем крупных эллиптических широкопросветных клеток склеренхимы.

Зарисовать строение листа. На рисунке обозначить кутикулу, верхний и нижний эпидермис, столбчатую хлоренхиму, губчатую хлоренхиму, запасающую паренхиму, межклетники, друзы, устьице, подустыичную камеру.

анатомическое строение листа касатика германского (*Iris germanica* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза листа касатика (ириса) германского, гербарный образец растения.

Ход работы

Поместить постоянный препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть его при малом увеличении (рис. 64).

Описание объекта. Лист касатика ортотропно расположенный, мечевидной формы, бифациальный, гипостоматический с параллельным жилкованием. Молодой лист сложен вдоль средней жилки, поэтому на поперечном срезе листа верхняя сторона листа обращена внутрь, а нижняя – наружу. Рассмотрев общий вид среза, перевести препарат на большое увеличение и изучить каждый его элемент детально.

С верхней и нижней стороны лист одет эпидермисом. Клетки эпидермиса имеют почти квадратную форму, но несколько различаются по размерам, очертанию, толщине стенок. Клетки эпидермиса верхней стороны листа значительно крупнее клеток нижнего эпидермиса, имеют тонкую прямую клеточную стенку. Клетки нижнего эпидермиса с наружной и внутренней стороны слегка выпуклые, наружная тангентальная стенка их толще внутренней и радиальных стенок. Наружные стенки клеток нижнего

эпидермиса покрыты толстой кутикулой. Среди клеток нижнего эпидермиса находятся слегка заглубленные устьица. Устьица расположены неравномерно. Каждое устьице состоит из двух небольших

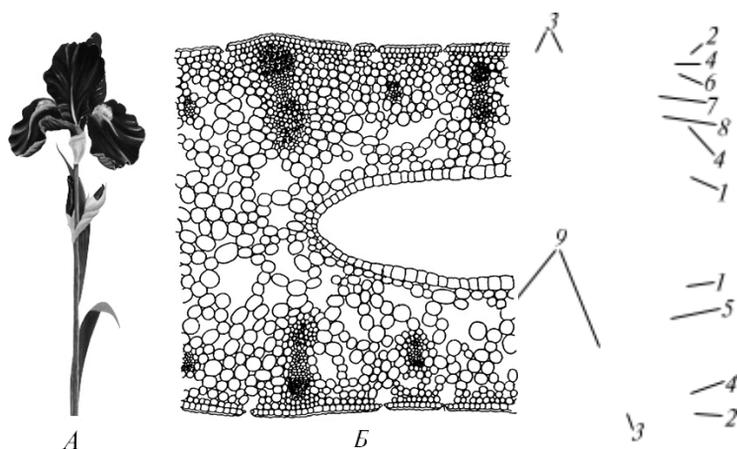


Рис. 64. Анатомическое строение листа касатика германского (*Iris germanica* L.):

А – внешний вид растения; Б – фрагмент поперечного разреза листа:

1 – верхний эпидермис; 2 – нижний эпидермис; 3 – устьица;

4 – мезофилл (хлоренхима промежуточного типа);

5 – воздухоносная полость в мезофилле листа;

элементы сосудисто-волокнистого пучка: 6 – склеренхима;

7 – флоэма; 8 – ксилема; 9 – сосудисто-волокнистые пучки

овальных замыкающих клеток, расположенных под углом к двум прилежащим эпидермальным клеткам. Эти клетки крупнее остальных клеток нижнего эпидермиса, что позволяет легко обнаружить находящиеся между ними устьица.

Под эпидермисом расположен мезофилл листа. Он представлен однородными клетками хлоренхимы и основной клеткой паренхимы. Клетки мезофилла округлые, тонкостенные, различной величины. К нижнему эпидермису примыкают более мелкие клетки хлоренхимы, содержащие большее количество хлоропластов, чем клетки остальных частей листа. В мезофилле имеются межклетники треугольной или многоугольной формы и очень крупные округлые воздухоносные полости. В межклетниках иногда можно наблюдать блестящие квадратные или прямоугольные кристаллы. В мезофилле листа расположены коллатеральные закрытые сосудисто-волокнистые пучки. Крупные пучки основных жилок вытянуты

перпендикулярно поверхностям листа и чередуются с мелкими пучками боковых жилок. Ориентация проводящих элементов пучка такая же, как и в плагиотропных листьях: ксилема направлена в сторону верхнего эпи-

дермиса, флоэма – в сторону нижнего. Флоэма в каждом крупном пучке соприкасается с мощно развитым колпачковидным тяжем склеренхимы. Это единственная механическая ткань, выполняющая в листе касатика опорную функцию. Каждый крупный пучок окружен одним рядом мелких паренхимных клеток, которые, очевидно, образуют паренхимную обкладку пучка. Мелкие пучки включают небольшое количество элементов ксилемы и флоэмы, склеренхима в них отсутствует.

Зарисовать схему строения поперечного среза листа касатика. Обозначить верхний эпидермис, нижний эпидермис, кутикулу, мезофилл, крупные сосудисто-волокнистые пучки, мелкие сосудисто-волокнистые пучки, ксилему, флоэму, тяж склеренхимы, воздухоносные полости.

Используя большое увеличение, зарисовать фрагмент листа с устьицами и прилегающими к нему эпидермальными клетками и клетками хлоренхимы. На рисунке обозначить замыкающие клетки устьища, устьичную щель, передний дворик, задний дворик, подустьичную камеру, прилегающие к устьищу клетки нижнего эпидермиса, клетки хлоренхимы.

анатомическое строение листа (хвои) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза хвои сосны обыкновенной.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа, рассмотреть его при малом увеличении (рис. 65).

Описание объекта. Игловидный лист сосны обыкновенной амфистоматический, на поперечном срезе имеет округло-треугольную форму, верхняя сторона листа плоская, нижняя – закругленная. Рассмотрев общий вид среза, перевести препарат на большое увеличение и изучить каждый его элемент детально.

Снаружи лист одет эпидермисом, над которым находится толстый слой кутикулы. Клетки эпидермиса квадратные с сильно утолщенными клеточными стенками, в которых хорошо видны (особенно в уголках хвои) узкие щелевидные поровые каналы.

Под эпидермисом расположен слой *гиподермы*. Она образована одним рядом толстостенных склеренхимных волокон. В углах листа гиподерма многослойная. Она выполняет механическую функцию и защищает хвою растения от излишнего испарения воды.

Устьица у сосны заглубленные, они находятся под очень

крупными око-лоустьичными клетками на уровне гиподермы с двух сторон листа – верх-ней и нижней. Замыкающие клетки устьица косо расположены по отноше-

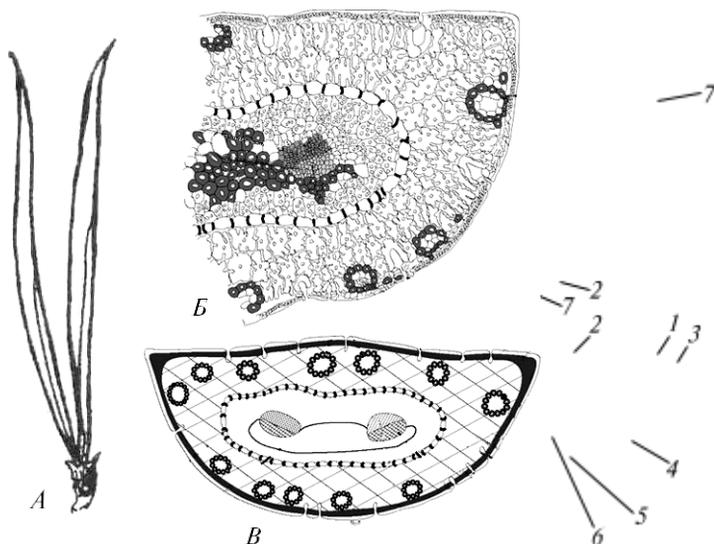


Рис. 65. Анатомическое строение хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*):

A – хвоя сосны обыкновенной;

B – фрагмент поперечного среза, *B* – схема поперечного среза: 1 – эпидермис; 2 – устьице; 3 – гиподерма; 4 – складчатая хлоренхима; 5 – эндодерма; 6 – сосудисто-волокнистый пучок; 7 – смоляные ходы; 8 – склеренхиматозная паренхима

нию к клеткам гиподермы и околоустьичным клеткам и имеют толстые одревесневшие клеточные стенки. Над устьичной щелью в виде клювовидных отростков нависают кутикулярные выросты околоустьичных клеток. Устьичная щель открывается в крупную подустьичную воздушную камеру. Под гиподермой расположен мезофилл листа. Он образован *складчатой хлоренхимой*. Благодаря тому, что хлоропласты располагаются вдоль складок, сформированных внутренними слоями клеточной стенки, фотосинтезирующая поверхность небольшого игловидного листа сосны сильно увеличивается. Клетки складчатого мезофилла крупные, плотно прилегают одна к другой, межклетники между ними очень малы.

В мезофилле расположены *схизогенные вместилища – смоляные каналы*. Снаружи смоляной канал окружен однослойной *обкладкой* из толстостенных неодревесневших склеренхимных волокон. Внутри канал выстлан живыми тонкостенными секреторными клетками *эпителия*, выделяющими смолу, которая заполняет смоляной канал.

Под мезофиллом находится *эндодерма*. Она образована

однорядным слоем эллиптических, вытянутых параллельно поверхности листа паренхимных клеток, на радиальных стенках которых сформированы пятна Кас-

пари. Очевидно, как и в осевых органах, эндодерма в хвое сосны играет роль физиологического барьера и регулирует перемещение продуктов фотосинтеза и водных растворов минеральных веществ между проводящей системой и мезофиллом листа.

Под эндодермой расположена *трансфузионная (передаточная) ткань*. Она состоит из тонкостенных живых клеток основной паренхимы и толстостенных трансфузионных трахеид с хорошо развитыми поровыми каналами. Трансфузионная ткань участвует в перемещении веществ между сосудисто-волокнистыми пучками и мезофиллом листа.

В центре хвои находятся два закрытых коллатеральных сосудисто-волокнистых пучка, расположенных под небольшим углом друг к другу. Ксилема состоит из широкопросветных трахеид, между которыми расположены однорядные тяжи живых паренхимных клеток, и обращена к верхней стороне листа. Флоэма представлена ситовидными клетками таблитчатой формы, которые расположены правильными радиальными рядами. Во флоэме также имеются однорядные небольшие полоски паренхимных клеток, которые продолжают ряды паренхимных клеток ксилемы. Между проводящими пучками находится склеренхима со слабо одревесневшими клеточными стенками и крупными внутриклеточными полостями. Снизу проводящие пучки и расположенная между пучками склеренхима окружены довольно толстым слоем типичной склеренхимы с толстыми одревесневшими клеточными стенками.

Зарисовать схему строения листа сосны. Отметить эпидермис, гиподерму, складчатую хлоренхиму, смоляные каналы, эндодерму, сосудисто-волокнистые пучки, трансфузионную ткань, склеренхиму.

Крупным планом зарисовать фрагмент поперечного среза хвои сосны и сделать соответствующие подписи.

Лабораторная работа 12

Метаморфозы Побегов и его компонентов

Под влиянием условий существования побег может метаморфозироваться (видоизменяться) целиком или следующим образом: стебель остается типичным, а изменяется в той или иной степени только его компонент – лист. Как правило, метаморфозированные образования различного происхождения,

выполняющие одинаковые функции, имеют сходное строение, а образования сходного происхождения, но выполняющие разные функции, различаются по внешнему виду.

В связи с понятием «метаморфозы» возникли термины «аналогичные органы» и «гомологичные органы».

Аналогичными называются органы различного происхождения, но выполняющие одинаковые функции и имеющие сходный внешний вид (морфологическое строение), например усики стеблевого и листового происхождения.

Гомологичными называются органы, имеющие одинаковое происхождение, но выполняющие разные функции, вследствие чего различающиеся по строению, например усики листового происхождения, колючки листового происхождения, сухие и сочные чешуи на корневищах, сочные чешуи луковиц. Метаморфизироваться могут как надземные побеги и их части, так и подземные.

Обычно к подземным метаморфозированным побегам относят корневища, луковицы, клубни, клубнелуковицы, столоны. Однако нередко луковицы небольших размеров (луковички, бульбочки) образуются и на надземных частях растения. Клубни тоже могут быть подземными и надземными (клубень на стебле капусты кольраби, стеблевой клубень цикламена).

Надземные метаморфозированные структуры представлены стеблевыми и листовыми суккулентами, колючками и усиками стеблевого и листового происхождения, филлодиями, кладодиями, филлокладиями, ловчими аппаратами различного происхождения.

Метаморфозы подземных побегов

Материал: натуральные клубни картофеля (*Solanum tuberosum* L.) и топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.), луковицы лука репчатого (*Allium cepa* L.), сложные луковицы чеснока (*Allium sativum* L.), клубнелуковицы гладиолуса гибридного (*Gladiolus hybridus* hort.).

Спиртовой материал: луковицы лилии (*Lilium* sp.), корневища купены душистой (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce), вежа ядовитого (*Cicuta virosa* L.).

Гербарные образцы сухих корневищ осоки мохнатой (*Carex hirta* L.) и других видов осок, пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski).

Ход работы

Рассмотреть строение клубня картофеля (рис. 66).

Описание объекта. Клубни представляют собой сильно разросшиеся, утолщенные метаморфозированные побеги, выполняющие запасную функцию и функцию размножения.

Клубень картофеля имеет *основание*, на котором сохраняется

оста- ток stolona; при помощи его клубень соединяется с надземным стеблем. На противоположной стороне клубня находится верхушка, здесь сосре-



Рис. 66. Клубни стеблевого происхождения:

А – надземный клубень капусты кольраби (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*),
 Б – подземный клубень цикламена индийского (*Cyclamen indica*), В –
 подземные клубни топинамбура (*Helianthus tuberosus*), Г – подземные клубни
 картофеля (*Solanum tuberosum*): 1 – типичный стебель; 2 –
 клубневидно-утолщенный стебель; 3 – придаточные корни; 4 – почки; 5 –
 столоны

доточено большое количество *почек*. В обиходе почки называют *глазками*. Различают *верхушечные* и *боковые* почки. Почки у картофеля располагаются в углублениях, ограниченных вогнуто-выпуклой *бровкой*. Вогнутая сторона бровки направлена в сторону верхушки клубня. Бровка – это место прикрепления редуцированного листа, на зрелом клубне он отсутствует. Расстояние между двумя соседними бровками – *междоузлие*. Если соединить между собой последовательно расположенные бровки, образуется спираль, что соответствует типу расположения листьев (очередное листорасположение) на надземном побеге.

Клубень топинамбура имеет такое же строение, как и клубень картофеля, но у него *глазки* располагаются не в углублениях, а возвышаются над поверхностью клубня, клубни отличаются неопределенной формой.

Зарисовать клубень картофеля. Обозначить верхушку и основание клубня, верхушечные и боковые почки, бровку.

Луковицы – это метаморфизированные, сильно укороченные побеги, у которых стебель уплощен и представлен *донцем*, а основная часть луковицы образована различным количеством сочных чешуй. По строению луковицы бывают *туникатными* (*пленчатыми*) и *черепитчатыми*, по сложности – *простыми* и *сложными*.

Сделать продольный разрез луковицы лука репчатого и рассмотреть его (рис. 67, А).

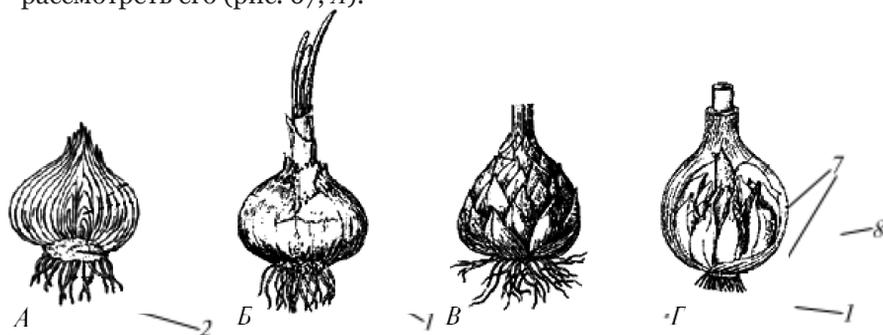


Рис. 67. Строение туникатной и черепитчатой луковицы:

А – схема строения туникатной луковицы лука репчатого (*Allium cepa*),
 Б – внешний вид туникатной луковицы, Б' – черепитчатая луковица
 лилии кудреватой (*Lilium martagon*), Г – сложная луковица чеснока (*Allium sativum*): 1 – донце (метаморфизированный стебель); 2 – придаточные корни;

3 – сухие чешуи; 4 – сочные чешуи; 5 – зачаточная почка; 6 – основания листьев;
 7 – дочерние луковички; 8 – общая кроющая чешуя сложной луковицы

Описание объекта. Луковица лука репчатого – туникатная, образуется большим количеством сросшихся сочных чешуй, которые расположены на донце концентрически (рис. 67, Б). Сочные чешуи – это сильно разросшиеся основания листьев. Снаружи луковицы находятся сухие чешуи – остатки отмерших листьев, они выполняют защитную функцию. В центральной части – луковицы, на донце имеется одна или более почек, из которых развиваются надземные части растения, а от основания донца отходят придаточные почки.

Рассмотреть строение сложной луковицы чеснока.

Описание объекта. В луковице чеснока под общей сухой многослойной, пленчатой, замкнутой чешуей развивается несколько туникатных луковичек, каждая из которых образована только одной концентрической сочной чешуей, защищенной

снаружи собственной тонкой пленкой. В центральной части луковички формируется единственная почка, из которой образуется надземный побег. В процессе развития растения у осно-

вания центральной почки закладываются боковые почки, что и приводит к формированию сложной луковицы (рис. 67, Г).

Рассмотреть строение луковицы лилии.

Описание объекта. У лилии луковица черепитчатая. Ее особенностью является то, что на плоском донце сочные чешуи расположены в шахматном порядке. Каждая чешуя одета покровной тканью, общая наружная защитная чешуя отсутствует. Центральное место в луковице лилии занимает почка, из которой развивается цветоносный побег, а от основания донца отходят придаточные корни.

Зарисовать продольный разрез луковицы лука репчатого. Обозначить сухие чешуи, сочные чешуи, почку, придаточные корни.

Зарисовать общий вид луковицы лилии. Обозначить чешуи, остаток отмершего побега, придаточные корни (рис. 67, В).

Рассмотреть строение клубнелуковицы гладиолуса.

Описание объекта. Клубнелуковицы в отличие от луковицы формируются преимущественно за счет разрастания стебля. У гладиолуса гибридного метаморфизированный стебель плоско-выпуклый, очень плотный, светло-розового или желтоватого цвета. Снаружи он окружен кроющей чешуей. На стебле по спирали располагаются крупные сухие чешуи – это редуцированные листья. Они плотно охватывают стебель и защищают его и находящиеся на нем почки. На клубнелуковице образуются верхушечная и боковые почки. Верхушечная почка смешанного типа, она состоит из зачаточного, в будущем олиственного цветоносного побега и зачаточных листьев. Боковые почки (детки) образуются в течение вегетационного периода между верхушкой старой клубнелуковицы и основанием новой, замещающей клубнелуковицы. Развитие дочерних клубнелуковичек происходит своеобразно. Сначала формируется столон, затем верхушка его разрастается и превращается в маленькую клубнелуковичку. Число образующихся клубнелуковичек у разных сортов гладиолуса варьирует в широких пределах. От основания клубнелуковицы отходят придаточные корни (рис. 68).

Зарисовать продольный разрез клубнелуковицы. Обозначить метаморфизированный стебель, кроющую чешую, редуцированные пленчатые листья, зачаточную почку, придаточные корни.

Рассмотреть строение корневища различных растений.

Корневище – подземный метаморфизированный побег, у которого листья в отличие от типичного побега редуцированы и превращены в сухие или сочные чешуи, иногда они полностью

абортированы. По консистенции корневища бывают *сухими* и *сочными*, по направлению роста – *плагиотропными* и *ортотропными*, по типам ветвления – *моноподальными* и *симподальными*, по особенностям формирования – *эпигеогенными* и *ги-*

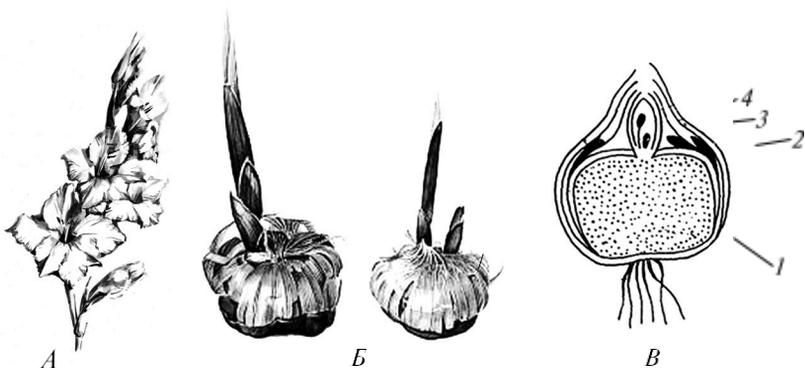


Рис. 68. Клубнелуковицы гладиолуса гибридного (*Gladiolus hybridus*):

A – внешний вид растения;

Б – внешний вид клубнелуковиц, *В* – схема строения клубнелуковицы:

1 – метаморфизированный стебель; *2* – кроющая чешуя; *3* – зачаточные листья;

4 – зачаточная цветочная почка; *5* – редуцированные чешуевидные листья;

6 – развивающийся побег

погогенными. Корневища выполняют функцию размножения, являются местом отложения запасных питательных веществ и способствуют сохранению растений в неблагоприятный для развития период.

По гербарному материалу ознакомиться со строением корневища у осоки мохнатой или пырея ползучего.

Описание объекта. У названных видов корневища плагиотропные, тон-

кие, длинные. Центральная часть корневища – жесткий стебель, который снаружи одет покровной тканью – перидермой. На стебле расположены крупные сухие чешуи – редуцированные листья. На верхушке корневища находится верхушечная почка, защищенная

почечными чешуями, а в пазухах редуцированных листьев

закладываются боковые, или пазушные, почки. За счет развития

верхушечной и боковых почек происходят ветвление корневищ и

интенсивное формирование надземной части растения. У пырея

ползучего и осоки мохнатой корневища ветвятся моноподиально.

Зарисовать строение сухого корневища. Обозначить стебель, пленчатые листья, верхушечную почку (рис. 69).

Рассмотреть строение корневища купены душистой.

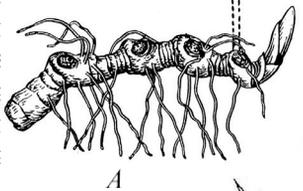
Описание объекта. У купены душистой корневище толстое, мясистое, сочное, плагиотропное, симподиально ветвящееся, гипогенное, покрытое перидермой. Листья полностью

редуцированы, но на метамор- физированном стебле хорошо заметны многочисленные поперечные по- лоски – *листовые рубцы*. Кроме листовых рубцов на корневище наблю-



ней

Д
Г
Е
У
Г
У



A



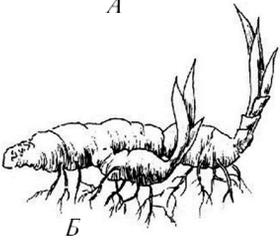
B



В

ТНЫХ
ЛИВО
бега,
ОВЫЕ
ЬМИ

; Б – плагиотропное
корневище



Б

Зарисовать внешний вид корневища купены. Обозначить метаморфизированный стебель, листовые рубцы, рубцы от отмерших надземных побегов, верхушечную и боковую почки (рис. 70, А).

Похожее строение имеет корневище касатика (рис. 70, Б).

Рассмотреть продольный разрез корневища вежа ядовитого (рис. 70, В). *Описание объекта.* У вежа ядовитого корневище ортотропное, гипогео-

генное, неразветвленное, полое в междоузлиях и выполненное в узлах, что делает его похожим на лестницу. Такое строение корневища соответствует строению надземного стебля. По всей длине от корневища отходят придаточные корни, а у основания надземного побега закладываются почки возобновления.

Зарисовать корневище вежа ядовитого. Отметить междоузлия, стеблевые узлы, придаточные корни, воздушные полости в междоузлиях.

Метаморфозы надземных побегов

Надземные побеги в большей степени, чем подземные, подвержены действию неблагоприятных условий, поэтому видоизменения надземных побегов более многочисленны и разнообразны. Побег может полностью метаморфизироваться в колочки, усики, филлоклады, кладодии, стеблевые суккуленты. Определить происхождение надземного метаморфизированного органа можно по топографии, т. е. по расположению его на типичном стебле. Если метаморфизированный орган образовался в результате видоизменения всего побега, он расположен или на верхушке побега, или выходит из пазухи листа. Когда видоизмененный орган имеет листовое происхождение, он располагается на стеблевом узле. Метаморфизироваться могут отдельные части листа: листочки сложного листа, прилистники, окончания жилок.

Материал: планшет «Аналогичные и гомологичные» органы. Гербарные образцы иглицы подъязычной (*Ruscus hypoglossum* L.), иглицы понтийской (*Ruscus ponticus* Woron.), спаржи лекарственной (*Asparagus officinalis* L.), росянки круглолистной (*Drosera rotundifolia* L.), листа непентеса (*Nepenthes* sp.).

Живые растения различных видов кактуса и молочая как пример стеблевых суккулентов; шлюмбергеры усеченной (*Schlumbergera*

truncata (Haw.) Moran) (эпифиллум), ройциссуса капского (*Roicissus capensis* (Burm.) Planch.), очитка Зибольда (*Sedum sieboldii* Sweet).

Фиксированные образцы пузырчатки обыкновенной (*Utricularia vulgaris* L.), молодила отпрыскового (*Jovibarba sobolifera* (Sims) Opiz).

Ход работы

Рассмотреть материал по теме «Колочки и усики стеблевого происхождения».

Описание объектов. Колочки стеблевого происхождения у дикой груши чаще всего образуются на верхушке побега из верхушечной почки. У различных видов боярышника колочки формируются из боковых почек и, следовательно, занимают пазушное положение. Усики стеблевого происхождения характерны для растений с симподиальным типом ветвления (семейства Тыквенные, Виноградные). У представителей указанных семейств каждый метамер побега заканчивается усиком, а на противоположной стороне этого фрагмента побега располагается лист.

Зарисовать фрагменты побегов с колочкой и усиком стеблевого происхождения. Обозначить листовой рубец, пазуху листа, записать название растений (рис. 71).

Рассмотреть материал по теме «Колочки и усики листового происхождения», определить их положение на стебле.

Описание объектов. У барбариса трехраздельная колочка расположена на стеблевом узле, из пазухи колочки выходит цветonoсный побег, т. е. у барбариса весь лист преобразовался в колочку.



Происхождения:
· колочки боярышника
· усика посевного (*Cucumis*)

В колючку может превращаться не только весь лист, но и его части. У робинии ложноакациевой (белая акация) в колючки превратились латеральные прилистники. Они расположены по обе стороны черешка и выполняют защитную функцию. У чертополоха колючего, бодяка обыкновенного и других растений этих родов колючки представляют окончания боковых жилок листа.

Под влиянием условий существования весь лист или его части могут превращаться в усики. Так, у чины безлисточковой (*Lathyrus aphaca* L.), у некоторых сортов гороха посевного (сорта Адагумский, Усатый) весь перистосложный лист превратился в усик. У таких растений функцию фотосинтеза выполняют крупные прилистники. Однако чаще всего в усики превращается конечный листочек сложного листа, что характерно для многих бобовых, и очень редко образуются усики из прилистников (рис. 72).

Стебли растений засушливых местообитаний могут листовидно уплощаться и превращаться в *кладодии* или *филлокладии*. Как доказательство побегового происхождения этих образований на них формируются цветки (шлюмбергера, зигокактус) или небольшие соцветия (иглица, спаржа). Для кладодий характерен длительный рост, в то время как филлокладии, достигнув определенных размеров, дальше не растут. Листовидно уплощаться и превращаться в *филлодий* может и черешок листа. В этом случае наряду с типичными для него функциями черешок листа выполняет функцию фотосинтеза.

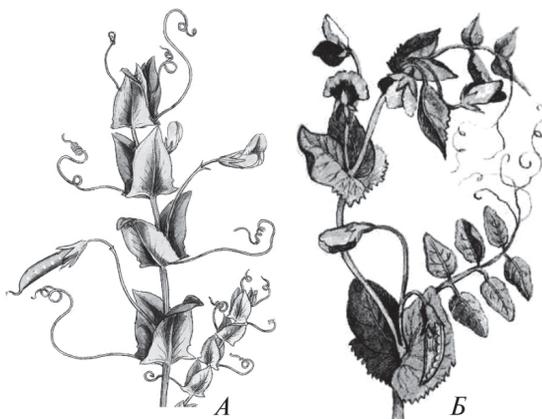


Рис. 72. Усики листового происхождения:

А – усики чины безлисточковой (*Lathyrus aphaca*);
Б – усики гороха посевного (*Pisum sativum*)



Рис. 73. Листоподобно уплощенные стебли:
 А – кладодии шлюмбергеры (*Schlumbergera* sp.): 1 – кладодий;
 Б – филлокладии иглицы (*Ruscus* sp.): 2 – цветок; 3 – филлокладий

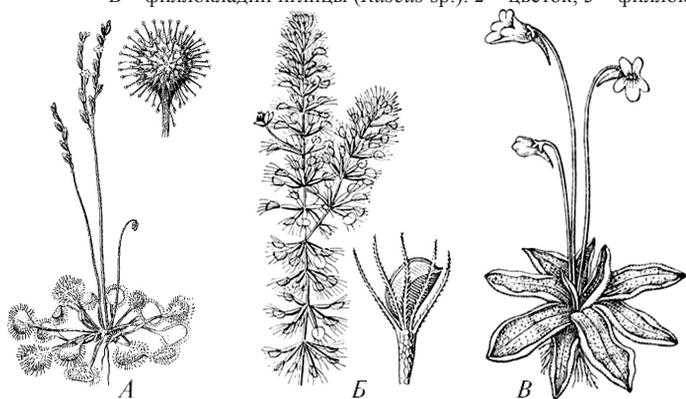


Рис. 74. Насекомоядные растения флоры Беларуси:
 А – росянка круглолистная (*Pyrola rotundifolia*), Б – альдрованда пузырчатая (*Aldrovanda vesiculosa*), В – жирянка обыкновенная (*Pinguicula vulgaris*):
 1 – ловчие аппараты растений

Рассмотреть и зарисовать филлодии, кладодии, филлокладии, сделать соответствующие обозначения (рис. 73).

Наиболее своеобразным метаморфозом листа является образование ловчих аппаратов у так называемых насекомоядных растений. Ловчие листья в виде разнообразных ловчих структур развиваются у растений, обитающих на бедных почвах и испытывающих недостаток питательных веществ, особенно азотистых. В связи с этим растения выработали ряд приспособлений для улавливания садящихся на листья мелких беспозвоночных животных и переваривания их с помощью выделяемых растением пищеварительных

ферментов. В Беларуси насекомоядные растения представлены десятью видами из четырех родов: росянка, пузырчатка, альдрованда, жирянка (рис. 74). Рассмотреть и зарисовать лист обитательницы сфагновых болот росянки круглолистной.

Описание объекта. Лист росянки сверху и по краям покрыт железистыми волосками с красными головками, выделяющими капли липкой слизи, к которой и приклеивается насекомое. Продуцируемые растением вещества парализуют насекомое. При попадании насекомого на лист край листа заворачивается внутрь, прикрывая жертву, которая под действием пищеварительных ферментов, выделяемых листом, переваривается. Непереваренными остаются только хитиновые покровы. Переваривание длится в течение нескольких дней, после чего лист вновь разворачивается и готов принять новую жертву.

Рассмотреть листья других насекомоядных растений (непентеса, пузырчатки), обратить внимание на особенности строения их ловчих аппаратов (рис. 75).



Рис. 75. Тропические насекомоядные растения:

А – непентес (*Nepenthes* sp.), Б – дарлингтония (*Darlingtonia* sp.),
 В – венерина мухоловка (*Dionea muscipula*), Г – саррацения (*Sarracenia* sp.):
 1 – ловчие аппараты растений

Цветок – особый репродуктивный орган покрытосеменных растений

общий План строения Цветка

Цветок – орган размножения цветковых, или покрытосеменных, растений. В цветке происходят все процессы, связанные с размножением покрытосеменных растений: образование микроспор, «прорастание» микроспор и формирование мужского гаметофита (пыльцы), образование макроспор (мегаспор), «прорастание» макроспор и возникновение женского гаметофита (зародышевого мешка), процесс двойного оплодотворения, развитие зародыша – зачатка нового спорофита, формирование семени и плода. Поскольку одним из основных способов размножения покрытосеменных растений является размножение с помощью семян, можно сказать, что цветок – это орган семенного размножения. Учитывая морфологическую природу частей цветка, определить понятие «цветок» можно следующим образом: *цветок* – это укороченный, метаморфизированный спороносный побег с ограниченным ростом, приспособленный для размножения.

Осью (фактически укороченным, метаморфизированным стеблем) цветка является *цветоложе*. На цветоложе в определенном порядке располагаются все элементы цветка: *околоцветник* (лат. Perigonium), который может быть *двойным* и *простым*, *тычинки* и *пестики*. Двойной околоцветник состоит из *чашечки* (лат. Calyx), образованной *чашелистиками*, и *венчика* (лат. Corolla), сформированного *лепестками*. Чаще всего чашелистики и лепестки окрашены в разные цвета: чашечка зеленая, венчик – разнообразной окраски. Простой околоцветник однородно окрашен и может быть *чашечковидным* (зеленым) или *венчиковидным* (иметь различную окраску). Иногда простой чашечковидный

околоцветник бывает яркоокрашенным. Околоцветник не принимает непосредственного участия в процессах, связанных с размножением, он выполняет защитную функцию и привлекает опылителей цветка.

Репродуктивными элементами цветка являются тычинки и пестики. *Тычинка* – это редуцированный микроспорофилл, остатком которого является тычиночная нить и связник с микроспорангиями, находящимися в пыльнике. Совокупность тычинок составляет андроцей (лат. androecium) цветка.

Пестик – это замкнутый (сросшийся) видоизмененный макроспорофилл (плодолистик), дифференцированный на завязь, в которой находятся семязачатки (семяпочки), стилодий или столбик и рыльце. Совокупность пестиков образует гинецей (лат. gynoecium) цветка.

Цветки и его компоненты чрезвычайно разнообразны по строению, что позволяет классифицировать их по различным признакам.

По типу симметрии цветки бывают *актиноморфные* (правильные), *зигоморфные* (неправильные) и *асимметричные*. Через актиноморфный цветок можно провести несколько плоскостей симметрии, через зигоморфный – только одну, асимметричный цветок нельзя разделить на зеркально подобные половинки.

По наличию околоцветника различают цветки *ахламидные*, или *голые*, – первично беспокровные; *апохламидные* – вторично беспокровные; *гаплохламидные* – с элементами околоцветника, расположенными в один круг и всегда однородно окрашенными; *диплохламидные* – с элементами околоцветника, расположенными в два круга. Диплохламидный околоцветник может быть *гомохламидным*, однородно окрашенным, или *гетерохламидным*, с типично выраженными чашечкой и венчиком.

По расположению частей цветка на цветоложе различают цветки *циклические* (круговые), *гемциклические* (полукруговые) и *ациклические* (спиральные).

По расположению завязи цветки бывают *подпестичные* (с верхней завязью), *надпестичные* (с нижней завязью) и *околпестичные* (с полунижней или средней завязью). Положение завязи определяют по отношению к околоцветнику.

По признаку пола различают цветки *обоополье*, которые содержат и тычинки, и пестики; *однополюе* (раздельнополюе) – *тычиночные* (мужские) и *пестичные* (женские).

Андроцей цветка бывает *однобратственным* (все тычинки срощены между собой в одну группу), *двубратственным* (тычинки срощены в две группы) и *многобратственным* (тычинки срощены в несколько групп или все тычинки свободные).

Гинецей цветка может быть *апокарпным* и *ценокарпным*.

В апокарпном гинецее каждый пестик образуется одним

сросшимся плодолистиком, но число пестиков в цветке может варьировать от одного (*апокарпный одночленный*) до нескольких (*апокарпный многочленный*).

Ценокарпный гинецей состоит из нескольких сросшихся плодолистиков. В зависимости от особенностей срастания краев плодолистиков ценокарпный гинецей подразделяется на *синкарпный*, *паракарпный* и *ли-зикарпный*.

В синкарпном гинецее плодолистики полностью срастаются боковыми сторонами, в результате чего образуется многогнездная завязь, число гнезд в которой варьирует от двух и более, что соответствует числу сросшихся плодолистиков.

В паракарпном гинецее срастание плодолистиков не доходит до центра и завязь остается одногнездной.

В лизикарпном гинецее завязь также одногнездная, так как перегородки разрушаются, но в центре завязи остается колонка – центральная часть от когда-то сросшихся плодолистиков.

В разных типах ценокарпного гинецея *плацентация* – тип прикрепления семязпочек в завязи – различная. В синкарпном гинецее плацентация *центрально-угловая*, в паракарпном – *париетальная* (постенная), в лизикарпном – *центрально-осевая*.

Строение цветка – наиболее важный признак представителей различных семейств покрытосеменных растений. Характеристику цветка можно дать словесно, а также выразить ее с помощью формулы и диаграммы цветка.

Формула – это краткая характеристика цветка при помощи символов и цифровых индексов.

В качестве символов используются заглавные начальные буквы латинских названий всех элементов цветка:

- P – простой околоцветник (Perigonium);
- K – чашечка (лат. Calyx, нем. Kelch);
- C – венчик (Corolla);
- A – андроцей (Androeceum);
- G – гинецей (Gynoeceum).

В качестве индексов указывают количество каждого элемента цветка. Все символы вводятся в формулу в определенном порядке, от периферии к центру, т. е. так, как они расположены на цветоложе.

Возле каждого символа снизу ставится индекс. Перед формулой располагается значок, обозначающий тип симметрии: «*» – актиноморфный цветок, «↑» – зигоморфный цветок. Знак «∞» указывает на число элементов больше 12 (неопределенно большое);

знак «~» – на неустановившееся число элементов (если число элементов в разных цветках одного и того же вида различное). Черточка под цифрой обозначает верхнюю завязь, над цифрой – нижнюю, около цифры – полунижнюю или среднюю.

Если элементы цветка срastaются, соответствующую цифру заключают в скобки – (5). Когда элементы цветка расположены в разных кругах, числа каждого круга соединяют знаком «+». Если элементы одного круга имеют какие-нибудь специфические отличия, их можно разграничить запятыми – 1, 2, 3.

Формулы дают достаточно полную характеристику цветка, однако не отражают расположение его элементов на цветоложе, тип простого околоцветника, не конкретизируют тип ценокарпного гинецея. Внести эти дополнения позволяет диаграмма цветка.

Диаграмма – это графическое изображение цветка. Диаграмма строится как проекция поперечного разреза бутона цветка на плоскость, поэтому форма ее для актиноморфных и зигоморфных цветков будет различной. Для каждого элемента цветка приняты условные обозначения: чашелистики отмечаются фигурными скобками, лепестки – простыми, тычинки и пестики можно изобразить в виде небольших окружностей. При построении диаграммы необходимо строго отражать взаимное расположение частей цветка.

При наличии формулы и диаграммы можно дать исчерпывающую характеристику цветка.

Лабораторная работа 13

1. актиноморфные Цветки двудольных растений

Актиноморфные цветки двудольных растений чаще всего пятичленные (есть исключения), разнообразные по строению. Они могут быть циклическими, гемициклическими и ациклическими, полными (пяти- круговыми) или неполными (четырёхкратными, трехкратными), иметь двойной или простой околоцветник, сростнолистную или свободнолистную чашечку, сростнолепестный или свободнолепестный венчик, содержать большое или небольшое число тычинок и пестиков, а также различаться по положению завязи в цветке.

Цветок лютика ползучего (*Ranunculus repens* L.)

Материал: фиксированные цветки лютика ползучего, гербарный образец растения.

Ход работы

Лютик ползучий относится к семейству Лютиковые
(*Ranunculaceae*).



Г
С
С
Т
Г

*K₃C₃A₆G_∞



Б

(*Ranunculus repens*):
та и диаграмма цветка

тупы строение цветка лютика

ойной околоцветник. Чашечка
пелестиками, венчик – пятью
В цветке большое количество
что свидетельствует об их

пестиков. Они расположены на ко-
ническом цветоложе (это особенно заметно, когда начинают
форми- ваться плодики). Каждый пестик образован одним
сросшимся плодоли- стиком.

Важным признаком является положение завязи в цветке,
которое определяется по отношению к околоцветнику. В цветке
лютика около- цветник расположен под завязью, значит, завязь
верхняя, а цветок будет подпестичным.

Выделить лепесток цветка и рассмотреть его. Лепесток в
основании сужен в короткий ноготок, а в верхней части расширен в
отгиб лепест- ка. В основании ноготка, с внутренней стороны, видно
небольшое углу- бление, прикрытое чешуйкой. Это нектарник,
который часто называют медовой ямкой. Нектарники выделяют
сахаристую жидкость – нектар – и относятся к экзогенным
выделительным структурам. Наличие нектар- ников в цветке
свидетельствует, что лютик ползучий является насекомо-
опыляемым растением.

Зарисовать лепесток лютика. Обозначить ноготок лепестка,
отгиб ле- пестка, нектарник.

Составить и записать формулу цветка лютика ползучего, зарисовать его диаграмму.

На основании формулы и диаграммы можно дать словесную характеристику цветка лютика ползучего: цветок актиноморфный, гемициклический, с двойным околоцветником. Чашечка пятичленная, свободнолиственная. Венчик пятичленный, свободнолепестный. Андроцей многочисленный, многобратственный. Гинецей апокарпный, многочленный. Завязь верхняя.

Цветок калужницы болотной (*Caltha palustris* L.)

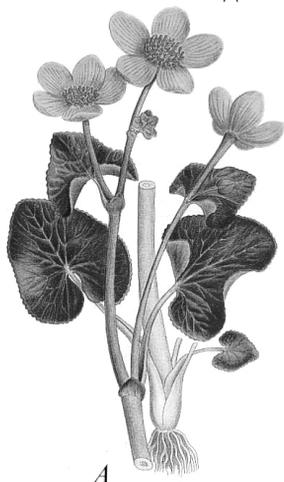
Материал: фиксированные цветки калужницы болотной, гербарный образец растения.

Ход работы

Калужница болотная, как и лютик ползучий, относится к семейству Лютиковые (*Ranunculaceae*), поэтому их цветки имеют некоторое сходство. Однако по сравнению с цветком лютика цветок калужницы устроен более примитивно.

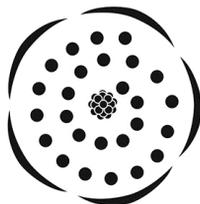
Рассмотреть с помощью ручной лупы строение цветка калужницы болотной (рис. 77).

Описание объекта. Цветок имеет простой околоцветник, образованный пятью свободными ярко-желтыми листочками. Такой околоцвет-



*P₅A_∞G₂

caltha palustris):
диаграмма цветка



Б

ник называется простым венчиковидным и в формуле обозначается «Р» (Perigonium). Большое количество тычинок одинаковой длины указывает на то, что они, как и у лютика, расположены по спирали. В центре цветка находятся пестики, они отличаются от пестиков лютика по форме. Каждый пестик образован одним сросшимся плодолистиком. Следует подсчитать число пестиков в разных цветках калужницы, чтобы убедиться, что число их в разных цветках различное. Это свидетельствует о неустановившемся числе членов цветка и рассматривается как примитивный признак. Как и в цветке лютика, околоцветник расположен под завязью, значит, завязь верхняя, а цветок будет подпестичным.

Составить и записать формулу цветка калужницы болотной, зарисовать его диаграмму.

На основании формулы и диаграммы дать словесную характеристику цветка калужницы болотной.

Цветок вишни птичьей, или черешни (*Cerasus avium* (L.) Moench)

Материал: фиксированные цветки черешни, гербарный образец растения.

Ход работы

Черешня относится к семейству Розоцветные (*Rosaceae*), у представителей которого цветоложе блюдцевидно расширенное или бокальчатое вогнутое и называется *гипантием*. Внешне гипантий похож на сростнолистную чашечку, но чашелистики, лепестки и тычинки прикреплены по верхнему краю гипантия, а не под пестиком.

Аккуратно бритвенным лезвием сделать продольный надрез цветоложа цветка и развернуть его. Убедиться, что все элементы цветка, кроме пестика, прикреплены по верхнему краю бокальчатого вогнутого цветоложа. Рассмотреть строение цветка (рис. 78).

Описание объекта. Околоцветник двойной, чашечка состоит из пяти свободных чашелистиков, а венчик – из пяти свободных лепестков.

Андроцей представлен большим количеством тычинок, которые резко различаются по длине. Разная длина характерна для тычинок, находящихся в различных кругах. У черешни тычинки расположены в три круга, что можно отразить в формуле цветка.

Пестик образован одним сросшимся плодолистиком (гинецей апокарпный, одночленный) и состоит из округлой завязи, длинного стилодия и плоского рыльца, т. е. имеет классическое строение. Завязь пестика находится на «дне» гипантия, но стенки

ее свободные, не срастаются со стенками цветоложа. Такую завязь можно назвать средней или полу- нижней, а цветок – околопестичным.



*K₅C₅A₁₀₊₁₀₊₁₀G₁-
B *erasus avium*):
 продольный
 ' – формула

решни. Обозначить
 , пестик, завязь,



ка черешни.

estica Borkh.)

и домашней, гербарный

Не разбирая цветок, рассмотреть его с внешней стороны

Яблоня домашняя, как и черешня, относится к семейству Розоцвет- ные (*Rosaceae*), следовательно, у нее цветоложе также представлено бо- кальчато вогнутым гипантием.

Описание объекта. У яблони, как и у черешни, околоцветник двой- ной, но чашечка сrostнолистная, а венчик свободнопестный (рис. 79).

Андроцея состоит из большого количества тычинок, расположенных по кругам. Число кругов тычинок у яблони варьирует от трех до пяти, чис- ло тычинок – от 20 до 50.



*K₍₅₎C₅A₁₀₊₁₀₊₁₀G₍₃₎

В



mestica):

ый разрез цветка

етка

метить различия по
цветка яблони стенки
стика, все элементы
льно, завязь в цветке
ным.

Б

дно, что над завязью

воз- вышается пять стилодиев, т. е. пестик в цветке яблони один (сколько завязей, столько пестиков), но он образован пятью сросшимися плодолистиками, следовательно, гинецей яблони ценокарпный.

Определить тип ценокарпного гинецея. Для этого бритвенным лезвием сделать поперечный разрез средней части гипантия, сросшегося с завязью пестика. Если срез сделан правильно, на поперечном разрезе видно, что завязь пестика разделена на пять семенных камер, а это характерно для синкарпного гинецея и соответствует числу сросшихся плодолистиков. Зарисовать продольный разрез цветка яблони. Обозначить гипантий, чашелистики, лепестки, тычинки, завязь, стилодии.

Зарисовать поперечный разрез завязи цветка яблони. Обозначить синкарпный гинецей, семенные камеры, семязпочки.

Составить и записать формулу цветка яблони.

Дать словесную характеристику цветка яблони.

Цветок лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.)

Материал: фиксированные цветки лапчатки гусиной, гербарный образец растения.

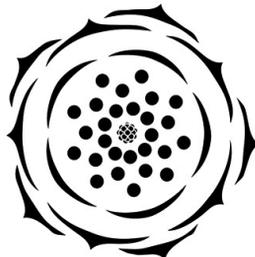
Ход работы

Лапчатка гусиная – представитель семейства Розоцветные (*Rosaceae*), но у нее в отличие от черешни и яблони гипантий не бокальчато вогну- тый, а блюдцевидно расширенный.

Описание объекта. Повернуть цветок чашечкой вверх, рассмотреть строение гипантия и чашечки (рис. 80). Гипантий цветка лапчатки плос- кий, шириной около 1,0 см. По краю гипантия прикреплены различа- ющиеся по размеру листочки, т. е. чашечка у лапчатки состоит из двух кругов свободных листочков. Наружный круг мелких листочков образу- ет подчашие, внутренний состоит из более крупных чашелистиков соб- ственно чашечки.



*K₅₊₅C₅A₁₀₊₁₀G_∞



serina):
а цветка

стороны венчика.
стками. Андроцей
расположенных по
тычинок (андроцей
остоит из большого
н одним сросшимся
членный). Пестики,
цова- тельно, цветок

зарисовать его диа-

Цветок мака-самосейки (*Papaver rhoeas* L.)

Материал: фиксированные бутоны мака-самосейки, гербарный об-разец растения.

Мак относится к семейству Маковые (*Papaveraceae*). Поскольку цвет-ки мака-самосейки очень крупные и имеют нежные тонкие лепестки, фиксировать их в раскрытом виде невозможно, поэтому фикса-цию про-изводят на стадии хорошо сформированного бутона.

Ход работы

Рассмотреть бутон цветка мака. Найти место смыкания чашелисти-ков и, взяв пальцами левой и правой руки за спинку каждый чашелистик, растянуть их в стороны (раскрыть бутон).

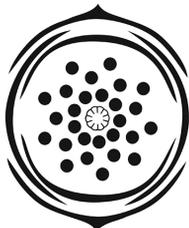
Описание объекта. У мака всего два крупных чашелистика. Под чаше-листиками находятся лепестки венчика. В бутоне лепестки смяты в про-дольном направлении. Чтобы расправить лепестки, надо пальцами пра-вой руки осторожно потянуть их вверх, а затем аккуратно разъединить. Венчик состоит из четырех лепестков, расположенных в два круга. Таким образом, у мака-самосейки околоцветник двойной, состоящий из трех кругов. Каждый круг околоцветника наполовину охватывает цветоложе. Число тычинок в цветке мака неопределенно большое, они распо-жены по кругам.

В закрытом бутоне тычинки почти одинаковой длины, поскольку они еще не полностью сформировались.

Пестик имеет массивную завязь и крупное многолопастное головча-тое сидячее рыльце, столбик отсутствует. Пестик у мака образован сросши-



* $K_2 C_{2+2} A_{n+n} G_{(\infty)}$ (*Papaver rhoeas*):



Б

мися плодолистиками, число которых можно установить по радиальным полоскам на рыльце (местам срастания стилодиев) или по вертикальным полоскам (местам срастания краев плодолистиков) на завязи.

Определить, сколько срослось плодолистиков при образовании пестика у разных цветков мака. При подсчете оказывается, что число сросшихся плодолистиков, сформировавших ценокарпный гинецей, у разных цветков различно.

Чтобы установить тип ценокарпного гинецея, надо сделать поперечный срез завязи. На поперечном срезе видно, что завязь одногнездная, в ее полость вдаются перегородки (края плодолистиков), на которых расположены семечки. Такой тип ценокарпного гинецея называется паракарпным, а плацентация семечек – латеральная, или постенная.

Составить и записать формулу цветка мака-самосейки, зарисовать его диаграмму и поперечный срез завязи. Обозначить семенную камеру, края врастающих в полость завязи плодолистиков, семечки (рис. 81).

Цветок куколя обыкновенного (*Agrostemma githago* L.)

Материал: фиксированные цветки куколя обыкновенного, гербарный образец растения, зрелые плоды-коробочки куколя.

Ход работы

Куколь обыкновенный относится к семейству Гвоздичные (*Caryophyllaceae*).

Рассмотреть цветок со стороны чашечки, не разделяя его по частям (рис. 82).

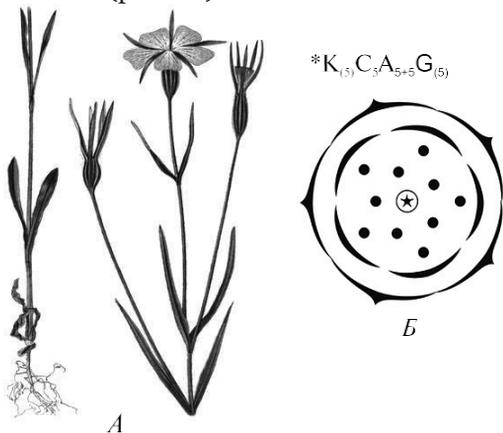


Рис. 82. Куколка обыкновенный (*Agrostemma githago*):

Описание объекта. Чашечка у куколя состоит из пяти сросшихся чашелистиков. Сросшаяся часть составляет трубку чашечки, наверху которой видно пять крупных треугольных зубцов. За чашечкой располагается венчик, т. е. околоцветник у куколя двойной.

Чтобы рассмотреть особенности строения всех частей цветка куколя, надо аккуратно надрезать чашечку лезвием и развернуть ее. В развернутом цветке видно, что часть лепестка находится в трубке чашечки, а другая выступает за ее края.

Выделить один лепесток и рассмотреть его строение. Лепесток розового цвета имеет более узкое основание – ноготок и широкий отгиб лепестка. Строение лепестков венчика у представителей семейства Гвоздичные является важным систематическим признаком. Зарисовать лепесток, обозначить ноготок, отгиб лепестка.

Сосчитать число тычинок в цветке, обратив внимание на их длину. В цветке всего десять тычинок, и если он не старый, хорошо видно, что пять из них длинных и пять коротких, т. е. тычинки расположены в два круга, более длинные находятся в наружном круге.

Осторожно выделить один лепесток и обратить внимание на то, что к его основанию прикреплена длинная тычинка, т. е. она находится против лепестка. Расположение тычинок наружного круга против лепестка венчика является важным систематическим признаком гвоздичных и называется *обдиплостемонией*. Обдиплостемония встречается редко.

Рассмотреть строение гинецея. Пестик в цветке один. Он имеет округлую завязь, над которой возвышаются пять стилодиев, заканчивающихся точечным рыльцем, следовательно, гинецей у куколя ценокарпный.

Определить тип ценокарпного гинецея. Для этого надо аккуратно сделать поперечный срез завязи. На нем видно, что в центре завязи находится колонка, вокруг которой прикреплены семяпочки, завязь одногнездная. Такой тип ценокарпного гинецея называется *лицикарпным*, а плацентация является *центрально-осевой*. Лучше рассмотреть наличие колонки в одногнездной завязи можно в плоде-кобочке куколя.

Составить и записать формулу цветка куколя обыкновенного. Цветок циклический, пятикрупный. Цветок, в котором элементы

образуют не менее пяти кругов, называется *полным цветком*.
Зарисовать диаграмму цветка.
Дать словесную характеристику цветка куколя.

Цветок редьки дикой (*Raphanus raphanistrum* L.)

Материал: фиксированные цветки редьки дикой, гербарный образец растения.

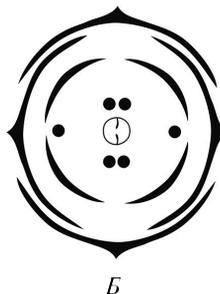
Ход работы

Редька дикая относится к семейству Крестоцветные (*Cruciferae*), для представителей которого характерны цветки, устроенные по одному плану (*монотипный цветок*). Четкое представление об общем плане строения цветков крестоцветных значительно облегчает и ускоряет работу при определении растений этого семейства на летней практике.

Рассмотреть цветок, не разбирая его (рис. 83).



* $K_{2+2}C_4A_{2+4}G_{(2)}$



Raphanus raphanistrum):
та и диаграмма цветка

олоцветник двойной. Чашечка
стиками, из которых два
м два других, т. е. чашелистики
нчик образован четырьмя
г круг. Каждый лепесток цветка
ж и отгиб ле-
пестка. Лепестки
Зарисовать стро-
ение лепестка.
нок: четыре длинные тычинки
лепестками и находятся во
– во внешнем. В онтогенезе

цветных происходит центробежно (у остальных покрытосеменных – цен- тростремительно), тычинки внутреннего круга закладываются раньше и развиваются быстрее, чем тычинки наружного круга, что и объясняет их большую длину. Андроцей, состоящий из четырех длинных и двух коротких тычинок, называется *четырёхсильным*. Такой андроцей характерен только для крестоцветных.

Пестик состоит из продолговатой завязи, небольшого столбика и голоччатого рыльца. Пестик образован двумя сросшимися плодолистками. Гинецей у редьки дикой, как и у всех крестоцветных, паракарпный.

Составить и записать формулу цветка редьки дикой, зарисовать диаграмму.

Дать словесную характеристику цветка редьки дикой.

Цветок картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

Материал: фиксированные цветки картофеля, гербарный образец картофеля.

Ход работы

Картофель относится к семейству Пасленовые (*Solanaceae*), для которого характерен своеобразный тип вскрытия пыльников.

Рассмотреть общий план строения цветка (рис. 84).

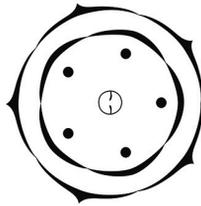
с
Г

феля четырехкратной со шечкой, спайнолепестным ми и одним пестиком.

lanum tuberosum):
ла и диаграмма цветка



*K₍₅₎C₍₅₎A₅G₍₂₎



Б

Рассмотреть детально строение околоцветника. Чашечка почти до основания раздельная. Венчик *колесовидный*, имеет очень короткую трубку и широкий плоский отгиб, сросшиеся лепестки чередуются с чашелистиками.

Андроцей образован пятью прямостоячими тычинками, которые основаниями тычиночных нитей прирастают к трубке венчика, чередуются с лепестками и в виде конуса прижаты к столбику пестика. Тычиночные нити короткие с массивными пыльниками, вскрывающимися на верхушке дырочками.

Пестик один, образован двумя сросшимися плодолистиками, завязь верхняя. Гинецей синкарпный.

Записать формулу цветка картофеля и зарисовать диаграмму.

Составить словесную характеристику цветка картофеля.

2. актиноморфные Цветки однодольных растений

Актиноморфные цветки однодольных растений чаще всего трехчленные (есть исключения), разнообразные по строению. Как правило, они циклические, полные (пятичленные) или неполные (вплоть до одночленных), с простым свободнолистным или сростнолистным, реже с двойным околоцветником, большим или небольшим числом тычинок и пестиков, а также различным положением завязи в цветке.

Цветок птицемлечника зонтичного (*Ornithogalum umbellatum* L.)

Материал: фиксированные цветки птицемлечника зонтичного, гербарный образец растения.

Ход работы

Птицемлечник зонтичный относится к семейству Лилейные s. l. (*Liliaceae*) и имеет типичное для представителей этого семейства строение цветка.

Рассмотреть строение цветка (рис. 85).

Описание объекта. Цветок имеет простой венчиковидный околоцветник, образованный шестью лепестками, расположенными в два круга.

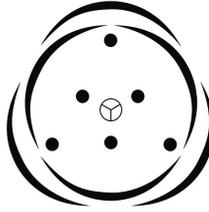
Андроцей также состоит из шести тычинок, которые находятся в двух кругах.

Центральное положение в цветке занимает пестик. Он образован

тре- мя сросшимся плодолистиками и состоит из завязи, короткого столбика и трехлопастного рыльца. Завязь верхняя, цветок полный, подпестичный.



*P₃₊₃A₃₊₃G₍₃₎



Lilium umbellatum):
диаграмма цветка

имеет синкарпный гинецей,

нарисовать диаграмму.
а птицемлечника.

купины душистой
(Mill.) Druce)

купины душистой, гербарный об-

Купена душистая, как и птицемлечник, относится к семейству Лилейные (*Liliaceae*), но существенно отличается от него строением цветка.

Рассмотреть строение цветка (рис. 86).

Описание объекта. Околоцветник простой, венчиковидный, спайно-листный, образован шестью листочками, сросшимися в довольно длинную трубку.

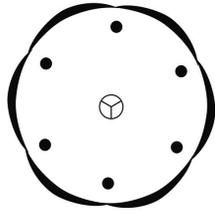
Надрезать околоцветник лезвием или препаровальной иглой вдоль и развернуть его. К внутренней стороне околоцветника основаниями тычиночных нитей прикреплено шесть тычинок. Они расположены в один ряд. В центре цветка находится пестик. Он имеет типичное строение и образован тремя сросшимися плодолистиками. На поперечном срезе завязи видно, что она трехгнездная, т. е. у купены душистой гинецей синкарпный.



*P₍₆₎A₆G₍₃₎

Polygonatum odoratum):
и диаграмма цветка

ка купены, зарисовать
ристку цветка купены.



(*Iris germanica* L.)

жи касатика германского,

Б

нский – так его называют
атиковые (*Iridaceae*).

ка (рис. 87).

Описание объекта. Околоцветник касатика простой, состоит из шести листочков разной величины и окраски, расположенных в два круга, но в основании сросшихся в короткую трубочку.

Цветок имеет три тычинки с крупными, качающимися пыльниками. Каждая тычинка расположена под лепестковидно-расширенным рыльцем пестика.

Пестик образован тремя сросшимися плодолистиками, о чем свидетельствует наличие трех крупных рылец, а также трех хорошо выраженных лопастей на завязи. Околоцветник прикреплен к верхушке завязи, т. е. завязь у касатика нижняя, а цветок надпестичный.

Сделать поперечный разрез завязи пестика. На поперечном разрезе видно, что гинецей синкарпный, завязь трехгнездная, а плацентация семяпочек центрально-угловая.



тик германский (*Iris germanica*):
ий вид; *B* – формула цветка

*Р. А. С. формулу цветка касатика, зарисовать
ную характеристику цветка касатика

иторная работа 14

Морфные Цветки

А, как и актиноморфные, различны по строению околоцветника, его форме, количеству тычинок, типу гинецея, положению завязи в цветке. Некоторые цветки имеют настолько своеобразную форму, что получили специальные названия: *цветок мотылькового типа, двугубый, одногубый, язычковый, ложноязычковый, воронковидный.*

Поскольку большинство зигоморфных цветков опыляются насекомыми, многие из них имеют *флоральные* нектарники, различающиеся по форме, происхождению, строению, расположению в цветке.

Цветок караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.)

Материал: свежие или фиксированные цветки караганы древовидной, гербарный или живой материал веточки караганы древовидной с цветками.

Ход работы

Карагана древовидная, или желтая акация, относится к семейству Бобовые (*Fabaceae*), или Мотыльковые (*Papilionaceae*), подсемейству

Faboidae. Цветки у представителей этого подсемейства устроены моно- типно и называются цветками *мотылькового типа*.

Рассмотреть строение цветка караганы (рис. 88).

Описание объекта. Цветок имеет двойной околоцветник. Чашечка сростнолистная, образована пятью чашелистиками, о чем свидетельствуют пять зубчиков на верхушке трубки чашечки. У караганы зубцы на чашечке расположены неравномерно: два верхних сближены, три расположены равномерно по краю чашечки.

Вскрыть препаровальной иглой трубку чашечки и рассмотреть строение венчика. Венчик состоит из пяти неравных по величине и форме лепестков. Самый крупный лепесток – *парус*, или *флаг*, – имеет короткий ноготок и широкий отгиб лепестка. Два одинаковых по форме боковых лепестка называются *крылья*, или *весла*. Они имеют короткий ноготок и *ушки* – выемку с выступом у основания отгиба лепестка. Два нижних лепестка самые маленькие, узкие с ноготками и ушками, на верхушке на небольшом протяжении сростаются между собой и образуют *лодочку*. Таким образом, поскольку все лепестки у основания не срослись, венчик у караганы свободнолепестный.

Андроцей состоит из десяти тычинок, девять из которых срослись и образовали незамкнутую тычиночную трубку, охватывающую завязь пестика, а десятая тычинка свободная, расположена над завязью. Развернуть тычиночную трубку и рассмотреть ее строение. На отпрепарированной тычиночной трубке видно, что большая часть ее состоит из срос-

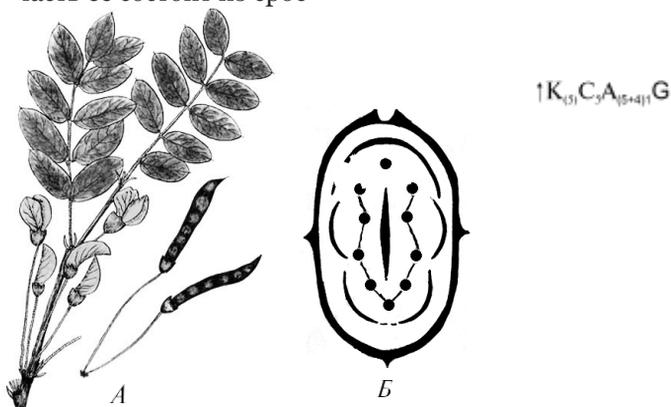


Рис. 88. Карагана древовидная (*Caragana arborescens*):

A – веточка с цветками и плодами;
B – формула и диаграмма цветка

шихся тычиночных нитей, которые на верхушке разъединяются и несут пыльники. Свободные концы тычинок имеют различную длину, что характерно для тычинок, расположенных в разных кругах. Очевидно, что предки бобовых имели двухкруговой андроцей.

Гинецей представлен одним пестиком с длинной завязью, согнутым под углом к завязи длинным стилодием и крупным уплощенным рыльцем. Завязь в цветке верхняя.

Сделать поперечный разрез завязи, убедиться, что она одногнездная, следовательно, гинецей является апокарпным, одночленным.

Записать формулу цветка караганы древовидной и зарисовать диаграмму. Дать словесную характеристику цветка.

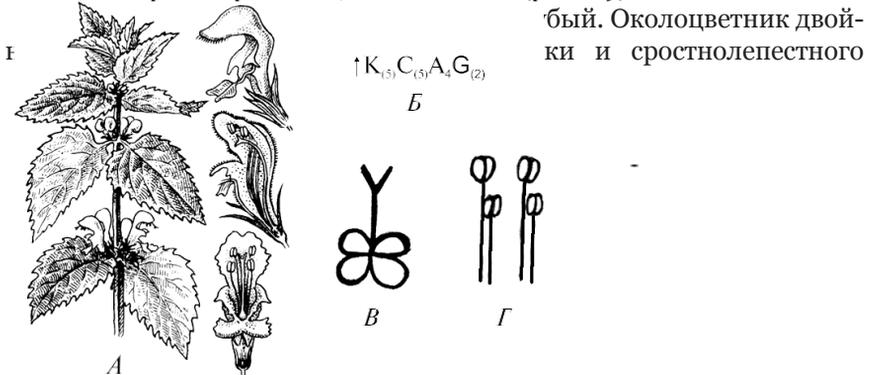
Цветок яснотки белой (*Lamium album* L.)

Материал: фиксированные цветки яснотки белой, гербарный образец растения.

Ход работы

Яснотка белая относится к семейству Губоцветные (*Labiatae*, или *Lamiaceae*), для представителей которого характерен монотипный цветок. В зависимости от особенностей строения венчика цветка он называется *двугубым* или *однугубым*.

Рассмотреть строение цветка яснотки (рис. 89).



бый. Околоцветник двойки и сростнолепестного

венчика.

Рис. 89. Яснотка белая (*Lamium album*):

A – цветоносный побег с цветками: 1–3 – цветки яснотки в разном положении;
B – формула цветка; *B* – строение пестика (завязь четырехлопастная);
Г – строение двусильного андроеца

Чашечка актиноморфная, образована пятью чашелистиками, сросшимися в трубку, по верхнему краю которой равномерно расположены пять длинных зубцов.

Лепестки венчика в основании сращены в трубку, которая заключена в трубке чашечки. По выходу из трубки лепестки венчика дифференцируются на две губы – верхнюю, образованную двумя сросшимися лепестками, и нижнюю, состоящую из трех сросшихся лепестков. У яснотки белой хорошо выражена центральная лопасть нижней губы, а две боковые редуцированы и представлены острыми зубцами.

Андроцей у яснотки состоит из четырех тычинок. Основаниями тычиночных нитей они прикреплены к трубке венчика, расположены в один круг под верхней губой венчика, но имеют разную длину. Такой андроцей называется *двусильным*: он увеличивает площадь соприкосновения пыльников с тельцем насекомых-опылителей, что способствует эффективно-му перекрестному опылению цветков.

Гинецей синкарпный. Пестик в цветке один и образован двумя сросшимися плодолистиками, о чем свидетельствует двураздельное рыльце, расположенное на длинном столбике. Для пестика губоцветных характерна четырехлопастная завязь (очень важный признак семейства), которая образуется в результате подразделения каждого гнезда верхней завязи синкарпного гинецея на две части.

Все губоцветные, в том числе и яснотка белая, являются насекомо-опыляемыми растениями. Кроме окраски и формы цветка для привлечения насекомых-опылителей в цветке имеются нектарники, расположенные под завязью и называемые *подпестичным диском*.

Зарисовать двусильный андроцей и четырехлопастную завязь яснотки белой (см. рис. 89, В, Г).

Записать формулу цветка.

Цветок борца аптечного (*Aconitum napellus* L.)

Материал: фиксированные цветки борца аптечного, гербарный образец растения.

Ход работы

Борец аптечный относится к семейству Лютиковые (*Ranunculaceae*), поэтому в его цветке много признаков примитивности (простой околоцветник, большое количество тычинок, верхняя завязь, апокарпный гинецей и др.). В то же время

имеются признаки довольно высокой организации – зигоморфный цветок, ограниченное число пестиков. Сочетание признаков примитивности с признаками высокой организации называется явлением *гетеробатмии*.

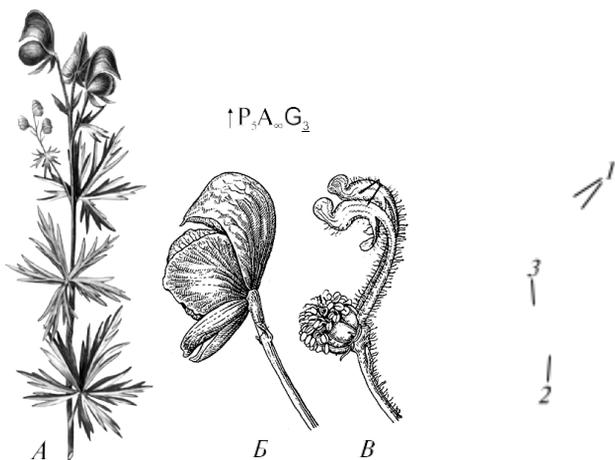


Рис. 90. Борец аптечный (*Aconitum napellus*):

А – внешний вид; Б – цветок борца и формула;

В – элементы цветка борца: 1 – нектарники, образованные из лепестков; 2 – андроцей; 3 – гинецей

Рассмотреть строение цветка борца (рис. 90).

Описание объекта. Околоцветник цветка образован одним кругом листочков, окрашенных в синий цвет. Это лепестковидно-окрашенные чашелистики, следовательно, околоцветник простой чашечковидный. Листочки имеют различные форму и размеры.

Под самым верхним, шлемовидным листочком околоцветника находятся два улиткоподобных нектарника. Они образовались из лепестков венчика, остальные три лепестка полностью исчезли (абортировались).

Число тычинок относительно малое, но их больше 12. Каждая тычинка имеет расширенную в основании тычиночную нить, что также рассматривается как примитивный признак.

В цветке всего три пестика, каждый из которых образован одним сросшимся плодолистиком, т. е. гинецей апокарпный, но по сравнению с цветками многих лютиковых у борца число пестиков значительно уменьшилось.

Зарисовать строение нектарника борца (см. рис. 90). Составить и записать формулу цветка борца. Дать словесную характеристику цветка.

Цветок живокости высокой (*Delphinium elatum* L.)

Материал: фиксированные цветки живокости высокой, гербарный образец растения.

Ход работы

Живокость высокая, как и борец аптечный, относится к семейству Лютиковые (*Ranunculaceae*).

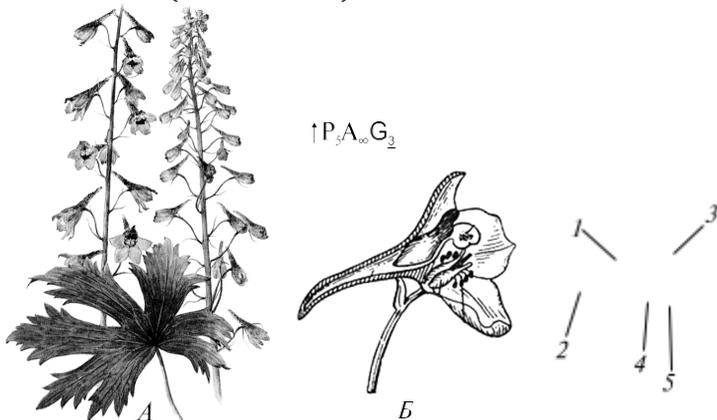


Рис. 91. Живокость высокая (*Delphinium elatum*):
А – внешний вид; Б – строение и формула цветка: 1 – верхний чашелистик; 2 – нектарник, образовавшийся из лепестка; 3 – рудимент лепестка; 4 – пестики; 5 – тычинки

Рассмотреть строение цветка (рис. 91).

Описание объекта. Околоцветник живокости образован одним крупным листочком, окрашенным в синий цвет. Это лепестковидно-окрашенные чашелистики, следовательно, околоцветник простой чашечковидный. Листочки имеют различные форму и размеры. Верхний листочек в основании сильно вытянут и превращен в шпорец.

Внутри шпорца заключено два нектарника аналогичной формы. Они имеют лепестковидное происхождение. Три листочка бывшего венчика сохранились в виде небольших бахромчатых чешуек, которые придают цветку большую декоративность.

Строение андроеца и гинецея живокости такое же, как у борца.

Записать формулу цветка и зарисовать нектарник живокости высокой (см. рис. 91).

Составить словесную характеристику цветка.

Цветок пальчатокоренника мяско-красного (*Dactylorhiza incanata* (L.) Soó)

Материал: фиксированные цветки пальчатокоренника

мясо-красно- го, гербарный образец растения.

Ход работы

Пальчатокоренник мясо-красный относится к семейству Орхидные (*Orchidaceae*), самому высокоспециализированному семейству класса Од-нодольные.

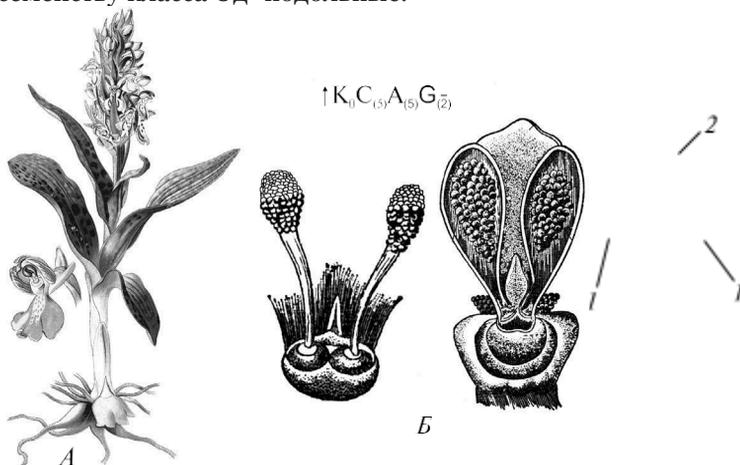


Рис. 92. Пальчатокоренник мясо-красный (*Dactylorhiza incarnata*):
А – внешний вид; Б – элементы и формула цветка: 1 – поллинаруий
(а – поллиний; б – ножка поллиния; в – прилипалець); 2 –
гиностемий

Рассмотреть строение цветка (рис. 92).

Описание объекта. Околоцветник состоит из шести лепестковидно-окрашенных листочков, расположенных в два круга, т. е. у пальчатокоренника околоцветник простой, венчиковидный. Листочки наружного и внутреннего кругов отличаются размерами и строением. Нижний листочек внутреннего круга широкий, обратнойцевидный, служит площадкой для посадки насекомого-опылителя и называется *губой* (по строению он не имеет ничего общего с губой цветков губоцветных). Основание этого лепестка вытянуто в нектарник – *шпорец*. Наличие нектарника свидетельствует, что пальчатокоренник – насекомоопыляемое растение.

Андроцей образован одной тычинкой и имеет своеобразное строение. Тычиночная нить срастается со столбиком пестика и образует колонку – *гиностегий*. Пыльник разделен на две половинки, в каждой из которых находится по одному *поллинаруию*. Поллинаруий состоит из *поллиния* (сгустка пыльцы), *ножки* и *прилипалеца*. При

посещении цветка насекомым пол- линарий освобождается из оболочки пыльника, прилипает к головке насекомого и так переносится на другой цветок.

Гинецей синкарпный, пестик образован тремя сросшимися плодоли- стиками. Завязь нижняя.

Записать формулу цветка (см. рис. 92).

2. Цветки сложноцветных

Цветки представителей семейства Сложноцветные (*Compositae*, *Asteraceae*) имеют настолько своеобразное строение, что их целесообразно рассматривать отдельно. Особенности строения цветков обусловили их названия и написание формул.

У сложноцветных на основе строения венчика выделяют шесть типов цветков, но наиболее часто встречаются четыре: три типа – язычковый, ложноязычковый и воронковидный – являются зигоморфными, четвер- тый тип – трубчатый цветок – актиноморфным.

У сложноцветных отсутствует настоящая чашечка, но вместо нее над завязью развивается волосистый хохолок (*nannus*) или формируется зуб- чатая окраина. Эти образования считаются рудиментами чашечки, по- этому в формуле указывают не «Р», а «К».

У сложноцветных пять тычинок. Тычиночные нити короткие, при- крепленные к трубке венчика, а пыльники тычинок спаяны между собой, андроцей рассматривается как однобратственный.

В цветке один пестик, образованный двумя сросшимися плодолисти- ками, но гинецей паракарпный, завязь нижняя.

У всех сложноцветных цветки сидячие, собраны в соцветие корзин- ка. Снаружи она окружена оберткой из верхушечных (прицветных) ли- стьев. Число цветков в корзинке разных видов варьирует от одного до множества.

язычковые цветки в соцветии-корзинке цикория обыкновенного (*Cichorium intybus* L.)

Материал: фиксированные соцветия-корзинки цикория обыкновен- ного, гербарный образец растения.

Ход работы

Разделить или разрезать корзинку цикория пополам и осторожно, чтобы не оторвать завязь, с помощью препаровальной иглы выделить один цветок. Чтобы цветок хорошо расправился, поместить его в чашку Петри с водой и рассмотреть с помощью лупы.

Описание объекта. В корзинке цикория все цветки язычковые. Языч-

ковый цветок имеет уплощенный венчик. Поскольку он образован пя-



нный (*Cichorium intybus*):
 ↑ K₀ C₍₅₎ A₍₅₎ G₍₂₎



кушке его видно пять зубчиков.
 ткую трубку венчика.
 ад завязью, значит, завязь у
 чный.
 гычиночных нитей прикреплены
 в трубку длинные пыльники
 зшились плодолистиками, что
 рыльцем, и состоит из завязи,
 гычиночную трубку, и рыльца.
 записать его формулу (рис. 93).

ни с какими другими в корзинке
 не сочетаются. Это важно помнить при определении представителей
 семейства Сложноцветные. Распускание цветков в корзинке идет
 центроостре- мительно, следовательно, если обнаружено, что по
 периферии корзинки находятся язычковые цветки, то все остальные,
 еще не распутившиеся, будут только язычковыми.

**ложноязычковые цветки в корзинке
 пупавки красильной (*Anthemis tinctoria* L.)**

Материал: фиксированные соцветия-корзинки пупавки
 красильной, гербарный образец растения.

Ход работы

Рассмотреть строение корзинки пупавки красильной.

Описание объекта. В корзинке пупавки красильной два типа цветков: по периферии в один ряд расположены относительно крупные цветки с плоским зигморфным венчиком, а всю остальную часть занимают очень мелкие актиноморфные цветки.

Аккуратно с помощью препаровальной иглы выделить один краевой цветок, поместить его в чашку Петри с водой и рассмотреть с помощью лупы.

Уплощенный венчик цветка пупавки внешне похож на венчик цветка цикория. Основание его тоже сращено в короткую трубку, но на верхушке лепестковидного венчика не пять, а три зубчика, значит, венчик образован тремя сросшимися лепестками. Такой цветок называется *ложноязычковым* (рис. 94).



красильная (*Anthemis tinctoria*):
А – растение; Б – корзинка в разрезе;
В – краевой цветок и его формула
 $\uparrow K_0 C_{(5)} A_0 \overline{G}_{(2)}$
Вход в трубку венчика. Из трубки
выходит столбик с двураздельным рыльцем,
язычковый цветок – *пестичный*, или
язычковый цветок пупавки красильной и
его формула
Ковые цветки никогда отдельно в
корзинке. Это «декоративное» обрамление

делает более заметными мелкие обоеполые цветки, что очень важно для эффективного опыления.

**воронковидные и трубчатые цветки в корзинке
василька синего (*Centaurea cyanus* L.)**

Материал: фиксированные соцветия-корзинки василька синего, гербарный образец растения.

Ход работы

Внимательно рассмотреть соцветие василька, обратить внимание на то, что цветки в корзинке, расположенные в центре и по периферии, различны по внешнему виду.

Чтобы выделить и рассмотреть строение цветков, надо разрезать корзинку вдоль бритвенным лезвием и при помощи препаровальной иглы выделить сначала краевой цветок, а затем – срединный.

Рассмотреть краевой цветок, начиная с его основания.



дна плохо развитая (т. е. нет чашечки). Над завязью срастено в довольно широкой форме. Благодаря форме венчика (коронки) цветка он выдается ни столбик

* $K_{(1)}C_{(5)}A_{(5)}G_{(2)}$

пестика, ни тычинки, они отсутствуют, следовательно, во-

Рис. 95. Василек синий (*Centaurea cyanus*):

А – внешний вид; Б – воронковидный цветок и его формула;

B – трубчатый цветок и его формула

воронковидный цветок бесплодный, стерильный. Он выполняет функцию привлечения насекомых-опылителей (рис. 95).

Рассмотреть строение хорошо распутившегося срединного цветка. В основании цветка находится завязь пестика, от которой отходит столбик с двураздельным рыльцем. Над завязью располагаются короткие жесткие волоски – рудимент чашечки и венчик цветка. Основание венчика представлено длинной трубкой, переходящей в пятизубчатый отгиб. Зубцы венчика расположены равномерно по верхнему краю отгиба, что позволяет провести через цветок несколько осей симметрии, т. е. срединный цветок является актиноморфным. Благодаря особенностям строения венчика он называется *трубчатым*. К основанию отгиба венчика в трубчатом цветке прикреплены пять сросших пыльников тычинок. Таким образом, трубчатый цветок не только актиноморфный, но и обоеполый (см. рис. 95).

Записать формулу и зарисовать внешний вид воронковидного цветка. Записать формулу и зарисовать внешний вид трубчатого цветка.

3. Цветки с Пленчатым околоцветником и без околоцветника (голые, или беспокровные)

Кроме травянистого околоцветника, который имеет различную окраску и может быть двойным или простым, есть растения с невзрачным, сухим, прозрачным, пленчатым околоцветником. Такой тип околоцветника характерен для некоторых представителей как класса Двудольные (семейства Подорожниковые, Щирицевые), так и Однодольные (семейства Злаки, Ситниковые). Цветки с пленчатым околоцветником бывают актиноморфными и зигоморфными.

Голые цветки встречаются как у ветроопыляемых (осока, лещина, береза), так и у насекомоопыляемых (ива) растений. Они могут быть первично беспокровными, т. е. никогда не имели околоцветника (ива, осока), так и вторично беспокровными (береза). У вторично беспокровных цветков околоцветник исчез, очевидно, под влиянием условий существования. Голые цветки бывают как обоеполыми (белокрыльник, аир), так и раздельнополыми (ива, береза, осока).

Цветок ржи посевной (*Secale cereale* L.)

Рожь посевная относится к семейству Злаки (*Gramineae, Poaceae*).
У всех злаков цветки устроены однотипно: они зигоморфные, с простым пленчатым околоцветником, обоеполые (исключение – кукуруза), коли-

чество тычинок варьирует от одной до шести, но чаще всего их три. Пестик один из двух сросшихся плодолистиков. Цветки собраны в простые колоски из одного, двух или более цветков. Простые колоски образуют сложные соцветия – сложный колос, султан (ложный колос), метелку (сложная кисть). У ржи посевной соцветие сложный колос.

Материал: фиксированные сложные колосья ржи, гербарный образец растения.

Ход работы

Прежде чем перейти к рассмотрению строения цветка ржи, надо из сложного колоса выделить простой колосок, для чего следует поступить следующим образом: дугообразно согнуть сложный колос, чтобы хорошо обозначились простые колоски. Взять за длинные ости простой колосок и резко дернуть по направлению к основанию сложного колоса. Простой колосок должен отделиться целиком.

Описание объекта. Рассмотреть строение простого колоска. В основании простого колоска находятся две узкие колосковые чешуи – верхняя и нижняя (названия даны за расположение на оси колоска). Чтобы убедиться в том, сколько цветков в простом колоске ржи, надо, взявшись левой и правой рукой за чешуи с длинными остями, растянуть цветки в разные стороны. В каждом колоске ржи два крупных цветка, между которыми находится тонкая короткая ось колоска.

Рассмотреть строение отдельного цветка (рис. 96). Снаружи цветка находится крупная кожистая чешуя с длинной остью. Эта чешуя называ-

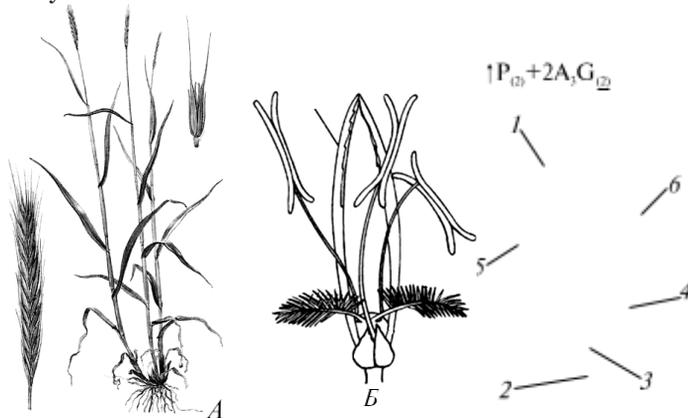


Рис. 96. Рожь посевная (*Secale cereale*):
 А – внешний вид; Б – строение и формула цветка:

1 – верхняя цветковая чешуя; 2 – лодиколы; 3 – завязь пестика;
4 – рыльце пестика; 5 – тычинка; 6 – пыльник тычинки

ется нижней цветковой чешуей, но она представляет собой прицветный лист и не входит в состав околоцветника цветка. В пазухе нижней цветковой чешуи располагается зигоморфный цветок с пленчатым околоцветником. Околоцветник цветка ржи простой, двухкруговой. Наружный круг околоцветника представлен *верхней цветковой чешуей*, образованной двумя сросшимися чешуйками, а внутренний – двумя свободными маленькими пленками – *лодикулами*. В цветке три тычинки с длинными массивными пыльниками и короткими тычиночными нитями (при распускании цветка тычиночные нити очень быстро растут за счет интеркалярной меристемы). Центральное место в цветке занимает пестик, состоящий из завязи и двух перистых рылец, столбик отсутствует.

Записать формулу цветка.

Цветки ивы козьей (*Salix caprea* L.)

Ива козья относится к семейству Ивовые (*Salicaceae*). Все ивы – двудомные растения. Мужские и женские экземпляры по вегетативным органам не отличаются, но различаются по строению соцветий-сережек, в которые собраны раздельнополюе цветки. Целесообразно сначала рассмотреть женские сережки, а затем – мужские.

Материал: фиксированные мужские (тычиночные) и женские (пестичные) соцветия-сережки ивы козьей, гербарные побеги ивы козьей с мужскими и женскими соцветиями-сережками.

Ход работы

Женские сережки ивы имеют массивную ось, на которой в круговую расположены пестичные (женские) цветки. Для рассмотрения отдельного цветка надо разрезать или разломать по горизонтали сережку и при помощи препаровальной иглы выделить один цветок.

Описание объекта. Женский цветок состоит из одного пестика, образованного двумя сросшимися плодолистиками, о чем свидетельствует наличие на столбике двух рылец.

Пестик прикрепляется к оси соцветия при помощи короткой цветоножки. У основания цветоножки находится нектарник, т. е. ива является насекомоопыляемым растением. Защитную функцию в пестичном цветке выполняет сильно опушенный серебристыми волосками прицветный лист (прицветник) (рис. 97).

Мужские сережки ивы, как и женские, имеют массивную ось,

вокруг которой расположены тычиночные (мужские) цветки. Для рассмотрения отдельного цветка надо разрезать или разломать по горизонтали сережку и при помощи препаровальной иглы выделить один цветок.

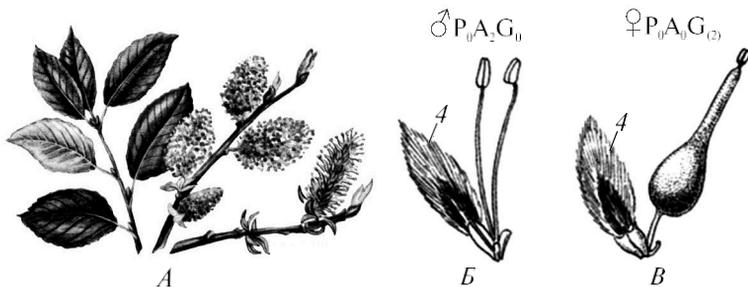


Рис. 97. Ива козья (*Salix caprea*):

- A* – фрагменты побегов ивы, *Б* – строение и формула мужского цветка,
В – строение и формула женского цветка: 1 – вегетативный побег;
 2 – цветonoсный побег с мужскими сережками; 3 – цветonoсный побег с женской сережкой; 4 – кроющая чешуя

Описание объекта. Тычиночный цветок ивы состоит из двух тычинок с короткими тычиночными нитями, в основании которых находится по одному нектарнику, и крупными пыльниками. При «распускании» цветка тычиночные нити сильно вытягиваются за счет интеркалярной меристемы. Защитную функцию в тычиночном цветке, как и в пестичном, выполняет сильно опушенный серебристыми волосками прицветный лист (прицветник) (см. рис. 97).

Записать формулы и зарисовать строение женского и мужского цветков ивы козьей.

4. реПродуктивные ЭлеМенты Цветка

Тычинка – один из элементов репродуктивной сферы цветка. Она состоит из *тычиночной нити* (остатка микроспорофилла), *пыльника*, образованного двумя половинками – *теками*, в каждой из которых находятся по две пыльцевые камеры (*микроспорангия*), и *связника* (остатка паренхимной ткани микроспорофилла).

Тычинка предопределяет мужской пол цветка, так как конечным результатом сложных процессов, происходящих в пыльцевых камерах (микроспорангиях) пыльника, является образование *мужского гаметофита* – *пыльцевого зерна*, *пыльцы* – и мужских половых клеток – *спермиев*. Важнейшей частью тычинки является *пыльник*.

Пестик, как и тычинка, – репродуктивный элемент цветка.

Пестик состоит из *завязи*, *стилодиев* (или *столбика*, если несколько стилодиев срастаются) и *рыльца*.

Важнейшая часть пестика – завязь, так как именно в ней находятся *семяпочки (семязачатки)*. Семяпочка состоит из *нуцеллуса (макроспорангия)*, который окружен *покровами (интегументами)*. Пестик предопределяет женский пол цветка, так как в результате сложных процессов в нуцеллусе семяпочки образуется *женский гаметофит – зародышевый мешок*, в котором развивается женская половая клетка – *яйцеклетка*. В зародышевом мешке происходит процесс двойного оплодотворения.

строение пыльника тычинки лилии (*Lilium* sp.)

Материал: постоянный препарат поперечного разреза пыльника тычинки лилии, сухая пыльца растения.

Ход работы

Поместить препарат на предметный столик микроскопа и рассмотреть при малом увеличении общий план строения пыльника тычинки (рис. 98).

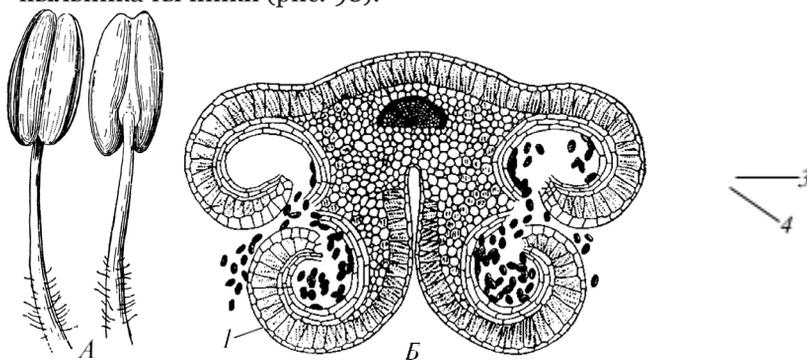


Рис. 98. Строение тычинки (А) и поперечный разрез пыльника тычинки (Б) лилии (*Lilium* sp.):
 1 – эпидермис; 2 – эндотеций (фиброзный слой); 3 – средний слой; 4 – тапетум (выстилающий слой); 5 – сосудисто-волокнистый пучок; 6 – связник; 7 – пыльца в пыльцевой камере (микроспорангии);
 8 – пыльник тычинки; 9 – тычиночная нить

Описание объекта. Пыльник состоит из двух половинок, в каждой находятся по два микроспорангия, в которых видны развивающиеся пыльцевые зерна. Обе половинки пыльника соединены связником, состоящим из крупных, плотно прилегающих друг к другу клеток паренхимы. В связнике имеется сосудисто-волокнистый пучок. Он включает сосуды ксилемы

(флоэма отсутствует или не попала на срез) и окружен многослойной обкладкой из мелких паренхимных клеток.

Сориентировать препарат так, чтобы можно было детально рассмотреть строение стенки пыльника. Снаружи пыльник покрыт *эпидермисом*. Клетки эпидермиса мелкие, слегка сплюснутые параллельно поверхности пыльника, на большей части тонкостенные, но в месте вскрывания пыльника размеры их сильно увеличиваются, а клеточная стенка становится более толстой. На некоторых участках эпидермиса виден восковой налет, имеющий городчатые очертания.

Под эпидермисом расположен *эндотеций*, или *фиброзный слой*. Эндотеций состоит из одного ряда очень крупных клеток, вытянутых перпендикулярно эпидермису, с продольными утолщениями (*фиброзные утолщения*) на клеточной стенке. Размеры клеток в области вскрывания пыльника меньше, чем на остальной части стенки пыльника. Эндотеций принимает участие в процессе вскрывания пыльника.

Под эндотецием находится *средний слой*. Он состоит из двух-трех рядов мелких паренхимных клеток различной формы. Этот слой существует кратковременно, он быстро разрушается, и содержимое его клеток расходится на развитие клеток пыльцевой камеры.

Самый внутренний слой стенки пыльника – *тапетум*, или *выстилаящий слой*, составляет третий компонент стенки каждой пыльцевой камеры. Он, как и средний слой, существует непродолжительное время, его клетки разрушаются к моменту образования микроспор, и содержимое клеток используется для развития микроспор и формирующихся пыльцевых зерен – *пыльцы*, *мужского гаметофита*. Таким образом, тапетум – это важнейший слой стенки пыльника, который выполняет *трофическую функцию*. На препарате он виден как небольшая сплошная полоска коричневого цвета.

Передвинуть препарат таким образом, чтобы в поле зрения попала пыльцевая камера с находящимися в ней развивающимися пыльцевыми зернами. У лилии зрелая пыльца трехклеточная, состоит из вегетативной клетки и двух клеток-спермиев, однако на препарате видны не вполне сформированные пыльцевые зерна.

Будущая пыльца имеет эллиптическую форму и окружена двумя оболочками – *экзиной* и *интиной*. Экзина скульптурированная, сетчатая. Скульптурированная оболочка характерна для пыльцы насекомоопыляемых растений.

Рассмотреть строение развивающегося пыльцевого зерна. Поскольку формирование пыльцы происходит не синхронно, в одной и той же пыльцевой камере можно увидеть пыльцевые зерна на разных стадиях развития. В цитоплазме некоторых

развивающихся пыльцевых зерен заметно одно крупное ядро (ядро развивающейся микроспоры), в других – два. Наличие двух ядер свидетельствует о прошедшем митотическом делении ядра микроспоры и образовании *вегетативного* и *генеративного* ядер.

Детально зарисовать половинку пыльника. Обозначить восковой налет, эпидермис, эндотеций, средний слой, тапетум, микроспорангий, раз-вивающиеся пыльцевые зерна.

Морфология пыльцы

Материал: сухая или фиксированная пыльца лилии, тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.), иван-чая узколистного (*Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop.), ольхи серой (*Alnus incana* (L.) Moench), куко-ля обыкновенного (*Agrostemma githago* L.), нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare* Lam.).

Ход работы

Приготовить временный препарат. На предметное стекло нанести каплю воды, поместить в воду небольшое количество пыльцы различных растений, накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть строение пыльцы разных растений. Обратит внимание на форму и размеры пыльцевых зерен, число и расположение апертур, особенности экзины.

Зарисовать (на выбор) пыльцевые зерна некоторых растений (рис. 99).

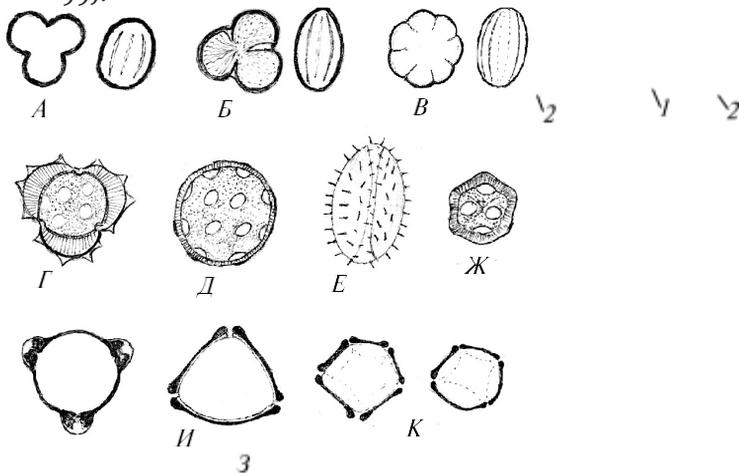


Рис. 99. Строение пыльцы у различных представителей покрытосеменных:

А – дуб черешчатый (*Quercus robur*), Б – клен гиннала (*Acer ginnala*), В – подмаренник мягкий (*Galium mollugo*): 1 – вид с полюса; 2 – вид с экватора; Г – нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare*); Д – дрема белая (*Melandrium album*); Е – кубышка малая (*Nuphar pumilum*); Ж – звездчатка ланцетовидная (*Stellaria holostea*); 3 – иван-чай узколистый (*Chamaenerion angustifolium*);

И – береза повислая (*Betula pendula*); *К* – ольха серая (*Alnus glutinosa*)

строение пестика и завязи лилии

Материал: фиксированные завязи лилии, свежие завязи тюльпана, постоянный препарат поперечного разреза завязи лилии.

Ход работы

Рассмотреть строение фиксированного пестика лилии или свежий пестик тюльпана.

Описание объекта. Пестик массивный, состоит из завязи, короткого столбика и трехлопастного рыльца, следовательно, он образован тремя сросшимися плодолистиками.

Аккуратно, соблюдая правила техники безопасности, сделать лезвием бритвы поперечный срез завязи пестика. Визуально рассмотреть его строение. На поперечном срезе видно, что в результате срастания плодолистиков образовалась трехгнездная завязь, т. е. у лилии и тюльпана гнездышек синкарпный. В центральной части завязи расположена плацента, к которой прикреплены семечки: плацентация центрально-угловая. Поскольку пестик в процессе эволюции образовался в результате видоизменения особого листа (макроспорофилла), черты его строения сохранились и в каждом плодолистике. У плодолистика хорошо развит верхний и нижний эпидермис, между которыми находится мезофилл, а в мезофилле проходят сосудисто-волокнистые пучки.

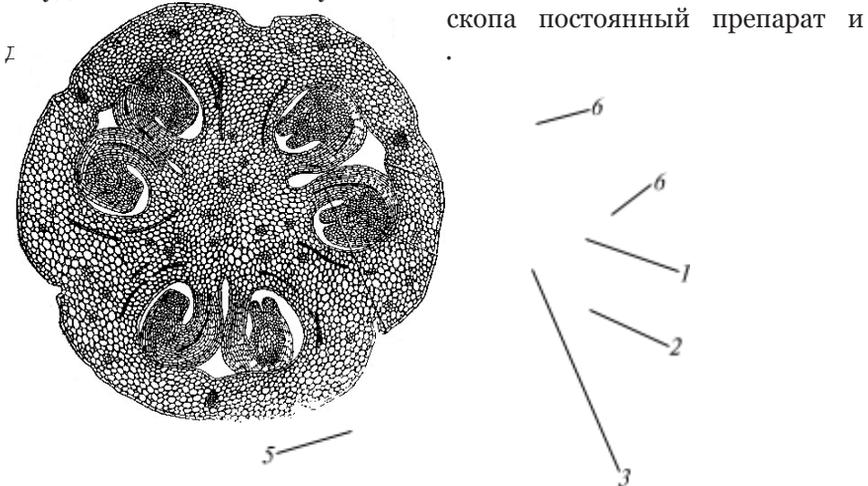


Рис. 100. Поперечный разрез завязи лилии (*Lilium* sp.):

1 – семенная камера; 2 – эпидермис; 3 – семяножка (фуникулус);
4 – семечки (семязачатки); 5 – паренхима (мезофилл плодолистика);

б – сосудисто-волокнистые пучки

Описание объекта. На поверхности завязи находится эпидермис, состоящий из крупных таблитчатых клеток, расположенных перпендикулярно поверхности завязи. Наружная и внутренняя тангентальные стороны эпидермальных клеток толстые, радиальные – достаточно тонкие. В наружном эпидермисе находится небольшое количество крупных устьиц. Каждое устьице состоит из двух узких замыкающих клеток, угловатых на концах. Устьичная щель выражена слабо.

Под эпидермисом расположен мезофилл плодолистика, состоящий из крупных паренхимных клеток. В мезофилле видно шесть крупных вытянутых перпендикулярно поверхности завязи сосудисто-волокнистых пучков, расположенных следующим образом: по одному пучку находится в центре каждого плодолистика и по одному – в местах срастания плодолистиков. Каждый сосудисто-волокнистый пучок коллатеральный закрытого типа. В пучке хорошо выражена ксилема, направленная в сторону наружного эпидермиса.

Каждая семенная камера выстлана внутренним эпидермисом. Клетки внутреннего эпидермиса мельче клеток наружного, но они также вытянуты перпендикулярно поверхности завязи и имеют достаточно толстую внутреннюю (направленную в сторону семенной камеры) тангентальную оболочку. Наружная тангентальная оболочка (направленная в сторону мезофилла) слабо утолщена.

Центральная часть завязи занята плацентой. В плаценте видно шесть тяжелей сосудисто-волокнистых пучков. В каждой семенной камере в два ряда расположены семязпочки, и каждый тяж пучков подходит к одному ряду семязпочек. Каждая семязпочка прикреплена к плаценте при помощи *семяножки – фуникулуса*.

Составить схему поперечного разреза завязи лилии. Детально зарисовать 1/3 часть завязи. Обозначить наружный эпидермис, внутренний эпидермис, мезофилл плодолистика, сосудисто-волокнистые пучки, ксилему, плаценту, семязпочки.

Лабораторная работа 15

соцветия и их типы

Соцветие, или цветоносный побег, – это побег, на котором расположены цветки и особые листья – прицветники. Как и вегетативный побег, соцветие имеет главную ось – *цветонос*. На нем выделяются *узлы* и *междоузлия*. Узлы – это место прикрепления

прицветных листьев (прицветников).

Прицветники – верхушечные листья, закладывающиеся раньше, чем

цветки, и на ранних этапах развития выполняющие защитную функцию. После распускания цветков они выполняют или функцию фотосинтеза, или привлечения насекомых-опылителей, или не несут никаких функций и сохраняются в виде рудиментарных образований.

Междоузлия – это расстояния между соседними узлами.

Цветонос (ось первого порядка) может ветвиться, образуя боковые оси разных порядков. Конечные оси, несущие цветки, называются *цветоножками*. На цветоножках могут находиться мелкие листочки – *прицветнички*. Соцветия имеют различное строение, что позволяет классифицировать их с использованием разных морфологических признаков.

По характеру ветвления цветоноса соцветия подразделяются на *ботрические (неопределенные)* и *цимозные (определенные)*.

Ботрические соцветия ветвятся по моноподиальному типу, цветонос нарастает в длину относительно неограниченно, и цветки на нем закладываются до тех пор, пока нарастает цветонос, т. е. число их различное, неопределенное.

Цимозные соцветия ветвятся по симподиальному или ложнодихотомическому типу, и количество цветков на осях строго определенное.

По наличию прицветников и их особенностям различают соцветия *фрондозные, фрондулезные* и *брактеозные*. У фрондозных соцветий прицветники по размерам и форме не отличаются от вегетативных листьев и выполняют кроме защитной функцию фотосинтеза. У фрондулезных соцветий прицветники зеленые, но по размерам меньше вегетативных листьев. У брактеозных соцветий прицветники мелкие, часто пленчатые. В зависимости от того, заканчивается ли цветонос верхушечным цветком или на верхушке цветок отсутствует, соцветия разделяют на *закртыые* и *открытые*.

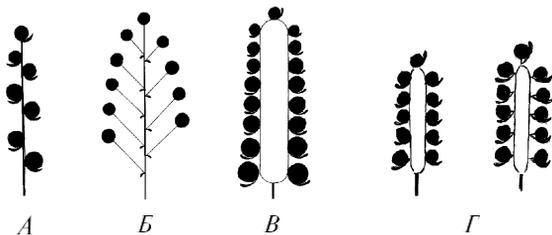
Независимо от типа ветвления соцветия можно разделить на *простые* и *сложные*. В простых соцветиях на главной оси располагаются одиночные цветки, а в сложных, главная ось которых многократно ветвится, – боковые (*парциальные*) соцветия.

Простые ботрические соцветия

Материал: планшеты с примерами простых ботрических соцветий, демонстрационные таблицы со схемами строения простых ботрических соцветий.

Ход работы

Рассмотреть смонтированные на планшете простые соцветия раз- ных растений.



ные) соцветия:
; Д – зонтик;

ветий простой колос
этих соцветий.
с и простой початок.



расположение цветков в пространстве.

стая кисть, простой
цветков к цветоносу
ик и простой щиток.
крайних цветков,

Рассмотреть строение соцветия корзинка. Обратите внимание на наличие обертки вокруг общего цветоложа, характер листочков обертки.

Зарисовать схемы строения соцветий, записать примеры растений с соответствующим типом соцветия (рис. 101).

Простые цимозные соцветия

Материал: планшеты с примерами простых цимозных соцветий, демонстрационные таблицы со схемами строения простых цимозных соцветий.

Ход работы

Рассмотреть строение соцветия монохазий. Обратите внимание на расположение цветков по отношению к цветоносу (рис. 102).

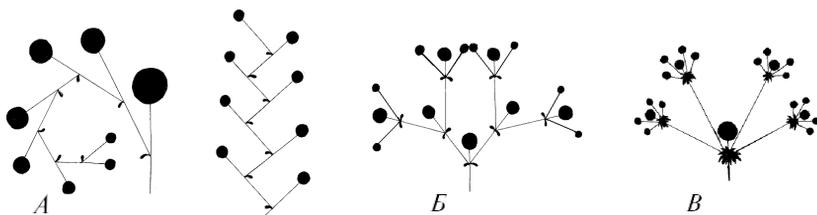


Рис. 102. Простые цимозные (определенные) соцветия:
 А – монохазий; 1 – завиток; 2 – извилина; Б – дихазий; В – плеюхазий

Описание объектов. Монохазальные соцветия ветвятся по симподиальному типу. Если цветки расположены по одну сторону цветоноса, монохазий называется завитком, если по обе стороны – извилиной.

Рассмотреть строение соцветий дихазий.

Описание объектов. Дихазальные соцветия ветвятся по ложнодихотомическому типу. Обратите внимание на то, что цветок, который развивается на главной оси, не перерастает два боковых цветка, образующихся из боковых почек.

Рассмотреть строение соцветия плеюхазий у молочая солнцегляда. Считается, что цветонос молочая ветвится по ложнодихотомическому типу, но при этом образуется не две, а более боковых ветвей, т. е. дихотомическое ветвление не типичное. У молочая главная ось заканчивается особым образованием – *циацием*, выше которого формируются боковые *циации*.

Зарисовать схемы строения соцветий, записать примеры растений с соответствующим типом соцветия (рис. 102).

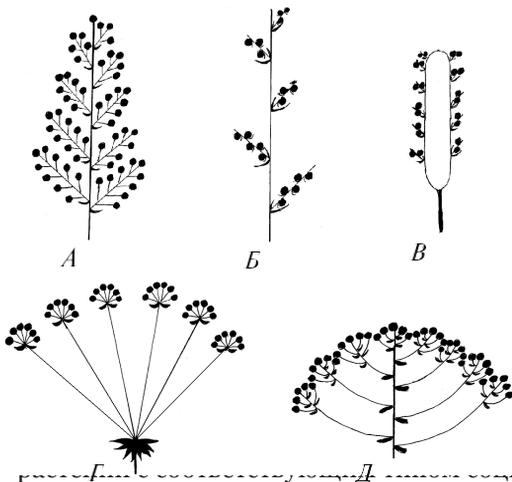
сложные ботрические соцветия

В сложных ботрических соцветиях главная и боковые оси ветвятся по моноподиальному типу. Названия сложных ботрических соцветий такие же, как и простых, но с добавлением слова «сложный». Исключение составляет наименование сложной кисти злаков, ее называют метелкой. **Материал:** планшеты с примерами сложных ботрических соцветий, демонстрационные таблицы со схемами строения сложных ботрических соцветий.

Ход работы

Рассмотреть смонтированные на планшете сложные соцветия разных растений.

Сопоставить строение соцветий сложный колос и сложная кисть.
Установить сходство и различие этих соцветий.



определенные) соцветия:
 А – сложный зонтик;
 В – сложный початок;
 Д – сложный щиток

СЛОЖНЫЙ КОЛОС И СЛОЖНЫЙ

ЦВЕТЬ.

СЛОЖНЫЙ ЗОНТИК И СЛОЖНЫЙ
 КОЛОС. Расположение
 средних и крайних цветков
 в пространстве. Обратите
 внимание на форму
 листочков обертки у
 срединных и краевых
 цветков и на форму
 оберточек у оснований

цветков, записать примеры
 соцветия (рис. 103).

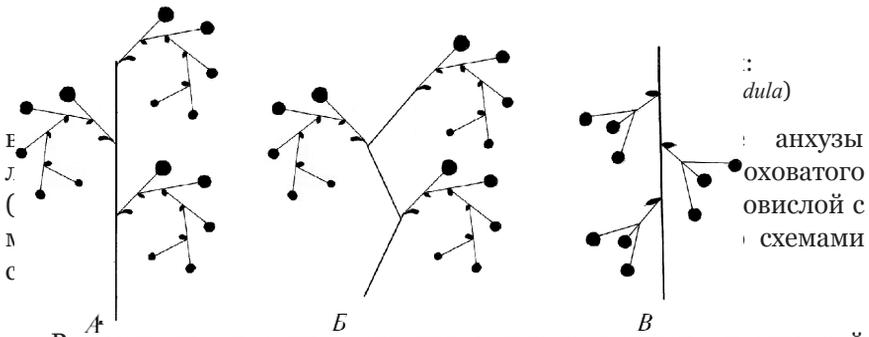
СЛОЖНЫЕ ЦИМЗНЫЕ СОЦВЕТИЯ

В сложных цимзных соцветиях ветвление главной оси и боковых осей может быть как одинаковым, так и различным, что отражается в названии соцветий.

Если главная ось ветвится по моноподиальному типу, а боковые – по симподиальному или ложнодихотомическому, общее соцветие называется *тирсоидным* или *тирсом*.

Если и главная, и боковые оси соцветия ветвятся по симподиальному типу, соцветия называются *цимоидами*.

Материал: фиксированные мужские сережки березы повислой (*Betula pendula* Roth), засушенные соцветия конского каштана обычно-



Рассмотреть строение соцветия конского каштана и мужской сережки березы.

Описание объектов. По внешнему виду соцветие напоминает сложную ботрическую кисть, но если присмотреться внимательно, то видно, что оси боковых соцветий извилистые, а главный цветонос прямой. Боковые соцветия ветвятся по симподиальному типу и представлены монохазальными соцветиями – завитками, а главный цветонос формируется по моноподиальному типу. Таким образом, у конского каштана обыкновенного сложное цимозное соцветие представлено тирсом (тирсоидом).

Соцветия березы повислой называют сережкой. Этот широко распространенный термин используется для обозначения повисающих соцветий у разных представителей, однако строение сережек сильно различается. Чтобы составить схему строения мужской сережки березы, надо выделить одно боковое соцветие и с помощью бинокулярной лупы рассмотреть его строение.

Под бинокулярной лупой видно, что боковое соцветие мужской сережки березы состоит только из трех тычиночных цветков, каждый из которых имеет пленчатый околоцветник из двух пленочек, внутри которых находятся две тычинки. Это маленькое соцветие представляет собой *ди-*

хазий. Таким образом, боковые оси сережки березы повислой ветвятся по ложнодихотомическому типу, а главная ось нарастает по моноподиальному типу. Следовательно, сережку березы следует рассматривать как тирсоид и можно называть сложной цимозной сережкой.

Зарисовать схему строения тирса конского каштана и мужской сережки березы повислой (рис. 104, *A, B*).

Рассмотреть строение общего соцветия анхузы лекарственной или окопника шероховатого.

Описание объектов. У этих растений главная ось и оси боковых соцветий извилистые, т. е. они ветвятся по симподиальному типу, следовательно, у анхузы и окопника общее соцветие является цимоидом.

Зарисовать схему строения цимоида (рис. 104, *B*).

Плоды

разнообразие Плодов

Плод – это образование, которое развивается у покрытосеменных растений на завершающем этапе процесса размножения. Обычно плод формируется из завязи пестика, однако довольно часто в образовании плода может принимать участие весь пестик, а иногда и другие части цветка.

Плод состоит из *околоплодника (перикарпия)* и заключенных в околоплодник *семян*. Околоплодник образуется из завязи и подразделяется на *внеплодник (экзокарпий)*, *межплодник (мезокарпий)* и *внутриплодник (эндокарпий)*. Гистологически эти слои соответствуют слоям стенки завязи.

Экзокарпий состоит из наружного эпидермиса и подстилающих его слоев паренхимы мезофилла стенки завязи. Мезокарпий формируется из мезофилла завязи, эндокарпий – из внутреннего эпидермиса с прилегающими к нему слоями паренхимы мезофилла стенки завязи. При образовании плодов стенка завязи может сильно разрастаться благодаря накоплению в мезокарпии запасных питательных веществ, и тогда развиваются *сочные плоды*. Если происходит потеря клетками мезофилла стенки завязи воды, тогда образуются *сухие плоды*. В сочных плодах дифференцировка перикарпия на три слоя хорошо выражена, в сухих плодах эти слои трудноразличимы или вообще не различимы.

Как сухие, так и сочные плоды чрезвычайно разнообразны по морфологическим признакам, что и положено в основу их *морфологической* классификации. Структурные признаки плода чаще всего связаны с процессом освобождения (рассеивания) семян из плода – *диссеминацией*.

Сухие плоды подразделяются на *невскрывающиеся* и

вскрывающиеся. Су- хие нескрывающиеся плоды подразделяются с учетом толщины и плотно- сти околоплодника, наличия или отсутствия придатков на околоплодни- ке, связи семени со стенками околоплодника на семянки, крылатки, орехи (орешки), жёлуди, зерновки.

Сухие вскрывающиеся плоды различаются преимущественно по характеру вскрывания околоплодника и подразделяются на листовки, бобы, стручки (стручочки), коробочки.

Сочные плоды классифицируются с учетом особенностей строения околоплодника и количества семян в плоде на следующие типы: ягода, ко- стянка, тыква, яблоко, померанец (гесперидий).

Особую группу составляют *членистые* и *дробные* плоды, а также *слож- ные*, или *сборные*.

Членистые плоды – это многосемянные плоды, которые не вскрыва- ются, а распадаются на односемянные (у некоторых бобовых) или двусе- мянные членики (у некоторых крестоцветных) по поперечным перетяж- кам, имеющимся на перикарпии.

Дробные плоды тоже многосемянные, но они подразделяются на од- носемянные членики – *мерикарпии* – продольными трещинами (напри- мер, у мальвы).

Сложные, или сборные, плоды образуются из цветка с апокарпным многочленным гинецеом, у которого каждый пестик превращается в от- дельный плодик (сборная листовка калужницы болотной, сборный оре- шек земляники лесной, сборная костянка малины).

У некоторых растений формируются плоды, которые являются исключе- нием из общего правила. Так, наряду с вскрывающимися многосемянными сухими бобами существуют невскрывающиеся односемянные бобы (эспар- цет, донник), а также членистые сочные (софора японская) и сухие (сера- делла, копеечник) бобы. Листовку обычно рассматривают как сухой мно- госемянный вскрывающийся плод, но бывают сочные невскрывающиеся листовки (лимонник китайский, воронец колосистый). Костянка у вишни, сливы, абрикоса – сочный плод, а у миндаля, грецкого ореха костянка сухая.

Наряду с морфологической классификацией плодов, широко исполь- зуемой на практике, существует *генетическая* классификация.

В ее основу положено представление о типе гинецея, из которого сформировался тот или иной плод. Она неудобна для практического применения, так как при такой классификации в одну группу попадают плоды, очень различающие- ся по морфологическим особенностям. Например, в группу апокарпий, т. е. плодов, образовавшихся из апокарпного гинецея, попадают и листов- ки, и бобы, и костянки.

Для более детальной, чем морфологическая, классификации плодов можно использовать *морфолого-генетическую*. Кроме морфологического названия плода в ней указываются тип гинецея, из которого образовался данный плод, и положение завязи в цветке,

например верхняя синкарпная коробочка тюльпана, нижняя синкарпная коробочка касатика, верхняя ли- зикарпная коробочка куколя и т. п.

Лабораторная работа 16

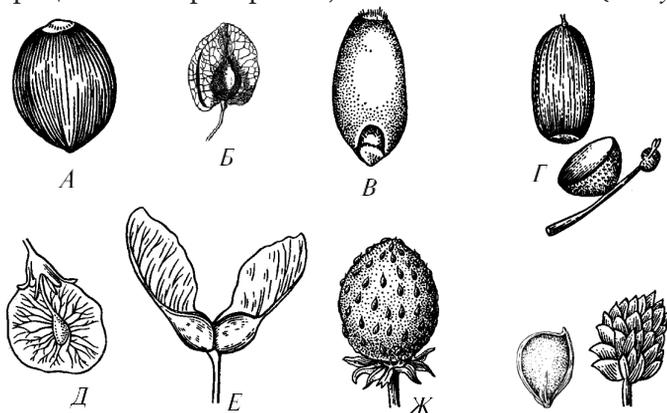
1. тиПЫ Плодов

сухие нескрывающиеся плоды

Материал: семянки череды трехраздельной (*Bidens tripartita* L.), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Wigg.), орех лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.), желуди дуба обыкновенного (*Quercus robur* L.), крылатки клена платановидного (*Acer platanoides* L.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), вяза гладкого (*Ulmus laevis* Pall.), зерновки ржи посевной (*Secale cereale* L.), пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.), сборные орешки лютика едкого (*Ranunculus acris* L.), самозарывающиеся орешки сборного плода аистника цикутного (*Erodium cicutarium* (L.) L' Her.), самозарывающиеся зерновки ковыля перистого (*Stipa capillata* L.).

Ход работы

Рассмотреть строение семянок сложноцветных. Обратить внимание на приспособления к распространению семянок у череды и одуванчика. Зарисовать семянки разных растений, обозначить прицепки на перикарпии, волосистый хохолок (*nannys*).



3

Рис. 105. Сухие нескрывающиеся плоды:

A – орех (лещина обыкновенная – *Corylus avellana*); B – орешек (щавель курчавый – *Rumex crispus*); B – зерновка (пшеница мягкая – *Triticum aestivum*); Г – жёлудь (дуб черешчатый – *Quercus robur*); Д – крылатка (вяз гладкий – *Ulmus laevis*); E – дробная крылатка (клён платановидный – *Acer platanoides*); Ж – сборный орешек на мясистом разросшемся цветоложе (земляника лесная – *Fragaria vesca*); З – орешек и сборный орешек (лютик едкий – *Ranunculus acris*)

Рассмотреть строение крылаток разных растений. Отметить отличия крылаток от семян. Обратит внимание на строение крыловидных выростов как приспособлений к распространению плодов. Зарисовать плоды крылаток, записать названия растений.

Рассмотреть строение желудей и орехов, отметить различия в строении перикарпия и плюски у этих плодов. Записать названия растений. Рассмотреть самозарывающиеся орешки аистника цикутного и зерновки ковыля. Обратит внимание на участие столбиков в процессе распространения плодиков. Зарисовать самозарывающиеся плоды, указать названия растений (рис. 105).

сухие вскрывающиеся плоды

Материал: листовки сокирки обыкновенной (*Consolida regalis* S. F. Gray), сборные листовки водосбора обыкновенного (*Aquilegia vulgaris* L.), калужницы болотной (*Caltha palustris* L.); бобы фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.), люцерны посевной (*Medicago sativa* L.), астрагала солодколистного (*Astragalus glycyphyllus* L.), членистые бобы сераделлы посевной (*Ornithopus sativus* Brot.), невскрывающиеся бобы эспарцета песчаного (*Onobrychis arenaria* (Rit.) DC.); стручки горчицы сарептской (*Brassica juncea* (L.) Czern.), горчицы белой (*Sinapis alba* L.), членистый стручок редьки дикой (*Raphanus raphanistrum* L.), невскрывающийся стручок редьки посевной (*Raphanus sativus* L.); стручочки пастушьей сумки обыкновенной (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.), ярутки полевой (*Thlaspi arvense* L.), рыжика посевного (*Camelina sativa* (L.) Crantz), икотника серого (*Berteroa incana* (L.) DC.); невскрывающиеся стручочки свербиги восточной (*Bunias orientalis* L.); коробочки мака-самосейки (*Papaver rhoeas* L.), белены черной (*Hyoscyamus niger* L.), дурмана обыкновенного (*Datura stramonium* L.), куколя обыкновенного (*Agrostemma githago* L.), ластовня сирийского (*Asclepias siriaca* L.), мачка рогатого (*Glaucium corniculatum* (L.) J. Rudolph), чистотела большого (*Chelidonium majus* L.).

Ход работы

Рассмотреть сухие и сборные листовки различных растений. Обратит внимание на особенности вскрывания плодов, количество семян в них. Уяснить различия в строении гинецея, из которого сформировались данные виды плодов. Зарисовать вскрывшуюся листовку. Обозначить спинной и брюшной швы.

Рассмотреть бобы разных видов растений, обратит внимание на

форму вскрывающихся бобов. Зарисовать бобы различной формы, указать названия растений.

Рассмотреть и зарисовать нескрывающиеся бобы. Обратит внимание на особенности перикарпия как приспособления к распространению плодов (рис. 106).

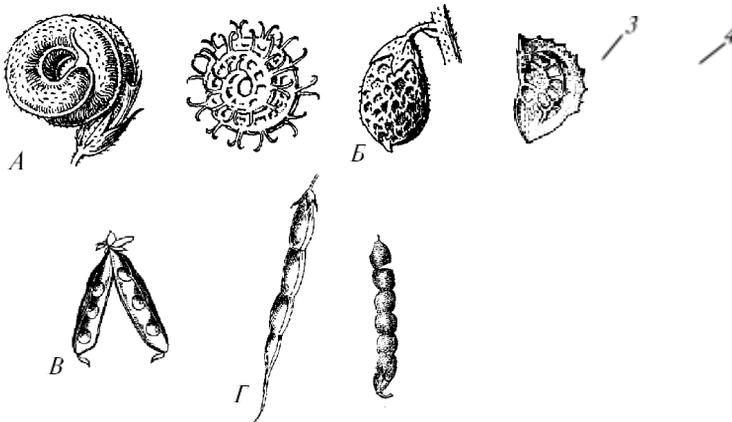
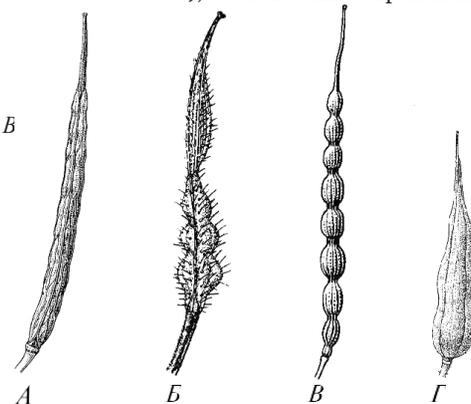
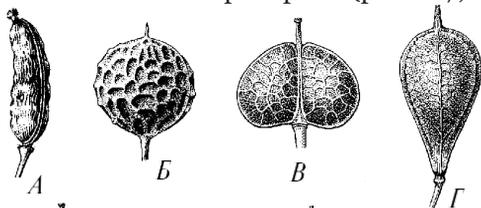


Рис. 106. Различная форма плодов у представителей семейства Бобовые (*Fabaceae*): А – вскрывающиеся, спирально закрученные бобы: 1 – люцерна посевная (*Medicago sativa*); 2 – люцерна маленькая (*Medicago minima*); Б – нескрывающиеся односемянные бобы: 3 – донник высокий (*Melilotus altissima*); 4 – эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*); В – вскрывающийся линейный боб гороха посевного (*Pisum sativum*); Г – членистые бобы: 5 – вязель разноцветный (*Coronilla varia*); 6 – копеечник европейский (*Hedysarum europaeum*)



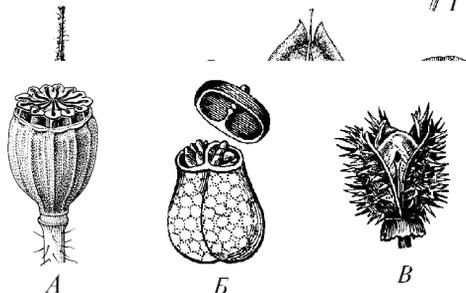
у представителей семейства
ные:
Б – горчица белая (*Sinapis alba*);
– редька посевная (*Raphanus sativus*)

Рассмотреть и зарисовать разные типы стручков и стручочков, обратив внимание на форму носика стручков, форму стручочков, особенно - сти перикарпия (рис. 107, 108).



представителей семейства

А - *Lotus palustris*; Б - неселя
сердечница крупковидная
В - *Lotus*
Г - икотник серый (*Berteroa incana*);
Ж - иберис горький (*Iberis*



Ж - *Laspi arvense*)

бочек:
А - *Hyasciamus niger*;
Б - *Hyasciamus*
В - *Hyasciamus*
Г - *Hyasciamus*

чковидной коробочки,
бленности строения и
ика.



Рассмотреть и зарисовать коробочки с различным типом вскрывания. Охарактеризовать их согласно морфолого-генетической классификации (рис. 109).

сочные плоды

Материал: натуральные плоды яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.), рябины обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.), огурца посевного (*Cucumis sativus* L.), цинародия шиповника собачьего (*Rosa canina* L.), боярышника однопестичного (*Crataegus monogyna* Jacq.), померанца лимона обыкновенного (*Cytrus limon* (L.) Burm.).

Фиксированные образцы сочных костянок сливы обыкновенной (*Prunus domestica* L.), вишни обыкновенной (*Cerasus vulgaris* Mill.).

Высушенные плоды тыквы патиссона (*Cucurbita pepo* L. var. *patisson* Duch.), люффы цилиндрической (*Luffa cylindrica* (L.) Roem.), разные формы плодов тыквы обыкновенной.

Ход работы

Рассмотреть плод яблоко, определить, из какой по положению завязи в цветке образовался плод. По поперечному срезу плода определить, какой тип гинецея исходный для него.

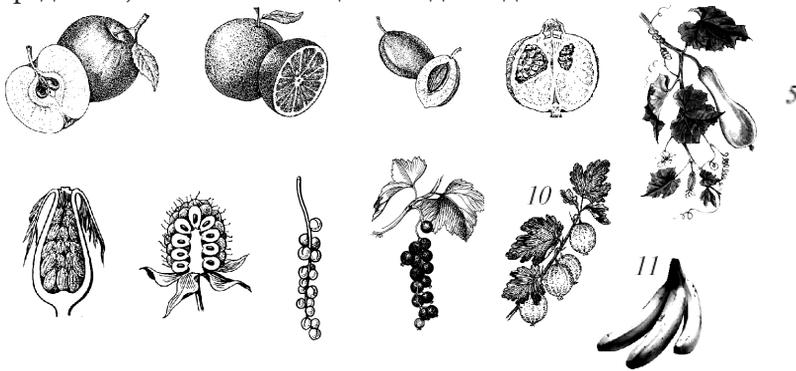


Рис. 110. Разнообразие и строение сочных плодов:

- 1 – яблоко (яблоня домашняя – *Malus domestica*); 2 – померанец (апельсин – *Citrus sinensis*); 3 – сочная костянка (слива обыкновенная – *Prunus domestica*); 4 – гранатина (гранат – *Punica granatum*); 5 – тыква (лагенария – *Lagenaria siceraria*); 6 – цинародий (шиповник собачий – *Rosa canina*); 7 – сборная костянка (малина – *Rubus idaeus*); 8 – сочная сборная листовка (лимонник китайский – *Schizandra chinensis*); 9 – смородина черная (*Ribes nigrum*); 10 – крыжовник отклоненный (*Grossularia reclinata*); 11 – банан (*Musa* sp.)

Рассмотреть плод тыквины у тыквы обыкновенной. Обратит внимание на строение перикарпия и уяснить, чем ягодообразный плод тыквы отличается от плода ягоды. Определить, из какой по положению завязи в цветке тыквы образовался плод.

Сделать поперечный разрез плода огурца, определить тип гинецея и плацентации семян в плоде. Составить морфолого-генетическую характеристику плода.

Рассмотреть высушенную тыквину люфы цилиндрической, обратит внимание на степень развития проводящей системы в перикарпии плода, по числу семенных камер охарактеризовать тип гинецея, из которого развился данный плод.

Сделать продольный разрез цинародия шиповника собачьего. Рассмотреть расположение плодиков в нем. Определить положение завязи в цветке шиповника. Зарисовать продольный разрез цинародия.

Рассмотреть плоды-костянки сливы или вишни. Дать морфолого-генетическую характеристику плода (рис. 110).

2. Проростки двудольных и однодольных растений

После образования и освобождения из плода семена многих растений впадают в состояние покоя. Для подавляющего большинства дикорастущих и многих культурных растений характерен так называемый *органический покой*. В такой период семена даже при благоприятных для прорастания условиях не прорастают. Наличие органического покоя – это приспособительный механизм для поддержания жизни видов, способствующий сохранению семян в почве при неблагоприятных для развития условиях и формированию в почве запаса (банка) семян. Продолжительность органического покоя семян у различных видов неодинакова и может продолжаться до одного-двух и даже более лет.

При благоприятных условиях – наличии влаги, оптимальной температуры и хорошей аэрации почвы – семена выходят из состояния покоя и прорастают. При прорастании семян образуются проростки. *Проросток* – это молодое растение с первой парой настоящих листьев.

Прорастание семян у двудольных и однодольных растений различно, что определяет морфологию проростка. Для двудольных характерно *надземное* и *подземное* прорастание, для однодольных –

преимущественно *подземное*. Надземное прорастание связано с активным ростом *гипокотила* – участка стебля от корневой шейки (условное место перехода корня в стебель) до семядолей. Подземное прорастание происходит за счет ак-

тивного роста *эпикотиль* – участка стебля, расположенного между семя- долями и первым настоящим листом. При надземном прорастании семя- доли выносятся на поверхность, при подземном – сохраняются в почве.

Проростки двудольных растений с надземным типом прорастания

Материал: проростки фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris* L.) на разных стадиях развития.

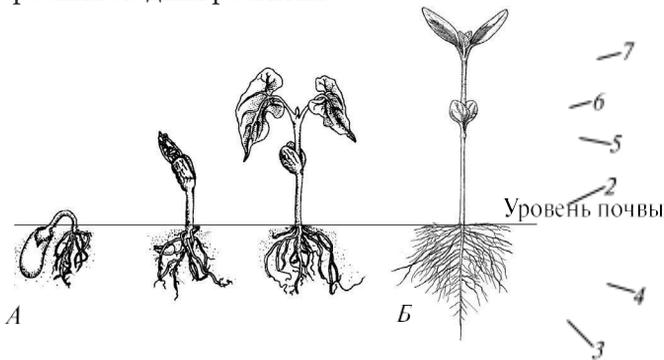


Рис. 111. Надземное прорастание семян:

А – фасоль обыкновенная (*Phaseolus vulgaris*), Б – подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus*): 1 – кожура семени; 2 – гипокотиль; 3 – главный корень; 4 – боковые корни; 5 – семядоли; 6 – эпикотиль; 7 – первые настоящие листья

Ход работы

Рассмотреть строение проростков фасоли, для которых характерен надземный тип прорастания, на разных стадиях развития. Зарисовать последовательность формирования проростка. Обозначить главный корень, боковые корни, корневую шейку, гипокотиль, семядоли, эпикотиль, первые настоящие листья (рис.111).

Проростки двудольных растений с подземным типом прорастания

Материал: проростки гороха посевного (*Pisum sativum* L.) на разных стадиях развития.

Ход работы

Рассмотреть строение проростков гороха, для которых характерен подземный тип прорастания, на разных стадиях развития (рис. 112). За-

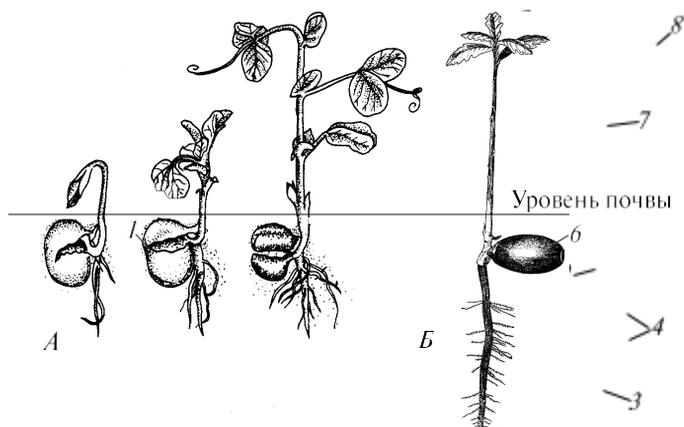


Рис. 112. Подземное прорастание семян:

А – горох посевной (*Pisum sativum*), Б – дуб черешчатый (*Quercus robur*):

1 – кожура семени; 2 – гипокотиль; 3 – главный корень; 4 – боковые корни;

5 – семядоли; 6 – плод жёлудь; 7 – эпикотиль; 8 – настоящие листья

рисовать последовательность формирования проростка. Обозначить главный корень, боковые корни, семядоли, корневую шейку, эпикотиль, зачаточные листья, первые настоящие листья.

Проростки злаков

Материал: проростки злаков на разных стадиях развития голозерных злаков – ржи посевной (*Secale cereale* L.), пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.); пленчатых злаков – ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare* L.), овса посевного (*Avena sativa* L.), кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.).

Ход работы

Рассмотреть строение проростков ржи посевной или пшеницы мягкой на разных стадиях развития, для которых характерны голые зерновки. Зарисовать проростки на разных стадиях развития. Отметить зерновку, первичные зародышевые корешки, колеоризу, колеоптиль с заключенным в него первым настоящим листом, первый настоящий лист.

Рассмотреть строение проростков ячменя или овса, у которых зерновки покрыты цветочными пленками (пленчатые зерновки) (рис. 113). Зарисовать проростки на разных стадиях развития. Обозначить

пленчатую зерновку, первичные зародышевые корешки, колеоризу,
КО-

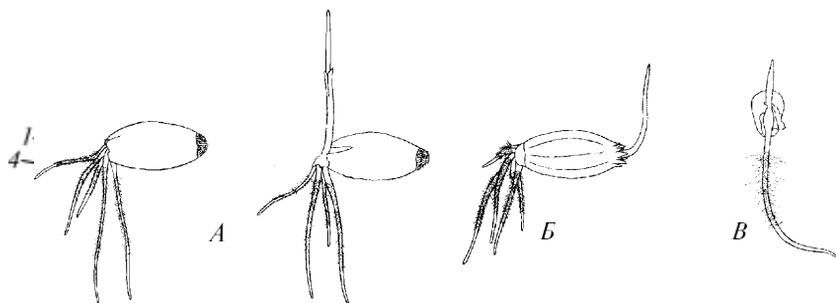


Рис. 113. Формирование проростков злаков:

А – пшеница мягкая (*Triticum aestivum*), Б – ячмень обыкновенный (*Hordeum vulgare*),

В – кукуруза обыкновенная (*Zea mays*): 1 – голая зерновка; 2 – зерновка, покрытая цветочными пленками (пленчатая); 3 – оболочка зерновки; 4 – первичные зародышевые корешки; 5 – главный корень; 6 – колеориза; 7 – колеоптиль;

8 – появляющиеся настоящие листья

леоптиль с заключенным в него первым настоящим листом, первый настоящий лист.

Рассмотреть и зарисовать разновозрастные проростки кукурузы. Обозначить зерновку кукурузы, главный корень, боковые корешки, колеоптиль, первый настоящий лист.

сПисок литературы

- Артюшенко, З. Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод / З. Т. Артюшенко, А. А. Фёдоров. Л., 1986.
- Артюшенко, З. Т.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Семя / З. Т. Артюшенко. Л., 1990.
- Атлас по анатомии растений / Г. А. Бавтуто [и др.]. Минск, 2001.
- Бавтуто, Г. А.* Лабораторный практикум по анатомии и морфологии растений / Г. А. Бавтуто. Минск, 1985.
- Ботаника. Анатомия и морфология растений / А. Е. Васильев [и др.]. М., 1988.
- Кузнецова, Т. В.* Соцветия. Морфологическая классификация / Т. В. Кузнецова, М. И. Пряхина, Г. П. Яковлев. СПб., 1992.
- Левина, Р. Е.* Морфология и экология плодов / Р. Е. Левина. Л., 1987.
- Левина, Р. Е.* Способы распространения плодов и семян / Р. Е. Левина. М., 1957. *Лотова, Л. И.* Морфология и анатомия высших растений / Л. И. Лотова. М., 2001.
- Мирославов, Е. А.* Структура и функции эпидермиса листа покрытосеменных растений / Е. А. Мирославов. Л., 1974.
- Первухина, Н. В.* Околоцветник покрытосеменных / Н. В. Первухина. Л., 1979. Практический курс ботаники / В. Г. Хржановский [и др.]. М., 1963.
- Рождественский, В. П.* Практические занятия по ботанике / В. П. Рождественский. М., 1961.
- Сауткина, Т. А.* Морфология растений / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. Минск, 2012.
- Сауткина, Т. А.* Размножение растений : пособие / Т. А. Сауткина, В. Д. Поликсенова. Минск, 2001.
- Терехин, Э. С.* Семя и семенное размножение / Э. С. Терехин. СПб., 1996.
- Тутаюк, В. Х.* Анатомия и морфология растений / В. Х. Тутаюк. М., 1980.
- Фегри, К.* Основы экологии опыления / К. Фегри, Л. ван дер Пейл. М., 1982. *Фёдоров, А. А.* Атлас по описательной морфологии высших растений. Цветок / А. А. Фёдоров, З. Т. Артюшенко. Л., 1975.

Фёдоров, Н. Н. Соцветия / А. А. Фёдоров, З. Т. Аргюшенко. Л., 1979.
Эсау, К. Анатомия семенных растений : в 2 т. / К. Эсау. М., 1980. 2 т.

содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
--------------------	----------

ВВЕДЕНИЕ

1. Морфология как структурная ботаника	4
2. Организация лабораторных занятий	6

КЛЕТКА И ЕЕ КОМПОНЕНТЫ

Лабораторная работа 1

1. Структура клетки	13
Клетка эпидермиса луковицы лука репчатого (<i>Allium cepa</i> L.)	13
2. Пластиды и их типы	14
Хлоропласты в клетках листа зеленого мха мниума (<i>Mnium</i> sp.)	15
Хромопласты в клетках плода рябины (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)	16
Хромопласты в клетках плода томата (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	17
Хромопласты в клетках плода боярышника (<i>Crataegus monogina</i> Jacq.)	17
Хромопласты в клетках корнеплода моркови (<i>Daucus sativus</i> (Hoffm.) Roechl.)	18
Лейкопласты в клетках нижнего эпидермиса листа зебрины повислой (<i>Zebrina pendula</i> Schnizl.)	19
3. Запасные питательные вещества в клетках	20
Запасной крахмал в клубнях картофеля (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	21
Алейроновые зерна в семенах фасоли обыкновенной (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	23

Алейроновые зерна в семени клещевины обыкновенной (<i>Ricinus communis</i> L.)	24
4. Кристаллические включения в клетках	25
Кристаллы в клетках чешуи лука репчатого (<i>Allium cepa</i> L.)	25
Кристаллы в черешке листа бегонии (<i>Begonia</i> sp.)	25
Кристаллы в корневище купены душистой (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce)	26
Сферокристаллы инулина в корневых шишках георгины перистой (<i>Dahlia pinnata</i> Cav.)	27

ТКАНИ

Классификация тканей	29
-----------------------------	-----------

Лабораторная работа 2

Покровные ткани	30
Эпидермис листа пеларгонии зональной (<i>Pelargonium zonale</i> Willd.)	33
Устьичные комплексы	35
Перидерма бузины красной (<i>Sambucus racemosa</i> L.)	36
Ритидом (корка) стеблей древесных растений	38

Лабораторная работа 3

Механические ткани	38
Уголковая колленхима в черешке листа бегонии (<i>Begonia</i> sp.)	39
Пластинчатая колленхима в стебле подсолнечника однолетнего (<i>Helianthus annuus</i> L.)	41
Рыхлая колленхима в черешке ревеня обыкновенного (<i>Rheum rhabarbarum</i> L.)	41
Лубяные волокна льна (<i>Linum usitatissimum</i> L.) или других текстильных культур	42
Склеренхима в стеблях двудольных и однодольных растений	43
Склерейды в плодах груши обыкновенной (<i>Pyrus communis</i> L.)	44

Лабораторная работа 4

1. Проводящие ткани	45
Трахеиды в стебле сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	46
Лестничные трахеи и трахеиды в корневище папоротника-орляка обыкновенного (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn)	47
Проводящие сосуды в стебле кукурузы обыкновенной (<i>Zea mays</i> L.) и подсолнечника однолетнего (<i>Helianthus annuus</i> L.)	48

2. Сосудисто-волокнистые пучки	49
Закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый проводящий пучок в стебле кукурузы обыкновенной (<i>Zea mays</i> L.)	
50	
Биколлатеральный открытый проводящий пучок в стебле тыквы обыкновенной (<i>Cucurbita pepo</i> L.)	51
Концентрический амфивазальный проводящий пучок в корневище ландыша майского (<i>Convallaria majalis</i> L.)	53
Концентрический амфикрибральный проводящий пучок в корневище папоротника-орляка обыкновенного (<i>Pteridium aquilinum</i> L.)	54

СТЕЛИ И ИХ ТИПЫ

Лабораторная работа 5

Эволюционное разнообразие стелей	55
Протостель в стебле селягинеллы (<i>Selaginella</i> sp.)	56
Плектостель в стебле плауна булавовидного (<i>Lycopodium clavatum</i> L.)	57
Артростель в стебле хвоща полевого (<i>Equisetum arvense</i> L.)	58
Эустель в стебле проростка подсолнечника однолетнего (<i>Helianthus annuus</i> L.)	59
Атактостель в стебле купены душистой (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce)	61

ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Лабораторная работа 6

Корень	63
Строение молодого корешка ржи посевной (<i>Secale cereale</i> L.)	64
Первичное анатомическое строение корня касатика германского (<i>Iris germanica</i> L.)	66
Переход от первичного анатомического строения корня ко вторичному	68
Вторичное анатомическое строение корня клевера лугового (<i>Trifolium pratense</i> L.)	70
Анатомическое строение многолетнего корня липы сердцелистной (<i>Tilia cordata</i> L.)	71

Лабораторная работа 7

1. Симбиоз растений и его типы	73
---------------------------------------	----

Эктотрофная микориза на корнях вереска обыкновенного (<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill)	73
Эндотрофная микориза в корнях пальчатокоренника мяско- красного (<i>Dactylorhiza incarnata</i> (L.) Soó)	74
Клубеньки на корнях люпина многолистного (<i>Lupinus</i> <i>polyphyllus</i> Lindl.)	75
2. Метаморфозы корня	76
Строение корневых шишек	77
Строение корнеплодов	78
Воздушные корни эпифитных орхидей	81
Корень-присоска (гаустория) повилики европейской (<i>Cuscuta europaea</i> L.)	83
Лабораторная работа 8	
Побег	85
Строение почки	86
Строение побега	87
Ветвление побегов	89
Лабораторная работа 9	
Стебель	90
Первичное анатомическое строение стебля подсолнечника однолетнего (<i>Helianthus annuus</i> L.)	92
Первичное анатомическое строение стебля рдеста плавающего (<i>Potamogeton natans</i> L.)	94
Первичное анатомическое строение стебля купены душистой (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce)	96
Первичное анатомическое строение стебля кукурузы обыкновенной (<i>Zea mays</i> L.)	97
Первичное анатомическое строение стебля ржи посевной (<i>Secale cereale</i> L.)	99
Вторичное анатомическое строение стебля кирказона обыкновенного (<i>Aristolochia clematitis</i> L.) (стебель пучкового типа)	100
Вторичное анатомическое строение стебля льна обыкновенного (<i>Linum usitatissimum</i> L.) (стебель непучкового типа)	102
Вторичное анатомическое строение стебля подсолнечника однолетнего (<i>Helianthus annuus</i> L.) (стебель	

промежуточного типа)	104
Вторичное анатомическое строение ветки липы сердцелистной (<i>Tilia cordata</i> L.)	106
Вторичное анатомическое строение ветки сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	109
Лист	111
<i>Лабораторная работа 10</i>	
Морфолого-экологические особенности листьев	112
Морфологические особенности листа	113
Три категории листьев	116
Гетерофиллия и ее типы	117
<i>Лабораторная работа 11</i>	
Анатомическое строение листьев	118
Анатомическое строение листа камелии японской (<i>Camellia japonica</i> L.)	119
Анатомическое строение листа касатика германского (<i>Iris germanica</i> L.)	121
Анатомическое строение листа (хвои) сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	123
<i>Лабораторная работа 12</i>	
Метаморфозы побега и его компонентов	125
Метаморфозы подземных побегов	126
Метаморфозы надземных побегов	132
ЦВЕТОК – ОСОБЫЙ РЕПРОДУКТИВНЫЙ ОРГАН ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ	
Общий план строения цветка	137
<i>Лабораторная работа 13</i>	
1. Актиноморфные цветки двудольных растений	140
Цветок лютика ползучего (<i>Ranunculus repens</i> L.)	140
Цветок калужницы болотной (<i>Caltha palustris</i> L.)	142
Цветок вишни птичьей, или черешни (<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench)	143
Цветок яблони домашней (<i>Malus domestica</i> Borkh.)	144
Цветок лапчатки гусиной (<i>Potentilla anserina</i> L.)	145

Цветок мака-самосейки (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	147
Цветок куколя обыкновенного (<i>Agrostemma githago</i> L.)	148
Цветок редьки дикой (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	150
Цветок картофеля (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	151
2. Актиноморфные цветки однодольных растений	152
Цветок птицемлечника зонтичного (<i>Ornithogalum umbellatum</i> L.)	152
Цветок купены душистой (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce)	153
Цветок касатика германского (<i>Iris germanica</i> L.)	154

Лабораторная работа 14

1. Зигоморфные цветки	155
Цветок караганы древовидной (<i>Caragana arborescens</i> Lam.)	155
Цветок яснотки белой (<i>Lamium album</i> L.)	157
Цветок борца аптечного (<i>Aconitum napellus</i> L.)	158
Цветок живокости высокой (<i>Delphinium elatum</i> L.)	159
Цветок пальчатокоренника мясо-красного (<i>Dactylorhiza incanata</i> (L.) Soó)	160
2. Цветки сложноцветных	162
Язычковые цветки в соцветии-корзинке цикория обыкновенного (<i>Cichorium intybus</i> L.)	162
Ложноязычковые цветки в корзинке пупавки красильной (<i>Anthemis tinctoria</i> L.)	163
Воронковидные и трубчатые цветки в корзинке василька синего (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	165
3. Цветки с пленчатым околоцветником и без околоцветника (голые, или беспокровные)	166
Цветок ржи посевной (<i>Secale cereale</i> L.)	166
Цветки ивы козьей (<i>Salix caprea</i> L.)	168
4. Репродуктивные элементы цветка	169
Строение пыльника тычинки лилии (<i>Lilium</i> sp.)	170
Морфология пыльцы	172
Строение пестика и завязи лилии	173

Лабораторная работа 15

Соцветия и их типы	174
Простые ботрические соцветия	175

Простые цимозные соцветия	176
Сложные ботрические соцветия	177
Сложные цимозные соцветия	178

ПЛОДЫ

Разнообразие плодов	181
----------------------------	-----

Лабораторная работа 16

1. Типы плодов	183
Сухие нескрывающиеся плоды	183
Сухие скрывающиеся плоды	184
Сочные плоды	187
2. Проростки двудольных и однодольных растений	188
Проростки двудольных растений с надземным типом прорастания	189
Проростки двудольных растений с подземным типом прорастания	189
Проростки злаков	190

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	192
--------------------------	-----

Учебное издание

Сауткина Тамара Александровна
Поликсенова Валентина Дмитриевна

ботаника.
ПрактикуМ По Морфологии растений

учебное пособие

Редактор *Т. А. Беланко*
Художник обложки *Т. Ю. Таран*
Технический редактор *Т. К.*
Раманович Компьютерная верстка *В.*
Н. Васиной Корректор *А. В. Лебедько*

Подписано в печать 28.06.2017. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 11,62. Уч.-изд. л. 11,31.

Тираж 200 экз. Заказ 335.

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Республиканское унитарное предприятие
«Издательский центр Белорусского государственного университета».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 2/63 от 19.03.2014.
Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.