



БАЛТИЙСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИММАНУИЛА КАНТА

Н. Г. Петрова, А. А. Володина

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО АНАТОМИИ
И МОРФОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**

**Калининград
2025**

БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. ИММАНУИЛА КАНТА

Н. Г. Петрова, А. А. Володина

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО АНАТОМИИ
И МОРФОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

Учебно-методическое пособие

Издательство
Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
2025

УДК 581.8:581.4(076.5)

ББК 28.56я73

ПЗ05

Рецензенты

Л. Н. Скрыпник, канд. биол. наук, доцент Высшей школы живых систем,
Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград;

Ю. Ю. Полунина, канд. биол. наук, зав. лабораторией морской экологии
Атлантического отделения ФГБУН «Институт океанологии
им. П. П. Ширшова Российской академии наук», Калининград

Петрова, Н. Г.

ПЗ05 Лабораторный практикум по анатомии и морфологии растений : учебно-методическое пособие / Н. Г. Петрова, А. А. Володина. — Калининград : Издательство БФУ им. И. Канта, 2025. — 136 с.

ISBN 978-5-9971-1021-5

Содержит информацию о технике безопасности работы в лаборатории, методику техники микроскопирования и окрашивания растительных препаратов, а также информацию о содержании лабораторных занятий, методические рекомендации по выполнению заданий, задания и рисунки к ним, рекомендуемую литературу.

Предназначено для студентов 1-го курса, обучающихся по направлениям подготовки 06.03.01 «Биология» и 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

УДК 581.8:581.4(076.5)

ББК 28.56я73

ISBN 978-5-9971-1021-5

© Петрова Н. Г., Володина А. А., 2025

© Оформление, БФУ им. И. Канта, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	7
Правила техники безопасности при работе в гистологической лаборатории	7
Правила работы с микроскопом	8
Микротехника	9
Приготовление срезов	9
Типы срезов	10
Методика изготовления временных препаратов	10
Приготовление давленных препаратов.....	11
Препараты-отпечатки.....	11
Окрашивание препаратов	12
Реакция с флороглюцином	12
Оформление результатов лабораторных работ	13
Тема 1. Клетка	14
Лабораторная работа 1.1. Строение растительной клетки; движение цитоплазмы, пластиды.....	15
Лабораторная работа 1.2. Запасные питательные вещества и кристаллы минеральных солей в растительных клетках.....	22
Тема 2. Ткани	28
Лабораторная работа 2.1. Образовательные ткани: митоз в клетках корешка лука, первичная меристема, вторичная меристема.....	29
Лабораторная работа 2.2. Покровные ткани (эпидерма, перидерма, корка)	38
Лабораторная работа 2.3. Основные ткани: паренхима.....	46
Лабораторная работа 2.4. Основные ткани: механические ткани.....	52

Лабораторная работа 2.5. Проводящие ткани, проводящие пучки	58
Тема 3. Вегетативные органы	70
Лабораторная работа 3.1. Проросток. Типы и формы корневых систем. Зоны корня. Микроскопическое первичное и вторичное строение корня. Видоизменение корней (монокамбиальный и поликамбиальный корнеплоды)	70
Лабораторная работа 3.2. Морфология побега	78
Лабораторная работа 3.3. Анатомия стебля	88
Лабораторная работа 3.4. Лист: морфология листа, анатомия листовой пластинки	94
Тема 4. Репродуктивные органы	105
Лабораторная работа 4.1. Околоцветник. Андроцей и гинецей	105
Лабораторная работа 4.2. Соцветия	116
Лабораторная работа 4.3. Плоды.....	121
Список рекомендуемой литературы	132

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие по анатомии и морфологии растений составлено в соответствии с рабочей программой для студентов по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» профиля «Фундаментальная и прикладная биология» и специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» в Балтийском федеральном университете им. И. Канта и предназначено для рациональной организации времени учащихся на лабораторных работах и лучшего усвоения изучаемого материала. С содержанием занятия необходимо ознакомиться при подготовке к нему. Для подготовки к лабораторному занятию используют литературные источники, перечисленные в рабочей программе.

Каждое занятие содержит перечень необходимого оборудования и материалов, вопросы для теоретической подготовки, задания для выполнения в лаборатории, а также задания для самостоятельной работы. Задания, выполняемые в лаборатории предполагают работу с постоянными или временными микропрепаратами. Результаты лабораторных заданий оформляются в альбомах в виде рисунков микропрепаратов и подписей к ним. В заданиях перечислены структуры, которые должны быть изображены на рисунках и указаны в подписях к ним. В тексте заданий названия этих структур выделены *жирным курсивом*. После каждой работы в лаборатории студент должен сделать вывод (подвести итог). Задания для самостоятельной работы студентов предполагают изучение дополнительной литературы, заполнение таблиц, написание вывода по пройденной теме, оформление альбома.

Пособие содержит сведения по методике приготовления препаратов, анализу объектов и оформлению результатов наблюдения. Оно иллюстрировано рисунками и схемами из классических учебников по анатомии и морфологии растений (Бав-

туто, 2002; Барыкина и др., 1979; Вехов и др., 1980; Воронин, 1981; Киселева, 1969; Комаров, 1941; Хржановский и др., 1989; Тутаюк, 1980 и др.).

Для выполнения рисунков нужен остро отточенный простой карандаш. Рисунки могут быть двух типов: схематические (показываются границы только крупных структур) и подробные (изображаются мелкие детали).

В конце каждой работы после выполнения всех заданий пишется вывод по занятию.

В тексте занятия имеются задания для закрепления знаний и умений по теме. Описания заданий для самостоятельного выполнения приводятся в конце каждой работы.

В конце семестра альбомы сдаются на проверку. Наличие правильно и своевременно оформленного альбома является необходимой составляющей комплекса зачетных мероприятий по разделу «**Анатомия и морфология растений**».

В пособии использованы материалы учебных пособий: Лабораторные работы по анатомии и морфологии растений: Методические рекомендации для студентов 1-го курса биологического факультета / сост. Н. Г. Петрова. Калининград : КГУ, 1998; Дьяченко Е. А., Дьяченко А. П., Шаталина А. А. Рабочая тетрадь по анатомии растений для специальности «Биология» : учеб.-метод. пособие для студентов дневного отделения, обучающихся по специальности биология. Екатеринбург : Урал. гос. пед. ун-т, 2005; Ботаника: Рабочая тетрадь / сост. С. Х. Вышегуров, Н. В. Иванова, Е. В. Пальчикова. Новосибирск : Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2012; Прохоренко Н. Б., Халиуллина Л. Ю., Кадырова Л. Р., Дёмина Г. В. Ботаника: анатомия растений : учеб. пособие. Казань : Брик, 2017 и др.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы проводятся в аудиториях, оснащенных монокулярными (Альтами), бинокулярными (Микромед-1, Микромед МС-2-Zumm, Zeiss Primo Star), тринокулярными (Микроскоп Axioscope A1 Carl Zeiss) микроскопами.

Правила техники безопасности при работе в гистологической лаборатории

При работе в гистологической лаборатории необходимо соблюдать следующие правила.

1. Запрещается находиться в лаборатории в верхней одежде (работать разрешается только в специальном халате).
2. Открывать окна можно только с разрешения преподавателя.
3. Запрещается приносить и употреблять в пищу напитки и продукты.
4. Включать и выключать тумблеры в электрическом щитке можно только с разрешения преподавателя.
5. При работе с оборудованием и оптическими приборами в случае обнаружения неисправности приборов, электропроводки или розеток нужно сообщить об этом преподавателю. Запрещается самому производить ремонт.
6. При изготовлении временных препаратов осторожно обращаться с режущими инструментами и стеклами. В случае нанесения порезов необходимо поставить об этом в известность преподавателя (для оказания медицинской помощи).
7. Запрещается выбрасывать сломанные предметные и покровные стекла в мусоросборник, осколки необходимо складывать в специальный контейнер.
8. Для работы с фиксированными в спирте объектами необходимо использовать пинцет.

9. По окончании работы следует сдать инструменты и отра-
ботанные препараты преподавателю; микроскопы отключить
от сети и накрыть чехлами; навести порядок на рабочем месте,
сдать дежурному.

Правила работы с микроскопом

При работе с микроскопом необходимо соблюдать следующие
правила.

1. Работать с микроскопом только сидя.
2. Микроскопирование всегда начинать при малых увеличе-
ниях (объектив X8) (рис. 1).



Рис. 1. Устройство светового микроскопа:

- 1 — окуляр; 2 — тубус; 3 — тубусодержатель; 4 — винт грубой
наводки; 5 — винт микрометра; 6 — подставка;
7 — конденсор; ирисовая диафрагма и светофильтр;
8 — предметный столик;
9 — револьверное устройство; 10 — объектив;
11 — препаратодержатель; 12 — корпус линзы осветителя
(<https://micromed-spb.ru>)

3. Конденсор поднимать в крайнее верхнее положение, полностью раскрывая апертурную диафрагму.

4. Помещать препарат на предметный столик так, чтобы оптическая ось проходила через объект.

5. Проводить фокусировку механизмами макро- и микрометрической настройки. Вращать винты следует плавно, не допуская рывков и применения силы.

6. При переходе к работе с большим увеличением (объективы X20 и X40) объект или интересующую часть объекта устанавливать в центр поля зрения, препарат закреплять клеммами. Затем поворотом револьвера устанавливать в рабочее положение объектив с необходимым увеличением.

7. По окончании работы микроскоп снова перевести на малое увеличение и только после этого снять препарат с предметного столика.

Микротехника

Микротехника, микроскопическая техника — совокупность приемов, применяемых для получения микроскопического препарата.

Приготовление срезов

Для быстрого приготовления срезов, не подлежащих длительному хранению, пользуются ручным способом.

Для приготовления срезов объект удерживают большим и указательным пальцами, выравнивая на нем поверхность скальпелем. В свободную руку берут бритвенное лезвие. При изготовлении срезов объект держат в руке вертикально, бритву — горизонтально.

Срез делают, проводя бритвой одним плавным быстрым движением слева направо и слегка на себя. Срезы должны быть тонкие и небольшие. Не обязательно делать срез через всю поверхность объекта, достаточно срезать небольшой сектор. Не следует делать бритвой движения то в одну, то в другую сторону («пилить») или вести ее прямо на себя, так как в этом случае срезы получаются смятыми или рваными. Чтобы при резке объект не подсыхал, необходимо время от времени смачивать

объект и лезвие водой, если объект свежий, и спиртом, если он спиртованный. Срезы с бритвы осторожно снимают препаровальной иглой и переносят на предметное стекло в каплю воды, глицерина или другой жидкости.

Типы срезов

По ориентации относительно оси органа выделяют следующие типы срезов: *поперечные, продольные радиальные, продольные тангентальные (тангенциальные)*.

Для изготовления поперечных срезов поверхность кусочка, с которой делаются срезы, должна быть перпендикулярна оси стебля, корня, жилке листа и т. д.

Продольные срезы бывают радиальными, то есть проходящими по радиусу стебля или корня. Для получения радиального среза небольшой кусок корня или другого осевого органа разрезают вдоль оси пополам и затем режут параллельно поверхности среза.

Плоскость тангентального среза проходит параллельно оси органа и перпендикулярно радиусу органа (рис. 2).

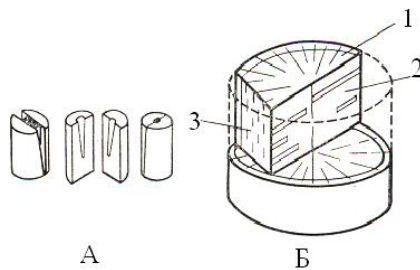


Рис. 2. Закладка объекта в сердцевину бузины (А) и сечения цилиндрического органа (Б):
1 — поперечное; 2 — продольное радиальное;
3 — продольное тангентальное (Собчак, Папина, 2006)

Методика изготовления временных препаратов

Срез, помещенный на предметное стекло в каплю жидкости: воды, глицерина или какого-либо реактива, накрывают покров-

ным стеклом. Чтобы под предметное стекло не попали пузырьки воздуха, его край погружают в каплю жидкости. После этого покровное стекло осторожно опускают на образец, используя препаровальную иглу или тонкий пинцет. Если все-таки пузырьки воздуха появились, чтобы их удалить, надо аккуратно постучать обратной стороной препаровальной иглы по покровному стеклу.

Приготовление давленных препаратов

Для приготовления давленных микропрепаратов подготовленный материал помещают на предметное стекло, накрывают покровным стеклом или другим предметным стеклом и надавливают сверху через фильтровальную бумагу обратной стороной препаровальной иглы.

Перед приготовлением давленных микропрепаратов материал подвергают мацерации (обработка объекта, приводящая к распаду ткани на отдельные клетки). Для мацерации растительных тканей можно использовать соляную кислоту (НСI), гидроксид калия (КОН). Продолжительность мацерации — от нескольких секунд до нескольких минут в зависимости от объекта. Затем материал промывают в воде.

Если в тканях содержится большое количество воздуха, как в древесине или стеблях растений, перед мацерацией этот воздух удаляют. Если материал мертвый (древесина, сухие листья), для удаления воздуха достаточно прокипятить объект в воде.

Препараты-отпечатки

Эти препараты предназначены для изучения деталей поверхности органов растений (листьев).

Для получения отпечатков можно использовать бесцветный лак для ногтей (ацетат целлюлозы). Каплю лака наносят на поверхность листа. Дождавшись высыхания лака, подцепляют край пленки, воткнув иглу в мякоть листа и подняв ее. Капнув воду на пленку, захватывают пинцетом приподнятый край пленки, оторвав ее и положив в каплю воды на предметном стекле. Затем капают воду сверху пленки. Покровное стекло прикладывают наклонно к предметному стеклу одним краем, аккуратно

опуская его. Если в воде остались пузырьки воздуха, осторожно надавливают на покровное стекло, чтобы воздух выдавился из-под него. Рассматривают препарат под микроскопом.

Окрашивание препаратов

При изготовлении препаратов чаще всего бывает необходимо их окрасить. Цель окраски состоит в выявлении структур, интересующих исследователя.

Йодная реакция

Классическая цветная реакция на крахмал.

Реактивы: для этой реакции можно применять растворы йода в йодистом калии (1 : 3 + 100 частей воды) и йода в воде или спирте.

Проведение реакции: исследуемый материал помещают на предметное стекло в каплю реактива.

Результаты реакции: крахмальные зерна приобретают цвет от темно-синего до фиолетового и голубого, а белки (алеуроновые зерна и цитоплазма) — желтый цвет разной интенсивности. Йодная окраска держится недолго, поэтому в постоянных препаратах ее сохранить не удастся.

Окраска жиров суданом

Реактивы: используется раствор судана III (0,1—0,5%-ный раствор в смеси равных весовых частей 96%-ного спирта и глицерина).

Проведение реакции: исследуемый материал помещают на предметное стекло в каплю реактива.

Результаты реакции: жиры окрашиваются в цвета от соломенно-желтого до красного. Вместе с жирами окрашиваются смолы, эфирные масла, опробковевшие и кутинизированные оболочки клеток.

Реакция с флороглюцином

Основная реакция для установления одревеснения клеточной оболочки.

Реактивы: для этой реакции используют 0,5 % раствора флороглюцина в смеси 50 % этанола и концентрированной соляной кислоты в соотношении 2 : 1. Чтобы приготовить 1 л такого рас-

творя, надо взять 333 мл дистиллированной воды, 333 мл чистого этанола, 333 мл концентрированной соляной кислоты и 5 г порошка флороглюцина.

Проведение реакции: срез помещают в каплю заранее приготовленного реактива.

Результаты реакции: одревесневшие оболочки приобретают яркую вишневую или красно-фиолетовую окраску, интенсивность которой зависит от степени одревеснения клеточных оболочек (лигнификации). После появления вишневого окрашивания срез помещают в глицерин (во избежание разрушения структур кислотой).

Оформление результатов лабораторных работ

Лабораторные работы оформляют в альбоме. В правом верхнем углу указывают дату, ниже — название темы и лабораторной работы. Рисунки делают графитовым тонко заточенным простым карандашом средней твердости (ТМ или НВ). Изображение должно быть тем крупнее, чем больше деталей в нем необходимо показать. На одном листе допустимо размещение нескольких рисунков. Рисунки должны правдиво изображать объект с соблюдением пропорций и масштаба.

Под рисунком должны быть пояснительные надписи (номер и название рисунка; на выносках — названия изображенных структур).

Тема 1

КЛЕТКА

Клетка представляет собой универсальный структурный функциональный элемент тела высшего растения. Клетки в теле растения разнообразны — соответственно выполняемым ими функциям.

Во взрослой растительной клетке различают три основные части: оболочку, протопласт (живое содержимое) и вакуоль. Сложная организация процессов жизнедеятельности возможна благодаря специализированным структурным элементам — органеллам, выполняющим различные функции. К ним относятся ядро, пластиды, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, рибосомы, аппарат Гольджи и др. Органеллы погружены в гиалоплазму, которая обеспечивает их взаимодействие. Гиалоплазма с органеллами, за исключением ядра, составляет цитоплазму клетки. Клеточная оболочка, вакуоль и включения являются продуктами жизнедеятельности протопласта и образуются им на определенных этапах развития клетки.

В клетках растений образуются эргастические включения — это продукты обмена веществ протопласта, не обладающие жизненными свойствами. Они имеют различным образом оформленную структуру. Могут откладываться в цитоплазме, вакуолях, клеточной оболочке. Чаще всего эргастические включения представляют собой запасные вещества растительной клетки, которые временно выводятся из обмена веществ, но в определенные периоды жизни растения мобилизуются и вновь используются для обеспечения жизненных процессов (углеводы, белки, жиры). Реже включения представляют собой конечные продукты обмена веществ (оксалат кальция (CaC_2O_4) и углекислый кальций (CaCO_3)).

Лабораторная работа 1.1
Строение растительной клетки;
движение цитоплазмы, пластиды

Вопросы для теоретической подготовки:

1. В чем отличие прокариотической клетки от эукариотической?
2. Какие основные органоиды растительных клеток можно наблюдать под световым микроскопом?
3. Протопласт и его производные: клеточная стенка и вакуоль.
4. Что такое органоиды клетки? Какие вы знаете органоиды растительной клетки?
5. Ядро растительной клетки. Его составляющие и химический состав. Какие функции выполняет ядро?
6. Что такое вакуоли, как они образуются, каково их строение и роль?
7. Что такое клеточный сок и каков его состав?
8. Что такое плазмодесмы и каковы их функции?
9. Каковы структура, химический состав, физические и биологические свойства цитоплазмы?
10. Типы движения цитоплазмы.
11. В клетках каких органов растений встречаются хлоропласты, каково их строение и функции?
12. В клетках каких органов растений встречаются хромопласты, каково их строение и функции?
13. В клетках каких органов имеются лейкопласты и какие функции они выполняют?
14. Какие взаимные превращения возможны между пластидами?

Оборудование и материал: микроскопы, предметные и покровные стекла, капельницы с дистиллированной водой, флороглюцина и концентрированной соляной кислотой, препаровальные иглы, пипетки, салфетки, фильтровальная бумага, пинцеты, лезвие, луковича лука (*Allium cepa* L.), раствор йода в йодиде калия, листья элодеи (*Elodea canadensis* Rich.), сорванные с растения за 30 минут до начала занятия и выдержанные на ярком свете в чашке Петри с водой при температуре 20—25°C,

свежие плоды томата (*Lycopersicon sp.*) или шиповника (*Rosa canina L.*), лист традесканции (*Tradescantia sp.*), побег лавровишни лекарственной (*Laurocerasus officinalis Roem.*) и сосны (*Pinus sp.*).

Цель работы: изучить особенности строения растительной клетки.

Задачи работы: рассмотреть растительную клетку с ее составными частями — оболочкой, цитоплазмой, ядром, пластидами, ознакомиться с расположением цитоплазмы и ее движением.

Порядок работы:

1. Изготовить препарат эпидермы сочной чешуи репчатого лука. Найти и рассмотреть при малом увеличении участок эпидермы, состоящий из одного слоя клеток с хорошо заметными ядрами. Изучить строение клетки при большом увеличении сначала в капле воды, а затем в растворе йода, в йодиде калия. Зарисовать одну-две клетки и обозначить их основные части (**цитоплазма, клеточная стенка, ядро, вакуоль**) (можно использовать постоянный препарат) (рис. 3).

2. Изготовить препарат листа элодеи. Для этого отделите лист, расположенный на верхушке побега, и поместите его в каплю воды на предметном стекле морфологически верхней стороной вверх. Накройте покровным стеклом, при этом внимательно следите, чтобы весь лист был погружен в воду и препарат не содержал пузырьков воздуха. Для детального изучения клеток с хлоропластами на малом увеличении необходимо найти участок в основании листовой пластинки между ее краем и жилкой. При большом увеличении внимательно изучите форму и расположение хлоропластов. При хорошем освещении в некоторых клетках можно наблюдать перемещение хлоропластов (движение цитоплазмы). Зарисовать одну клетку и указать стрелками **направление движения цитоплазмы**. Обозначить **хлоропласты** (рис. 4).

3. Изготовить препараты клеток мякоти плодов томата или шиповника. Исследовать содержимое клеток при большом увеличении и рассмотреть **форму хлоропластов**. Зарисовать одну-две клетки мякоти плодов и сделать обозначения (рис. 4).

4. Изготовить препарат нижней эпидермы листа традесканции. Рассмотреть при большом увеличении содержимое клеток, найти **лейкопласты**. Зарисовать одну-две клетки и сделать обозначения (рис. 4).

5. Приготовить препараты радиального и тангенциального срезов древесины лавровишни и сосны, подействовав на них флороглюцином и соляной кислотой (можно использовать заранее приготовленный краситель). Рассмотреть при большом увеличении строение стенок клеток. На тангенциальном срезе найти **окаймленные поры** в разрезе, а на радиальном — в плане. Зарисовать и сделать обозначения (рис. 5).

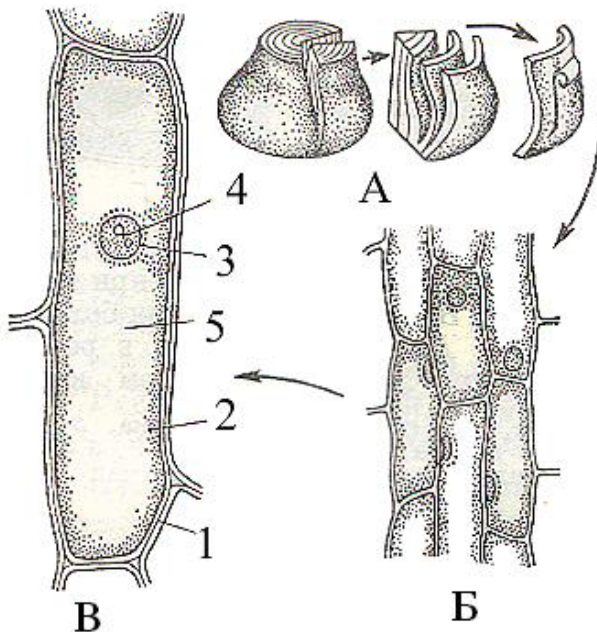


Рис. 3. Клетки эпидермы сочной чешуи репчатого лука (*Allium cepa*):

A — луковица лука; *B* — клетки эпидермы; *B* — отдельная клетка;
 1 — оболочка клетки; 2 — цитоплазма; 3 — ядро; 4 — ядрышко;
 5 — вакуоль (Собчак, Папина, 2006)

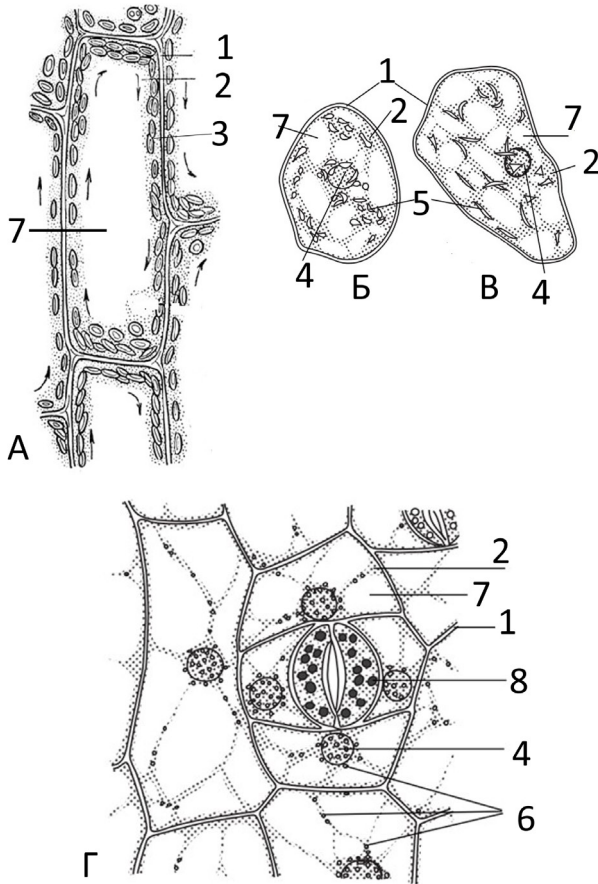


Рис. 4. Пластиды в клетках растений:

A — клетки листа элодеи; *Б, В* — хромопласты в клетках плода шиповника и рябины; *Г* — клетки нижнего эпидермиса листа традесканции; 1 — оболочка; 2 — цитоплазма; 3 — хлоропласты с крахмальными зёрнами; 4 — ядро, 5 — хромопласты; 6 — лейкопласты; 7 — вакуоль (стрелками показано направление движения цитоплазмы); 8 — устьичные клетки с хлоропластами (Паламарчук, Веселова, 1969; Хржановский, Пономаренко, 1988; Практикум, 2001; Практикум, 1979)

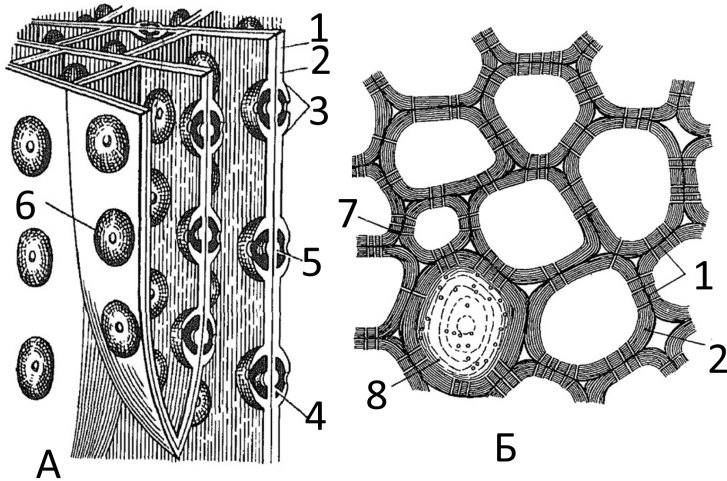


Рис. 5. *А* — трахеиды сосны (схема);
Б — простые поры и вторичные утолщения на стенке клеток
 сердцевины побега лавровишни лекарственной;
 1 — первичная стенка; 2 — вторичная стенка;
 3 — окаймленная пора (вид сбоку);
 4 — замыкающая пленка; 5 — торус;
 6 — окаймленная пора (вид сверху); 7 — простые поры;
 8 — вид на простую пору сверху
 (Хржановский, Пономаренко, 1988;
 Тутаюк, 1980)

Сделать вывод о структурах клетки, различных в световой микроскоп, их функциях; о процессах, происходящих в живой растительной клетке и наблюдаемых в световой микроскоп.

Задания для самостоятельной работы

Используя теоретический материал (конспект лекций, материалы учебников) заполнить таблицу 1.1. В первом столбце добавить схему (картинку).

Краткая характеристика основных клеточных структур

Название и схема	Структура	Функции
Плазмалемма, или плазматическая мембрана (4—10 нм)	Между двумя слоями белка два слоя фосфолипидов и липопротеидов (бислойное строение)	
Ядро (3—500 мкм)	Самая крупная органелла, заключенная в двухмембранную оболочку, пронизанную ядерными порами. Имеет ядрышко. Содержит в интерфазе хроматин — раскрученные хромосомы	
Эндоплазматический ретикулум (ЭПР)	Система уплощенных мембранных мешочков — цистерн, трубочек и пластинок, которые образуют единое целое с наружной мембраной ядерной оболочки	
Рибосомы (17—23 нм)	Очень мелкие безмембранные органеллы, состоящие из двух субчастиц — большой и малой. Содержат белок и РНК приблизительно в равных долях. Находятся в цитоплазме, ядрышках, на поверхности шероховатого ЭПР, в митохондриях и <i>хлоропластах</i>	
Комплекс Гольджи	Стопка уплощенных мембранных мешочков — цистерн, которые на одном конце стопки непрерывно образуются, а на другом отшнуровываются в виде пузырьков. Стопки могут существовать в виде <i>дискретных диктиосом</i>	

Продолжение табл. 1.1

Название и схема	Структура	Функции
Хлоропласт (4—10 мкм)	Крупная пластида, содержащая хлорофилл. Окружена двойной мембраной и заполнена студенистой основой — стромой, в которой находится система мембран — ламелл, тилакоидов, собранных в стопках. Строма содержит также рибосомы, кольцевую молекулу ДНК, зерна крахмала и капельки масла	
Митохондрии (до 10 мкм)	Митохондрии окружены двойной мембраной; внутренняя мембрана образует складки — кристы. Матрикс содержит небольшое количество рибосом, одну кольцевую молекулу ДНК и <i>фосфатные гранулы</i>	
Лизосомы (0,2—18 мкм)	Сферические одномембранные пузырьки с гомогенным содержимым, богатым <i>гидролитическими ферментами</i>	
Клеточная оболочка (стенка)	Ограничивает клетку, состоит из целлюлозных микрофибрилл, погруженных в матрикс, состоящих из сложных полисахаридов — гемицеллюлоз и пектиновых веществ. У некоторых клеток клеточные стенки претерпевают вторичное утолщение и химические изменения (лигнизация, суберинизация, кутинация, минерализация и др.). Срединная пластинка (слой пектиновых веществ, пектатов кальция и магния). Плазмодесмы — тонкие цитоплазматические нити, связывающие цитоплазму двух соседних клеток через тонкую пору клеточной стенки, выстланную плазматической мембраной. Сквозь пору проходят десмотубулы, соединенные на обоих концах с ЭПР	

Окончание табл. 1.1

Название и схема	Структура	Функции
Центральная вакуоль	Это мешок, образованный тонопластом и заполненный клеточным соком — водным раствором различных веществ (минеральных солей, сахаров, пигментов, органических кислот, ферментов и др.)	

Лабораторная работа 1.2

Запасные питательные вещества и кристаллы минеральных солей в растительных клетках

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Эргастические вещества растительной клетки.
2. Запасные вещества растительной клетки.
3. Типы крахмала по происхождению; простые, сложные и полусложные крахмальные зерна; слоистость крахмальных зерен.
4. Запасной белок; формы его отложения и расположение в клетках (алеироновые зерна).
5. Жиры, значение и локализация в клетке.
6. Конечные продукты обмена веществ, значение и локализация в клетке. Кристаллы оксалата кальция в клетках растений (стилоиды, друзы, рафиды).

Оборудование и материал: микроскопы, предметные и покровные стекла, капельницы с дистиллированной водой, препаровальные иглы, пипетки, салфетки, фильтровальная бумага, пинцеты, лезвия, раствор йода в йодиде калия, глицерин, судан III, листья элодеи (*Elodea canadensis* Rich.), клубень картофеля (*Solanum tuberosum* L.), предварительно намоченные зерновки пшеницы (*Triticum aestivum* L.), кукурузы (*Zea mays* L.), овса (*Avena sativa* L.), гороха (*Pisum sativum* L.), плоды подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), кусочки сухой чешуи луковичы

(*Allium cepa* L.), прокипяченные в воде, а затем выдержанные 10—15 дней в водном растворе глицерина; постоянный микропрепарат продольного среза через зерновку овса (*Avena sativa* L.), черешки листьев бегонии (*Begonia* sp.), традесканции (*Tradescantia* sp.).

Цель работы: показать разнообразие запасных питательных веществ и кристаллов минеральных солей, образующихся в растительных клетках.

Задачи работы: ознакомиться с формами крахмальных зерен различных растений, отложением белков, жиров в семенах и со строением кристаллов.

Порядок работы:

1. Первичный крахмал в листе элодеи. Поместить лист элодеи на предметное стекло. Найти с помощью йодной реакции первичный крахмал в листе элодеи. Зарисовать одну клетку с окрашенным первичным крахмалом. На рисунке указать **хлоропласты** и то, что **препарат окрашен йодом**.

2. Вторичный крахмал. Изготовить препараты крахмальных зерен картофеля, пшеницы, овса, кукурузы, гороха; провести реакцию на крахмал раствором йода в йодиде калия; зарисовать при большом увеличении **крахмальные зерна** указанных выше растений, сохраняя пропорции между ними. Сделать обозначения (рис. 6).

3. Рассмотреть постоянный микропрепарат поперечного среза зерновки овса или пшеницы; найти при малом, а затем при большом увеличении алейроновый слой и рассмотреть алейроновые зерна; зарисовать несколько клеток **алеyroнового слоя**, а также три-четыре клетки **эндосперма с крахмалом**; сделать обозначения **алеyroнового слоя**, **алеyroновых зерен**, **эндосперма**, **крахмальных зерен** (рис. 7, А).

4. Запасные вещества семян гороха или фасоли. Соскоблить небольшое количество мякоти размоченных семян гороха, поместить на предметное стекло и окрасить раствором йода в йодиде калия. Найти на препарате и зарисовать **алеyroновые и крахмальные зерна** в семенах гороха или фасоли (рис. 7, Б).

5. Извлечь из-под шелухи семени подсолнечника ядро. Этим ядром с силой провести по предметному стеклу. На стекле останется жирный след. На след капнуть раствор судана III. Рассмотреть и зарисовать отдельные *капли жира*.

6. Кусочек сухой чешуйки репчатого лука положить на предметное стекло. При малом увеличении найти одиночные палочковидные кристаллы *оксалата кальция*; *рафиды* и *друзы* рассмотреть на поперечных срезах черешка традесканции и бегонии. Зарисовать, сделать обозначения (рис. 8).

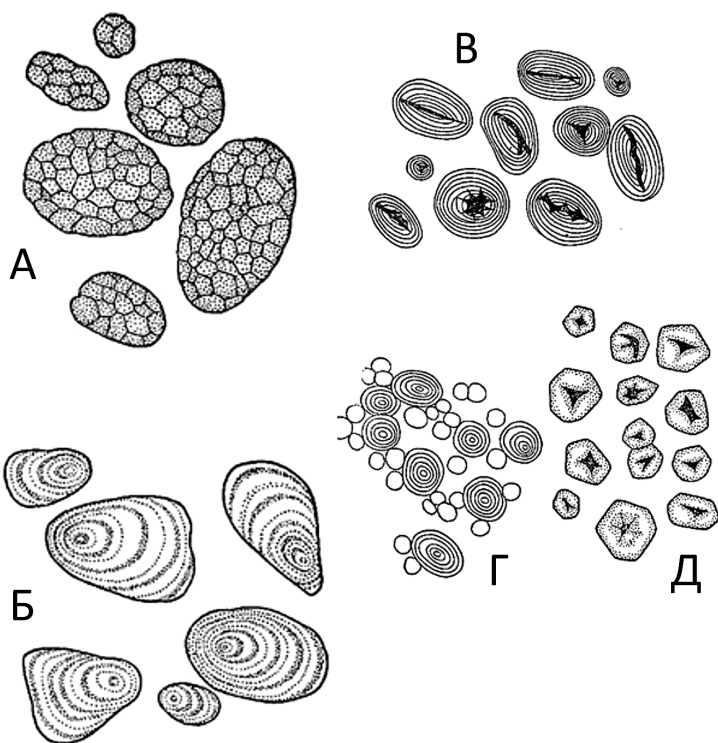


Рис. 6. Крахмальные зерна: А — сложные у овса; Б — картофеля; В — фасоли; Г — пшеницы; Д — кукурузы (Гутаюк, 1980)

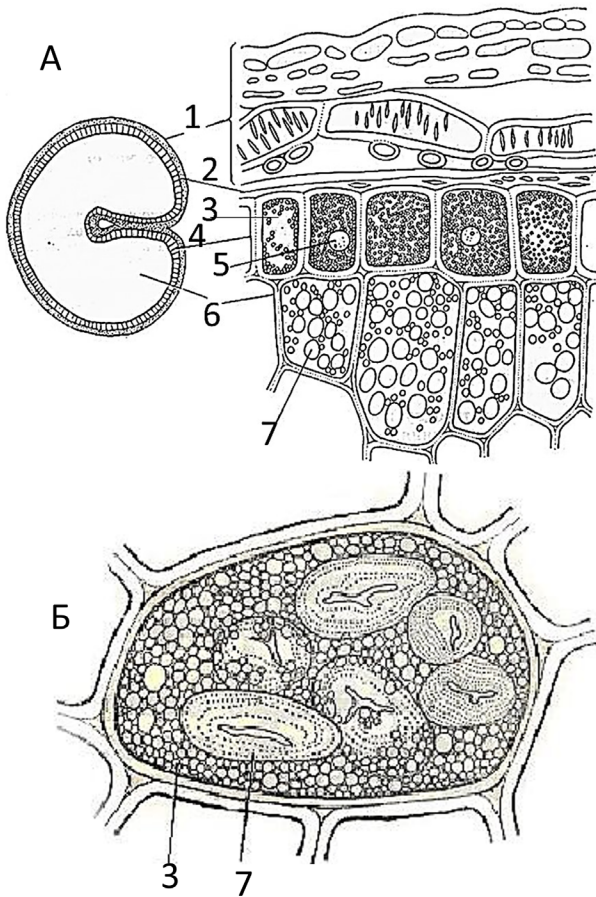


Рис. 7. Запасные вещества в клетках семян злаков и бобовых:
 А — запасные вещества в зерновке пшеницы (*Triticum durum*)
 на поперечном срезе; Б — запасные вещества в клетке семени
 фасоли (*Phaseolus vulgaris*); 1 — околоплодник; 2 — кожура семени;
 3 — алейроновые зерна; 4 — алейроновый слой; 5 — ядро;
 6 — клетки эндосперма с крахмальными зёрнами;
 7 — крахмальные зёрна (Хржановский, Пономаренко, 1989)

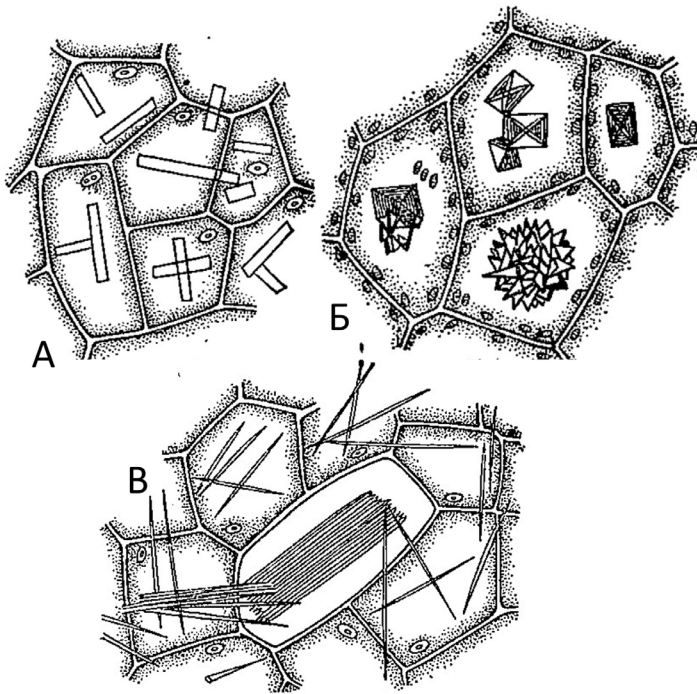


Рис. 8. Кристаллы щавелекислого кальция в клетках:
А — одиночные и крестообразные в клетках сухой чешуи луковичы лука (*Allium cepa*); Б — одиночный кристалл, сrostок кристаллов и друза в клетках черешка бегонии борщевиколистной (*Begonia manicata*); В — пучок рафид в клетках корневища купены (*Polygonatum officinale*) (Хржановский, Пономаренко, 1988)

Сделать вывод об эргастических веществах растительной клетки, их классификации, нахождении в клетке и роли.

Задания для самостоятельной работы

Используя теоретический материал (конспект лекций, материалы учебников), заполнить таблицу 1.2.

Таблица 1.2

Эргастические включения клетки

Включение	Место локализации	Внешнее строение
Углеводы		
<i>Крахмал</i> ассимиляционный (или первичный)		
Запасной (вторичный) — подразделяют на транзиторный, запасной и оберегаемый крахмал	Транзиторный: Запасной: Оберегаемый:	
Белки		
Протеины, алеуроновые зерна		
Жиры Липидные капли (гранулы)		
Экскреторные включения (кристаллы) — продукты отброса		
Кристаллы Соли, органические и неорганические кислоты		

Тема 2

ТКАНИ

У высших растений каждая клетка выполняет не все присущие ей функции, а только некоторые. Для них характерно тканевое строение.

Ткань — это устойчиво повторяющиеся комплексы клеток, сходные по происхождению, топографии, строению и приспособленные к выполнению одной или нескольких функций.

Существуют различные классификации тканей, но все они достаточно условны. Растительные ткани делят на несколько групп в зависимости от основной функции: 1) меристемы, или образовательные ткани; 2) покровные; 3) проводящие; 4) механические; 5) основные; 6) секреторные, или выделительные, и т. д.

Немецкий физиолог Юлиус Сакс (1861) выделяет три системы тканей: покровные, основные и проводящие. В органах растений они расположены в определенном порядке.

В зависимости от структуры ткани могут быть простыми и сложными. Простые ткани состоят из однотипных клеток (меристемы, паренхима, аэренхима, колленхима, склеренхима, хлоренхима), сложные — из различных (эпидерма, перидерма, флоэма, ксилема).

Исходным типом ткани являются образовательные. За счет деления и дифференциации их клеток образуются все остальные типы тканей, называемые постоянными.

В зависимости от положения в теле растений выделяют несколько типов образовательных тканей: верхушечные, или апикальные (располагаются на верхушке побегов и кончиках корней), боковые, или латеральные (прокамбий, камбий, феллоген), вставочные, или интеркалярные (в основании междоузлий и молодых растущих листьев). Особый тип — раневые (травматические) меристемы, возникают при залечивании поврежденных тканей и органов. В зависимости от происхождения образовательные ткани могут быть первичными и вторичными. Меристемы, которые ведут свое начало от клеток зародыша и

являются производными эмбриональной ткани, из которой состоял зародыш, называют первичными (апикальные меристемы, прокамбий, перицикл). Вторичными — которые возникают из какой-либо постоянной ткани или из первичных меристем (камбий, феллоген, добавочный камбий). В соответствии с этой классификацией постоянные ткани также подразделяются на две группы: первичные постоянные ткани, образующиеся из первичных образовательных тканей, и вторичные постоянные ткани, порождаемые вторичными образовательными тканями.

Покровные ткани — ткани растений, расположенные снаружи и защищающие растения от неблагоприятного воздействия окружающей среды. Также через них осуществляются функции газообмена с внешней средой, поглощение и выделение различных растворенных веществ. По происхождению они могут быть первичными (эпидерма), вторичными (перидерма), корка — комплекс отмерших тканей (ритидом).

К системе основных тканей Юлиус Сакс относит паренхиму и механические ткани. Паренхима является основой всех органов растений. В нее погружены все остальные ткани. Механическая ткань придает прочность органам растений. Она может быть живой (колленхима) и мертвой (склеренхима).

К системе проводящих тканей относится ксилема и флоэма. Они отвечают за передвижение растворов веществ по организму растения. Это сложные ткани, так как кроме собственно проводящих элементов (трахеид, сосудов, ситовидных клеток, ситовидных трубок с клетками-спутниками) в их состав входят и другие элементы (паренхимные клетки и клетки механической ткани). В теле растения ксилема и флоэма располагаются рядом и образуют проводящие пучки.

Лабораторная работа 2.1

Образовательные ткани: митоз в клетках корешка лука, первичная меристема, вторичная меристема

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Ткани растения, определение.
2. Классификации тканей растения, принципы, положенные в их основу.

3. Меристемы — определение, типы образовательных тканей по происхождению и положению в теле растения.
4. Цитологические особенности меристем.
5. Митоз, определение, биологическое значение.
6. Фазы митоза.
7. Ядро растительной клетки. Его составляющие и химический состав.
8. Какие функции выполняет ядро?
9. Каково строение ядра в интеркинезе?
10. Какова ультрамикроскопическая структура ядра?
11. Какие существуют типы деления ядра и клетки?
12. Фазы митоза и их особенности.
13. В чем отличие между митозом и мейозом?
14. В каких клетках растения происходит митоз и мейоз?
15. Каково значение и биологическое строение хромосом?
16. Что такое кариотип?
17. Каковы строение и функция ядрышка?
18. Что такое митотический цикл?
19. В чем биологический смысл митоза и мейоза?

Оборудование и материал: микроскопы, постоянные микропрепараты: кариокинез в корешках лука (*Allium cepa* L.), конус нарастания стебля элодеи (*Elodea canadensis* Rich.), кончик корня с корневым чехликом, ветка бузины (*Sambucus nigra* L.).

Цель работы: ознакомиться со строением ядра растительной клетки и фазами кариокинетического (митоза) деления, особенностями строения меристематической ткани.

Задачи работы: изучить особенности строения, место нахождения и выполняемые функции образовательных тканей, ознакомиться с их многообразием.

Порядок работы:

1. Рассмотреть препарат «Кариокинез в корешках лука». Найти клетки, находящиеся на разных стадиях деления и зарисовать фазы митоза в клетках корешка лука. Отметить на рисунке *хромосомы, нити веретена деления, фрагмопласт* (рис. 9).

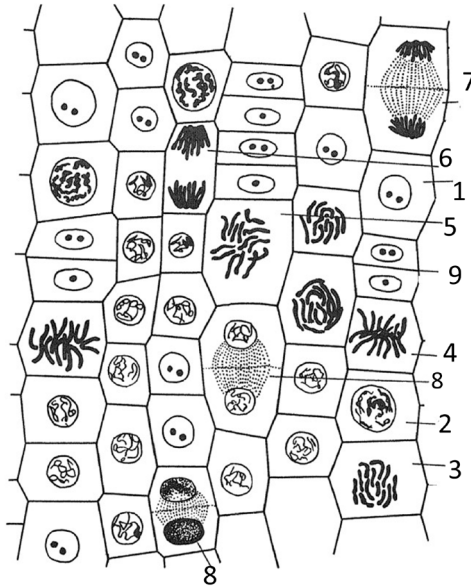


Рис. 9. Митотический цикл в клетках кончика корня лука:

- 1 — интерфаза; 2—9 — митоз; 2—3 — профаза;
 4—5 — метафаза; 6—7 — анафаза; 8 — телофаза;
 9 — цитокинез (Хржановский, Пономаренко, 1989)

2. При малом увеличении рассмотреть постоянный препарат верхушечной почки побега элодеи или кончика корня. Зарисовать контурный рисунок верхушечной почки побега (кончика корня), обозначив на нем **конус нарастания**, **листовые бугорки** и **бугорки пазушных почек** (корневой чехлик) (рис. 10).

3. Рассмотреть при большом увеличении две-три клетки конуса нарастания (первичная меристема) и клетку сформировавшегося листа (корневого чехлика). Зарисовать и сделать соответствующие обозначения. Клетки меристематической ткани плотно сомкнутые, имеют тонкую оболочку, крупное ядро с несколькими ядрышками и густую цитоплазму. Клетки листовых бугорков (примордиев) с маленьким ядром и крупной вакуолью (рис. 10).

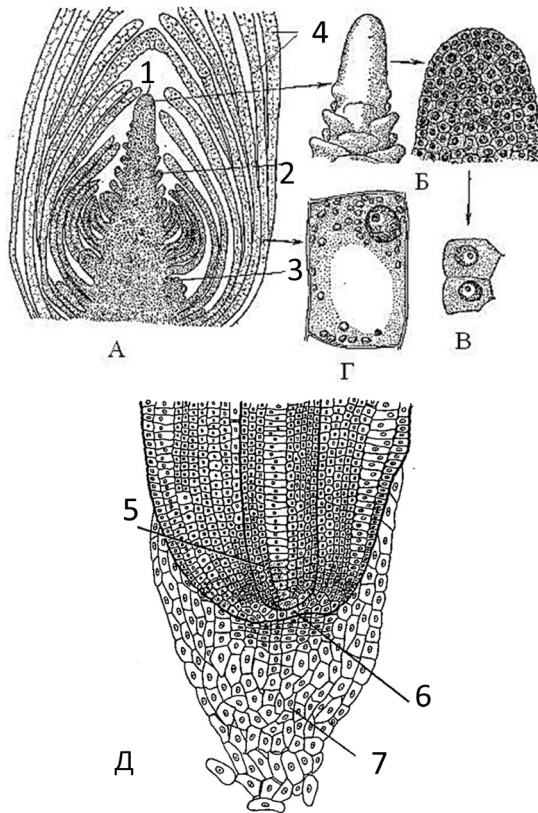


Рис. 10. Образовательные ткани: *А—Г* — верхушечная меристема побега; *Д* — кончик корня:
А — продольный разрез; *Б* — конус нарастания (внешний вид и разрез); *В* — клетка первичной меристемы; *Г* — клетка из сформировавшегося листа; *Д* — конус нарастания корня элодеи; *1* — конус нарастания; *2* — первичный бугорок; *3* — вторичный бугорок (бугорок пазушной почки); *4* — зачатки листьев; *5* — делящиеся клетки конуса нарастания корня; *6* — инициальные клетки; *7* — корневой чехлик (Хржановский, Пономаренко, 1989; Тугаюк, 1980)

4. Найти и рассмотреть на препарате ветка бузины вторичную латеральную меристему — камбий. Зарисовать небольшой участок **камбия** и образуемых им постоянных тканей — **вторичной флоэмы** (луба) и **вторичной ксилемы** (древесины). На рисунке передать относительные размеры и взаимное расположение клеток камбия и образуемых ими клеток постоянных тканей (рис. 11).

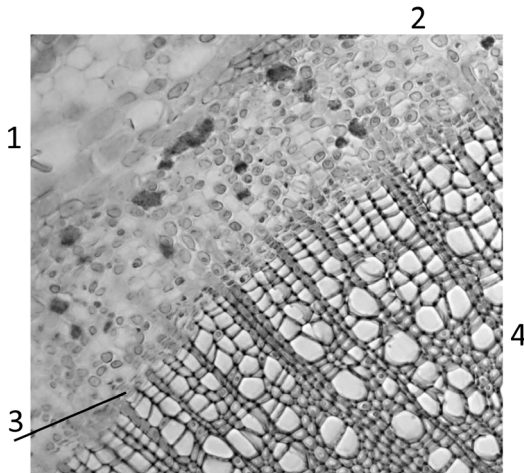


Рис. 11. Фрагмент поперечного среза ветки бузины на уровне флоэмы, камбия и ксилемы:

1 — феллодерма; 2 — флоэма; 3 — камбий; 4 — древесина
(Электронный...)

Сделать вывод о функциях образовательных тканей, особенностях их строения, расположении в теле растения.

Задания для самостоятельной работы

Задание 1. Используя теоретический материал (конспект лекций, материалы учебников), заполнить таблицу 2.1, подписать соответствующие фазы развития (профаза; метафаза; анафаза; телофаза; цитокинез). Во второй столбец вставить соответствующий схематичный рисунок.

Митотическое деление клеток

Фазы деления	Схема (рисунок)	Последовательные изменения структуры ядра и клетки
		<p>Наблюдается увеличение объема ядра, хромосомы становятся различимыми и имеют вид тонких продольно закрученных нитей, расположенных по всей полости ядра. Редупликация хромосом заканчивается полным оформлением хроматид (половинок хромосом).</p> <p>Таким образом, хромосомы состоят из двух тонких спиральных хроматид, плотно прилегающих друг к другу по всей длине. К концу фазы окончательно оформленные укороченные палочковидные хромосомы располагаются по периферии ядра, вдоль его оболочки.</p> <p>В это время оболочка и ядрышко разрушаются и исчезают, двойная структура хромосом становится ясно различимой</p>
		<p>Появляется веретено деления, хромосомы перемещаются к центру и располагаются по экватору веретена деления. С нитями веретена хромосомы соединяются центромерами. Центромера (гранула, соединяющая два плеча хромосомы) располагается на месте изгиба хромосомы. Хромосомы на экваторе располагаются почти в одной плоскости, образуя экваториальную пластинку. К концу метафазы центромеры делятся, разъединяя хроматиды, которые направляются к полюсам</p>
		<p>Хромосомы окончательно передвигаются к полюсам. К концу анафазы нити веретена растягиваются между двумя группами хромосом</p>
		<p>Хромосомы становятся плохо заметными, появляются ядрышки, ядерная оболочка. Хромосомы состоят из одной хроматиды, а не из двух</p>

Окончание табл. 2.1

Фазы деления	Схема (рисунок)	Последовательные изменения структуры ядра и клетки
		Завершающая стадия — происходит дифференциация цитоплазмы и ее компонентов между дочерними клетками, завершается образование срединной пластинки между двумя дочерними ядрами на экваторе материнской клетки

Задание 2. Используя теоретический материал (конспект лекций, материалы учебников), изучить редукционное деление клетки, проанализировать таблицу 2.2 и подписать соответствующую фазу развития.

Мейоз характерен для половых клеток (образуются гаплоидные споры и гаметы).

В мейозе, состоящем из двух последовательных делений, выделяют те же четыре фазы, что и в митозе: интерфаза, 1) профаза, 2) метафаза, 3) анафаза, 4) телофаза.

Таблица 2.2

Редукционное деление клеток

Фазы деления	Схема (рисунок)	Последовательные изменения структуры ядра и клетки
		Хромосомы спирализуются. Гомологичные хромосомы сближаются попарно, контактируют друг с другом по всей их длине — конъюгируют, образуя пары — биваленты. Бивалент состоит из четырех хроматид двухгомологичных хромосом. В бивалентах осуществляется кроссинговер (перекрест) — обмен гомологичными участками хромосом, что приводит к их глубокому преобразованию. Во время кроссинговера происходит обмен блоками генов, что объясняет генетическое разнообразие потомства. К концу профазы исчезают ядерная оболочка и ядрышко, формируется ахроматиновое веретено

Окончание табл. 2.2

Фазы деления	Схема (рисунок)	Последовательные изменения структуры ядра и клетки
		<p>Биваленты собираются в экваториальной плоскости клетки.</p> <p>Ориентирование материнской и отцовской хромосом из каждой гомологичной пары к одному или другому полюсу веретена деления является случайным. К центромере каждой из хромосом присоединяется тянущая нить ахроматинового веретена. Две сестринские хроматиды не разделяются</p>
		<p>Происходит сокращение тянущих нитей, и к полюсам расходятся двуххроматидные хромосомы. Гомологичные хромосомы каждого из бивалентов уходят к противоположным полюсам. Расходятся случайно перераспределенные гомологичные хромосомы каждой пары — независимое распределение, и на каждом из полюсов собирается половинное число (гаплоидный набор хромосом).</p> <p>Именно в анафазе происходит редукция числа хромосом, образуется два гаплоидных набора хромосом</p>
		<p>Эта фаза слабо обособлена от анафазы и первого мейотического деления. Она кратковременна</p>
		<p>Второе мейотическое деление следует непосредственно за первым, минуя интерфазу, и проходит по типу митоза. Оба гаплоидных ядра делятся синхронно (одновременно). Образуется ахроматиновое веретено. Хромосомы собираются в экваториальной плоскости (метафаза 2), их центромеры делятся, и в анафазе к полюсам уходят хроматиды. Число хромосом не меняется. В результате из двух гаплоидных ядер возникает четыре тоже гаплоидных ядра</p>

Задание 3. Заполнить таблицу 2.3.

Таблица 2.3

**Сравнительная характеристика образовательных тканей
в растительном организме**

Типы меристем (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Апикальные	Локализуются на полюсах зародыша — кончике корешка и почечке. Апексы корней имеют внутривидное — эндогенное заложение, они не образуют ни листьев, ни боковых ветвей. Апексы побегов (экзогенное заложение) формируют листья и боковые побеги	
Интеркалярные	Интеркалярные, или вставочные, меристемы происходят от верхушечных. Их можно обнаружить в основании молодых листьев. У злаков они располагаются в нижних частях междоузлий, окруженных влагалищем листа. Закладываются, как правило, в базальной части междоузлий побегов и листьев	
Латеральные, или боковые	Боковые меристемы различают по происхождению и местоположению: а) первичные — по местоположению и происхождению связаны с апикальными (прокамбий, перецикл); б) вторичные — возникают позднее и не из апикальных меристем, а из клеток постоянной ткани (камбий, феллоген). Боковые меристемы залегают сбоку органов, располагаясь параллельно их поверхности, и обуславливают рост в толщину. Характерны для осевых органов	

Типы меристем (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Раневые	Возникают из живых клеток, расположенных рядом с поврежденными участками специализированных живых клеток. Раневые меристемы образуют каллюс — плотную ткань беловатого и желтоватого цвета, состоящую из паренхимных клеток. Могут возникнуть в любом участке тела растения, где была нанесена травма. Живые клетки, окружающие пораженные участки, дедифференцируются и начинают делиться (превращаются во вторичную меристему)	

Лабораторная работа 2.2

Покровные ткани (эпидерма, перидерма, корка)

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Покровные ткани. Особенности их строения в связи с выполняемыми функциями.
2. Первичные покровные ткани (эпидерма, ризодерма); происхождение и особенности строения.
3. Каково строение и функция устьиц? Механизм их работы: какую роль в механизме открывания устьиц играет неравномерное утолщение стенок и хлоропласты замыкающих клеток устьиц?
4. Типы устьичных аппаратов. Принципы, положенные в основу их классификации.
5. Вторичные покровные ткани (перидерма); формирование, строение и значение пробки.
6. Происхождение и особенности строения третичной покровной ткани — корки.
7. Трихомы растений. Классификация, строение, биологическое значение.

Оборудование и материал: микроскопы, предметные и покровные стекла, капельницы с дистиллированной водой, препаровальные иглы, пипетки, салфетки, фильтровальная бумага, пинцеты, бритвенные лезвия, постоянный микропрепарат поперечного среза листа ириса (*Iris germanica* L.), свежие листья пшеницы (*Triticum* sp.), герани (*Pelargonium* sp.), гербарные образцы листьев коровяка (*Verbascum thapsus* L.), крапивы (*Urtica dioica* L.), пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris* (L.) Moench.), платана (*Platanus* sp.), побеги подмаренника (*Galium aparine* L.), побег розы (*Rosa* sp.), постоянный микропрепарат эпидермы листа герани (*Geranium* sp.), постоянный микропрепарат поперечного среза ветки бузины (*Sambucus racemosa* L.), постоянный микропрепарат поперечного среза ветки сосны (*Pinus* L.).

Цель работы: изучить особенности строения покровных тканей: эпидермы, перидермы, корки.

Задачи работы: ознакомиться со строением покровных тканей; с основными типами устьичного аппарата; показать, что эпидерма и перидерма — сложная ткань.

Порядок работы:

1. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза листа ириса; изучить детали строения замыкающих клеток устьичного аппарата (рис. 12).

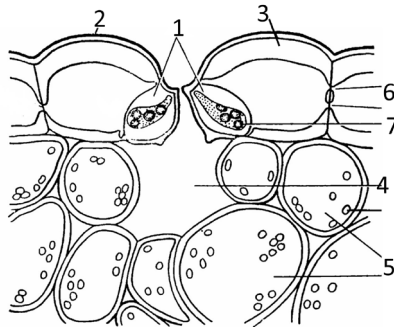


Рис. 12. Часть поперечного среза листа ириса:
1 — замыкающие клетки устьица; 2 — кутикула; 3 — наружная стенка побочной клетки; 4 — подустыичная полость; 5 — клетки мезофилла; 6 — поры; 7 — хлоропласты (Практикум, 1979)

2. Изготовить препарат эпидермы листа пшеницы, хло­рофитума, молочая, герани и рассмотреть различные типы устьичного аппарата. Зарисовать несколько клеток эпидермы и устьичный аппарат вышеперечисленных растений. Сделать обозначения (рис. 13).

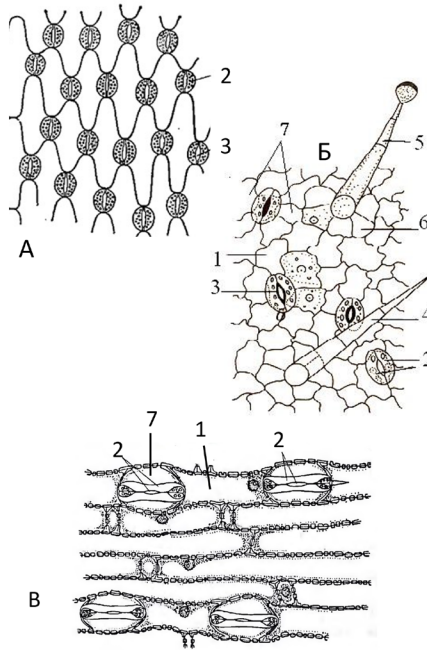


Рис. 13. Эпидермис листьев разных растений:

A — хло­рофитума; *B* — герани; *B* — пшеницы:

1 — основные клетки эпидермы; 2 — замыкающие клетки устьица;

3 — устьичная щель; 4 — крюющий волосок; 5 — железистый

волосок (трихома); 6 — околотовосковые клетки;

7 — побочные (сопроводительные) клетки

(Тутаюк, 1980; Собчак, Папина, 2006; Бавтуго и др., 2001)

3. Рассмотреть постоянный препарат эпидермы листа герани и зарисовать участок эпидермы с **крюющими** и **железистыми волосками**. Подписать типы волосков на рисунке (рис. 13, *B*).

4. Изготовить препарат придатков эпидермы (трихомы) листьев герани, коровяка, крапивы, пастушьей сумки, подмаренника; рассмотреть их строение при малом увеличении; зарисовать **трихомы** и сделать соответствующие обозначения (рис. 14).

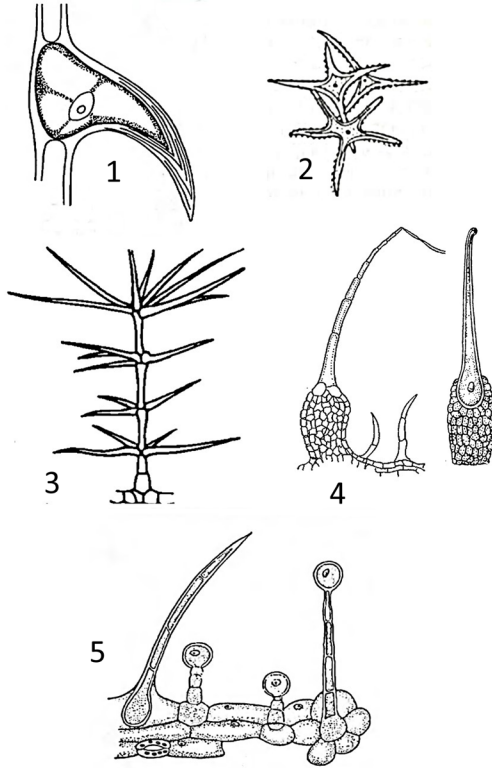


Рис. 14. Трихомы листьев:

- 1 — цепкий волосок подмаренника (*Galium aparine*);
 2 — амебовидные волоски пастушьей сумки (*Capsella bursa pastoris*);
 3 — ветвистые многоклеточные волоски коровяка (*Verbascum thapsus*); 4 — жгучий волосок крапивы (*Urtica dioica*);
 5 — волоски пеларгонии (крючий и железистые) (Бавтуго, Еремин, 1997; Бавтуго и др., 2001; Тутаюк, 1980; Тихомиров, 1978)

5. Рассмотреть и зарисовать *эмергенцы* розы (рис. 15).

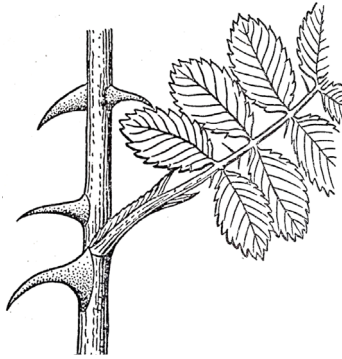


Рис. 15. Эмергенцы на стебле шиповника (Хржановский, 1976)

6. На постоянном препарате изучить при малом и большом увеличении *перидерму* бузины; зарисовать ее и сделать обозначения (*феллоген, феллодерма, феллема*) (рис. 16).

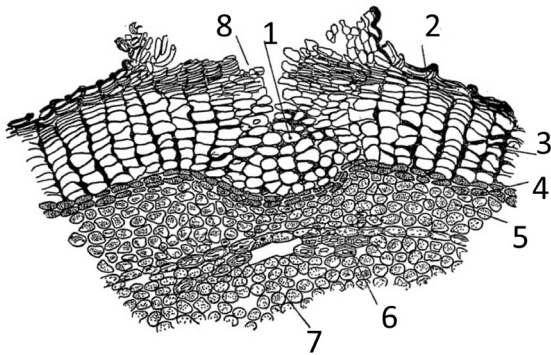


Рис. 16. Чечевичка бузины на поперечном срезе:
1 — выполняющая паренхима; 2 — остаток эпидермы;
3 — феллема (пробка); 4 — феллоген (пробковый камбий);
5 — феллодерма; 6 — перициклические лубяные волокна;
7 — паренхима первичной коры; 8 — прорванный замыкающий
слой пробки (Тугаюк, 1980)

7. На постоянном препарате ветки сосны рассмотреть и зарисовать третичную покровную ткань — *корку*. На рисунке поперечного среза корки указать отдельные слои пробки (рис. 17).

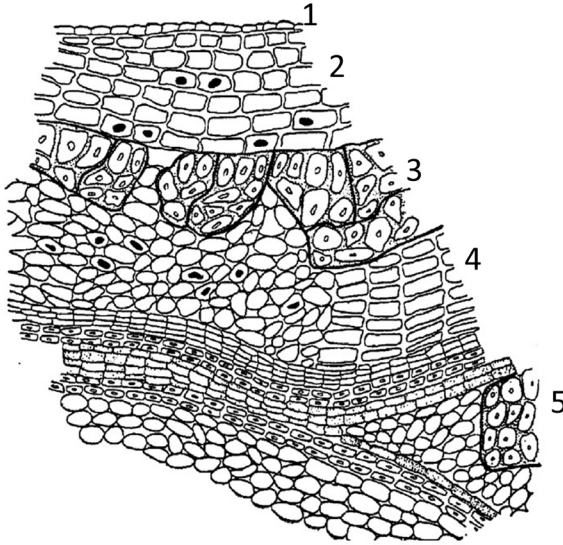


Рис. 17. Корка сосны:

- 1 — эпидермис; 2 — паренхима с темными комками смолы;
 3 — каменные клетки; 4 — участок ситовидных трубок;
 5 — полоска перидермы (Комаров, 1941)

Сделать вывод об особенностях строения рассмотренных типов покровных тканей в связи с выполняемыми ими функциями.

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа наблюдений, проведенных на лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников) составить сравнительную характеристику покровным тканям и заполнить таблицу 2.4.

Сравнительная характеристика покровных тканей

Название (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Эпиблема (ризодерма)	Тонкостенные клетки, лишенные кутикулы, с вязкой цитоплазмой, с большим числом митохондрий (активное поглощение веществ происходит с затратой энергии). Поглощающая поверхность эпиблемы увеличивается в 10 и более раз за счет образования корневых волосков. Первичная однослойная поверхностная ткань корня. Формируется из протодермы — наружного слоя клеток апикальной меристемы корня вблизи корневого чехлика. Эпиблема покрывает молодые корневые окончания, недолговечна, постоянно обновляется за счет митотического деления	
Эпидерма	Сложная ткань, в состав которой входят морфологически различные клетки, основные клетки эпидермы, клетки устьиц, трихомы. Боковые стенки основных клеток, то есть перпендикулярные поверхности, часто извилистые, что повышает прочность их сцепления. Наружные стенки обычно толще остальных. Их внутренний, наиболее мощный слой состоит из целлюлозы и пектинов. С наружной стороны вся эпидерма покрыта сплошным слоем кутикулы. Клетки эпидермы имеют живой протопласт с хорошо развитой эндоплазматической сетью и аппаратом Гольджи. Устьица — специализированные образования эпидермы, регулируют газообмен и транспирацию. С точки зрения теории эволюции, эпидерма возникла у растений в связи с выходом из водной среды обитания на сушу с целью предотвращения от высыхания. Поэтому все клетки плотно соединены между собой	

Окончание табл. 2.4

Название (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Пробка	<p>Ткань приходит на смену эпидерме, характеризуется многослойностью и состоит из центрального слоя камбиальных клеток — феллогена (вторичная меристема), который наружу откладывает клетки феллемы (покровная ткань), внутрь — феллодерму (основная ткань, обеспечивает питание феллогена). То есть возникает комплекс трех тканей вторичного происхождения. Этот комплекс называется перидермой. Пробковая ткань (феллема) состоит из нескольких слоев плотно сомкнутых, расположенных правильными рядами клеток, пропитана суберином, что делает ее непроницаемой для воды и газов и способствует отмиранию протопласта (мертвая ткань).</p> <p>У большинства деревьев и кустарников феллоген закладывается в однолетних побегах уже в середине лета. Слой пробки непостоянен, периодически в нем случаются разрывы, образуются бугорки — чечевички</p>	
Корка	<p>Формируется на стволах деревьев в результате многократного заложения и деятельности феллогена. Состоит из нескольких перидерм и расположенных между ними тканей коры. В зависимости от характера заложения феллогена различают <i>чешуйчатую корку</i>, если слои феллогена закладываются под углом друг к другу, и <i>кольчатую</i>, если слои феллогена располагаются параллельными кольцами. Водно- и газообмен через корку обеспечивают трещины.</p> <p>Корка образуется у дуба, березы, сосны и достигает толщины 8—10 см</p>	

Лабораторная работа 2.3

Основные ткани: паренхима

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Определение основной ткани (паренхима), функции и расположение в теле растения.
2. Особенности строения клеток основной ткани (паренхима).
3. Типы паренхимы (аэренхима, хлоренхима, запасаящая паренхима, лучевая паренхима, древесинная паренхима).

Оборудование и материал: микроскопы, покровные и предметные стекла, бритвенные лезвия, препаровальные иглы, стаканчики для воды, пипетки, фильтровальная бумага, салфетки, свежий клубень картофеля (*Solanum tuberosum* L.), фиксированные черешки листа кувшинки (*Nymphaea alba* L.) или готовый микропрепарат стебля рдеста (*Potamogeton* sp.), лист алоэ (*Alôë* sp.), микропрепарат листа камелии (*Camelia japonica* L.), микропрепарат тангентального среза сосны (*Pinus* sp.).

Цель работы: изучить особенности строения паренхимы в связи с выполняемыми ей функциями.

Задачи работы: ознакомиться со строением клеток, входящих в ее состав.

Порядок работы:

1. Приготовить препарат среза клубня картофеля и ознакомиться с общими чертами строения **запасяющей паренхимы**. Зарисовать участок основной ткани и сделать обозначения (рис. 18).

2. Приготовить препарат поперечного среза черешка листа кувшинки (можно использовать готовый микропрепарат стебля рдеста); зарисовать участок **воздухоносной ткани (аэренхимы)** и сделать соответствующие обозначения (**паренхимные клетки, воздушная полость**) (рис. 19).

3. Рассмотреть на постоянном препарате листа камелии ассимиляционную паренхиму. Найти **столбчатый** и **губчатый мезофилл**. Определить, к какой поверхности листа — верхней или нижней — примыкает столбчатый мезофилл, к какой — губчатый. Зарисовать участок листа камелии с губчатым и столбчатым мезофиллом, указать их на рисунке. При изображении

столбчатого мезофилла передать количество его слоев и соотношение высоты и ширины клеток. У губчатого мезофилла передать соотношение размеров клеток и *межклетников*. На рисунке указать *нижнюю* и *верхнюю эпидерму листа* (рис. 20).

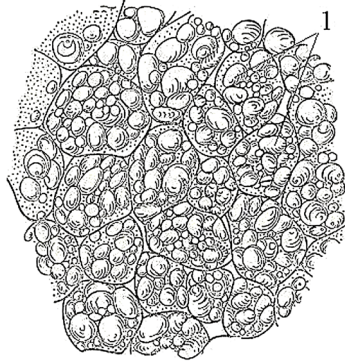


Рис. 18. Запасяющая паренхима клубня картофеля (*Solanum tuberosum*): 1 — крахмальные зерна (Собчак, Папина, 2006)

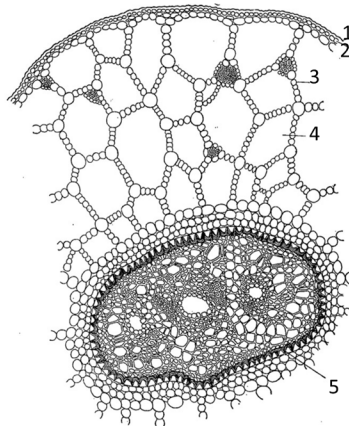


Рис. 19. Воздухоносная паренхима в стебле рдеста блестящего (*Potamogeton lucens*): 1 — кутикула; 2 — эпидерма; 3 — клетки воздухоносной паренхимы; 4 — воздухоносная полость; 5 — эндодерма (Тутаюк, 1980)

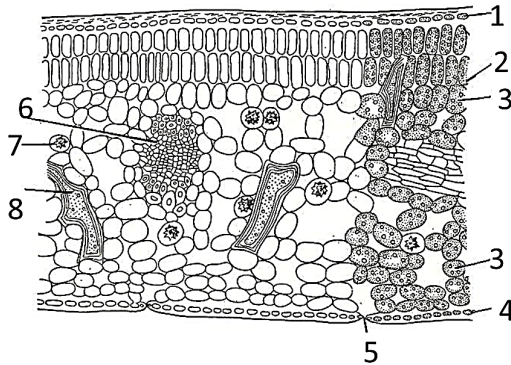


Рис. 20. Строение листа камелии японской (*Camelia japonica*) с дорсовентральным типом мезофилла:

- 1 — верхний эпидермис; 2 — столбчатый мезофилл;
- 3 — губчатый мезофилл; 4 — нижний эпидермис;
- 5 — устьице; 6 — проводящий пучок; 7 — друза в клетке;
- 8 — астросклереида (Киселева, 1969)

4. Рассмотреть водозапасающую ткань в листе алоэ. Для этого сделать поперечный срез листа алоэ и перенести его на предметное стекло. Сделать схематический рисунок. На рисунке указать **водозапасающую паренхиму**, **хлоренхиму**, **эпидерму** (рис. 21).

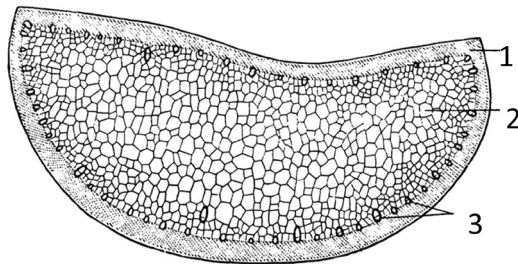


Рис. 21. Поперечный срез листа алоэ (*Aloe socortina*):
1 — периферическая хлоренхима; 2 — крупноклеточная водоносная ткань; 3 — проводящие пучки (Раздорский, 1949)

5. Рассмотреть и зарисовать лучевую паренхиму на тангентальном срезе стебля сосны. На рисунке указать *трахеиды*, *лучевую паренхиму* (рис. 22).

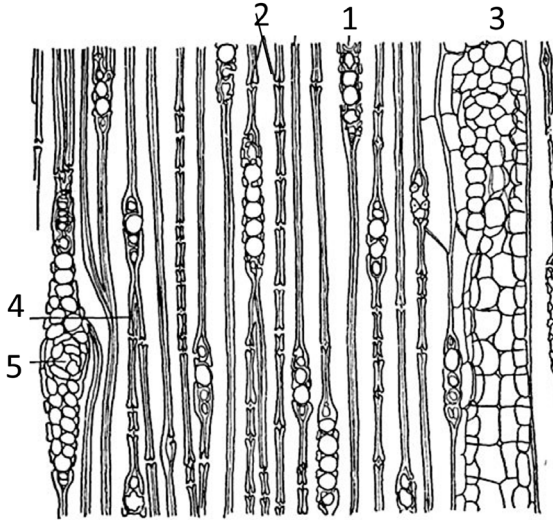


Рис. 22. Продольный тангентальный разрез древесины сосны:

- 1 — сердцевинный (древесинный) луч;
- 2 — окаймленные поры в разрезе;
- 3 — продольный смоляной ход; 4 — конец трахеиды;
- 5 — смоляной ход в древесинном луче

(Ботаника, 1966)

Сделать вывод о разнообразии функций основных тканей, особенностях их строения, расположении в теле растения.

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа наблюдений, проведенных на лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников) заполнить таблицу 2.5. В первом столбце добавить схему (рисунок).

Сравнительная характеристика паренхимы

Название (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Основная паренхима	Основные ткани составляют большую часть тела растений. Паренхима состоит из живых паренхимных клеток, чаще почти изодиаметрических, тонкостенных, с простыми порами, расположены они достаточно рыхло. Характерно наличие развитых межклетников. Пространство между клетками совместно образует важную транспортную систему — апопласт. Основная паренхима заполняет сердцевину стебля, внутренние слои коры после сердцевины стебля и корня. Ее клетки образуют вертикальные и горизонтальные тяжи (лучи), по которым в радиальном направлении перемещаются вещества из основной паренхимы	
Ассимиляционная паренхима (хлоренхима)	Образована тонкостенными клетками с обильными межклетниками с хлоропластами. Хлоропласты в ней располагаются по порядку, не затеняя друг друга. Хлоренхима расположена в надземных органах, обычно под эпидермой, особенно хорошо развита в листьях (мезофилл), меньше — в молодых стеблях. Характерно наличие межклетников, облегчающих газообмен. Клетки тонкостенные, в пристенном слое цитоплазмы много хлоропластов. Общий объем их может достигать 70—80 % объема протопласта	

Продолжение табл. 2.5

Название (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Запасная паренхима	<p>Запасные ткани состоят из живых тонкостенных клеток. Особенности их строения зависят от характера запасных веществ. Если это крахмал, клетки содержат много лейкопластов; если сахара и инулин — крупные вакуоли; если белок — много мелких вакуолей, образующих алейроновые зерна.</p> <p>Много запасной паренхимы в клубнях картофеля, корнеплодах свеклы, моркови, луковичах лука, зерновках злаков, семенах подсолнечника, в стеблях сахарного тростника.</p> <p>У суккулентов (агавы, алоэ, кактусы) — в клетках запасной паренхимы накапливается вода</p>	
Водозапасная паренхима	<p>Разновидность запасной паренхимы. Она характерна для листовых (алоэ, очиток) и стеблевых (кактус) суккулентов и других растений, возникших в условиях дефицита влаги.</p> <p>Водозапасная ткань располагается в глубине вегетативного органа под ассимиляционной паренхимой и обкладочными клетками. Клетки этой паренхимы крупные, тонкостенные, с хорошо развитыми вакуолями. В клеточном соке содержится слизь, уменьшающая потери воды при испарении</p>	

Название (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Воздухоносная паренхима (аэренхима)	Состоит из клеток различной формы (звездчатых) и крупных межклетников, в которых скапливается воздух. Хорошо развита в органах растений, погруженных в воду (в цветоножках кувшинки, в стеблях пушицы, белокрыльника, в корнях камыша, рогоза и т. д.). Аэренхима развивается у растений, произрастающих в условиях избыточного увлажнения. Встречается во всех органах водных и болотных растений — корнях, стеблях и листьях, где затруднен газообмен	

Лабораторная работа 2.4

Основные ткани: механические ткани

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Определение, функции, расположение в теле растения механических тканей.
2. Типы механических тканей, особенности их строения.
3. Колленхима (уголковая, рыхлая, пластинчатая). Особенности строения, расположение в теле растения.
4. Склеренхима — склеренхимные волокна (лубяные и древесинные волокна), склереиды (астросклереиды, брахисклереиды).

Оборудование и материал: микроскопы, покровные и предметные стекла, бритвенные лезвия, препаровальные иглы, стаканчики для воды, пипетки, фильтровальная бумага, салфетки, постоянные микропрепараты стебля кирказона (*Aristolochia* sp.), поперечный и продольный срез стебля льна (*Linum* sp.), ма-

церированная древесина липы (*Tilia* sp.), лист камелии (*Camelia japonica* L.), хвоинка сосны (*Pinus* sp.), плоды груши (*Pyrus communis* L.).

Цель работы: изучить особенности строения механических тканей в связи с выполняемыми ими функциями.

Задачи работы: ознакомиться со строением клеток, входящих в состав механических тканей.

Порядок работы:

1. На препарате поперечного среза стебля кирказона рассмотреть механические ткани (**уголковую колленхиму** и **склеренхиму**); зарисовать и сделать обозначения (рис. 23).

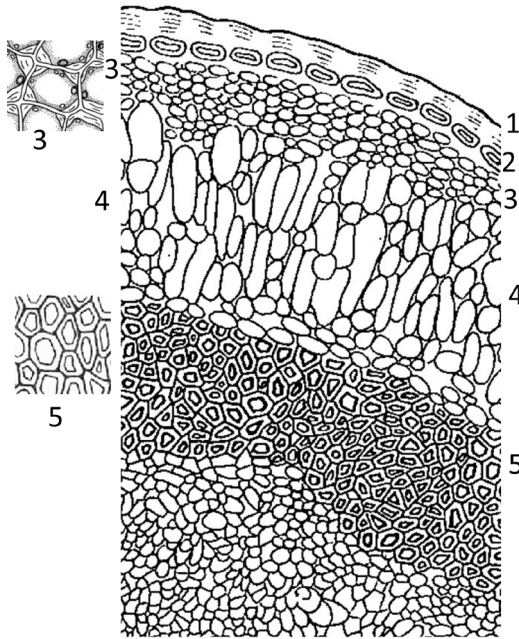


Рис. 23. Фрагмент поперечного среза стебля кирказона (*Aristolochia*) на поперечном срезе:

1 — кутикула; 2 — эпидерма; 3 — уголковая колленхима;
4 — паренхима первичной коры; 5 — перicyклические
лубяные волокна (склеренхима) (Тутаюк, 1980; Практикум, 1979)

2. Рассмотреть препараты волокон льна (**лубяные волокна**); зарисовать несколько клеток поперечного и продольного срезов и сделать обозначения (рис. 24).

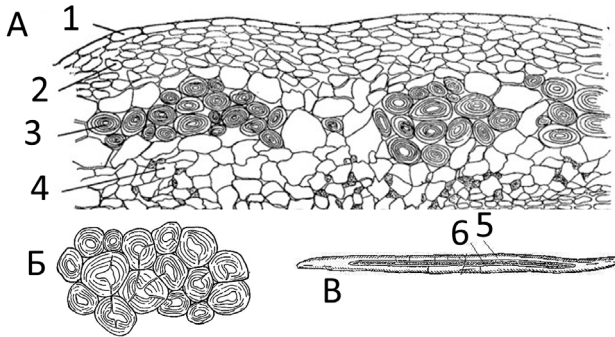


Рис. 24. Лубяные волокна в стебле льна:

- A* — фрагмент поперечного среза стебля льна;
B — пучок склеренхимных волокон льна; *B* — продольный срез лубяного волокна льна (*Linum usitatissimum*);
1 — эпидерма; *2* — коровая паренхима; *3* — лубяные волокна;
4 — флоэма (ситовидные клетки и клетки спутницы);
5 — оболочка клетки; *6* — полость клетки
(Тутаюк, 1980; Киселева, Шелухин, 1969)

3. Найти на препарате «мацерированная древесина липы» **древесинные волокна (либриформ)**. Зарисовать несколько волокон либриформа из древесины липы (рис. 25).

4. Найти на поперечном срезе листа камелии **астросклерейды**, расположенные в мезофилле листа в виде одиночных крупных клеток неправильной формы. Зарисовать одну **астросклерейду**. На рисунке указать клеточную стенку и полость клетки (рис. 26).

5. Найти на поперечном срезе хвоинки гиподерму. Рассмотреть и зарисовать несколько клеток **гиподермы** (рис. 27).

6. Сделать препарат мякоти незрелого плода груши и изучить строение **склерейд**; зарисовать и сделать обозначения (рис. 28).

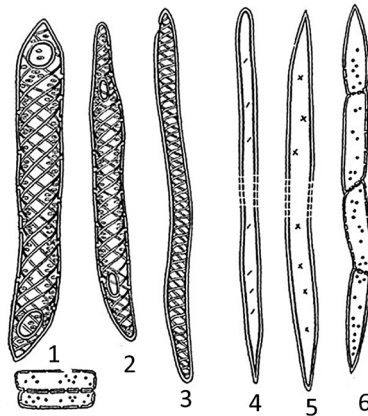


Рис. 25. Элементы древесины липы (*Tilia cordata*) (мацерированный материал): 1, 2 — членики спирально-пористых сосудов; 3 — трахеида со спиральным утолщением; 4, 5 — либриформ; 6 — тяж древесинной паренхимы; 7 — клетки сердцевинных лучей (Ботаника, 1966)

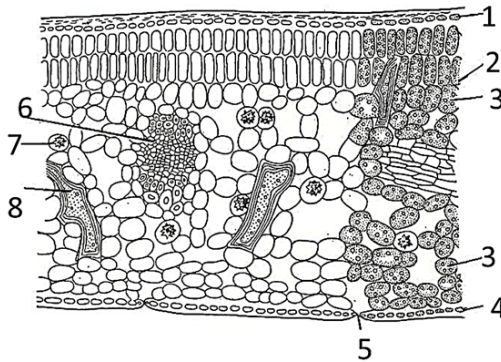


Рис. 26. Строение листа камелии японской (*Camelia japonica*) с дорсовентральным типом мезофилла: 1 — верхний эпидермис; 2 — столбчатый мезофилл; 3 — губчатый мезофилл; 4 — нижний эпидермис; 5 — устьице; 6 — проводящий пучок; 7 — друзы в клетке; 8 — астроклереида (Киселева, Шелухин, 1969)

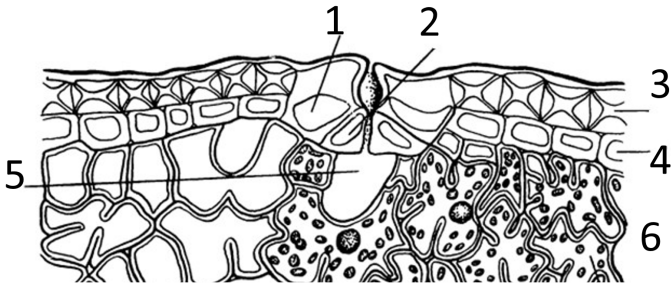


Рис. 27. Фрагмент поперечного среза хвоинки сосны:
1 — околоустьичная клетка; 2 — замыкающая клетка; 3 — эпидермис;
4 — гиподерма; 5 — подустьичная полость; 6 — складчатый мезофилл (Практикум, 1979)

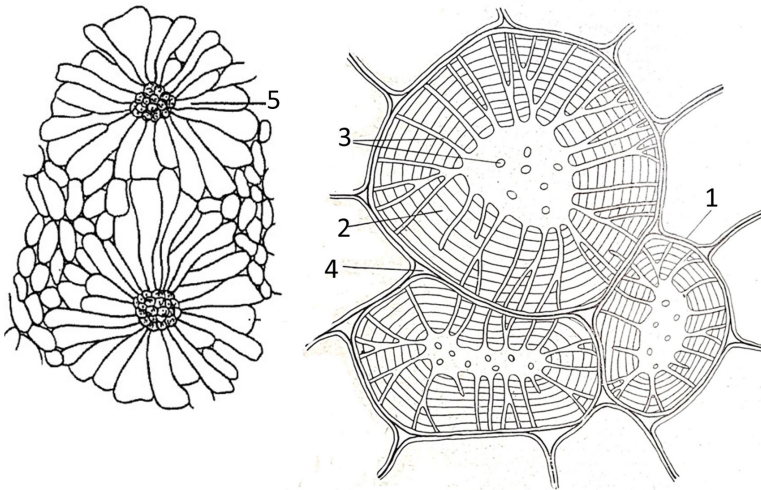


Рис. 28. Каменистые клетки околоплодника груши:
1 — первичная оболочка; 2 — вторичная оболочка;
3 — поровые каналы в плане и в разрезе;
4 — межклетники; 5 — клетки паренхимы плода
(Киселева, 1971; Хржановский, Пономаренко, 1988)

Сделать вывод о роли механических тканей в теле растений (типы, особенности строения, выполняемые функции и расположение).

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа наблюдений, проведенных на лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников) заполнить таблицу 2.6. В первом столбце добавить схему (рисунок).

Таблица 2.6

Характеристика механической ткани

Название (рисунок)	Характерные признаки	Функции
Колленхима	Первичная механическая ткань с живым содержанием клеток: ядром, цитоплазмой, иногда с хлоропластами, с неравномерно утолщенными клеточными стенками	
Уголковая	Стенки, утолщенные в углах клеток. Располагается под эпидермой над главной жилкой листьев, по ребрам травянистых стеблей (тыква, георгин и др.)	
Пластинчатая	Имеет утолщенные тангентальные стенки клеток. Радиальные стенки — тонкие. Часто пластинчатая колленхима образует в стебле сплошное кольцо (стебель подсолнечника, баклажана)	
Рыхлая	В отличие от первых двух, имеет хорошо выраженные межклетники. Рыхлая колленхима расположена в черешке листа лопуха большого, подбела лечебного	
Склеренхима	Клетки вытянуты в длину (прозенхимные), с заостренными концами. Имеют равномерно утолщенные, одревесневшие стенки. Клетки мертвые	

Название (рисунок)	Характерные признаки	Функции
<p><i>Лубяные волокна</i></p> <p><i>Волокна либриформа</i></p> <p><i>Склерейды (каменистые клетки)</i></p>	<p>Разновидности:</p> <p>Лубяные и древесинные волокна (либриформ) и склерейды.</p> <p>Склеренхимные волокна, расположенные в лубе, — <i>лубяные</i>, в древесине — <i>волокна либриформа</i>.</p> <p><i>Склерейды</i> — мертвые каменистые клетки, имеющие паренхимную форму с простыми порами (косточки вишни, сливы, персика, скорлупа ореха; сочные плоды груши, яблок, айвы, рябины)</p>	

Лабораторная работа 2.5

Проводящие ткани, проводящие пучки

Вопросы для теоретической подготовки:

1. В чем сходство и различие между флоэмой и ксилемой?
2. Почему флоэму и ксилему называют сложными тканями?
3. Из каких структурных элементов состоят флоэма и ксилема?
4. В чем разница между первичной и вторичной флоэмой и между первичной и вторичной ксилемой?
5. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
6. В чем заключаются особенности строения сосудов?
7. Какие типы сосудов по характеру утолщений их клеточных стенок вам известны?
8. В чем заключаются особенности строения трахеид?
9. Какие функции выполняют механические элементы ксилемы и древесинная паренхима?
10. Какую роль в транспорте веществ играют клетки-спутницы?
11. Что собой представляют сосудисто-волокнистые пучки растений?

12. В чем принципиальное различие открытых и закрытых проводящих пучков?

13. На какие типы подразделяются пучки в зависимости от взаимного расположения флоэмы и ксилемы? Для каких органов растений характерен тот или иной тип пучка?

Оборудование и материал: микроскопы, покровные и предметные стекла, бритвенные лезвия, препаровальные иглы, стаканчики для воды, пипетки, фильтровальная бумага, салфетки, постоянные препараты стебля кукурузы (*Zea mays* L.), тыквы (*Cucurbita pepo* L.), проводящие элементы ксилемы в стебле подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) (продольный срез), стебля сосны (*Pinus* sp.) (тангентальный и радиальный срезы), стебля липы (*Tilia cordata* Mill.) (поперечный срез), корня ириса (*Iris germanica* L.), среза корневища ландыша (*Convallaria majalis* L.), корневища папоротника орляка (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn).

Цель работы: научиться отличать данные ткани среди других тканей.

Задачи работы: ознакомиться с элементами, входящими в состав проводящих тканей, и разнообразием проводящих пучков.

Порядок работы:

1. **Трахеиды.** Рассмотреть и зарисовать **трахеиды** на тангентальном и радиальном срезах стебля сосны. На рисунке показать **окаймленные поры**, передать особенности формы **концов трахеид** (рис. 29).

2. **Сосуды.** Утолщения вторичных оболочек сосудов. Рассмотреть и зарисовать сосуды на продольном срезе подсолнечника. На рисунке показать примеры сосудов с разными **типами утолщения вторичных оболочек**, отметить положение **перфораций** (рис. 30).

3. На препарате поперечного среза стебля кукурузы найти проводящий пучок. В проводящем пучке отметить **первичную флоэму**. Флоэма имеет вид сеточки, крупные ячейки которой соответствуют **ситовидным трубкам**, узлы — **клеткам-спутницам** (рис. 31).

4. Компоненты вторичной флоэмы (луб) рассмотреть на поперечном срезе ветки липы. Указать на рисунке **ситовидные трубки** и **клетки-спутницы**, **лубяные волокна**, **лубодревесинные лучи** (рис. 32).

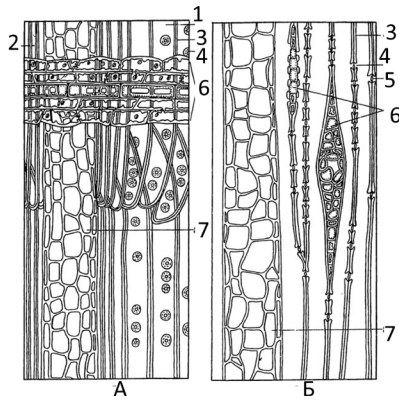


Рис. 29. Строение древесины сосны (*Pinus sylvestris*):
 А — продольный радиальный разрез; Б — продольный тангентальный разрез; 1 — трахеиды ранней древесины; 2 — трахеиды поздней древесины; 3 — стенка трахеиды; 4 — окаймленные поры; 5 — торус; 6 — сердцевинный луч; 7 — вертикальный смоляной канал (Киселева, Шелухин, 1969)

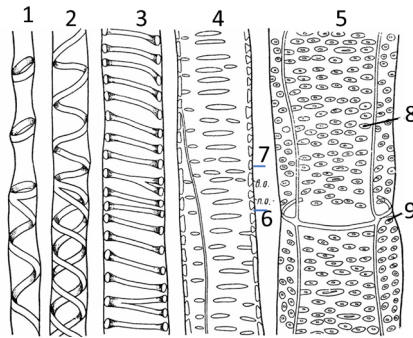


Рис. 30. Сосуды на продольном срезе стебля подсолнечника:
 1 — спирально-кольчатый сосуд; 2 — спиральный сосуд;
 3 — спиральный сосуд в разрезе; 4 — лестничный сосуд;
 5 — пористый сосуд; 6 — первичная оболочка; 7 — вторичная оболочка; 8 — окаймленные поры; 9 — граница членака сосуда (Практикум, 1979)

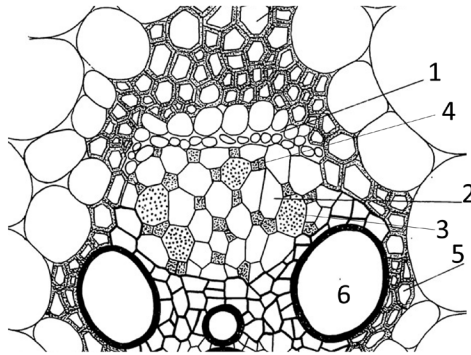


Рис. 31. Флоэма в проводящем пучке стебля кукурузы:
 1 — протофлоэма; 2 — ситовидная трубка метафлоэмы;
 3 — ситовидная пластинка; 4 — сопроводительные клетки;
 5 — склеренхима проводящего пучка; 6 — сосуд метаксилемы
 (Киселева, 1969)

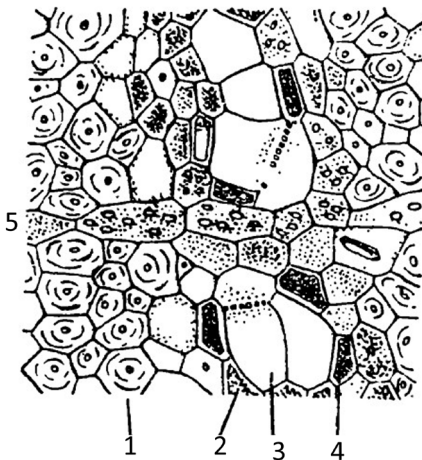


Рис. 32. Клетки луба липы при большом увеличении:
 1 — лубяные волокна; 2 — флоэмная паренхима;
 3 — ситовидные трубки; 4 — сопровождающие клетки;
 5 — сердцевинный луч (Воронин, 1981)

5. **Закрытый коллатеральный пучок.** На препарате поперечного среза стебля кукурузы найти проводящий пучок. В проводящих пучках кукурузы флоэма и ксилема расположены бок о бок. Ксилема в пучке расположена ближе к оси органа, флоэма — к периферии. Ксилема представлена 3—5 сосудами и окружающей их паренхимой. Два более крупных сосуда, расположенных ближе к флоэме, — *сосуды метаксилемы* с пористыми утолщениями оболочек. Между ними находятся узкопросветные *сосуды протоксилемы* с кольчатыми и спиральными утолщениями. Вокруг сосудов протоксилемы формируется *воздушная полость*. *Флоэма* имеет вид сеточки, крупные ячеи которой соответствуют *ситовидным трубкам*, узлы — *клеткам-спутницам*. Клетки *склеренхимы* окружают проводящий пучок. Зарисовать один проводящий пучок. На рисунке указать детали строения проводящего пучка и его тип (рис. 33).

6. **Открытый биколлатеральный пучок.** Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля тыквы и ознакомиться со строением открытого биколлатерального пучка. Зарисовать проводящий пучок и обозначить все ткани, входящие в его состав. Найти на препарате слой *камбия*, представленный радиальными рядами живых, тонкостенных, прямоугольной формы клеток, окрашенных в голубой цвет. С наружной стороны камбия находится участок *вторичной флоэмы*. В ней видны крупные полости *ситовидных трубок*. *Сопровождающие клетки* мелкие, с густой цитоплазмой, окрашены в темно-синий цвет. Лубяная паренхима представлена небольшим количеством клеток. Выше элементов вторичной флоэмы находится участок *первичной флоэмы*. Ниже камбия — *вторичная ксилема* (5—6 крупных пористых сосудов, окруженных ксилемными волокнами и ксилемной паренхимой). *Первичная ксилема* представлена группой мелких кольчатых сосудов. Снизу к ней примыкает первичная флоэма, состоящая из *ситовидных трубок* с *клетками-спутницами* (рис. 34).

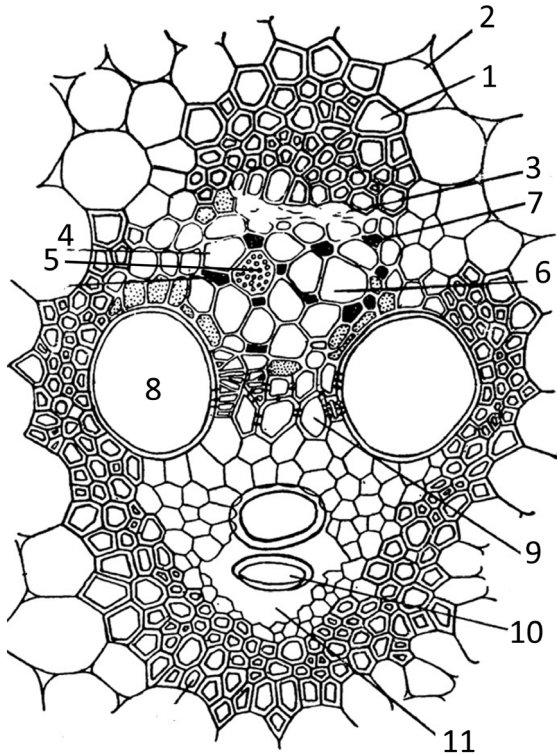


Рис. 33. Закрытый коллатеральный проводящий пучок на поперечном срезе стебля кукурузы (*Zea mays*):

- 1 — склеренхима; 2 — основная паренхима; 3 — протофлоэма;
 4 — метафлоэма; 5 — ситовидная пластинка;
 6 — ситовидная трубка;
 7 — сопровождающая клетка (клетка-спутница);
 8 — пористый сосуд метахилемы; 9 — гидростериды метахилемы;
 10 — кольчатые сосуды протоксилемы; 11 — воздушная полость
 (Воронин, 1981)

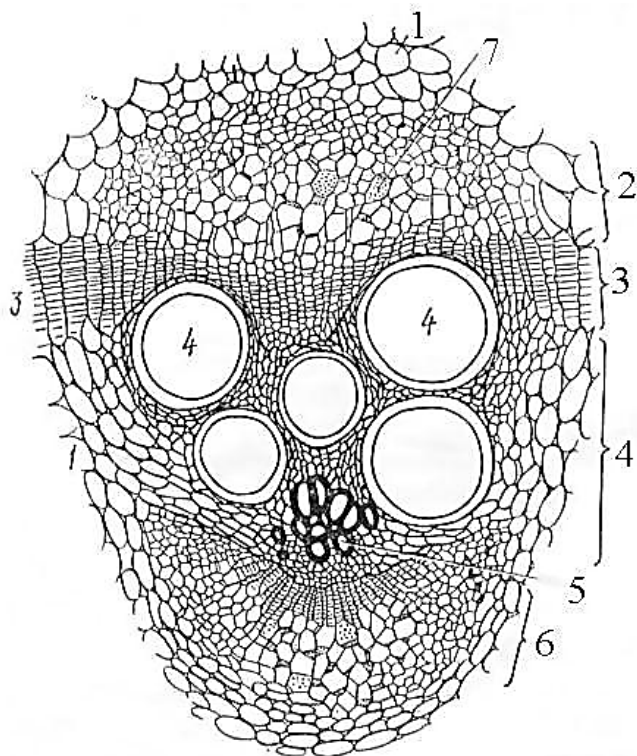


Рис. 34. Открытый биколлатеральный проводящий пучок на поперечном срезе стебля тыквы (*Cucurbita pepo*):
1 — основная паренхима стебля; 2 — наружная флоэма;
3 — камбий; 4 — вторичная ксилема; 5 — первичная ксилема;
6 — внутренняя флоэма;
7 — ситовидная пластинка (Собчак, Папина, 2006)

7. Радиальный проводящий пучок. Рассмотреть препарат «корень ириса». Зарисовать проводящий пучок. Отметить лучи **первичной ксилемы**, а между ними участки **первичной флоэмы** (рис. 35).

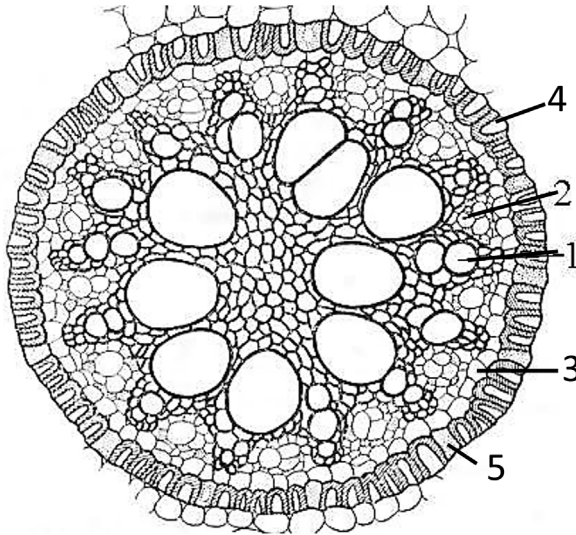


Рис. 35. Радиальный проводящий пучок корня ириса (*Iris germanica*):

- 1 — луч ксилемы; 2 — участок флоэмы; 3 — перицикл;
 4 — клетки эндодермы с поясками Каспари;
 5 — пропускная клетка эндодермы
 (Собчак, Папина, 2006)

8. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корневища папоротника орляка и ознакомиться со строением **концентрического амфикрибального пучка**. Зарисовать проводящий пучок, обозначить ткани (**флоэма, ксилема**) и их расположение. Обратите внимание на то, что в центре пучка располагается ксилема (рис. 36).

9. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корневища ландыша и ознакомиться со строением концентрического амфивазального пучка. Зарисовать проводящий пучок, обозначить ткани (**флоэма, ксилема**) и их расположение. Обратите внимание на то, что флоэма располагается в центре пучка (рис. 37).

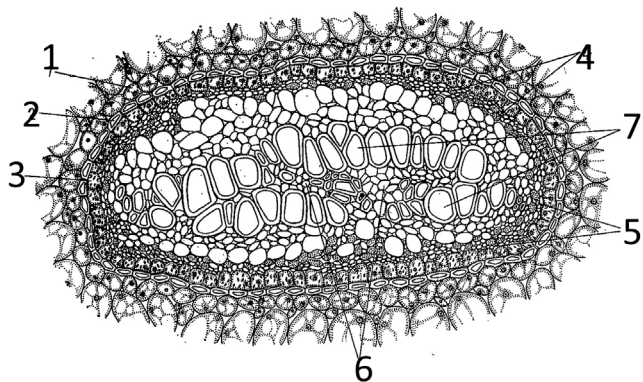


Рис. 36. Концентрический пучок корневища папоротника-орляка (*Pteridium aquilinum*) на поперечном срезе: 1 — паренхима стебля; 2 — эндодерма; 3 — перикцикл; 4 — паренхима; 5 — кольцо флоэмы; 6 — древесная паренхима; 7 — ксилема (трахеиды) (Тутаюк, 1980)

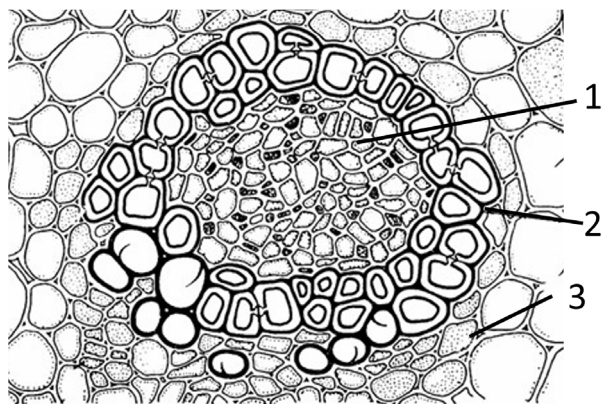


Рис. 37. Концентрический проводящий пучок с наружной ксилемой в корневище ландыша: 1 — флоэма; 2 — ксилема; 3 — основная паренхима (Практикум, 1979)

Сделать вывод о роли проводящих тканей в растении, об особенностях строения в связи с выполняемыми функциями, о расположении в теле растения проводящих тканей и проводящих пучков.

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа наблюдений, проведенных на лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников) заполнить таблицу 2.7. В первом столбце добавить схему (рисунок).

Таблица 2.7

Сравнительная характеристика проводящих тканей

Рисунки	Основные признаки проводящих элементов	Функции и локализация в растении
<i>Ксилема</i>		
Трахеиды	Представляют собой удлинённую клетку с острыми или округлыми концами и одревесневшими стенками. Поры — только окаймленные. У хвойных растений они с торусом. Длина трахеид 1—4 мм. Живое содержимое трахеид постоянно отмирает. Растворы передвигаются за счет фильтрации через окаймленные поры, поэтому процесс идет медленно	
Членики сосудов	Сосуд (трахея) состоит из многих клеток — члеников сосуда. Членики расположены друг над другом, образуя полые трубки. Их длина 10 см, поперечные стенки соприкасающихся клеток местами растворяются.	

Рисунки	Основные признаки проводящих элементов	Функции и локализация в растении
<i>Ксилема</i>		
	<p>Возникают отверстия (перфорации), по которым и происходит водоток из одного членика сосуда в другой, но при старении сосудов полость часто закупоривается тиллами. По сосудам растворы передвигаются значительно легче, чем по трахеидам. Растворы могут передвигаться как вертикально, так и горизонтально. В зависимости от характера утолщения боковых стенок различают кольчатые, спиральные, сетчатые, лестничные и точечно-поровые трахеиды и сосуды. Кольчатые и спиральные сосуды характерны для молодых органов растений, позднее формируются сетчатые, лестничные и пористые сосуды</p>	
<i>Флоэма</i>		
Ситовидные клетки	<p>Живые сильно вытянутые в длину клетки. Концы заостренные, ситовидные поля рассеяны по боковым стенкам. В зрелых клетках сохраняется ядро</p>	
Ситовидные трубки	<p>Состоят из многих удлинённых члеников, расположенных один над другим, соединённых ситовидными пластинками. Ситовидные пластинки обеспечивают более тесный контакт между члениками ситовидных трубок, что облегчает передвижение растворов. Рядом с каждым члеником ситовидной трубки располагаются клетки-спутницы</p>	

Задание 2. Дать характеристику проводящим пучкам и изучить локализацию их в теле растения, заполнить столбцы в таблице 2.8.

Таблица 2.8

Сравнительная характеристика проводящих пучков

Проводящие пучки	Рисунок	Характерные признаки	Локализация в теле растения
Коллатеральные			
Биколлатеральные			
Концентрические (амфикрибральные, амфивазальные)			
Радиальные			

Тема 3

ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ

Вегетативными называются органы, которые составляют тело растения и выполняют основные функции его жизнедеятельности, включая вегетативное размножение. Основные вегетативные органы растений: листостебельные побеги (обеспечивают фотосинтез) и корни (обеспечивают водоснабжение и минеральное питание). Основные органы тела высших растений заложены уже в зародыше семян, которые при прорастании формируют проросток, содержащий корень, стебель, листья. Корни образуют корневую систему, а стебель и листья — побег.

Лабораторная работа 3.1

Проросток. Типы и формы корневых систем.

Зоны корня. Микроскопическое первичное и вторичное строение корня. Видоизменение корней (монокамбиальный и поликамбиальный корнеплоды)

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Строение проростков однодольного и двудольного растений.
2. Морфологические особенности корня и корневой системы.
3. Анатомия корня: апикальные меристемы, корневой чехлик, зоны роста, поглощения, дифференциации тканей (всасывания), проведения.
4. Корневой чехлик. Как он образуется? Каковы функции?
5. Зона дифференциации тканей (первичное строение).
6. Вторичное строение корня; ткани, его слагающие. Меристемы, участвующие в образовании вторичного строения корня.

7. Видоизменения корней: особенности, функции.
8. Корнеплоды: монокамбиальные и поликамбиальные.

Оборудование и материал: микроскопы, проростки пшеницы (*Triticum aestivum* L.) или овса (*Avena sativa* L.), фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) или тыквы (*Cucurbita pepo* L.), гербарные образцы корневых систем, микропрепараты: кончик корня с корневым чехликом, поперечный срез корня ириса (*Iris germanica* L.), поперечный срез корня тыквы (*Cucurbita pepo* L.), поперечный срез корня липы (*Tilia* sp.), корнеплоды моркови (*Daucus carota* L.), редьки (*Raphanus sativus* L.), свеклы (*Beta vulgaris* L.).

Цель работы: показать различия в строении проростков и корневых систем однодольных и двудольных растений, отличительные особенности анатомического строения корней, особенности строения моно- и поликамбиальных корнеплодов.

Задачи работы: изучить особенности строения проростков различных растений, типы и формы корневых систем, усвоить различия в процессе формирования тканей в зрелой структуре корней однодольных и двудольных растений. Научиться распознавать зоны корня, ткани и комплексы тканей, их составляющие.

Порядок работы:

1. Рассмотреть разновозрастные проростки пшеницы, фасоли. Зарисовать проростки в разных фазах роста, обозначить **главный корень, гипокотиль, эпикотиль, семядоли, первые листья, почечку, колеоптиль, зародышевые корешки** (рис. 38).

2. По гербарным образцам ознакомиться с различными типами корневых систем. Зарисовать и сделать соответствующие обозначения (рис. 39).

3. Рассмотреть готовый препарат кончика корня с корневым чехликом. Зарисовать схему строения корня, отметить на рисунке **корневой чехлик, зоны деления, растяжения, всасывания и проведения** (рис. 40).

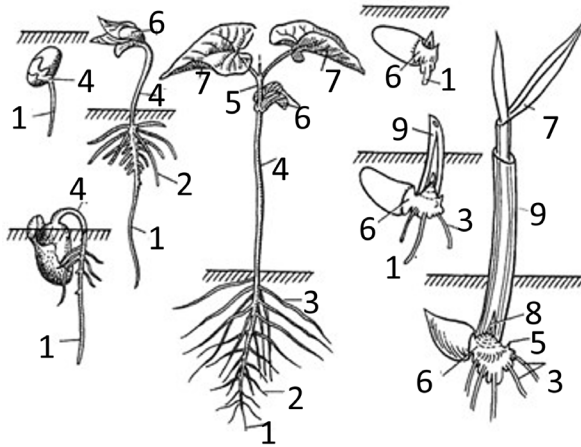


Рис. 38. Проростки пшеницы, фасоли:
1 — главный корень; 2 — боковой корень; 3 — придаточный корень;
4 — гипокотиль; 5 — эпикотиль; 6 — семядоля;
7 — первые листья; 8 — почка; 9 — колеоптиль
(Хржановский, Пономаренко, 1988)

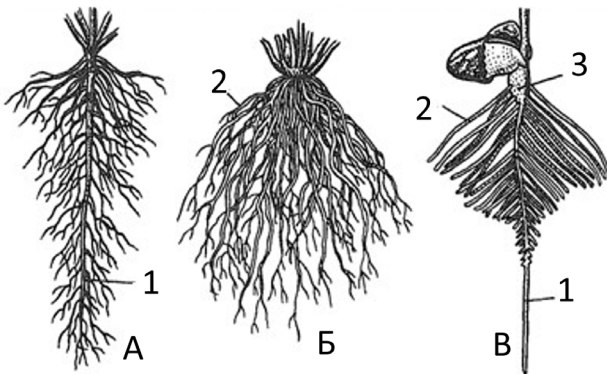


Рис. 39. Типы корневых систем:
1 — главный корень; 2 — придаточные корни; 3 — гипокотиль
(Хржановский, Пономаренко, 1988)

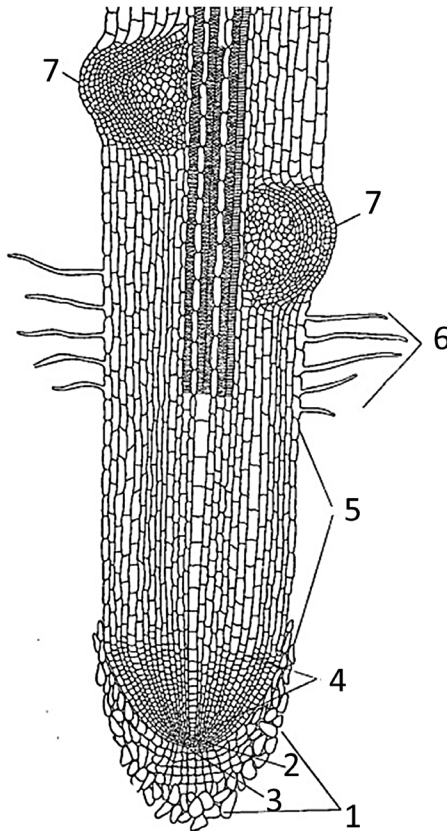


Рис. 40. Схема строения кончика корня (продольный срез):
 1 — корневой чехлик; 2 — группа инициальных клеток;
 3 — калиптроген; 4 — зона деления клеток; 5 — зона роста клеток;
 6 — зона корневых волосков; 7 — боковые корни в зоне проведения
 (Тутаюк, 1980)

4. Рассмотреть готовый препарат поперечного среза корня ириса. Зарисовать схему и отметить на рисунке первичные проводящие ткани, *перицикл*, *эндодерму*, *мезодерму*, *экзодерму*, *эпиблему* (рис. 41).

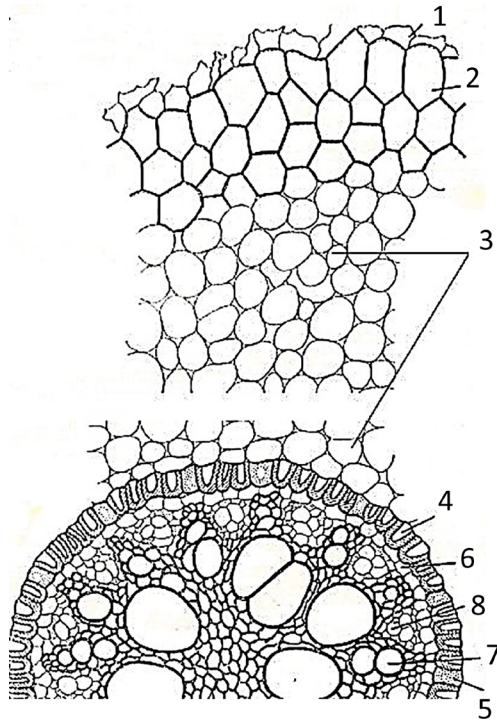


Рис. 41. Корень ириса (*Iris germanica*) в поперечном разрезе:
1 — эпиблема; 2 — экзодерма; 3 — основная паренхима;
4 — эндодерма; 5 — пропускная клетка; 6 — перицикл;
7 — флоэма; 8 — ксилема
(Киселева, Шелухин, 1969)

5. Рассмотреть готовый препарат поперечного корня тыквы. Зарисовать схему и отметить на рисунке **первичные и вторичные проводящие ткани, камбий, паренхимный луч, паренхимную зону и перидерму** (рис. 42).

6. Рассмотреть готовый препарат поперечного среза корня липы. Зарисовать схему, отметив **первичные и вторичные проводящие ткани, камбий, первичные и вторичные паренхимные лучи, паренхимную зону и перидерму** (рис. 43).

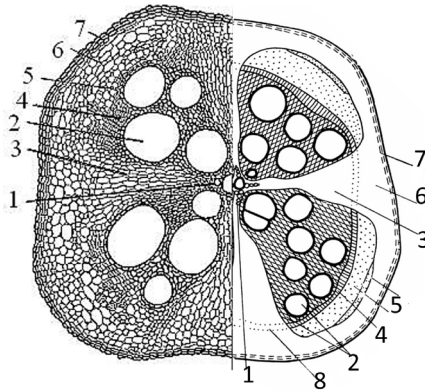


Рис. 42. Вторичное строение корня тыквы (*Cucurbita pepo*)
 (слева — детальный рисунок, справа — схематичный):
 1 — первичная ксилема; 2 — вторичная ксилема; 3 — радиальный луч; 4 — камбий; 5 — первичная и вторичная флоэма;
 6 — основная паренхима вторичной коры; 7 — перидерма
 (1—3 — ксилема; 5—7 — вторичная кора); 8 — межпучковый камбий (Хржановский, Пономаренко, 1988; Практикум, 1979)

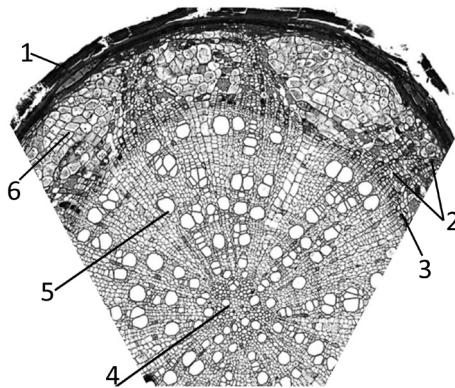


Рис. 43. Часть радиального среза корня липы:
 1 — перидерма; 2 — флоэма; 3 — камбий; 4 — первичная ксилема;
 5 — вторичная ксилема; 6 — паренхима (Botany130)

7. Рассмотреть монокамбиальные корнеплоды моркови и редьки. Обратите внимание, что у моркови большую часть корнеплода занимает вторичная флоэма, где накапливаются запасные продукты. У редьки большую часть корнеплода занимает вторичная ксилема, состоящая в основном из неодревесневшей паренхимы, в клетках которой откладываются запасные вещества. Зарисовать схемы корнеплодов и отметить *перидерму*, *коровую паренхиму*, *вторичную флоэму*, *камбий*, *вторичную ксилему с сосудами*, *паренхиму*, *первичные* и *вторичные лучи*, *первичную ксилему с протоксилемой* и *метаксилемой* (рис. 44).

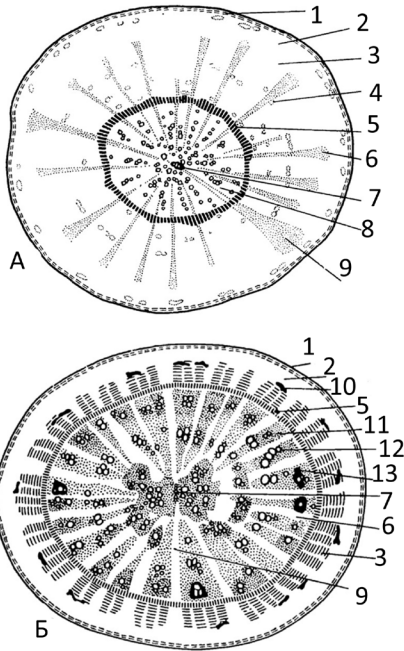


Рис. 44. Корень моркови (А) и редьки (Б):

- 1 — перидерма; 2 — паренхимная зона; 3 — вторичная флоэма;
 4 — эфирно-масляные каналы; 5 — камбий; 6 — вторичный луч;
 7 — первичная ксилема; 8 — вторичная ксилема; 9 — первичный
 луч; 10 — флоэмные волокна; 11 — ксилемная паренхима;
 12 — сосуд; 13 — ксилемные волокна (Практикум, 1979)

8. На готовом препарате поликамбиального корнеплода свеклы найти добавочные кольца камбия и многочисленные коллатеральные пучки, образованные им. Зарисовать схему и отметить добавочные *слои камбия*. Снаружи корень покрыт темно-бурой *перидермой*, под которой располагается *тонкий слой мелкоклеточной паренхимы* (рис. 45).

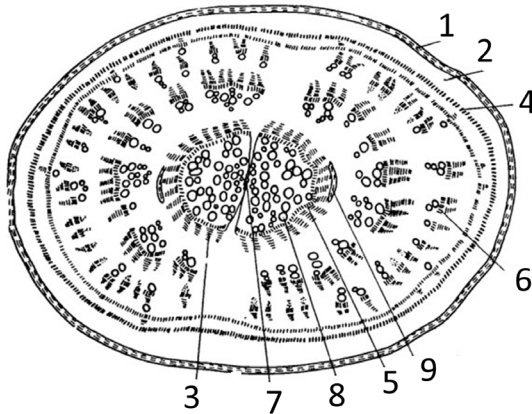


Рис. 45. Поликамбиальный корень свеклы:
 1 — перидерма; 2 — паренхимная зона; 3 — вторичная флоэма;
 4 — меристематическое кольцо; 5 — камбий; 6 — проводящий пучок; 7 — первичная ксилема; 8 — вторичная ксилема;
 9 — вторичная флоэма (Практикум, 1979)

Сделать вывод о строении корней в связи с выполняемыми функциями, о различиях в строении корней однодольных и двудольных растений, строении моно- и поликамбиальных корнеплодов.

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа наблюдений, проведенных на лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников) заполнить таблицы 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1

Зоны корня

Зона	Строение входящих клеток	Функции
Деления		
Растяжения		
Всасывания		
Проведения		

Таблица 3.2

Первичное строение корня

Системы тканей	Структура	Функции
Покровных		
Первичная кора		
Центральный цилиндр		

Лабораторная работа 3.2

Морфология побега

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Разнообразии стеблей на поперечном сечении.
2. Классификация стеблей по положению в пространстве, по типу ветвления.
3. Строение почки.
4. Почкорасположение.
5. Метаморфозы побегов.

Оборудование и материал: лупы, живые или гербарные образцы побегов плауна (*Lycopodium clavatum* L.), ели (*Picea excelsa* Link.), вишни (*Cerasus vulgaris* Mill.), сливы (*Prunus domestica* L.), липы (*Tilia cordata* Mill.), сирени (*Syringa vulgaris* L.), каштана конского (*Aesculus hippocastanum* L.), яблони (*Malus domestica* Borkh.), березы (*Betula pendula* Roth.), винограда (*Vitis vulpina* L.), хмеля (*Humulus lupulus* L.), вербейника (*Lysimachia nummularia* L.), клевера (*Trifolium repens* L.), белоуса (*Nardus stricta* L.), мятлика (*Poa annua* L.),

пырея (*Elytrigia repens* (L.) Nevski.), клена остролистого (*Acer platanoides* L.), ивы (*Salix* sp.), аristolихии (*Aristolochia* sp.), волчьего лыка (*Daphne mezereum* L.), осоки (*Carex* sp.), крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), опунции (*Opuntia* sp.), чины (*Lathyrus* sp.), моркови дикой (*Daucus carota* L.), клубень картофеля, усик лапчатки (*Potentilla* sp.), колючка боярышника (*Crataegus* sp.), филлодий иглицы (*Ruscus* sp.).

Цель работы: изучить морфологические различия в строении побегов вышеперечисленных растений.

Задачи работы: ознакомиться с внешним строением побегов; показать различие стеблей по способу нарастания, положению в пространстве, типу ветвления, расположению листьев и почек.

Порядок выполнения:

1. Рассмотреть и зарисовать формы стеблей на поперечном сечении различных растений (рис. 46).

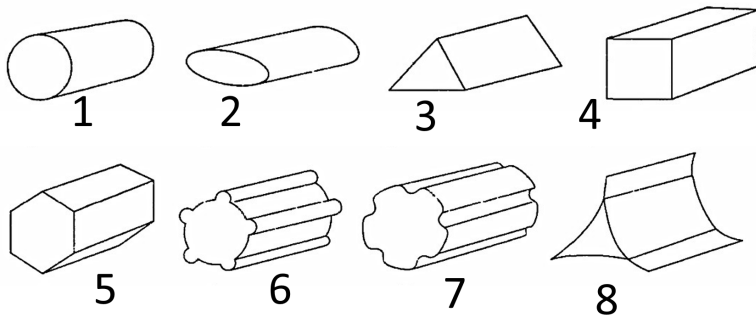


Рис. 46. Типы поперечного сечения стебля:

- 1 — округлый; 2 — сплюснутый; 3 — трехгранный;
4 — четырехгранный; 5 — многогранный; 6 — ребристый;
7 — бороздчатый; 8 — крылатый (Тимонин, 2007)

2. Рассмотреть гербарные образцы побегов различных растений и зарисовать их по расположению в пространстве (прямостоячие, восходящие, стелющиеся, цепляющиеся, вьющиеся и т. д.) (рис. 47).

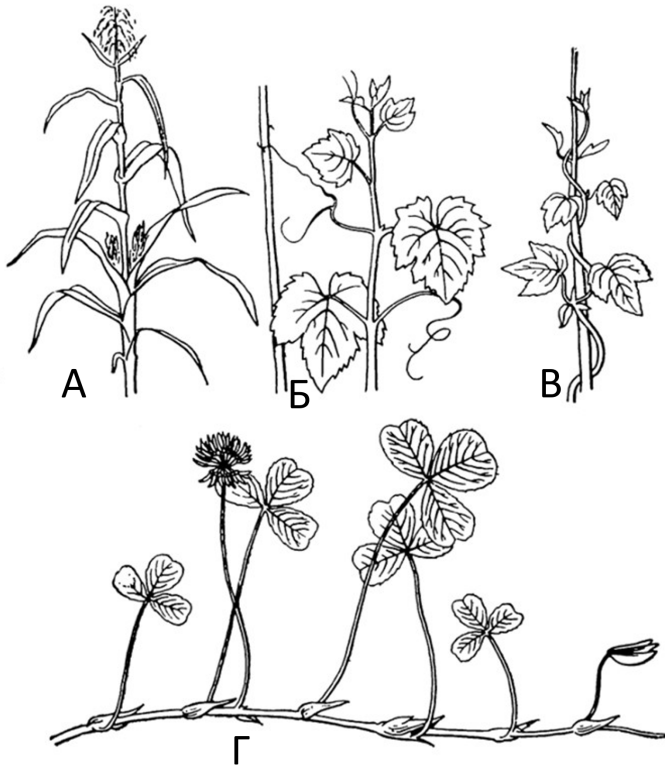


Рис. 47. Направление роста побегов:
A—B — ортотропное; *Г* — плагитропное;
типы стеблей по положению в пространстве:
A — прямостоячий (кукуруза); *B* — цепляющийся (виноград);
V — вьющийся (хмель); *Г* — ползучий (клевер ползучий)
(Хржановский, Пономаренко, 1988)

3. Рассмотреть побеги различных растений и определить тип ветвления; зарисовать схемы ветвления этих растений (палун, ель, сосна, можжевельник, черемуха, вишня, липа, сирень и т. д.) (рис. 48).

4. Ознакомиться с особенностями ветвления мятликовых на примере белоуса, мятлика, пырея; зарисовать зону кушения и сделать обозначения (рис. 49).

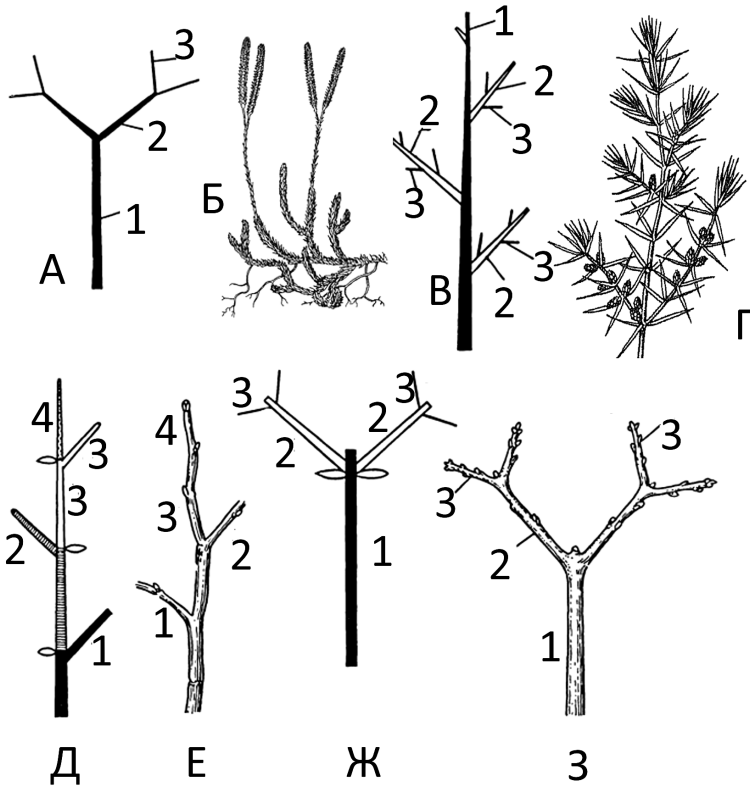


Рис. 48. Типы ветвления: верхушечное дихотомическое: *A* — схема; *B* — плаун булавовидный; боковое моноподиальное: *B* — схема; *Г* — ветка можжевельника; боковое симподиальное по типу монохазия: *Д* — схема; *Е* — ветка черемухи; боковое симподиальное по типу дихазия; *Ж* — схема; *З* — ветка сирени; *1–4* — оси первого и последующих порядков (Яковлев, Челомбитько, 1990; Хржановский, Пономаренко, 1988)

5. Рассмотреть строение удлиненного и укороченного побега. Зарисовать внешний вид удлиненного и укороченного побега (рис. 50).

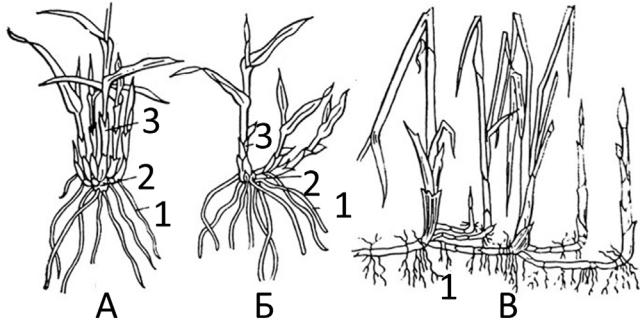


Рис. 49. Типы кущений злаков:

A — плотнокустовое (белоус); *Б* — рыхлокустовое (мятлик);

В — корневищное (пырей); 1 — придаточные корни;

2 — узел кущения; 3 — боковые побеги

(Хржановский, Пономаренко, 1989; Зарицкий, Веклич, 2014)

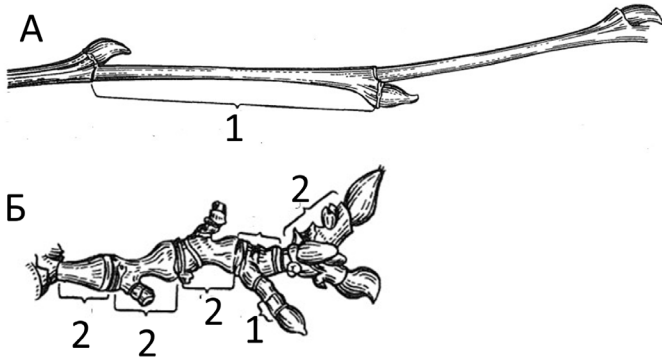


Рис. 50. Строение удлиненного и укороченного побегов (платан):

A — удлиненный; *Б* — укороченный;

1 — междуузлие; 2 — годичный прирост

(Хржановский, Пономаренко, 1988)

6. Рассмотреть и проанализировать расположение групповых и одиночных почек побегов предложенных растений (рис. 51).

7. Проанализировать спиральное листорасположение и составить формулы листовых циклов двух-трех растений (рис. 52).

8. Рассмотреть внешний вид и внутреннее строение почки конского каштана (бузины черной). Зарисовать продольный разрез почки и обозначить его части (рис. 53).

9. Рассмотреть и зарисовать метаморфозы побегов предложенных растений: корневище пырея; клубень картофеля; кладодий опунции; усики чины, гороха; усы винограда; колючка боярышника; филлокладий иглицы и др. (рис. 54).

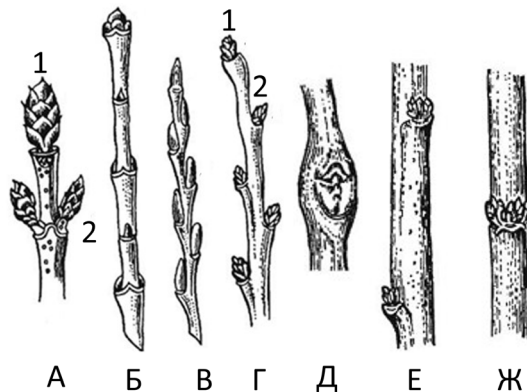


Рис. 51. Типы расположения одиночных (А—Г) и групповых (Д—Ж) почек:

- А—Б — верхушечное и пазушное супротивное;
 В—Г — верхушечное и пазушное очередное; Д — сериальное;
 Е — коллатеральное; Ж — мутовчатое; 1 — верхушечная почка;
 2 — пазушная почка; А — каштан конский (*Aesculus hippocastanum*); Б — клен остролиственный (*Acer pseudoplatanus*); В — ива белая (*Salix alba*);
 Г — ильм (*Ulmus scabra*); Д — кирказон (*Aristolochia sichio*);
 Е — волчье лыко (*Daphne mezereum*); Ж — слива (*Prunus domestica*)
 (Хржановский, Пономаренко, 1989; Полонский, Карпюк, 2022)

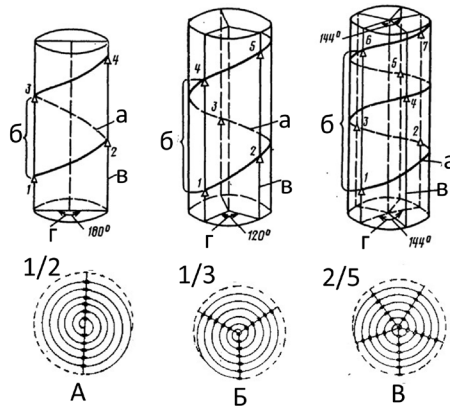


Рис. 52. Варианты спирального листорасположения:
 А — кукуруза (*Zea mays*); Б — осока береговая (*Carex riparia*);
 В — алыча (*Prunus cerasifera*):
 1, 2, 3 и т. д. — порядковые номера листьев; а — спираль;
 б — листового цикла; в — ортостиха; г — угол расхождения;
 1/2, 1/3, 2/5 — цикличность (Хржановский, Пономаренко, 1989)

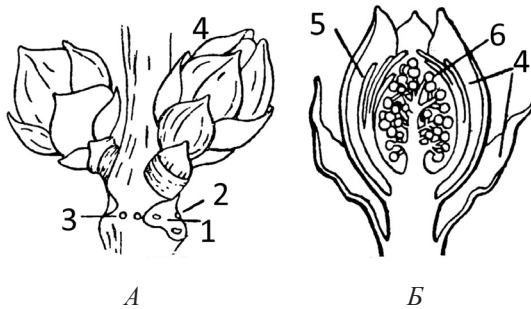


Рис. 53. Строение почек: А — часть ветки бузины с двумя супротивными почками; Б — вегетативно-генеративная почка бузины в разрезе; 1 — листовый рубец; 2 — листовые следы; 3 — следы прилистников; 4 — почечные чешуи; 5 — зачатки срединных листьев; 6 — зачаток соцветия (Воронин, 1981)

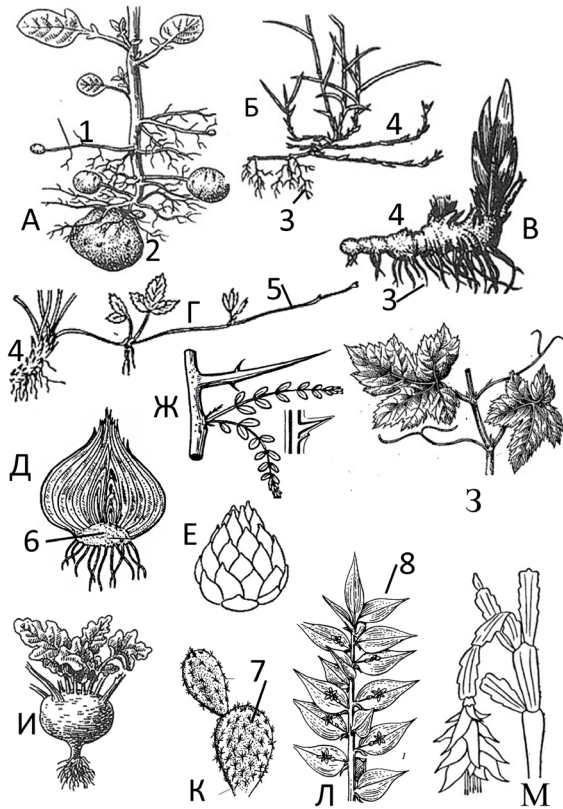


Рис. 54. Метаморфозы побега:

- А — картофель (столоны и стеблевые клубни);
 Б — длинное корневище пырея; В — короткое корневище ириса;
 Г — корневище и усы земляники; Д — пленчатая луковича лука;
 Е — черепитчатая луковича лилии; Ж — колючка гледичии и схема строения колючки побегового происхождения; З — усы винограда;
 И — клубень капусты кольраби; К — кладодий кактуса (опунции);
 Л — филлоклады иглицы; М — кладодии зигокактуса; 1 — стolon;
 2 — клубень; 3 — придаточные корни; 4 — корневище; 5 — ус;
 6 — донце; 7 — кладодий кактуса (сочные стебли); 8 — филлокладий иглицы (Воронин, 1981; Тутаюк, 1980; Хржановский, Пономаренко, 1988; Ботаника, 2006; Ерошкина, Шиман, 2023)

Сделать вывод о морфологическом разнообразии строения стеблей.

Задания для самостоятельной работы

Задание 1. На основании анализа наблюдений, проведенных на лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников) заполнить таблицы жизненных форм растений (табл. 3.3, 3.4, 3.5). Привести примеры растений, у которых встречается данный тип стеблей.

Таблица 3.3

Жизненные формы древесных растений

Древесные растения имеют многолетние надземные побеги с почками возобновления				
Деревья (выс. 2—100 м) имеют один ствол		Кустарники (выс. 0,6—6 м)	Кустарнички (выс. 5—60 см)	
Стланцы (полегают, стелются)	Прямосто- ячие	Лианы (обвивают опору)	Стволиков не- сколько, живут до 30—40 лет	Стволики жи- вут до 10 лет

Таблица 3.4

Жизненные формы полудревесных растений

Полудревесные растения в течение ряда лет сохраняют нижнюю часть побега с почками, а верхняя ежегодно отмирает	
Полукустарники (выс. до 80 см)	Полукустарнички (выс. до 20 см)

Таблица 3.5

Жизненные формы травянистых растений

Травянистые растения не имеют многолетних надземных побегов						
Однолетние (ежегодно отмирают)		Двулетние (на первом году развивается прикорневая розетка, на втором — цветоносные побеги)		Многолетние (надземная часть ежегодно отмирает, но сохраняются подземные органы)		
Полный период развития	Короткий период развития (эфемеры)	Стержнекорневые	Мочкокорневые	Луковичные	Корневищные	Клубнеобразующие

Задание 2. Дать точное определение каждого типа метаморфоза побегов; привести примеры (табл. 3.6).

Таблица 3.6

Метаморфозы побегов

Метаморфозы	Определение	Примеры
Колочки		
Кладодий		
Филлокладий		
Усики		
Усы		
Луковица		
Клубень		
Корневище		

Лабораторная работа 3.3 **Анатомия стебля**

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Строение конуса нарастания споровых растений: плауны, папоротники, хвощи.
2. Строение конуса нарастания семенных растений: голосеменные, цветковые.
3. Особенности анатомического строения стебля однодольных растений.
4. Вторичное строение стебля двудольных травянистых растений. Меристемы, участвующие в образовании вторичного строения стебля.
5. Особенности анатомического строения стебля древесных растений по сравнению с травянистыми.
6. Отличительные особенности анатомии стебля голосеменных и покрытосеменных древесных растений.
7. Стеллярная теория.

Оборудование и материал: микроскопы, микропрепараты стебля кукурузы (*Zea mays* L.), ржи (*Secale* sp.), липы (*Tilia cordata* Mill.), сосны (*Pinus* sp.), подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), кирказона (*Aristolochia* sp.), корневище ландыша (*Convallaria majalis* L.).

Цель работы: изучить особенности строения стеблей различных растений.

Задачи работы: ознакомиться с общим планом строения стеблей однодольного и двудольного растений, а также с типами вторичных изменений проводящей системы двудольных растений (пучковым, переходным, непучковым).

Порядок работы:

1. На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля кукурузы (*Zea mays* L.) рассмотреть и зарисовать схематично один сектор. Сделать обозначения: *эпидермис, склеренхима перецикла, основная паренхима, ситовидные трубки, клетки-спутницы, пористые и кольчатые сосуды, склеренхимная обкладка проводящего пучка* (рис. 55).

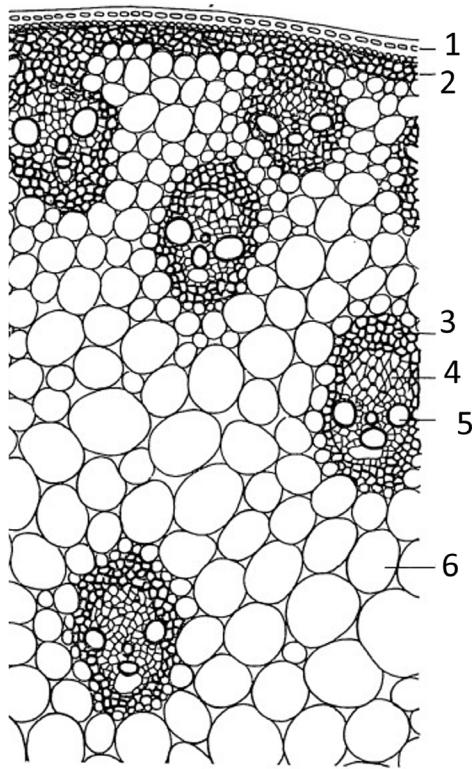


Рис. 55. Фрагмент поперечного среза стебля кукурузы:

- 1 — эпидермис; 2 — кольцо склеренхимы перидикла;
 3 — склеренхимная обкладка проводящего пучка; 4 — флоэма;
 5 — ксилема; 6 — основная паренхима (Киселева, Шелухин, 1969)

2. На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля ржи (*Secale* sp.) рассмотреть и зарисовать схематично один сектор. Сделать обозначения: *участки хлорофиллоносной паренхимы, склеренхима, мелкие и крупные проводящие пучки*, расположенные в шахматном порядке; в закрытом коллатеральном пучке отметить *сосуды протоксилемы, метоксилемы и склеренхимную обкладку, паренхиму, полость* (рис. 56).

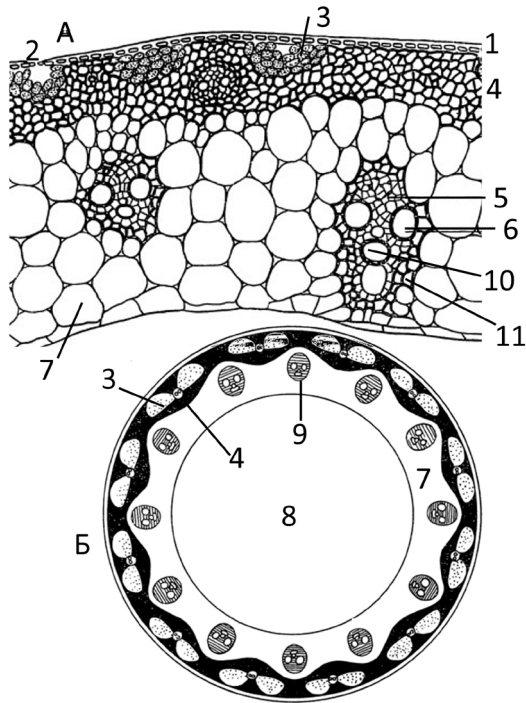


Рис. 56. Стебель (соломина) ржи (*Secale cereale*):

- A* — строение стебля ржи в поперечном разрезе: 1 — эпидермис; 2 — устьице; 3 — ассимиляционная ткань; 4 — кольцо склеренхимы; 5 — флоэма; 6 — протоксилема; 7 — основная паренхима;
- Б* — схема строения стебля ржи в поперечном разрезе: 8 — полость стебля; 9 — проводящие пучки; 10 — метаксилема; 11 — склеренхимная обкладка проводящего пучка)

(Киселева, Шелухин, 1969)

3. На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля кирказона (*Aristolochia* sp.) ознакомьтесь с пучковым типом строения проводящей системы у двудольных растений. Зарисовать один сектор и сделать соответствующие обозначения, отметив *эпидерму*, *колленхиму*, *паренхиму коры*, *эндо-*

дерму, склеренхиму перицикла, флоэму, ксилему, пучковый и межпучковый камбий, сердцевинный луч, паренхиму сердцевины (рис. 57).

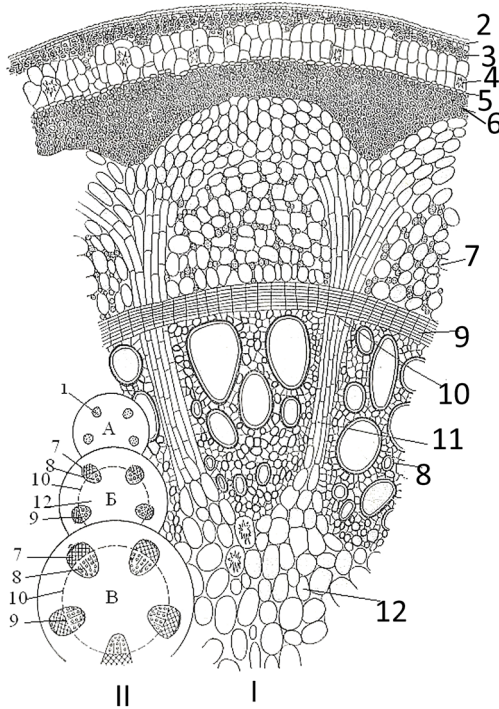


Рис. 57. Пучковый тип с межпучковым камбием в стебле кирказона (*Aristolochia clematitidis*) в поперечном срезе (I) и схема строения стебля на разных уровнях (II):

- A — срез на уровне появления прокамбия; B — на уровне появления камбия; B — на уровне сформированной структуры;
 I — прокамбий; 2 — эпидерма; 3 — колленхима; 4 — паренхима коры; 5 — эндодерма (3—5 — первичная кора); 6 — склеренхима перицикла; 7 — флоэма; 8 — ксилема; 9 — пучковый камбий (7—9 — открытый коллатеральный пучок); 10 — межпучковый камбий; 11 — сердцевинный луч; 12 — паренхима сердцевины (6—12 — центральный цилиндр) (Собчак, Папина, 2006)

4. На постоянном микропрепарате поперечного среза стебля подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) ознакомиться с переходным типом строения проводящей системы у двудольных растений. Зарисовать один сектор и сделать соответствующие обозначения, отметив *эпидерму, колленхиму, паренхиму коры, смоляной ход, эндодерму, склеренхиму, первичную и вторичную флоэму, пучковый и межпучковый камбий, первичную и вторичную ксилему, пучок из межпучкового камбия, сердцевину* (рис. 58).

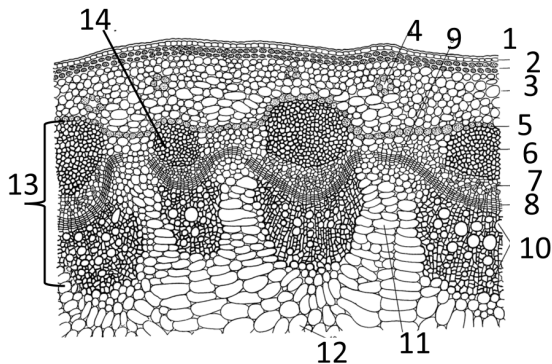


Рис. 58. Строение молодого стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*) в поперечном разрезе:

- 1 — эпидермис; 2 — колленхима; 3 — основная паренхима;
- 4 — смоляные ходы; 5 — эндодерма; 6 — склеренхима (волокна первичной флоэмы); 7 — вторичная флоэма; 8 — пучковый камбий;
- 9 — межпучковый камбий; 10 — ксилема; 11 — сердцевинные лучи;
- 12 — сердцевина; 13 — первичный проводящий пучок;
- 14 — вторичный проводящий пучок (Киселева, Шелухин, 1969)

5. Ознакомиться с непучковым типом строения проводящей системы на постоянном препарате поперечного среза ветки липы (*Tilia cordata* Mill.). При малом увеличении микроскопа рассмотреть общий план строения стебля и границы его топографических зон, а при большом — детально гистологические элементы каждой зоны. Схематично зарисовать сектор, отметить топографические зоны и слагающие их ткани: *пробку, кол-*

ленхиму, паренхиму, первичную кору, мягкий луб, твердый луб, камбий, сосуды, либриформ, границы годичного прироста, первичный луч (сердцевинный), вторичный сердцевинный луч, вторичную ксилему, первичную ксилему, перимедуллярную зону, сердцевину (рис. 59).

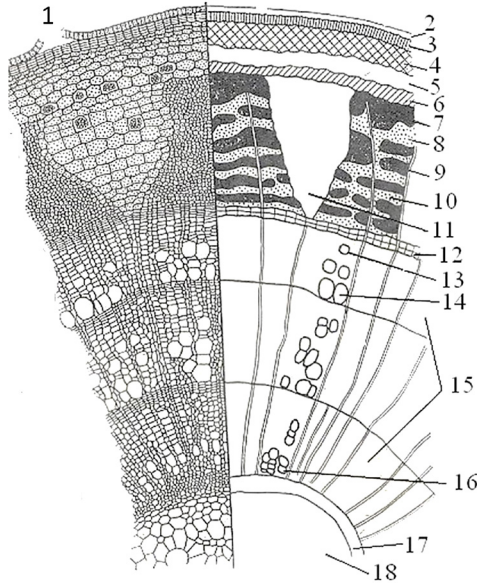


Рис. 59. Непучковый тип строения стебля. Срез ветки липы (*Tilia cordata*) в поперечном разрезе:

- 1 — чечевичка; 2 — остатки эпидермы; 3 — пробка;
 - 4 — колленхима; 5 — паренхима коры; 6 — эндодерма
 - (4—6 — первичная кора); 7 — перичиклическая зона; 8 — первичная флоэма; 9 — твердый луб; 10 — мягкий луб (вторичная флоэма);
 - 11 — сердцевинный луч (7—11 — вторичная кора); 12 — камбий;
 - 13 — осенняя древесина; 14 — весенняя древесина
 - (13—14 — годичное кольцо древесины); 15 — вторичная древесина;
 - 16 — первичная древесина (15—16 — древесина);
 - 17 — перимедуллярная зона; 18 — основная паренхима
 - (17—18 — сердцевина; 7—18 — центральный цилиндр)
- (Хржановский, Пономаренко, 1988; Собчак, Папина, 2006)

Сделать вывод об отличиях в строении стебля однодольного и двудольного растений.

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа наблюдений, проведенных на лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников, интернет-источники) изучить типы стел и заполнить таблицу 3.7.

Таблица 3.7

Типы стел высших растений

Стела (название, рисунок)	Описание
Протостела	
Актиностела	
Плектостела	
Энтофлойная сифоностела	
Артростела	
Эустела	
Атактостела	
Амфифлойная сифоностела	
Диктиостела	

Лабораторная работа 3.4

Лист: морфология листа, анатомия листовой пластинки

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Морфология листовой пластинки.
2. Ткани листа. Особенности строения и выполняемые функции.
3. Дорсовентральное, изолатеральное, радиальное строение листа.
4. Влияние на строение листа внешних условий.
5. Метаморфозы листа.

Материал: морфологическая коллекция листьев различных растений; микропрепараты камелии (*Camellia* sp.), ириса (*Iris* sp.), сосны (*Pinus* sp.).

Цель работы: изучить отличительные особенности внешнего и внутреннего строения листьев различных растений.

Задачи работы: ознакомиться с основными закономерностями строения листьев двудольных, однодольных и хвойных растений, признаками ксероморфизма на примере строения хвои сосны.

Порядок работы:

1. По морфологической коллекции рассмотреть листья различных растений; изучить внешнее строение и зарисовать черешковый, сидячий и влагалищный лист (рис. 60).

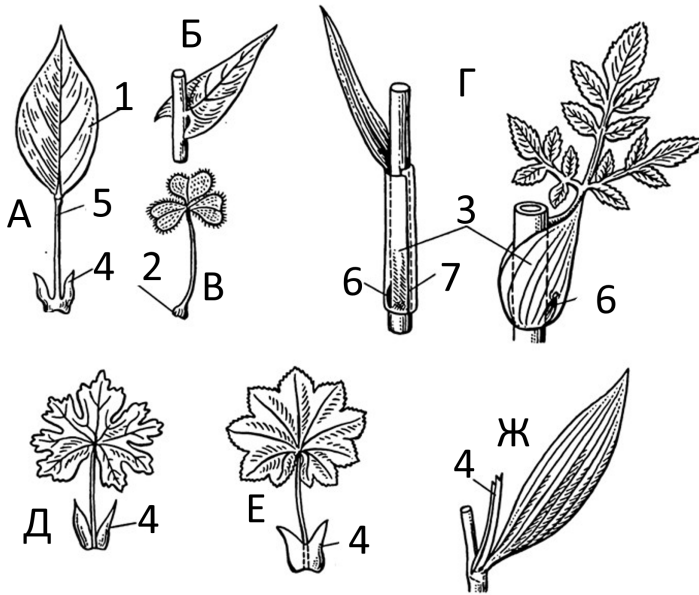


Рис. 60. Прикрепление листа к стеблю:

- A* — черешковый лист; *B* — сидячий; *B* — с подушечкой в основании; *Г* — с влагалищами; *Д* — со свободными прилистниками; *Е* — с прирастающими к черешку прилистниками; *Ж* — с пазушными срастающимися прилистниками; *1* — листовая пластинка; *2* — основание; *3* — влагалище; *4* — прилистники; *5* — черешок; *6* — пазушная почка; *7* — интеркалярная меристема (Яковлев, Челомбитько, 1990)

2. По морфологической коллекции изучить жилкование листьев: простое, дихотомическое, сетчато-перистое, сетчато-пальчатое, параллельное, дуговое, и зарисовать их (рис. 61).

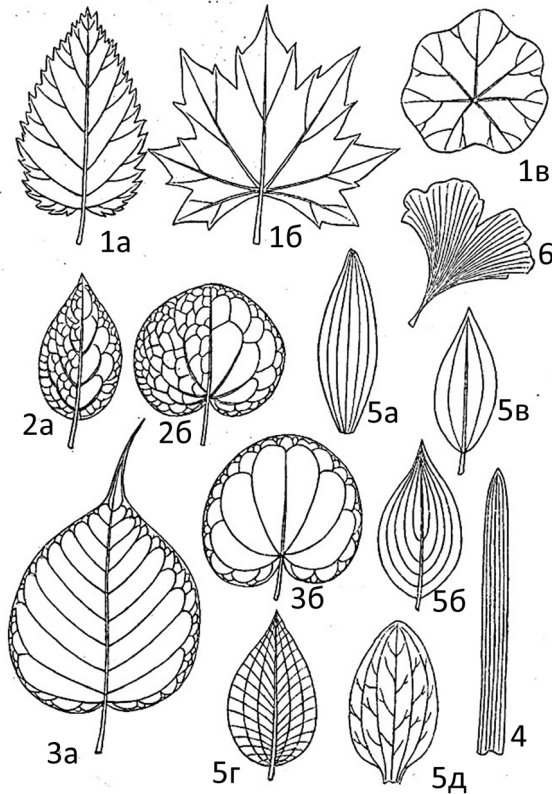


Рис. 61. Типы жилкования листьев: 1 — краевое: а — перисто-краевое; б — пальчато-краевое; в — лучисто-краевое; 2 — сетчатое: а — перисто-сетчатое; б — пальчато-сетчатое; 3 — петлевидное: а — перисто-петлевидное; б — пальчато-петлевидное; 4 — параллельное; 5 — дуговое; а — дуговое (типичное); б — перисто-дуговое; в — пальчато-дуговое; г — дуговидно-краевое; д — дуговидно-острорежное; б — веерное (Федоров и др., 1956)

3. По морфологической коллекции ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых цельных (рис. 62) и простых расчлененных листьев (рис. 63) и зарисовать их.

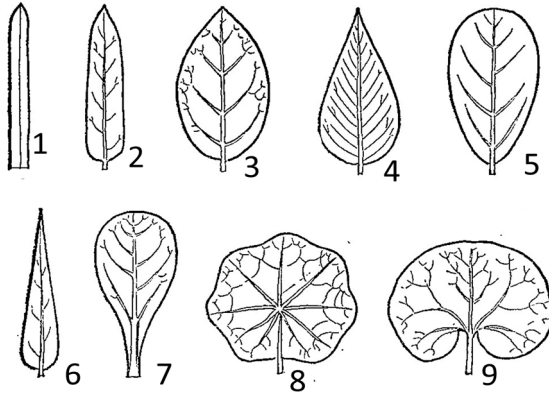


Рис. 62. Формы листовой пластинки простых листьев:
 1 — линейный; 2 — продолговатый; 3 — овальный;
 4 — округлый; 5 — обратнойцевидный; 6 — ланцетный;
 7 — лопатчатый; 8 — округлый; 9 — почковидный
 (Декоративные растения СССР, 1986)

4. По морфологической коллекции ознакомиться с формами сложных листьев: тройчатый, пальчатосложный, непарноперистосложный, парноперистосложный, двоякоперистосложный и зарисовать их (рис. 64).

5. Ознакомиться и зарисовать формы изрезанности края листовой пластинки (рис. 65).

6. Рассмотреть препарат листа камелии. Найти на препарате *верхнюю и нижнюю эпидерму, слой кутикулы, колленхиму, столбчатый и губчатый мезофилл, склереиды, друзы, устьица, подустьичную полость, сосудисто-волокнистый пучок* и в нем *ксилему, флоэму, склереихиму*. Зарисовать строение листа камелии как пример строения листа двудольного растения с дорзовентральным строением. Для рисунка выбрать участок листа с главной жилкой и частью листовой пластинки (рис. 20, 66).

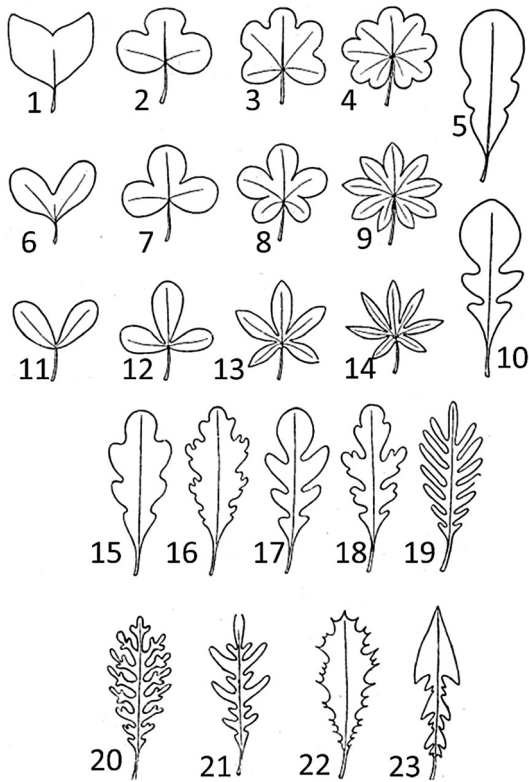


Рис. 63. Основные формы лопастных, раздельных и рассеченных листьев: 1 — двулопастный; 2 — трехлопастный; 3 — пятилопастный, или пальчатолопастный; 4 — многолопастный; 5 — лировиднолопастный, или лировидный; 6—9 — дву-, трех-, пяти(пальчато)-, многократно раздельные; 10 — лировиднораздельный; 11—14 — дву-, трех-, пяти(пальчато)-, многократнорассеченный; 15 — перистолопастный; 16 — двуперистолопастный; 17 — перистораздельный; 18 — двуперистораздельный; 19 — перисторассеченный; 20 — двуперисторассеченный; 21 — прерывистоперисторассеченный; 22 — выгызенный; 23 — струговидный (Федоров и др., 1956)

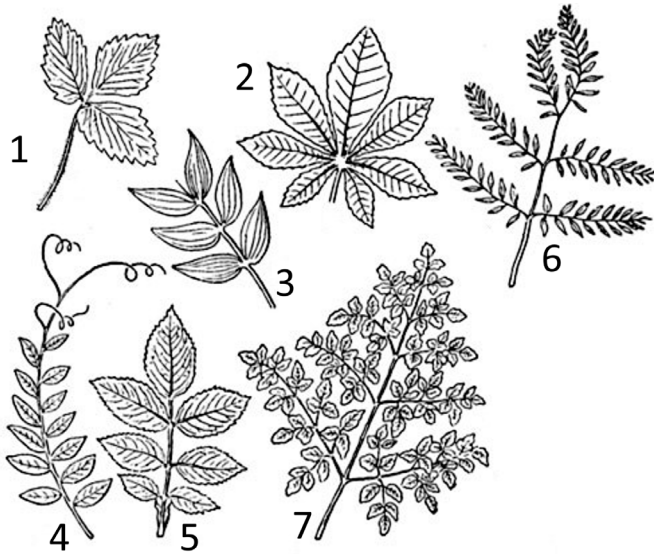


Рис. 64. Сложные листья:

1 — тройчатосложный; 2 — пальчатосложный;
 3 и 4 — парноперистосложный; 5 — непарноперистосложный;
 6 — дваждыперистосложный; 7 — триждыперистосложный
 (Ботаника, 1966)

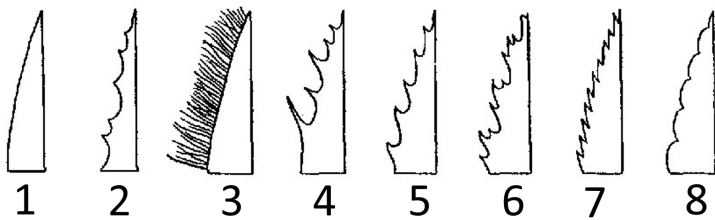


Рис. 65. Типы края листа:

1 — цельнокрайний; 2 — выемчатый; 3 — волосистый;
 4 — шиповатый; 5 — зубчатый; 6 — двоякозубчатый;
 7 — пильчатый; 8 — городчатый
 (Федоров и др., 1956)

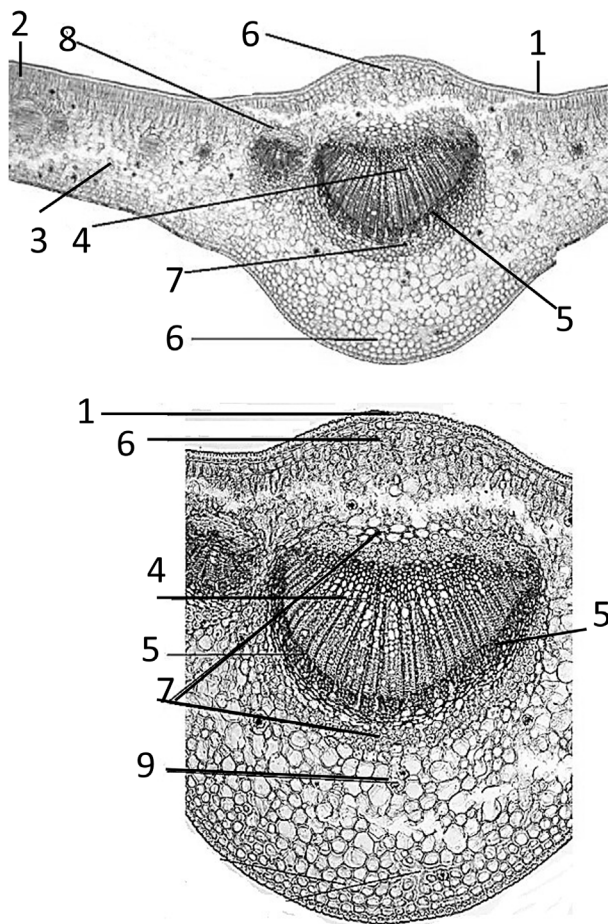


Рис. 66. Поперечный срез листа камелии китайской (*Camellia sinensis*):

- 1 — верхний эпидермис; 2 — столбчатый мезофилл;
3 — губчатый мезофилл; 4 — ксилема центральной жилки;
5 — флоэма; 6 — уголковая колленхима; 7 — склеренхима;
8 — пучок боковой жилки; 9 — клетка с друзой
(Барабанов, Зайчикова, 2013)

7. Рассмотреть строение листа однодольного растения на примере микропрепарата листа ириса. Найти на препарате *эпидерму*, *кутикулу*, *мезофилл*, *устьица*, *подустьичную полость*, *сосудисто-волокнистый пучок* и в нем *ксилему*, *флоэму*, *склеренхиму*. Зарисовать строение листа ириса как пример листа однодольного растения. Для рисунка выбрать на препарате участок листа с двумя проводящими пучками (рис. 67).

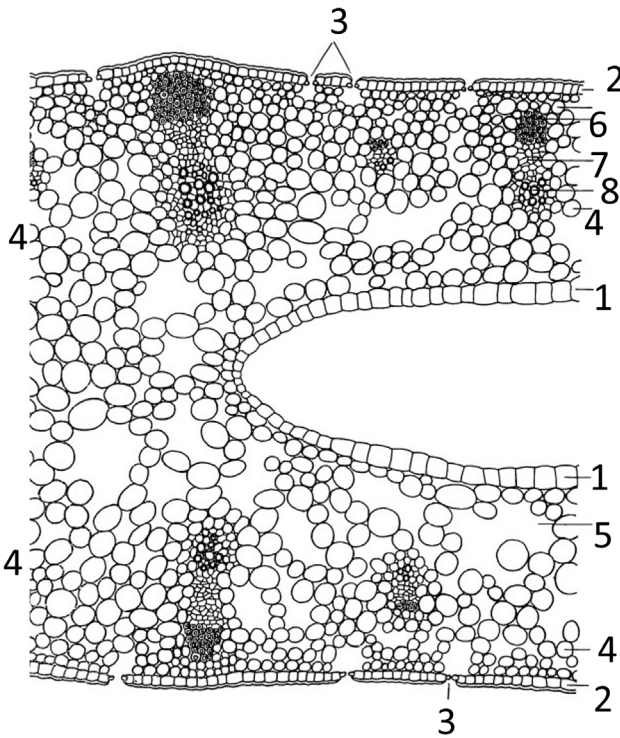


Рис. 67. Лист ириса (*Iris pseudoacorus*) в поперечном разрезе:
 1 — верхний эпидермис; 2 — нижний эпидермис;
 3 — устьица; 4 — мезофилл; 5 — воздухоносная полость;
 6 — склеренхима; 7 — флоэма; 8 — ксилема
 (Киселева, Шелухин, 1969)

8. Рассмотреть строение листа голосеменных на примере микропрепарата хвои сосны. Найти на препарате *кутикулу*, *эпидерму*, *гиподерму*, *устьица*, *смоляные ходы*, *эпителий*, выстилающий смоляные ходы, *склеренхиму*, окружающую смоляной ход, *эндодерму*, *трансфузионную ткань*, *ксилему*, *флоэму*, *складчатый мезофилл*. Зарисовать строение листа голосеменного растения (рис. 68).

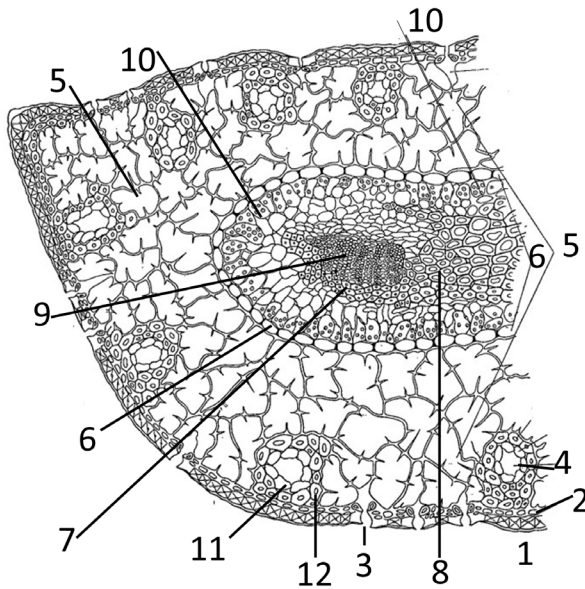


Рис. 68. Поперечный срез хвои сосны:
1 — эпидермис; 2 — гиподерма; 3 — устьица;
4 — смоляной канал; 5 — складчатый мезофилл;
6 — эндодерма; 7 — флоэма проводящего пучка;
8 — склеренхима; 9 — ксилема проводящего пучка;
10 — трансфузионная ткань; 11 — тапетум;
12 — механические волокна
(Тутаюк, 1980)

9. По морфологической коллекции рассмотреть и зарисовать метаморфозы листа (рис. 69).

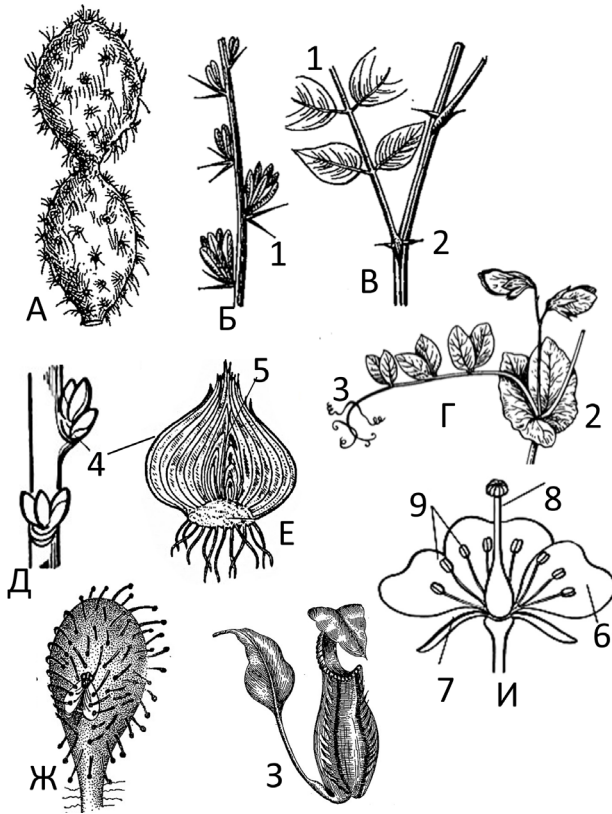


Рис. 69. Метаморфозы листьев:

А — кактус — колючки; Б — барбарис обыкновенный (*Berberis vulgaris*) — колючки; В — робиния ложноакация (*Robinia pseudoacacia*) — колючки-прилистники;
 Г — горох (*Pisum*) — усики листа; Д — кроющие чешуи почки;
 Е — строение луговницы (*Allium cepa*); Ж — ловчие листья росянки (*Drosera rotundifolia*); 3 — ловчий лист непентеса (*Nepenthes*);
 И — строение цветка; 1 — лист; 2 — прилистники; 3 — усик;
 4 — кроющие чешуи; 5 — сочные чешуи луговницы; 6 — лепестки цветка; 7 — чашелистики; 8 — плодолистники гинецея; 9 — тычинки
 (Васильев и др., 1988; Тугаюк, 1980; Ерошкина, Шиман, 2023)

В выводе отметить общие особенности анатомического строения листьев в связи с выполняемыми функциями и описать характерные черты строения листьев разных растений в связи с условиями обитания этих растений.

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа морфологической коллекции листьев выбрать по одному простому и сложному листу. Зарисовать и сделать морфологическое описание по схеме: *форма листовой пластинки, расчленение пластинки, верхушка и основание листа, край листовой пластинки, жилкование.*

Тема 4

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ

Репродуктивные, или генеративные, органы растений предназначены для полового или собственного бесполого размножения. У покрытосеменных к ним относят цветок и его производные — семя и плод.

Цветок (*flos*) — это видоизмененный укороченный побег, приспособленный к образованию спор и гамет, для полового процесса, в результате которого образуются семена и плод.

Стеблевая часть цветка представлена цветоножкой и цветоножем.

К цветоножке прикрепляются видоизмененные листья — цветолостики: чашелистики, лепестки, тычинки, пестики. Чаще всего они располагаются кругами (циклические цветки). Если цветолостики располагаются по спирали, то цветки называются циклическими. Промежуточное положение занимают цветки гемициклические, у которых круговое расположение одних цветолостиков сочетается со спиральным других.

К репродуктивной (фертильной) части цветка относятся тычинки, пестик или пестики. Стерильная — околоцветник: чашечка и венчик.

Лабораторная работа 4.1 **Околоцветник. Андроцей и гинецей**

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Классификация цветков по расположению на цветоножке, по типу симметрии, по строению околоцветника.
2. Андроцей. Типы андроцея. Анатомическое строение тычинки.
3. Анатомическое строение завязи. Типы гинецея.
4. Строение семяпочки. Типы семяпочек. Типы плацентации.

Материал: живые или фиксированные в спирте цветки тюльпана (*Tulipa* sp.), редьки дикой (*Raphanus raphanistrum* L.), лютика едкого (*Ranunculus acris* L.), яблони (*Malus* sp.), гороха (*Pisum sativum* L.=*Lathyrus oleraceus* Lam.), незабудки (*Myosotis* sp.), сирени (*Syringa* sp.), табака (*Nicotina tabacum* L.), картофеля (*Solanum tuberosum* L.), цикория (*Cichorium intybus* L.), льнянки (*Linaria vulgaris* Mill.), яснотки белой (*Lamium album* L.), капусты (*Brassica* sp.), вербейника (*Lysimachia vulgaris* L.), зверобоя (*Hypericum perforatum* L.), лютика (*Ranunculus repens* L.), белладонны (*Atropa bella-donna* L.), крыжовника (*Grossularia* sp.), дрёмы (*Melandrium album* Garcke.), бузины (*Sambucus nigra* L.), постоянные микропрепараты поперечного среза пыльника, поперечного среза через завязь и семяпочку, пыльца на рыльце пестика.

Цель работы: изучить разнообразие околоцветников по типу симметрии и сростания, форме, числу членов; изучить особенности строения андроеца и гинецея различных растений.

Задачи работы: рассмотреть околоцветники вышеперечисленных растений и охарактеризовать их; ознакомиться с различными типами строения андроеца и гинецея.

Порядок работы:

1. Проанализировать строение и зарисовать околоцветники цветков следующих растений: тюльпана, дикой редьки, гороха, незабудки, сирени, табака, картофеля, цикория, льнянки (рис. 70).

2. Сравнить между собой чашечки цветков дикой редьки, гороха, картофеля, табака и дать им названия, исходя из степени сростания чашелистиков; дать названия венчикам цветков табака, картофеля, цикория, незабудки, сирени, льнянки (рис. 70).

3. Обозначить на рисунке части сростнолепестного венчика — трубку, зев, отгиб, губу (рис. 71).

4. Составить краткую общую характеристику изученных и зарисованных околоцветников: тип симметрии, двойной или простой, свободный или сросшийся, форма, число членов.

5. Рассмотреть цветки тюльпана, яснотки, капусты, вербейника, гороха, зверобоя. Обратит внимание на число тычинок, их длину и взаимное расположение по отношению к лепесткам и чашелистикам, сростание. Определить типы андроеца (рис. 72).

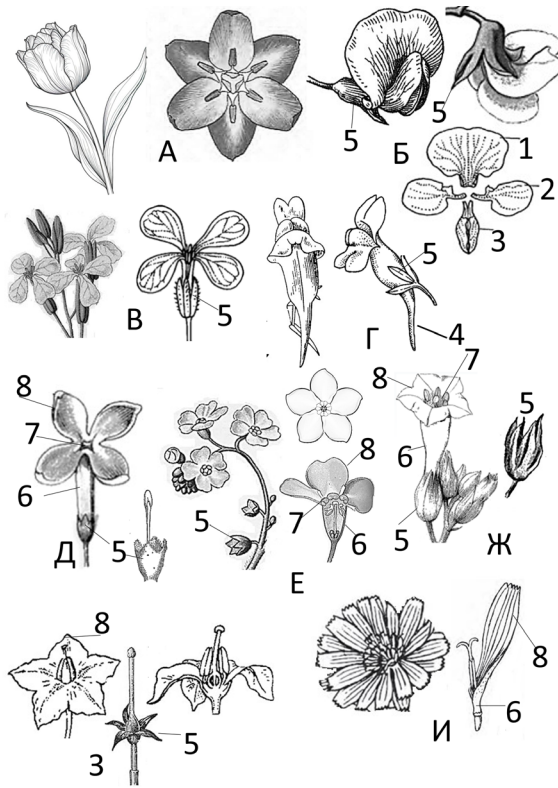


Рис. 70. Цветки различных растений:

- A* — тюльпан (внешний вид растения и вид цветка сверху);
Б — горох посевной (внешний вид цветка с двух сторон и схема околоцветника); *В* — редька дикая; *Г* — льнянка обыкновенная;
Д — сирень (цветок и чашечка с пестиком); *Е* — незабудка болотная (фрагмент соцветия, вид венчика сверху и продольный разрез цветка); *Ж* — табак (внешний вид фрагмента соцветия и чашечка); *З* — картофель (внешний вид цветка, чашечка с пестиком и цветок в разрезе); *И* — цикорий (соцветие и язычковый цветок);
1 — парус (флаг); *2* — вёсла; *3* — лодочка; *4* — шпорец;
5 — чашечка; *6* — трубка венчика; *7* — зев венчика;
8 — отгиб венчика (Яковлев, Челомбитько, 1990; Иллюстрированный определитель растений Ленинградской области, 2006; Thome, 1885)

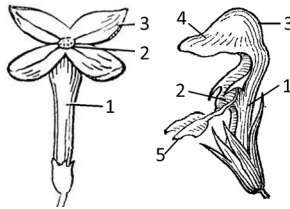


Рис. 71. Цветки со сростнолепестным венчиком:
1 — трубка венчика; 2 — зев венчика; 3 — отгиб;
4 — верхняя губа; 5 — нижняя губа (Гутаюк, 1980;
Биологический энциклопедический словарь, 1986)

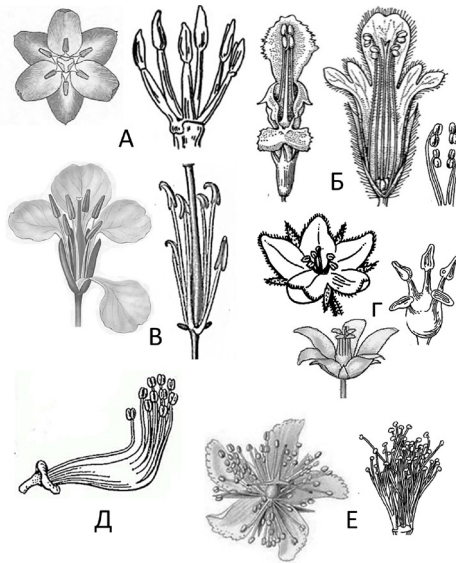


Рис. 72. Типы андроцея:
А — свободный андроцей (тюльпан); Б — двусильный андроцей
яснотковых (яснотка белая); В — четырехсильный андроцей
капустных (капуста огородная); Г — однобратственный андроцей
вербейника; Д — двубратственный андроцей бобовых (горох);
Е — многобратственный андроцей зверобоя
(Хржановский, Пономаренко, 1989; Lindman, 1905; Thome, 1885)

6. Проанализировать и зарисовать одну из тычинок выше-рассмотренных цветков. Обозначить части тычинки (рис. 73).

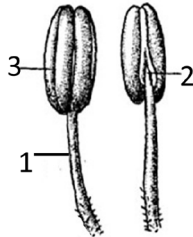


Рис. 73. Строение тычинки:

1 — тычиночная нить; 2 — связник; 3 — пыльники
(Хржановский, Пономаренко, 1989)

7. Рассмотреть в микроскоп поперечный срез пыльника (постоянный препарат). Схематически зарисовать строение пыльника, указать на нем **пыльцевые мешки, теки, пыльцевые гнезда, связник с проводящим пучком, место вскрытия пыльника, кутикулу, эпидерму, эндотеций, тапетум, пыльцевые зерна** (рис. 74).

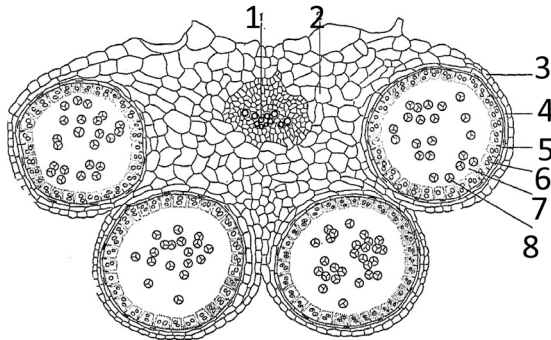


Рис. 74. Поперечный разрез пыльника капусты огородной (*Brassica oleracea*):

1 — проводящий пучок; 2 — связник; 3 — эпидерма;
4 — эндотеций; 5 — средний слой; 6 — тапетум; 7 — гнездо пыльника; 8 — тетрады микроспор (Жизнь растений, 1980)

8. Рассмотреть и зарисовать пестики цветков гороха, лютика, тюльпана; на основе анализа дать заключение, из какого числа плодолистиков они состоят (рис. 75).

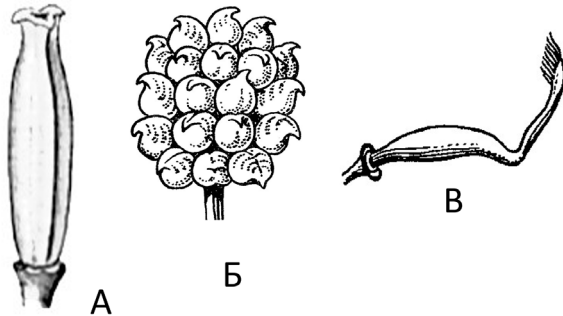


Рис. 75. Пестики цветков:

A — тюльпан; *Б* — лютик; *В* — горох
(Хржановский, Пономаренко, 1988; Жигальцова, Харин, 2010)

9. Зарисовать поперечные разрезы завязей цветков гороха, белладонны, крыжовника, дрёмы. Определить по строению завязи тип гинецея (рис. 76).

10. Рассмотреть и зарисовать пестики гороха, яблони, жимолости; определить тип завязи: верхняя, нижняя, полунижняя (рис. 77).

11. Рассмотреть на постоянном препарате поперечного среза завязи семязачаток; сделать схематический рисунок завязи. Отметить *плодолистики*, *брюшные швы*, *плаценту*, *семяножку*, *семяпочку*, *зародышевый мешок*. Отдельно зарисовать *семяпочку*, *отметив интегументы*, *нуцеллус*, *зародышевый мешок*, *микрониле*, *халазу*, *семяножку*, *проводящий пучок*. Определить количество плодолистиков завязи, тип гинецея, плацентации, семяпочки (рис. 78).

12. Рассмотреть постоянный препарат «пыльца на рыльце пестика». Зарисовать отдельное пыльцевое зерно, указать *микроспору*, *спородерму* и в ней *экзину* и *интину* (рис. 79).

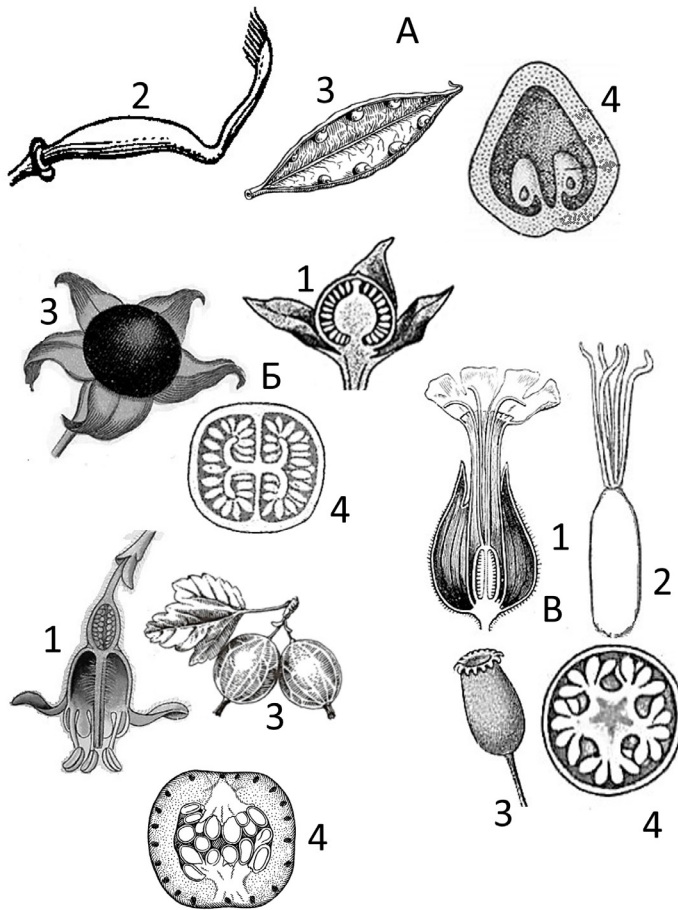


Рис. 76. Типы гинецея:

- A* — одногнездная завязь гороха посевного (*Pisum sativum* L.);
Б — двугнездная завязь белладонны (*Atropa belladonna* L.);
В — одногнездная завязь крыжовника (*Grossularia* sp.);
Г — одногнездная завязь дремы (*Silene latifolia*); 1 — продольный разрез цветка и завязи; 2 — пестик; 3 — плод; 4 — поперечный срез завязи (Хржановский, Пономаренко, 1989; Васильев и др., 1988; Thome, 1885; Köhler, 1887; Masclef, 1891; Strasburger et al., 1990)

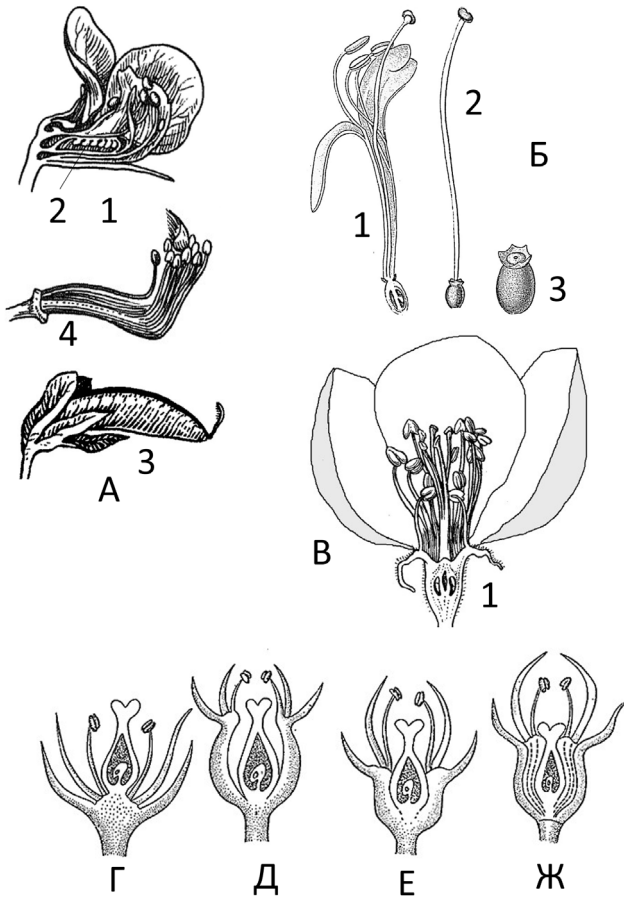


Рис. 77. Положение завязи в цветках:

А — горох; *Б* — жимолость; *В* — яблоня; *Г* — завязь верхняя, цветоложе выпуклое, околоцветник подпестичный, свободный; *Д* — завязь верхняя, погружена в вогнутое цветоложе, сросшееся с чашечкой; *Е* — завязь полунижняя; *Ж* — завязь нижняя, околоцветник надпестичный; *1* — цветок в продольном разрезе; *2* — пестик(и); *3* — завязь; *4* — андроцей и гинецей цветка гороха (Хржановский, Пономаренко, 1989; Тугаюк, 1980; Thome, 1885)

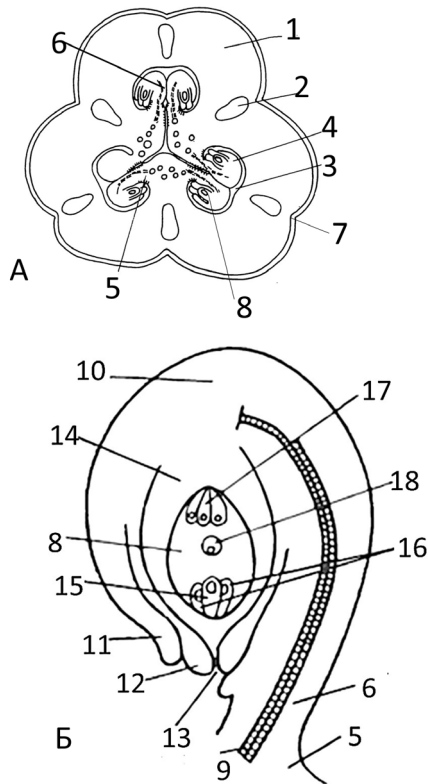


Рис. 78. *А* — Схема поперечного среза завязи лилии;
Б — схема среза семяпочки: 1 — плодолистики (стенка завязи);
 2 — проводящий пучок; 3 — гнездо завязи;
 4 — семяпочка (семязачаток); 5 — плацента;
 6 — семяножка (фуникулюс); 7 — брюшной шов (место срастания
 краев плодолистиков); 8 — зародышевый мешок;
 9 — проводящий пучок; 10 — халаза; 11 — наружный интегумент;
 12 — внутренний интегумент; 13 — микропиле (пыльцевход);
 14 — нуцеллус; 15 — яйцеклетка; 16 — синергиды; 17 — антиподы;
 18 — вторичное ядро (Киселева, Шелухин, 1969;
 Яковлев, Челомбитько, 1990)

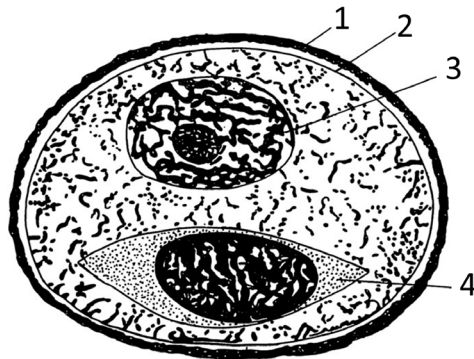


Рис. 79. Строение микроспоры у лилии (*Lilium martagon*): спородерма: 1 — экзина; 2 — интина; 3 — вегетативное ядро; 4 — генеративная клетка (Киселева, Шелухин, 1969)

Сделать вывод об особенностях строения и функций околоцветника, гинецея и андроцея.

Задания для самостоятельной работы

На основании анализа раздаточного материала к лабораторной работе, с использованием теоретического материала (конспект лекций, материалы учебников, интернет-источники) изучить строение цветков различных растений и заполнить таблицы 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1

Классификация цветков

Расположение на цветоложе		
Циклические (определение, схема)	Ациклические (определение, схема)	Гемициклические (определение, схема)

Окончание табл. 4.1

<i>Симметрия</i>		
Актиноморфные (определение, схема)	Зигоморфные (определение, схема)	Неправильные (определение, схема)
<i>Тип околоцветника</i>		
Диплохамидные (определение, схема)	Гамлохамидные (определение, схема)	Ахамидные (определение, схема)

Таблица 4.2

Андроцей и гинецей

<i>Андроцей</i>		
Тип	Определение и рисунок	Примеры растений
Двусильный		
Четырехсильный		
Однобратственный		
Двубратственный		
Многобратственный		
<i>Гинецей</i>		
Тип	Определение и рисунок	Примеры растений
Одночленный		
Апокарпный		
Синкарпный		
Лизикарпный		
Паракарпный		

Лабораторная работа 4.2

Соцветия

Соцветия — особый тип побеговой системы, несущий цветки. Структурной единицей соцветия является побег.

По типу нарастания соцветия делят на моноподиальные и симподиальные.

Моноподиальные соцветия — *ботрические* (от греч. «ботрион» — кисть), *рацемозные* (от лат. «рацемус» — кисть), *неопределенные* (неизвестно, сколько цветков образует верхушечная меристема), *открытые* (ничто, как правило, не ограничивает образование боковых цветков верхушечной меристемой) и *бокоцветники* (все цветки боковые). У соцветий этого типа главная ось нарастает неопределенно долго за счет деятельности апикальной меристемы.

Все цветки боковые. Они распускаются или снизу вверх (в акропетальном направлении), или центростремительно, если ось соцветия сильно укорочена и уплощена.

Симподиальные соцветия — *цимозные* (от лат. «цима» — полузонттик), *определенные* (на каждой оси формируется только один цветок), *закрытые* (формируя верхушечный цветок, меристема перестает функционировать) и *верхоцветники* (все цветки верхушечные). При симподиальном нарастании соцветие нарастает за счет разных осей (побегов) возрастающего порядка.

Каждая из осей быстро заканчивает развитие формированием терминального (верхушечного) цветка. Распускание цветков идет по мере формирования осей: первым распускается цветок на оси первого порядка, вторым — на оси второго порядка и т. д.

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Соцветия: определение, строение, биологическая роль.
2. Классификация соцветий по характеру прицветных листьев, типу нарастания (раскрытия цветков), степени разветвления.

3. Моноподиальные (бокоцветные, открытые, рацемозные) соцветия.

4. Простые и сложные моноподиальные соцветия.

5. Симподиальные (закрытые, верхоцветные, цимозные) соцветия.

6. Типы симподиальных соцветий: монохазий, дихазий, плейохазий, тирс.

Материал: гербарные образцы соцветий люпина (*Lupinus* sp.), фиалки трехцветной (*Viola tricolor* L.), подорожника (*Plantago* sp.), тополя (*Populus* sp.), ивы (*Salix* sp.), аира (*Acorus calamus* L.), яблони (*Malus* sp.), чистотела большого (*Chelidonium majus* L.), клевера (*Trifolium* sp.), лука (*Allium* sp.), одуванчика (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.), грыжника голого (*Herniaria glabra* L.), донника (*Melilotus* sp.), ржи (*Secale* sp.), моркови дикой (*Daucus carota* L.), калины (*Viburnum* sp.), сирени (*Syringa* sp.), мятлика (*Poa* sp.), лютика едкого (*Ranunculus acris* L.), петунии (*Petunia* sp.), незабудки (*Myosotis* sp.), медуницы (*Pulmonaria* sp.), зверобоя (*Hypericum* sp.), звездчатки дубравной (*Stellaria nemorum* L.), манжетки обыкновенной (*Alchemilla vulgaris* L.), молочая (*Euphorbia* sp.), каланхое (*Kalanchoe* sp.).

Цель работы: показать разнообразие соцветий и их отличительные признаки на примере различных растений.

Задачи работы: ознакомиться со строением различных типов соцветий и их классификацией.

Порядок работы:

1. Из предложенного гербарного материала выбрать простое и сложное соцветие. Зарисовать их схему и сделать соответствующее обозначение.

2. Пользуясь схемой (рис. 80) из раздаточного материала, выбрать рацемозные соцветия; классифицировать и зарисовать их схемы.

3. Пользуясь схемой (рис. 81) из раздаточного материала, выбрать цимозные соцветия; классифицировать и зарисовать их схемы.

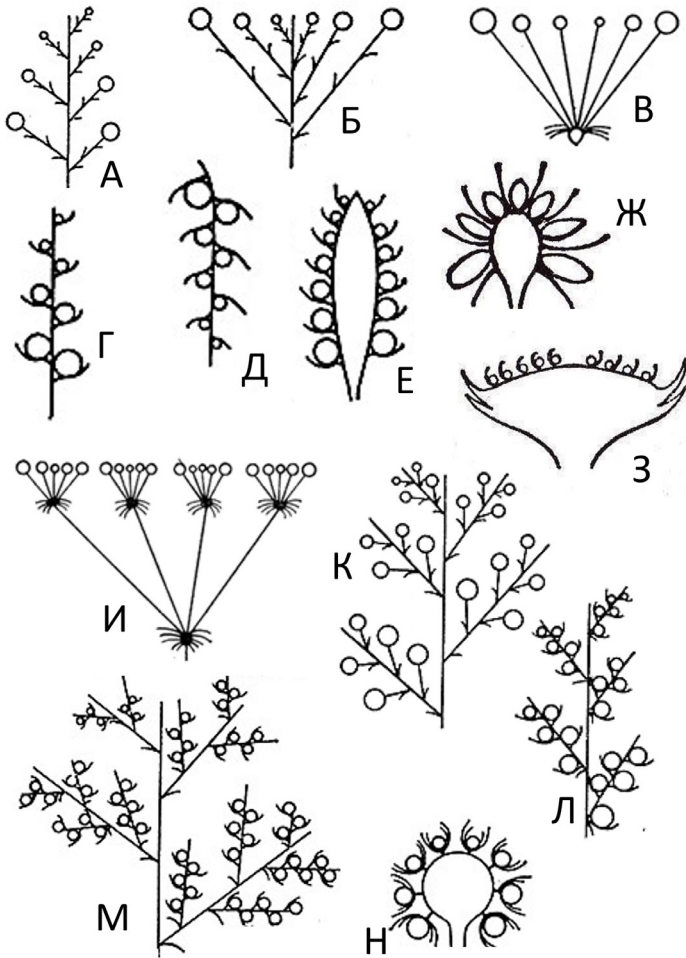


Рис. 80. Рацемозные (ботрические, моноподиальные) соцветия: простые: *А* — кисть; *Б* — щиток; *В* — зонтик; *Г* — колос; *Д* — сережка; *Е* — початок; *Ж* — головка; *З* — корзинка; сложные рацемозные соцветия; *И* — сложный зонтик; *К* — сложная кисть; *Л* — сложный колос; *М* — метелка, состоящая из сложных колосьев; *Н* — головка из корзинок (Большая советская энциклопедия)

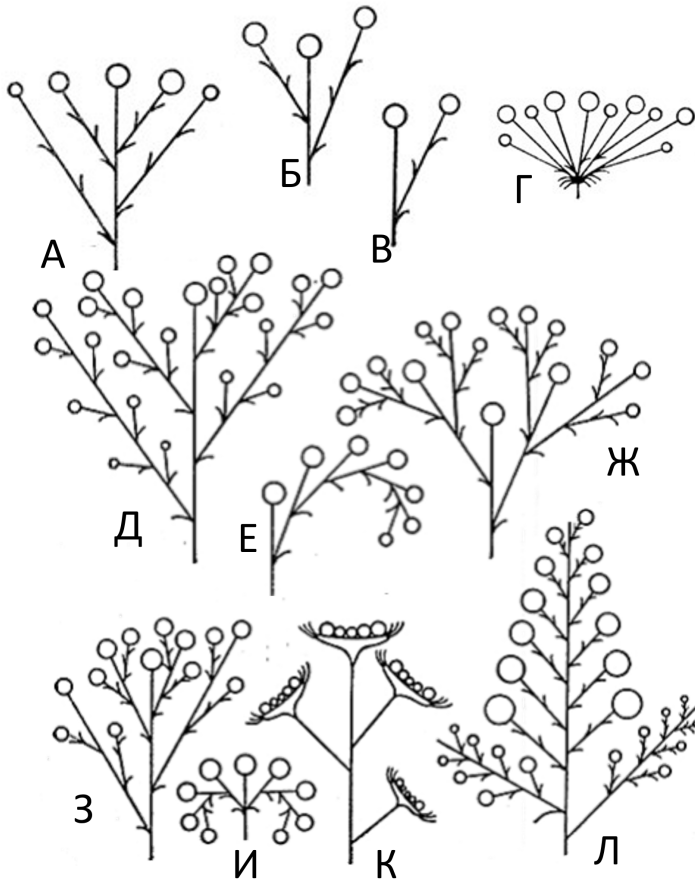


Рис. 81. Цимозные (симподиальные, верхушечные, определенные) соцветия:
 простые цимозные соцветия: *A* — простой плейохазий;
B — простой дихазий; *B* — простой монохазий; *Г* — зонтик из монохазиев; однородные цимозные: *Д* — сложный плейохазий;
Е — сложный монохазий; *Ж* — сложный дихазий; разнородные цимозные соцветия: *З* — плейохазий из монохазиев; *И* — дихазий из монохазиев; *К* — плейохазий из корзинок; *Л* — дихазий из кистей
 (Большая советская энциклопедия)

Задания для самостоятельной работы

Используя методический материал, размещенный на ЛМС-3, интернет-источники классифицировать соцветия предложенных растений и заполнить соответствующие таблицы (4.3, 4.4). Подписать русские и латинские названия растений согласно современной систематике.

Таблица 4.3

Моноподialesные соцветия

Простые		Сложные	
Название соцветия	Представитель (схематичный рисунок)	Название соцветия	Представитель (схематичный рисунок)
Кисть		Кисть	
Колос		Колос	
Сережка		Зонтик	
Початок		Щиток	
Щиток		Метелка	
Зонтик			
Головка			
Корзинка			

Таблица 4.4

Симподialesные соцветия

Название соцветия		Представитель (схематичный рисунок)
Монохазий	Элементарный монохазий	
	Извилина	
	Двойная извилина	
	Завиток	
	Двойной завиток	
	Клубок	
Дихазий		
Плейохазий		

Лабораторная работа 4.3

Плоды

Плод — образование, развивающееся из цветка после оплодотворения, содержащее семена или одно семя, обеспечивающее их защиту и способствующее их распространению.

Принципы классификации плодов:

1. Прежде всего, плоды разделяют на основе их происхождения, то есть из какого типа гинецея они образуются.

Плоды, образующиеся из апокарпного гинецея, называют апокарпными, или апокарпиями. Часть апокарпного плода, формирующаяся из одного плодолистика (пестика), называется плодиком. Апокарпный гинецей, состоящий из небольшого количества пестиков (от двух до пяти), называют олигомерным; олигомерными называют и плоды, развивающиеся из гинецея такого типа. Как вариант апокарпного гинецея можно рассматривать монокарпный, или апокарпный мономерный, гинецей, состоящий всего из одного пестика, образованного одним сросшимся своими краями плодолистиком.

Плоды, развивающиеся из ценокарпного гинецея, называют ценокарпными, или ценокарпиями. Плоды, развивающиеся из синкарпного гинецея, называют синкарпными, или синкарпиями. Это многогнездные плоды. Все остальные ценокарпные плоды (паракарпии и лизикарпии) одногнездные.

2. Исходя из типа гинецея, плоды разделяют также на простые и сборные. Простой плод образуется из цветка с одним пестиком, то есть из монокарпного или ценокарпного гинецея, а сборный — из цветка с несколькими пестиками, то есть из апокарпного гинецея.

3. Строение околоплодника, или перикарпия, развивающегося из стенки завязи и иногда прирастающих к ней других частей цветка: цветоложа, околоцветника, тычинок. У одних плодов перикарпий при созревании семян становится сочным и мясистым, часто яркоокрашенным. У плодов других видов растений перикарпий ко времени созревания семян усыхает и становится кожистым или деревянистым.

4. Плоды принято различать и по количеству образовавшихся в них семян. В отдельную группу выделяют односемянные плоды, все остальные называют многосемянными.

Вопросы для теоретической подготовки:

1. Плод как репродуктивный орган растения, его функции. Принципы классификации плодов.
2. Апокарпные плоды, особенности их строения.
3. Монокарпные плоды, особенности их строения.
4. Ценокарпные плоды, особенности их строения.
5. Псевдомонокарпные плоды, особенности их строения.
6. Соплодия.
7. Способы распространения плодов.

Оборудование и материал: чашки Петри, препаровальные иглы, гербарные образцы, свежие или зафиксированные плоды растений: магнолия (*Magnolia* sp.), малина или ежевика (*Rubus* L.), земляника (*Fragaria vesca* L.), лимонник (*Schisandra coccinea* Michx), рогоз (*Typha* sp.), клевер (*Trifolium* sp.), донник (*Melilotus* sp.), миндаль (*Prunus dulcis* (Mill.) L. A. Webb.), подсолнечник (*Helianthus annuus* L.), рожь (*Secale cereale* L.), лещина (*Corylus* L.), дуб (*Quercus* L.), ясень (*Fraxinus* L.), облепиха (*Hippophae* L.), фисташка (*Pistacia* L.), сокирка (*Delphinium consolida* L.), горох посевной (*Lathyrus oleraceus* Lam.), белена черная (*Hyoscyamus niger* L.), капуста (*Brassica oleracea* L.), ярутка (*Thlaspi arvense* L.), гранат (*Punica granatum* L.), мальва (*Malva sylvestris* L.), клен (*Acer* L.), чернокобель (*Synoglossum* L.), аистник (*Erodium cicutarium* (L.) Lher. Ex Aiton), укроп (*Anethum graveolens* L.), подмаренник (*Galium* sp.), слива (*Prunus* sp.), авокадо (*Persea americana* Mill.), мексиканский огурец (*Sechium edule* (Jacq) Sw.), кизил (*Cornus mas* L.), воронец (*Actaea spicata* L.), клюква (*Oxycoccus oxycoccus* (L.) MacMill.), огурец (*Cucumis sativus* L.), рябина (*Sorbus aucuparia* L.), лимон (*Citrus limon* (L.) Osberck), боярышник (*Crataegus Tourn. ex L.*), снежнаягодник (*Symphoricarpos* Dill. Ex Juss.), шелковица (*Morus* L.).

Цель работы: изучить особенности морфологического строения и функции различных типов плодов.

Задачи работы: научиться распознавать на наглядном материале и проводить морфологический анализ плодов.

Порядок работы:

1. Изучить на натуральном или фиксированном объекте строение плода сливы (вишни). Указать название плода, оха-

рактировать его по всем принципам классификации (консистенция околоплодника, число плодолистиков, число семян). Отметить на рисунке цветоножку, околоплодник, экзокарпий, мезокарпий, эндокарпий, семена.

2. Пользуясь предложенной классификацией (рис. 82—90), провести анализ коллекции плодов, определить, к какому типу (коробочковидные, ореховидные, ягодовидные, костянковидные) их относят, и дать им названия. Зарисовать плоды и обозначить их.

3. Выбрать по одному плоду из каждого типа и провести их анализ по следующей схеме: простой плод или сборный; с сочным или сухим околоплодником (если с сухим, то определить: раскрывающийся он или нераскрывающийся); число семян — одно или много; число плодолистиков, образующих плод; число гнезд в плоде.

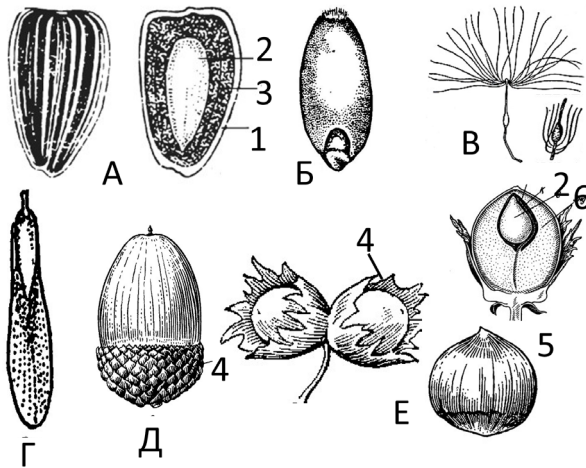


Рис. 82. Ореховидные сухие односемянные плоды:

A — семянка подсолнуха; *B* — зерновка пшеницы;

V — одноорешек рогоза; *Г* — крылатка ясеня; *Д* — желудь дуба;

E — орех лещины; 1 — околоплодник; 2 — семя;

3 — гнездо завязи; 4 — плюска; 5 — орех; 6 — эндосперм

(Коровкин, 2013; Хржановский, Пономаренко, 1989;

Яковлев, Челомбитько, 1990; Васильев и др., 1988)

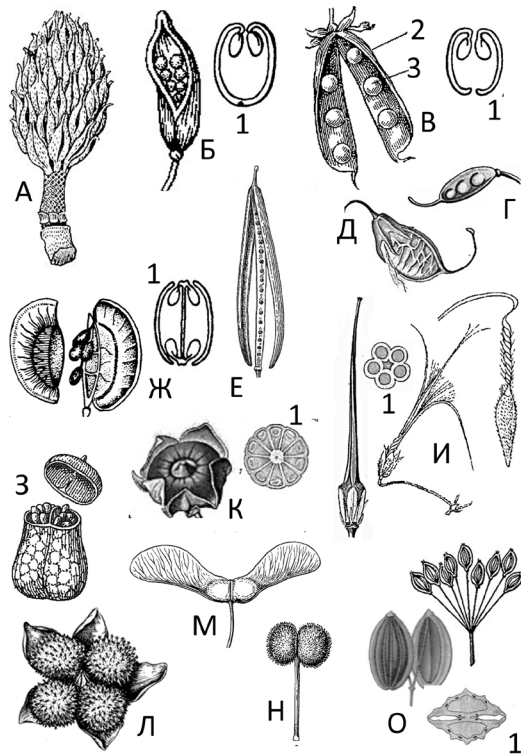


Рис. 83. Сухие плоды: *А* — магнолия крупноцветковая; *Б* — листовка живокости и разрез завязи; *В* — боб гороха посевного и разрез завязи; *Г* — боб клевера; *Д* — боб донника лекарственного; *Е* и *Ж* — стручок и стручочек крестоцветных и срез завязи; *Е* — капуста огородная; *Ж* — ярутка полевая; *З* — коробочка белены; *И* — плод аистника цикутowego; *К* — дробный плод мальвы лесной и срез завязи; *Л* — плоды чернокорня лекарственного; *М* — двукрылатка клена остролистного; *Н* — двусемянка подмаренника цепкого; *О* — укроп огородный, фрагмент соцветия, вислоплодник и поперечный разрез плода (Борзова и др., 1977; Васильев и др., 1988; Гордеева и др., 1971; Алехин, 1957; Хржановский, Пономаренко, 1989; Köhler, 1887; Thome, 1895; Яковлев, Челомбитько, 1990; Гутаюк, 1980)

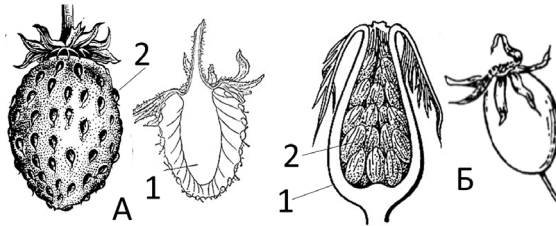


Рис. 84. Многоорешки: *А* — земляника (многоорешек на сочном цветоложе); *Б* — плод шиповника (гесперидий, многоорешек в кувшиновидном гипантии); *1* — цветоложе; *2* — орешек (Алехин, 1957; Тутаюк, 1972; Жизнь растений, 1981; Коровкин, 2013)

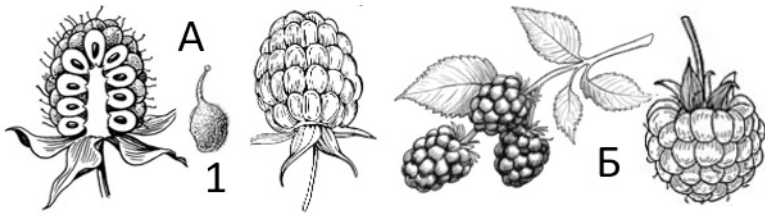


Рис. 85. Сочные многокостянки: *А* — малина; *Б* — ежевика; *1* — костянка (Яковлев, Челомбитько, 1990)

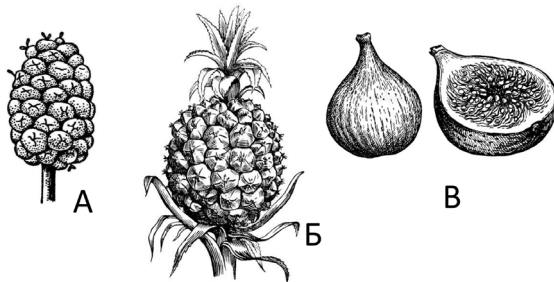


Рис. 86. Соплодия: *А* — шелковица; *Б* — ананас; *В* — инжир (Хржановский, Пономаренко, 1989; Практикум, 2001)

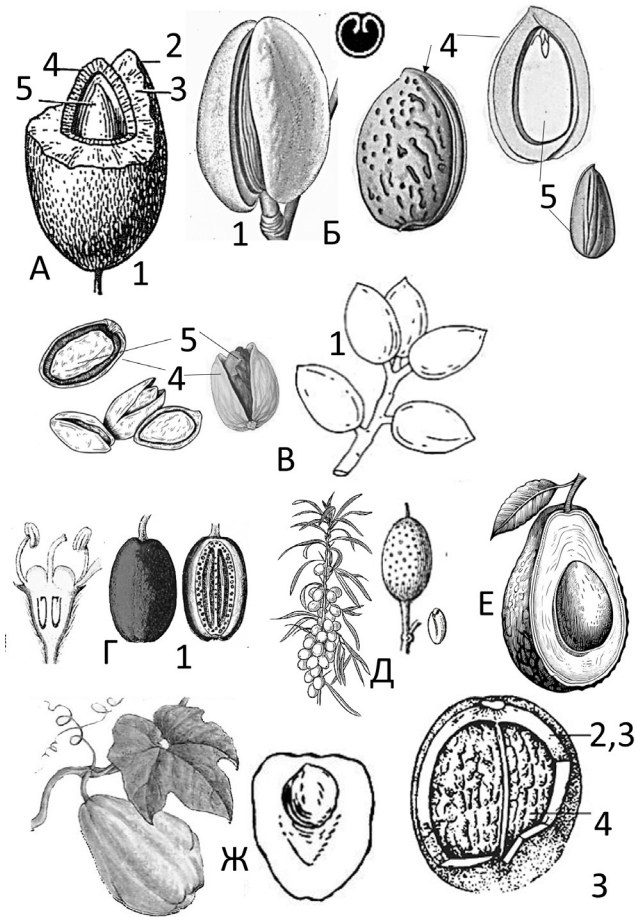


Рис. 87. Костянкovidные плоды (пиренарии): *А* — слива; *Б* — миндаль (костянка с сухим мезокарпием); *В* — фисташка (костянка с тонким мезокарпием; *Г* — кизил (псевдомонотмерная костянка); *Д* — облепиха; *Е* — авокадо; *Ж* — мексиканский огурец; *З* — ореховидная костянка грецкого ореха (сухая костянка); *1* — костянка; *2* — экзокарпий; *3* — мезокарпий; *4* — эндокарпий; *5* — семя (Хржановский, Пономаренко, 1989; Köhler, 1887; Sturm, 1796; Thome, 1895; Коровкин, 2013)

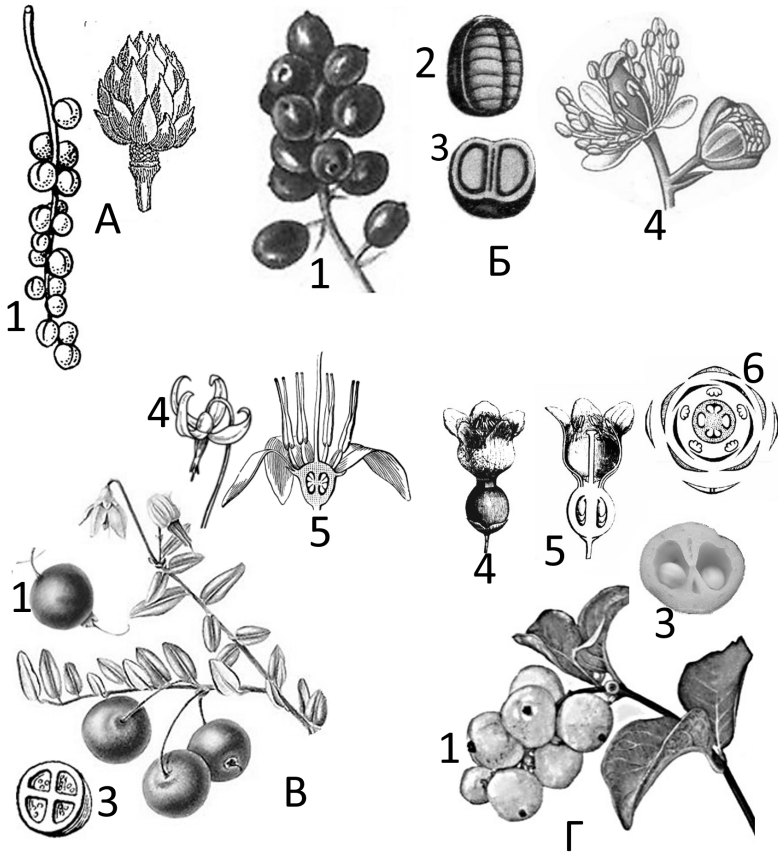


Рис. 88. Ягодovidные плоды:
 апокарпные: *A* — лимонник (сочная многолисточка на удлиннном цветоложе); *B* — воронец — сочная однолисточка, ценокарпии, ягоды; *B* — клюква;
Г — снежнаягодник; *1* — плоды; *2* — продольный разрез плода; *3* — поперечный разрез плода; *4* — внешний вид цветка; *5* — продольный разрез цветка; *6* — диаграмма цветка
 (Яковлев, Челомбитько, 1990; Thome, 1885; Köhler, 1887; Masclef, 1891; Baillon)

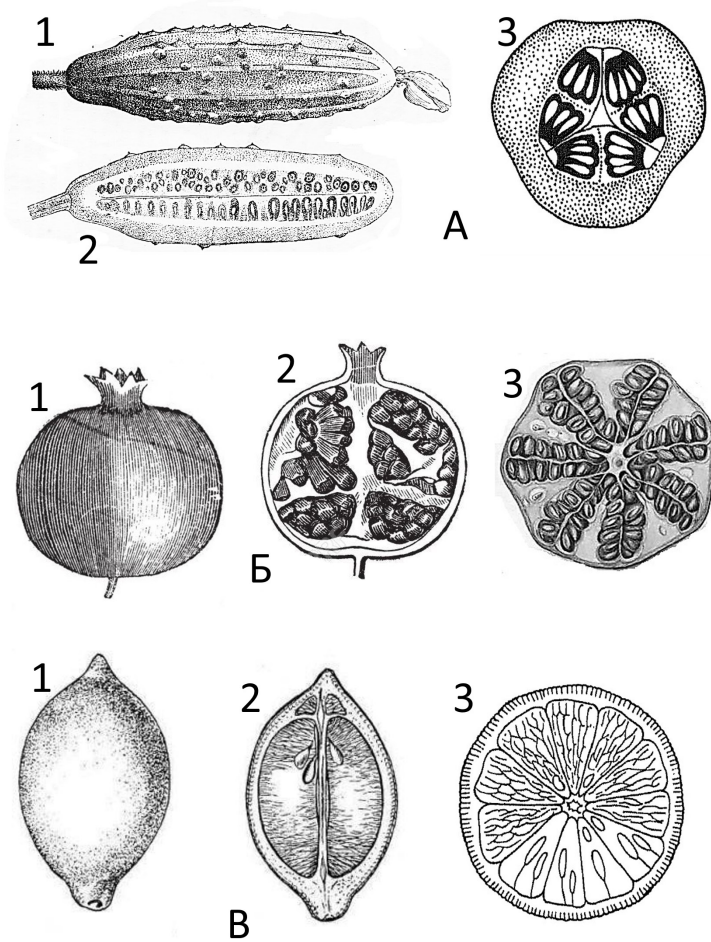


Рис. 89. Ягодovidные плоды:

A — огурец посевной (тыкваина); *B* — гранат (гранатина);

B — лимон (гесперидий); 1 — внешний вид плода;

2 — продольный срез; 3 — поперечный срез

(Тихомиров, 1978; Хржановский, Пономаренко, 1989;

Яковлев, 2001; Безрученок и др., 2008)

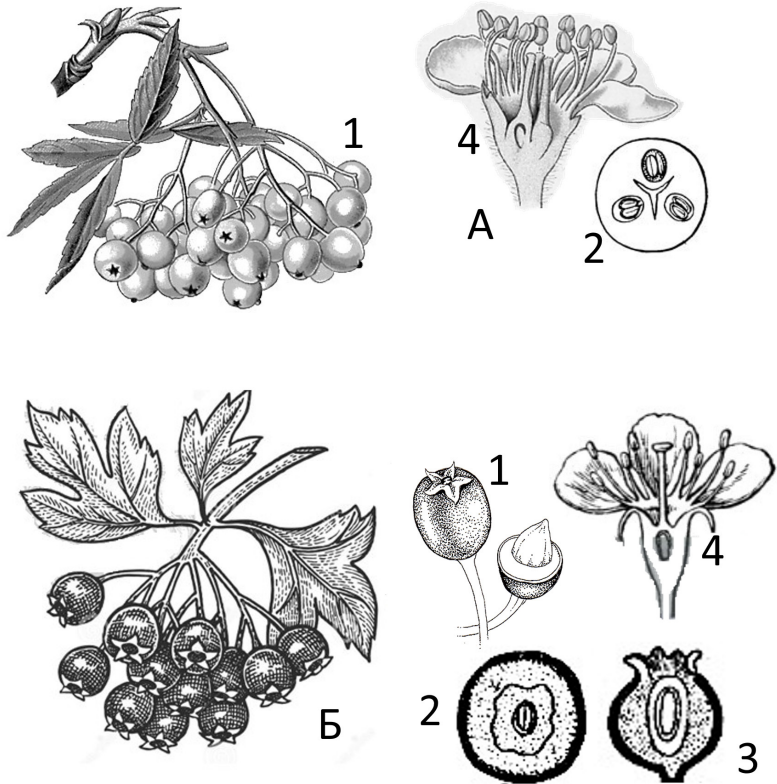


Рис. 90. Ягодovidные плоды — яблоки:

A — рябина обыкновенная; *B* — боярышник однопестичный;

1 — внешний вид плодов; 2 — поперечный срез плода;

3 — продольный срез плода; 4 — продольный срез цветка через завязь (Гордеева и др., 1971; Шиманюк, 1967; Thome, 1885)

Задания для самостоятельной работы

Используя методический материал, размещенный на ЛМС-3, интернет-источники, классифицировать плоды предложенных растений и заполнить таблицы 4.5 и 4.6.

Классификация сухих плодов

По типу гнидеца	Односемянные	Представитель (схематичный рисунок)	Многосемянные	Представитель (схематичный рисунок)	
Апокарпии	—		Многолистовка		
Монокарпии	Одноорешек		Многоорешек		
	Односемянной боб		Листовка		
Ценокарпии	Сухая костянка		Боб		
	Семянка		Коробочка		
	Зерновка		Стручок		
	Орех		Стручочек		
	Желудь		Гранатина		
	Крылатка				
	Сфалерокарпий				
	Пиренарий				
	Распадающиеся (дробные, схизокарпии)	—		Дробная коробочка	
				Дробная двукрылатка	
Ценобий					
Стеригма					
Соплодия			Вислоплодник		
			Дробная двусемянка		

Таблица 4.6

Классификация сочных плодов

По типу гнильца	Односемянные	Представитель (схематичный рисунок)	Многосемянные	Представитель (схематичный рисунок)	
Апокарпии	—		Многокостянка		
	Костянка		Многолистовка		
Монокарпии	Односемянная ягода		Сочная листовка		
	Односемянная тыква		Ягода		
	Пиренарий	Тыква		Тыква	
		Яблоко		Яблоко	
		Гесперидий		Гесперидий	
Ценокарпии	Нерастадающая		Костянковидное яблоко		
			Пиренарий		
Соплодия	Растадающая (дробные, схизокарпии)		—		
			—		

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алехин В. В., Кудряшов Л. В., Говорухин В. С. География растений с основами ботаники. М. : Государственное учебно-педагогическое издательство Министерства просвещения РСФСР, 1957. С. 10—104.

Бавтуто Г. А., Ерей Л. М. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие. Мн. : Новое знание, 2002. 464 с.

Бавтуто Г. А., Еремин В. М. Ботаника: Морфология и анатомия растений : учеб. пособие. Мн. : Высшая школа, 1997. 375 с.

Бавтуто Г. А., Еремин В. М., Жигар М. П. Атлас по анатомии растений. Мн. : Ураджай, 2001. 146 с.

Барабанов Е. И., Зайчикова С. Г. Ботаника : учебник. 2-е изд. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. 592 с.

Барыкина Р. П., Кострикова Л. Н. и др. Практикум по анатомии растений. М. : Вышш. школа, 1979. С. 5—18.

Безрученко Н. Н., Будная Т. Н., Нарбутович О. В., Деревинский А. В. Основы сельского хозяйства: овощеводство, плодоводство : практикум. Мн. : БГПУ, 2008. 58 с.

Биологический энциклопедический словарь / гл. ред. М. С. Гиляров ; редкол.: А. А. Бабаев, Г. Г. Винберг, Г. А. Заварзин [и др.]. 2-е изд., исправл. М. : Сов. Энциклопедия, 1986.

Борзова И. А., Самсель Н. В., Чистякова О. Н. Ботаника. Морфология растений. Введение в определение растений : метод. пособие к практ. курсу. М. : Изд-во Московского университета, 1977. 72 с.

Ботаника : в 2 т. Т. 1: Анатомия и морфология. Для педагогических институтов и университетов / Л. И. Курсанов, Н. А. Комарницкий, К. И. Мейер [и др.]. 5-е изд., переработ. М. : Просвещение, 1966. 423 с.

Ботаника: Рабочая тетрадь / сост. С. Х. Вышегуров, Н. В. Иванова, Е. В. Пальчикова. Новосибирск : Новосиб. гос. аграр. ун-т, 2012. 56 с.

Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений : учеб. пособие для вузов / Т. И. Серебрякова, Н. С. Воронин, А. Г. Еленевский [и др.]. М. : Академкнига, 2006. 543 с.

Васильев А. Е., Воронин Н. С., Еленевский А. Г. и др. Ботаника: Морфология и анатомия растений. М. : Просвещение, 1988. 480 с.

Вехов В. Н., Лотова Л. И. и др. Практикум по анатомии и морфологии высших растений. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1980. С. 3—26.

Воронин Н. С. Руководство к лабораторным занятиям по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие для студ. естеств. фак. пед. ин-тов. М. : Просвещение, 1981. 160 с.

Гордеева Т. Н., Круберг Ю. К., Письяукова В. В. Практический курс систематики растений : пособие для пед. ин-тов. М. : Просвещение, 1971. 319 с.

Декоративные растения СССР / Б. Н. Головкин, Л. А. Китаева, Э. П. Немченко. М. : Мысль, 1986. 211 с.

Дьяченко Е. А., Дьяченко А. П., Шаталина А. А. Рабочая тетрадь по анатомии растений для специальности «Биология» : учеб.-метод. пособие для студ. днев. отд., обуч. по специ. биол. Екатеринбург : Урал. гос. пед. ун-т, 2005.

Ерошкина И. Ф., Шиман Д. В. Ботаника. Лабораторный практикум : учеб.-метод. пособие для студ. спец. 6-05-0821 «Лесное хозяйство», 6-05-0821-02 «Ландшафтное проектирование и строительство». Мн. : БГТУ, 2023. 273 с.

Жигальцова Л. А., Харин А. В. Полевая практика по ботанике с основами фитоценологии : метод. рекомендации. Брянск : РИО БГУ, 2010. 116 с.

Жизнь растений : в 6 т. Т. 5, ч. 1: Цветковые растения / под ред. А. Л. Тахтаджяна. М. : Просвещение, 1980. 430 с.

Жизнь растений : в 6 т. Т. 5, ч. 2: Цветковые растения / авт. колл.: А. Л. Тахтаджян, Ан. А. Федоров, Л. Ю. Буданцев [и др.] : под ред. А. Л. Тахтаджяна. М. : Просвещение, 1981. 511 с.

Зарицкий А. В., Веклич Т. Н. Лабораторный практикум по ботанике : учебно-метод. пособие. Благовещенск : ДальГАУ, 2014. 111 с.

Иллюстрированный определитель растений Ленинградской области / Л. В. Аверьянов, А. Л. Буданцев, Д. В. Гельман. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2006. 802 с.

Киселева Н. С. Анатомия и морфология растений. Курс лекций. Мн. : Высшая школа, 1971. 320 с.

Киселева Н. С., Шелухин Н. В. Атлас по анатомии растений / под ред. С. В. Калишевича. Мн. : Высшая школа, 1969. 288 с.

Комаров В. Л. Практический курс анатомии растений. 8-е изд. М. ; Л. : Изд-во Академии наук СССР, 1941. 312 с.

Коровкин О. А. Плоды хозяйственно-значимых растений. М. : РГАУ-РСХА, 2013. 182 с.

Лабораторные работы по анатомии и морфологии растений : метод. рекомендации для студ. 1-го курса биол. фак. / сост. Н. Г. Петрова. Калининград : КГУ, 1998.

Лотова Л. И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений : учебник. 5-е изд. М. : Либроком, 2013. 512 с.

Паламарчук И. А., Веселова Т. Д. Изучение растительной клетки : пособие для учителей. М. : Просвещение, 1969. 143 с.

Полонский В. И., Карпюк Т. В. Ботаника с основами физиологии растений. Ч. 1: Анатомо-морфологические и физиологические особенности растений : учеб. пособие / Красноярск : Красноярский гос. аграрный ун-т, 2022. 366 с.

Практикум по анатомии растений : учеб. пособие для студ. биол. спец. вузов / Р. П. Барыкина, Л. Н. Кострикова [и др.] : под ред. А. Транковского. 3-е изд. М. : Высш. школа, 1979. 224 с.

Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / В. П. Викторов, М. А. Гуленкова, Л. Н. Дорохина [и др.] : под ред. Л. Н. Дорохиной. М. : Академия, 2001. 176 с.

Прохоренко Н. Б., Халиуллина Л. Ю., Кадырова Л. Р., Дёмина Г. В. Ботаника: анатомия растений : учеб. пособие. Казань : Брик, 2017. 95 с.

Раздорский В. Ф. Анатомия растения. М. : Советская наука, 1949. 524 с.

Ростовцев С. И. Практикум по анатомии растений : учеб. пособие для ун-тов и пед. ин-тов. 5 изд. / под ред. Н. А. Комарницкого. М. : Советская наука, 1948. 279 с.

Собчак Р. О., Папина О. Н. Анатомия растений: Практикум. Горно-Алтайск : РИО ГАГУ, 2006. 200 с.

Тимонин А. К. Ботаника : в 4 т. Т. 3: Высшие растения : учебник для студ. высш. учеб. заведений. М. : Академия, 2007. 352 с.

Тихомиров Ф. К. Ботаника : учебник для с.-х. вузов. 4-е изд. М. : Высш. школа, 1978. 439 с.

Тутаюк В. Х. Анатомия и морфология растений : учеб. пособие для с.-х. вузов. 2-е изд., переработ. и доп. М. : Высш. школа, 1980. 317 с.

Федоров А. А., Кирпичников М. Э., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Лист / под ред. П. А. Баранова М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1956. 158 с.

Федоров А. А., Кирпичников М. Э., Артюшенко З. Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Стебель и корень / под ред. П. А. Баранова. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1962. 178 с.

Хржановский В. Г. Курс общей ботаники (цитология, гистология, органогенез, размножение) : учебник для вузов. М. : Высш. школа, 1976. 272 с.

Хржановский В. Г., Пономаренко С. Ф. Ботаника. 2-е изд. М. : Агропромиздат, 1988. 383 с

Хржановский В. Г., Пономаренко С. Ф. Практикум по курсу общей ботаники. 2-е изд. М. : Агропромиздат, 1989. 416 с.

Шиманюк А. П. Дендрология. М. : Лесная промышленность, 1967. 334 с.

Яковлев Г. П., Челомбитько В. А. Ботаника : учеб. для фармац. ин-тов и фармац. фак. мед. вузов / под ред. И. В. Грушвицкого. М. : Высш. школа, 1990. 367 с.

Яковлев Г. П., Челомбитько В. А. Ботаника : учебник для вузов / под ред. Р. В. Камелина. СПб. : СпецЛит, Изд-во СПХФА, 2001. 680 с.

Baillon H. E. Iconographie de la flore française. Paris : Octave Doin, 1885—1894.

Hayne F. G. Medical Botany. Berlin, 1882.

Köhler G. A. Köhler's Medicinal Plants Atlas. Gera : Gera-Untermhaus, Verlag Franz Eugen Köhler, 1887.

Lindman C. A. M. Bilder ur Norfens Flora. Stocholm : Kessinger Publishing, 1905.

Masclef A. Atlas des plantes de France. Paris : Belin, 1891. № 2.

Strasburger E., Noll F., Schenck H., Schimper A. F. W. Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Jena : Gustav Fischer, 1990. Auf. 4.

Sturm J. G. Deutschlands Flora in Abbildungen. Painted J. Sturm. Frankfurt am Main : Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, 1796.

Thome O. W. Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Gera : Zezschwitz, 1885.

Интернет-ресурсы

Электронный информационно-образовательный портал ВолгГМУ // ВолгГМУ. URL: <https://elearning.volgmed.ru> (дата обращения: 08.07.2025).

Биологическая энциклопедия // Biocyclopedia. URL: <https://biocyclopedia.com/> (дата обращения: 08.07.2025).

Botany130 // The Virtual Foliage Home Page. URL: <https://botit.botany.wisc.edu/Resources/Botany/Secondary%20Growth/Root/Tilia/unsorted/Tilia%20Root.jpg.html> (дата обращения: 08.07.2025).

Большая советская энциклопедия // БСЭ. URL: <http://bse.uaio.ru/BSE/bse30.htm> (дата обращения: 08.07.2025).

Учебное издание

Петрова Наталия Григорьевна
Володина Александра Анатольевна

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО АНАТОМИИ И МОРФОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *В. Е. Москаленко*
Компьютерная верстка *Е. В. Денисенко*

Подписано в печать 24.12.2025 г.
Дата выхода в свет 15.01.2026 г.
Формат 60 × 90 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 8,5
Тираж 300 (1-й завод 40 экз.). Заказ 146

Издательство Балтийского федерального университета им. Иммануила Канта
236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14

