

**А. В. Яницкая
И. В. Землянская**

БОТАНИКА

*Учебное пособие
к практическим занятиям*

Часть 1

АНАТОМИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

**Издательство
ВолГМУ
Волгоград
2022**

VOX
AUDITA LAETET,
LITTERA SCRIPTA
MANET

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КАФЕДРА ФАРМАКОГНОЗИИ И БОТАНИКИ

А. В. Яницкая, И. В. Землянская

БОТАНИКА

ЧАСТЬ 1

АНАТОМИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

УДК 58(075)
ББК 28.5я73
Я624

Авторы:

заведующий кафедрой фармакогнозии и ботаники,
доцент *А. В. Яницкая*,
доцент *И. В. Землянская*

Рецензенты:

заместитель директора ГБУ ВО «Волгоградский региональный ботанический сад»
канд. биол. наук *Е. В. Малаева*
заведующий кафедрой управления экономики фармации, медицинского
и фармацевтического товароведения
д-р фарм. наук, доцент *Л. М. Ганичева*

Печатается по решению Редакционно-издательского совета ВолгГМУ
(протокол № 5 от 24.06.2021 г.)

Яницкая, А. В.

Я624 Ботаника: учебное пособие к практическим занятиям. В 2 частях. Часть 1. Анатомия и морфология растений / А. В. Яницкая, И. В. Землянская. – Волгоград : Изд-во ВолгГМУ, 2022. – 128 с.

ISBN 978-5-9652-0704-6

Учебное пособие предназначено для студентов фармацевтического факультета, обучающихся по специальности 33.05.01 «Фармация» (специалитет), содержит теоретический материал по анатомии и морфологии высших растений, необходимый для освоения данных разделов дисциплины «Ботаника», правила работы с микроскопической техникой, методики приготовления препаратов из растительных объектов, задания для выполнения студентами практической части занятий, вопросы для подготовки студентов к занятиям, таблицы для заполнения с целью приобретения студентами умений самостоятельно работать с ботанической литературой, анализировать прочитанное и использовать результаты для решения практических задач, вопросы для оценки усвоения материала, тестовые задания. Пособие иллюстрировано черно-белыми рисунками, как в теоретической, так и в практической части, а также фотографиями.

ISBN 978-5-9652-0704-6

УДК 58(075)
ББК 28.5я73

© Волгоградский государственный
медицинский университет, 2022
© Издательство ВолгГМУ, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Работа с микроскопом	7
Методика изготовления временных микропрепаратов	11
СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ	14
Цитоплазма	15
Органоиды цитоплазмы	18
Ядро	24
Производные протопласта	25
Тематический блок: Основы ботанической микротехники. Строение растительной клетки	30
РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ	42
Образовательные ткани (меристемы)	42
Покровные ткани	43
Механические ткани	48
Основные ткани	50
Проводящие ткани	51
Выделительные (секреторные) ткани	53
Тематический блок: Растительные ткани	57
ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ	75
Корень	75
Побег	78
Стебель	78
Лист	80
Тематический блок: Вегетативные органы растений	85
РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ	107
Цветок	107
Соцветие	112
Плод	115
Тематический блок: Генеративные органы покрытосеменных растений	120
Рекомендуемая литература	125

ВВЕДЕНИЕ

Курс ботаники готовит студентов к изучению фармакогнозии – науки, изучающей лекарственные растения, лекарственное растительное сырье.

Изучение курса ботаники вносит вклад в формирование следующих компетенций и трудовых функций:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

ОПК-1. Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов

ПК-4. Способен участвовать в мониторинге качества, эффективности и безопасности лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

Трудовая функция А/02.7: Проведение приемочного контроля поступающих в организацию лекарственных средств и других товаров аптечного ассортимента.

Обобщенная трудовая функция А: Квалифицированная фармацевтическая помощь населению, пациентам медицинских организаций, работы, услуги по доведению лекарственных препаратов, медицинских изделий, других товаров, разрешенных к отпуску в аптечных организациях, до конечного потребителя.

Целями освоения учебной дисциплины «Ботаника» являются: знакомство с многообразием и основными закономерностями строения, размножения, распространения высших и низших растений и грибов, их взаимосвязями со средой, разнообразием растительных организмов, положением их отдельных групп в системе органического мира, их происхождением, особенностями формирования и динамики растительных сообществ.

На лабораторно-практические занятия по ботанике вынесены следующие разделы курса: **анатомия растений, морфология растений и систематика растений.**

Анатомия растений изучает строение тканей и органов на клеточном уровне с помощью микроскопа. Знания по анатомии растений необходимы провизору для проведения микроскопического анализа измельченного растительного сырья с целью установления его подлинности.

Морфология растений рассматривает внешние формы органов. Работая с гербарным материалом, студенты приобретают навыки по морфологическому описанию растений. Знания по морфологии растений необходимы провизору для проведения макроскопического анализа лекарственного сырья.

Систематика растений знакомит студентов с лекарственными растениями из различных отделов растительного мира. В практической работе провизора важно умение отличать одни виды растений от других по морфологическим признакам, знание диагностических признаков разных семейств, умение работать с определителем растений.

Данное методическое пособие посвящено разделам «Анатомия растений» и «Морфология растений».

На лабораторно-практических занятиях по анатомии и морфологии растений перед студентами поставлены следующие задачи:

1. Изучение разделов ботаники, необходимых будущим провизорам при работе по изучению и использованию лекарственного сырья растительного происхождения.
2. Формирование представления о растениях, как о центральном объекте изучения в фармакогнозии.
3. Приобретение навыков работы с микроскопом.
4. Приобретение навыков изготовления и окрашивания тонких срезов растительных объектов.
5. Приобретение навыков изготовления временных микропрепаратов различных растительных объектов.
6. Изучение студентами основных закономерностей анатомического строения органов растений различных систематических групп.
7. Изучение студентами разнообразия анатомического строения органов растений различных систематических групп.
8. Приобретение навыков определения тканей и органов растений по анатомическим признакам.
9. Изучение студентами основ морфологического строения органов высших растений.
10. Приобретение навыков работы с гербарными материалами.
11. Приобретение навыков определения и классификации морфологических структур растений.
12. Приобретение навыков исследовательской работы по анатомии и морфологии растений.
13. Формирование у студентов интереса к своей специальности, глубокого понимания важности вопросов рационального использования богатейшей флоры России, необходимости охраны природы и улучшения использования природных ресурсов.
14. Формирование научно-методического подхода к изучению явления и процессов органического мира.

В результате освоения разделов ботаники «Анатомия растений» и «Морфология растений» обучающийся должен:

Знать:

- особенности строения растительной клетки,
- особенности строения и формирования растительных тканей,
- отличия анатомического строения органов растений различных систематических групп,
- особенности морфологии и анатомии высших растений, включающие лекарственные виды, изучаемые в курсе фармакогнозии,
- анатомические признаки растений, которые используются при определении сырья.

Уметь:

- работать с микроскопом, биноклем;
- готовить микропрепараты с использованием соответствующих химреактивов;
- проводить морфолого-анатомическое описание тканей и органов растений;
- распознавать возрастные особенности растений в процессе онтогенеза;
- по комплексу микроскопических признаков определять различные анатомические структуры растений;
- составлять морфологическое описание растения;
- самостоятельно работать с ботанической литературой, анализировать прочитанное и результаты использовать для решения практических задач.

Владеть:

- навыками работы с микроскопической техникой
- навыками изготовления и окрашивания тонких срезов растительных объектов.
- навыками изготовления временных микропрепаратов различных растительных объектов.
- навыком микроскопирования постоянных микропрепаратов клеток и тканей растений;
- навыками определения тканей и органов растений по анатомическим признакам.
- навыками исследовательской работы по анатомии растений;
- навыком работы с гербарными образцами растений;
- навыком описания морфологических структур растения;
- навыком изготовления биологического рисунка.

На лабораторно-практических занятиях активные методы обучения: групповая и парная работа; обучение через деятельность: изготовление микропрепаратов, работа с микроскопом, сравнительный анализ, учебно-исследовательская работа студентов (УИРС).

Принадлежности, которые **обязан** иметь студент на лабораторно-практических занятиях:

1. Альбом для записей и зарисовок объекта микроскопирования.
2. Ручка для письма.
3. Простой карандаш.
4. Цветные карандаши.
5. Ластик.
6. Линейка.
7. Пачка безопасных бритв.

РАБОТА С МИКРОСКОПОМ

В микроскопе выделяют три системы: оптическую, осветительную и механическую (**рис. 1**). К оптической системе относят объективы и окуляры, к осветительной конденсор с диафрагмой и светофильтром, зеркало или электрический осветитель), к механической – основание микроскопа, тубусодержатель, фокусирующий механизм, винты грубой и точной настройки, кронштейн конденсора, винт регулировки конденсора, револьвер, предметный столик, препаратодержатель.

Разрешающая способность микроскопа дает отдельное изображение двух близких друг другу линий. Невооруженный человеческий глаз имеет разрешающую способность около 1/10 мм или 100 мкм. Лучший световой микроскоп примерно в 500 раз улучшает возможность человеческого глаза, т.е. его разрешающая способность составляет около 0,2 мкм или 200 нм. Разрешающая способность и увеличение не одно и то же. Можно получить большое увеличение, но не улучшить его разрешение. Различают полезное и бесполезное увеличения. Под полезным понимают такое увеличение наблюдаемого объекта, при котором можно выявить новые детали его строения. Бесполезное – это увеличение, при котором, увеличивая объект в сотни и более раз, нельзя обнаружить новых деталей строения.

Оптическая система может быть с монокулярной (с одним окуляром) и бинокулярной (с двумя окулярами) насадками. Окуляр состоит из 2–3 линз. Увеличение окуляров обозначено на них цифрами: $\times 7$, $\times 10$, $\times 15$, $\times 20$. Окуляры не выявляют новых деталей строения и в этом отношении их увеличение бесполезно.

Объектив – определяет полезное увеличение объекта. Объектив состоит из нескольких линз. Увеличение объектива обозначено на нем цифрами. В учебных целях используют обычно объективы $\times 4$, $\times 8$, $\times 10$, $\times 40$, $\times 90$ или $\times 100$. Два последних применяются с использованием масляной или водяной иммерсии, белая полоса, нанесенная на объектив, означает возможность применения водяной иммерсии, черная – масляной. В микроскопии фокусное расстояние понимается как расстояние между объективом и верхней частью наблюдаемого объекта (микропрепарата). Чем больше увеличение объектива микроскопа, тем обычно меньше его фокусное расстояние.

Для определения общего увеличения микроскопа следует умножить увеличение объектива на увеличение окуляра.

Осветительная система микроскопа – это целая система линз, диафрагм и зеркал, которые обеспечивают равномерное и полное освещение объекта. Осветительная система микроскопа проходящего света имеет две составные части – это источник света (коллектор) и конденсор. Наиболее простой источник света – это зеркало. Оптическая система конденсора необходима, прежде всего, для увеличения количества света, которое проходит в микроскоп. Этот элемент расположен между объектом и осветителем. Возле конденсора всегда находится осветительная апертурная ирисовая диафрагма. Она позволяет регулировать ширину светового потока.

Современные микроскопы могут быть с подвижным тубусом, когда при помощи винтов изменяется положение объектива относительно объекта, и с подвижным столиком, когда при помощи винтов изменяется положение объекта относительно объектива. Револьверное устройство обеспечивает установку объективов в рабочее положение. Смена объективов производится вращением кольца револьверного устройства до фиксированного положения.

Начиная работать, необходимо микроскоп установить перед собой. Поворачивая револьвер, ставят объектив с наименьшим увеличением в рабочее положение. Микропрепарат помещают на предметный столик так, чтобы объект находился как раз под объективом. Для фиксации микропрепарата предметное стекло используют зажимы. С помощью макрометрического винта (винта грубой настройки) устанавливают расстояние между объективом и микропрепаратом примерно 1–1,5 см. Диафрагму открывают полностью. Конденсор поднимают до уровня предметного столика.

В микроскоп с монокулярной насадкой смотрят ведущим глазом, не закрывая при другой глаз. Если насадка бинокулярная необходимо расположить окуляры так, чтобы обоими глазами Вы видели одно поле зрения. Для этого окуляры разводят на максимальное расстояние, а затем плавными движениями медленно сводят окулярные трубки.

Если в осветительную систему входит зеркало, свет настраивают с его помощью. Для этого, поворачивая зеркало, необходимо поставить его под таким углом к источнику света, чтобы отраженные лучи прошли через отверстие в предметном столике и системы линз микроскопа. Правильная установка зеркала дает ровное яркое освещение поля зрения микроскопа.

Если осветитель с лампой, он включается с помощью выключателя, расположенного на основании микроскопа. Перед включением необходимо убедиться, что установлен минимальный уровень яркости, чтобы избежать ожога роговицы глаз. Яркость лампы можно изменять, вращая диск регулирования яркости лампы, расположенный на боковой поверхности основания микроскопа слева от наблюдателя.

Работу с микроскопом всегда начинают с малого увеличения. Вращая микрометрический винт, уменьшают расстояние между микропрепаратом и объективом так, чтобы оно стало меньше фокусного. Затем, медленно вращая винт грубой настройки на себя, увеличивают расстояние (поднимая тубусодержатель, или опуская предметный столик, в зависимости от конструкции микроскопа), глядя в окуляры, пока не появится изображение. Оно должно появиться, когда объектив будет отстоять от препарата примерно на 1–1,5 см.

ВНИМАНИЕ! При работе винтами (грубой и точной настройки) необходимо смотреть на объект в окуляры микроскопа. **НЕЛЬЗЯ** резко поворачивать рукоятки. Движения должны быть плавными и постепенными. Винт грубой настройки лучше вращать двумя руками (если это предусмотрено конструкцией микроскопа). После этого, используя винт регулировки конденсора и рычаг диафрагмы, настраивают оптимальное освещение. Если микропрепарат освещается лампой – можно использовать диск регулировки яркости. Необходимо учитывать,

что при смене объектива каждый раз будет требоваться настройка освещения. При работе с объективами $\times 4\times$, $\times 8$ и $\times 10$ для настройки на объект используют только винт грубой настройки.

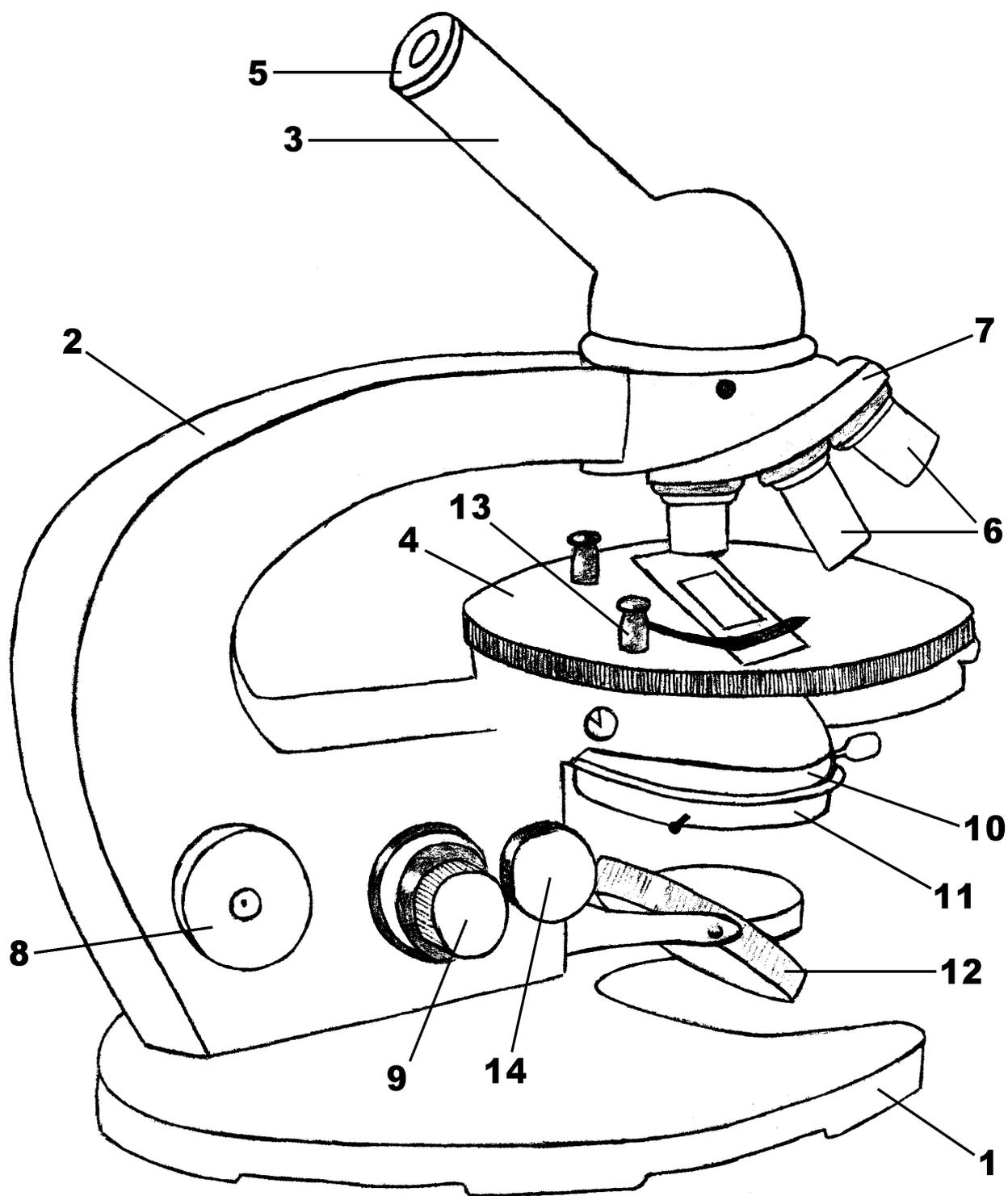


Рис. 1. Микроскоп МБР – I (ориг.):

1 – основание (штатив), 2 – тубусодержатель, 3 – тубус, 4 – предметный столик,
5 – окуляр, 6 – объективы, 7 – револьвер, 8 – макрометрический винт,
9 – микрометрический винт, 10 – диафрагма, 11 – конденсор, 12 – зеркало,
13 – клемма (зажим для микропрепарата), 14 – винт регулировки конденсора

Перед переводом микроскопа на большое увеличение необходимо выбрать нужное место среза, поставив его в центр поля зрения. Положение микропрепарата на предметном столике регулируется при помощи винтов препаратопроводителя. Перемещение препарата необходимо производить, наблюдая объект в окуляры микроскопа. Поскольку у всех микроскопов конструкции разные, при вращении револьвера, объективы могут не попадать в фокусное расстояние. Поэтому перед сменой объектива необходимо слегка увеличить расстояние до микропрепарата, и только после этого перевести на большое увеличение, осторожно вращая револьвер до щелчка.

Изображение на большом увеличении микроскопа получается на расстоянии объектива от препарата на 1–2 мм. Более четкое изображение на большом увеличении можно получить, вращая микрометрический винт (вращать не более 1/2 оборота в ту и в другую сторону). Изучая микропрепарат при большом увеличении, руку все время следует держать на рукоятке микровинта, чтобы фокусировать необходимую часть поля зрения.

При необходимости убрать препарат необходимо в первую очередь поставить в рабочее положение объектив с максимальным фокусным расстоянием (самым маленьким увеличением). Это позволит избежать повреждений препарата и объектива. Далее отвести в сторону зажим и удалить препарат с предметного столика.

После окончания работы нужно перевести микроскоп на малое увеличение и убрать микропрепарат. **Снимать микропрепарат из под объектива x40, x90, x100 строго запрещается**, так как можно повредить фронтальную линзу объектива. Если Вы работали с микроскопом с осветителем, после завершения изучения объекта убавьте яркость до минимума с помощью диска регулировки яркости. Затем выключите осветительное устройство с помощью выключателя. После работы микроскоп следует закрыть чехлом для защиты от пыли.

МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ МИКРОПРЕПАРАТОВ

Чтобы рассмотреть что-либо под микроскопом, нужно приготовить микропрепарат. Объект помещают на предметное стекло. Для лучшей видимости и сохранности его кладут в каплю воды и накрывают сверху очень тонким покровным стеклом. Такой препарат называют временным, после работы его можно смыть со стекла. Но можно сделать и постоянный препарат, который будет служить многие годы. Тогда объект заключают не в воду, а в специальное прозрачное смолистое вещество, которое быстро затвердевает, прочно склеивая предметное и покровное стёкла.

Объект, подлежащий микроскопическому исследованию, должен быть очень тонким и прозрачным. Некоторые растения или их органы (водоросли, споры, пыльца и др.) можно рассматривать под микроскопом целиком, без предварительного изготовления срезов. Такие препараты называются тотальными.

При изучении анатомического строения органов чаще всего делают тонкие срезы. Срезы изготавливают из свежих или фиксированных частей растений. Обычно для фиксации употребляют растворы спирта или формалина. Сделанные срезы должны быть очень тонкими и прозрачными. Различают следующие виды срезов: *поперечный и продольный*.

Поперечный срез проходит перпендикулярно оси органа и позволяет изучить строение органа в поперечном сечении.

Продольный радиальный срез проходит по радиусу оси органа и дает возможность изучить строение органа в продольном сечении.

Продольный тангентальный срез проходит перпендикулярно радиусу цилиндрической структуры, например, корня или стебля; в случае вторичных ксилемы и флоэмы проходит под прямым углом к сердцевинным лучам.

Парадермальный срез (греч. *пара* + *дерма* – кожа) – сечение, параллельное поверхности плоской структуры, например, листа (срез эпидермы листа).

Для приготовления срезов чаще всего используют бритвенное лезвие. Лезвие должно быть очень острым. Перед изготовлением среза поверхность объекта, с которой предполагается делать срез, должна быть выровнена. Объект необходимо взять в левую руку так, чтобы он возвышался над уровнем пальцев на 3–4 мм. Правой рукой держат безопасную бритву, зажимая ее большим пальцем сверху, а указательным и средним снизу в этом же месте, оставляя свободным лезвие, обращенное влево. Бритву смачивают в воде и делают срез, ведя лезвием к себе наискось одним плавным и быстрым движением. При этом объект необходимо держать строго вертикально, а лезвие – строго горизонтально. Обе руки должны быть совершенно свободны. Не следует ими опираться на стол или прижимать к груди. Не обязательно делать срез через весь орган, достаточно срезать узкую полоску, проходящую через наружные и внутренние ткани органа. При этом наиболее тонкие и ровные срезы

получаются, если срез начинают не от края объекта, а от его середины. Можно также положить объект на предметное стекло и смачивая бритву в воде делать срезы скользящим поступательным движением.

Рекомендуется сразу делать несколько срезов и сбрасывать их в чашку Петри с водой. Тонкие и ровные срезы будут плавать горизонтально, а неудачные – под углом. Самые тонкие ровные срезы переносят (лучше акварельной кисточкой) на предметное стекло и, в случае необходимости, обрабатывают реактивами.

Для того, чтобы сделать тонкий поперечный срез листа можно использовать корнеплод моркови, для этого нужно разрезать морковку вдоль, но не до конца, и лист растения поместить в полученный срез. У вас получатся своеобразные тиски из половинок моркови, которые будут зажимать между собой лист растения. Далее необходимо, как и в предыдущем примере со стеблем, отрезать лезвием бритвы тонкую пластинку. Срезы листа сразу помещают на предметное стекло.

Для приготовления поверхностных препаратов обычно снимают с органа кожицу (эпидермис листа, стебля, луковицы) и помещают ее в каплю воды, или обрабатывают специальным образом весь орган (лист, лепесток, чашелистик), например, кипятят со слабым раствором NaOH. Такие препараты обычно готовят не в капле воды, а в специальных просветляющих жидкостях.

Давленные препараты используются, когда необходимо рассмотреть ткани мякоти плодов, семян или других объектов, при которых их раздавливают скальпелем или между двумя предметными стеклами, добиваясь искусственной мацерации клеток.

Иногда также делают микропрепараты соскобов и мазков.

Окрашивание растительных объектов проводят на предметном стекле, поочередно нанося на объект необходимые реактивы пипеткой. Необходимо помнить, что избыток реактива может привести к нежелательным последствиям (например, разрушить внутриклеточные структуры или привести к слишком интенсивному окрашиванию и потемнению препарата), поэтому окрашивание проводят, строго соблюдая методику.

Реактивы, содержащие кислоту, во избежание порчи микроскопа после прокрашивания среза снимают полоской фильтровальной бумаги и промывают в капле воды.

Для приготовления препарата на середину предметного стекла пипеткой наносят 2–3 капли воды, и при помощи препаровальной иглы переносят в нее заранее подготовленные и окрашенные объекты (срезы, кожицу, пыльцу и т.д.). После этого их закрывают покровным стеклом. Опускать его следует осторожно, расположив предварительно под углом 45° к предметному стеклу, и прикоснувшись нижним краем к воде. Если под покровное стекло на объект попали пузырьки воздуха, то следует не нажимать на стекло сверху, а приподнять покровное стекло и вновь опустить его, добиваясь, чтобы не было пузырьков воздуха на объекте. После этого надо удалить избыток воды кусочком фильтровальной бумаги. Если под покровным стеклом не все пространство занято водой, то ее необходимо осторожно добавить пипеткой, не снимая покровного стекла. Приготовленный микропрепарат помеща-

ют на предметный столик и приступают к его изучению. В процессе работы **необходимо** следить, **чтобы срезы постоянно находились в жидкой среде**, иначе ткани исследуемого объекта высыхают и деформируются.

Для работы с препаратом в течение нескольких дней вместо воды под покровное стекло наносят глицерин (он не высыхает).

Качественные реакции, применяющиеся для окрашивания тканей и клеточных структур при изучении анатомии растений:

1. Для определения содержания **крахмала** используют слабый раствор йода в йодистом калии, он образует комплексное соединение с крахмалом сине-фиолетового цвета.

2. Реактивом на **жиры и жироподобные вещества** является жирорастворимый краситель **судан-III**, который поглощается жирами и окрашивает их в оранжевый цвет.

3. Характерными реакциями на **белок** являются:

1) **биуретовая реакция** – под воздействием водного раствора медного купороса и едкой щелочи белки окрашиваются в фиолетовый цвет,

2) **ксантопротеиновая реакция** – под воздействием крепкой азотной кислоты белок желтеет, желтизна усиливается до оранжевого цвета.

4. Реактивом на **клетчатку** является **хлор-цинк-йод**. Хлор-цинк окрамаливает клетчатку, йод окрашивает крахмал в сине-фиолетовый цвет.

5. Для обнаружения **лигнина** используются:

1) **флороглюцин и концентрированная серная (соляная) кислота**. Пропитанные лигнином клеточные стенки окрашиваются реактивом в малиново-красный цвет.

2) **1% раствор марганцово-кислого калия с аммиаком и 10% раствором соляной кислоты (реакция Меуле)**. На срез наносят 1% раствор марганцово-кислого калия. После пятиминутной выдержки и удаления краски наносят каплю соляной кислоты (10%), и после обесцвечивания среза – каплю аммиака (лигнин окрашивается в красный цвет).

СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Клетка представляет собой основную структурно-функциональную единицу тела растения. Клетки сильно различаются по размерам и форме. Размер клеток колеблется от нескольких микрон до нескольких сантиметров. И всё же все клетки имеют общность строения (**рис. 2**).

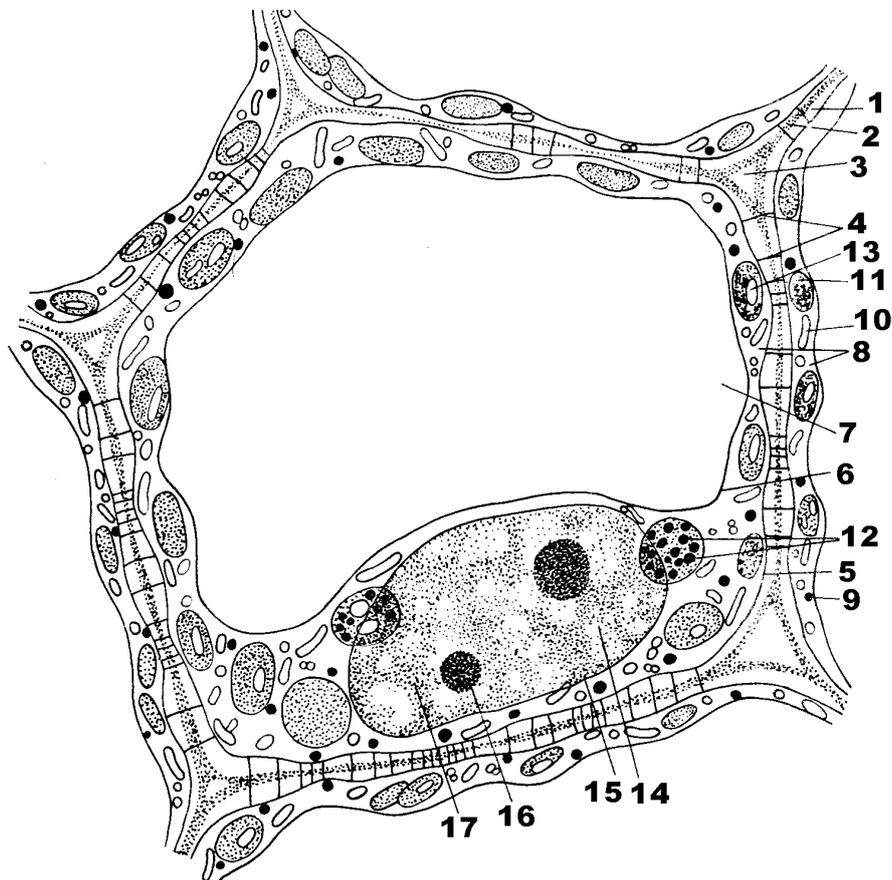


Рис. 2. Растительная клетка при максимальном увеличении оптического микроскопа (приводится по: Александров В.Г. *Анатомия растений*, М.: Высшая школа, 1966. 431с.):

1 – оболочка клетки, 2 – срединная пластинка, 3 – межклетник, 4 – плазмалемма, 5 – гиалоплазма, 6 – тонопласт, 7 – вакуоль, 8 – цитоплазма, 9 – капля запасного жира, 10 – митохондрия, 11 – хлоропласт, 12 – граны в хлоропласте, 13 – крахмальное зерно в хлоропласте, 14 – ядро, 15 – мембрана ядра, 16 – ядрышко, 17 – хроматиновая сеть ядра

Типичная растительная клетка состоит из **протопласта** или живого содержимого и его производных (**рис. 3**). **Протопласт** в растительной клетке – протоплазма, ограниченная клеточной оболочкой. Протопласт состоит из **цитоплазмы** и **ядра**. В цитоплазме находятся органеллы (такие, как **рибосомы**, **микротрубочки**, **диктиосомы**, **пластиды** и **митохондрии**) и мембранные системы (**эндоплазматический ретикулум**). Кроме того, цитоплазма включает в себя **гиалоплазму**, в которую погружены органеллы и мембранные системы. Цитоплазма отделена от клеточной стенки **плазматической мембраной**, которая представляет собой элементарную мембрану.



Рис. 3. Строение растительной клетки. Схема (ориг.)

В процессе жизнедеятельности клетки образуются **производные протопласта**: вначале **первичные** производные – это **клеточная стенка** и **клеточный сок**, заключенный в вакуоли (образуются у всех растительных клеток), а затем и **вторичные** производные – **запасные** и **экскреторные** вещества (эти вещества образуются не у всех клеток, а лишь в клетках определенных тканей).

Цитоплазма

Цитоплазма бесцветна, имеет слизистую консистенцию, зернистое строение, и содержит различные вещества, в том числе белки, присутствие которых обуславливает коллоидные свойства цитоплазмы.

Основу ее составляют сложные белки – протеиды. Это строительные конституционные белки. Они представляют собой соединения простых белков-протеинов, основу которых составляют аминокислоты, с углеводами – гликопротеиды, с жирными кислотами – липопротеиды, с нуклеиновыми кислотами – нуклеопротеиды. Нуклеопротеиды входят также в состав клеточных ядер и других органоидов. Липопротеиды составляют основу мембран органоидов протопласта.

В состав цитоплазмы входят и производные белков. Многие из них являются биокатализаторами, регулирующими обмен веществ в клетке. Это ферменты, витамины, гормоны, фитонциды (летучие вещества, обладающие защитными, бактерицидными свойствами). В состав цитоплазмы входят также растворимые углеводы, служащие источником энергии в клетке. Цитоплазма производит некоторые полисахариды, например, целлюлозу, пектиновые вещества, которые идут на строительство клеточной стенки. Неорганические вещества составляют в ней 2–6% сухого веса. Соли в цитоплазме встречаются только в виде ионов или в соединении с белками. 70% веса всей цитоплазмы составляет вода, которая является растворителем и катализатором биохимических реакций.

Цитоплазма – это сложный структурный комплекс клетки. В состав цитоплазмы входят цитоплазматические мембраны, гиалоплазма и органоиды (**рис. 4**).

1. Цитоплазматические белково-липидные мембраны

а) **плазмалемма** – наружная мембрана цитоплазмы, прилегающая к клеточной стенке;

б) **тонопласт** – внутренняя мембрана, отграничивающая клеточный сок от цитоплазмы.

2. **Гиалоплазма** – основная масса цитоплазмы, в которой расположены остальные органеллы клеток.

3. **Органоиды** – постоянные структурные элементы цитоплазмы клетки, имеющие специфическое строение и выполняющие определенные функции.

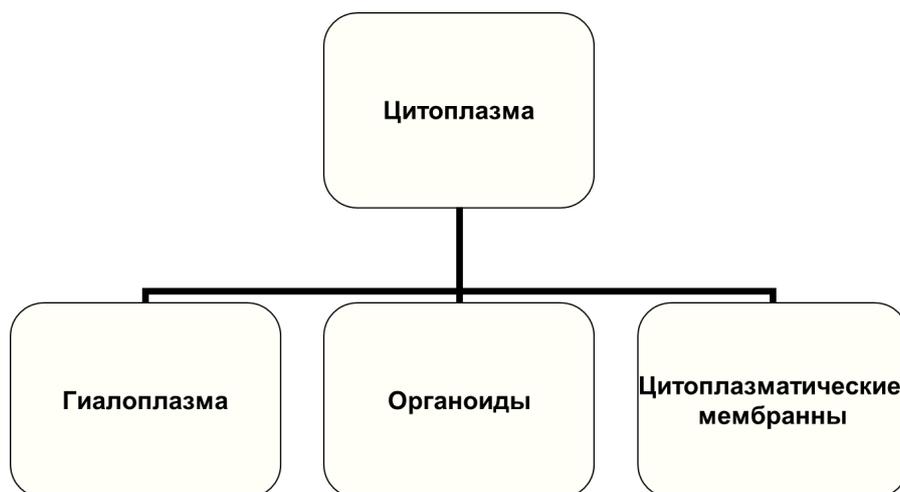


Рис. 4. Состав цитоплазмы. Схема (ориг.)

Важнейшее свойство **цитоплазмы** – **избирательная проницаемость** (полупроницаемость). Это значит, что она проницаема для воды, и в меньшей степени – для растворенных в ней веществ. В явлении избирательной проницаемости исключительная роль принадлежит двум пограничным слоям цитоплазмы – **плазмалемме** (наружной цитоплазматической мембране) и **тонопласту** (вакуолярной мембране), которые относятся к биологическим мембранам клетки.

Мембраны обеспечивают пространственное расположение всех органоидов клетки и ядра, отграничивают цитоплазму от клеточной оболочки и вакуоли, а внутри цитоплазмы образуют эндоплазматическую сеть (ретикулум) – систему мелких вакуолей и канальцев, соединенных друг с другом. Структура и химический состав мембран неоднородны, что связано с их функциями.

Структурную основу мембран (их каркас) составляют молекулы липидов (**рис. 5**). Они формируют двойной бимолекулярный слой. Причем гидрофильные их полюса ориентированы кнаружи, в направлении водной среды, а гидрофобные остатки жирных кислот – вовнутрь мембраны. Следовательно, они обладают амфипатическими свойствами: один конец молекулы гидрофобный, другой – гидрофильный. Гидрофильные концы полярны, так как несут электрический заряд, гидрофобные концы не полярны.

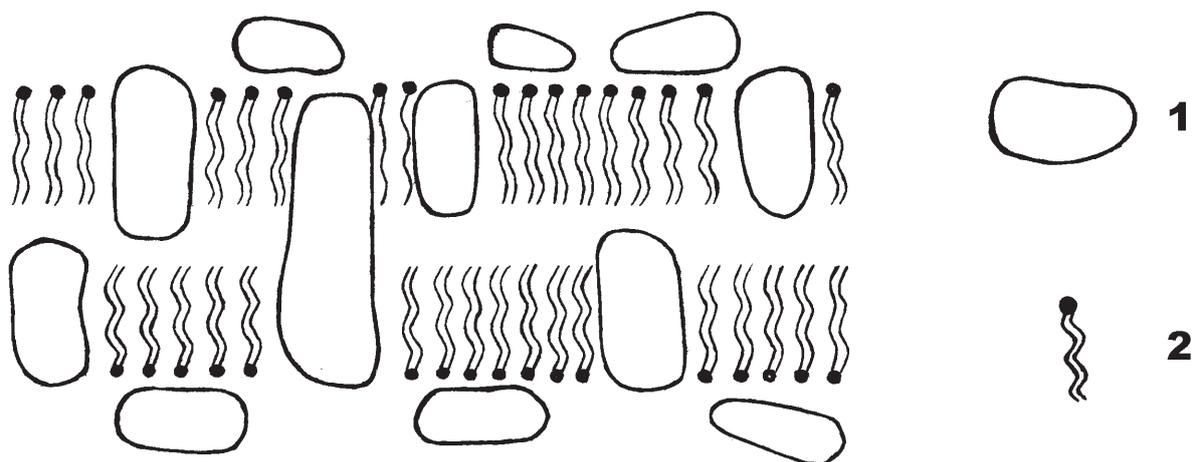


Рис. 5. Молекулярная организация биологической мембраны. Схема. (ориг.): 1 – молекула белка, 2 – молекула фосфолипида

Молекулы белков располагаются не сплошным слоем с обеих сторон липидной основы, а более или менее рассеянно.

Часть белковых молекул глубоко погружена в липидный каркас, иногда они разрывают его, образуя гидрофильные поры. Разнообразие расположения белковых молекул или агрегатов в мембранах отражает неоднородность мембран и их высокую лабильность – способность изменять структуру в соответствии с меняющимися функциями.

Цитоплазма находится в постоянном движении, которое в обычных условиях очень медленное и почти незаметное. Повышение температуры, световой или химический раздражитель ускоряют движение цитоплазмы и делают его заметным в световом микроскопе. Увидеть это движение помогают хлоропласты, которые увлекаются током вязкой цитоплазмы. **Движение** цитоплазмы бывает двух видов: **круговое** (ротационное) и **струйчатое** (циркуляционное). Если полость клетки занята одной крупной вакуолью, то цитоплазма движется только вдоль стенок. Это круговое движение. Если в клетке несколько вакуолей, то тяжи цитоплазмы, пересекая клетку, соединяются в центре, где располагается ядро. В этих тяжах происходит струйчатое движение цитоплазмы. Струйчатое движение цитоплазмы можно наблюдать в клетках жгучих волосков крапивы, в клетках волосков молодых побегов тыквы.

Движение цитоплазмы может быть первичным и вторичным. Первичное движение происходит в естественных условиях в неповрежденных клетках. Вторичное более активное движение может происходить при механических повреждениях соседних клеток, при резких изменениях температуры и освещения среды, биохимическом воздействии. Основу цитоплазмы составляет гиалоплазма.

Гиалоплазма – матрикс цитоплазмы, сложная бесцветная коллоидная система в клетке, способная к обратимым переходам из золя в гель. В ней расположены остальные органоиды клетки. Гиалоплазма имеет сложный химический состав: она содержит ионы, промежуточные продукты метаболизма, аминокислоты, РНК, липиды, липопротеиды и ряд ферментов, необходимых для синтеза белков, нуклеиновых кислот, жирных кислот и других соединений.

Функциональное значение гиалоплазмы как среды, в которую погружены клеточные органеллы, заключается в следующем:

1) Благодаря вязкости и способности к перемещению гиалоплазма служит основной магистралью для передвижения метаболитов клетки. Через нее идет транспорт аминокислот, жирных кислот, нуклеотидов, сахаров, неорганических ионов, перенос АТФ.

2) Непосредственно примыкая к плазмалемме, она заполняет часть пространства плазмодесменных каналов, и таким образом обеспечивает межклеточные связи.

3) Вступая в непосредственные контакты с мембранами органелл, она регулирует физико-химические и ферментные связи между ними.

Органоиды цитоплазмы

Рибосомы – органоиды клетки, осуществляющие биосинтез белка. Рибосомы открыты в 1955 г. Г. Паладе. Это субмикроскопические органеллы сложной формы диаметром около 20 нм. Рибосома состоит из двух неравных субчастиц (субъединиц) – большой и малой. Они содержат примерно равное количество белка и рибосомной РНК и так же, как гиалоплазма, лишены мембранной структуры.

Комплекс Гольджи (диктиосомы). Диктиосома – структурно-функциональная единица комплекса Гольджи; в растительных клетках диктиосомы обособлены. Названы эти органеллы по имени итальянского ученого Камилло Гольджи.

Диктиосомы представлены стопкой из параллельных, плоских, мешочковидных цистерн, покрытых белково-липоидной мембраной; расстояние между ними 20–25 нм. Внутренние пространства цистерн не сообщаются между собой. Часто диктиосомы переходят по краям в систему тонких ветвящихся трубок. Число диктиосом в растительной клетке обычно колеблется от одной до нескольких десятков. По мере развития края цистерн вздуваются и отшнуровываются в виде мелких круглых пузырьков Гольджи (**рис. 6**).

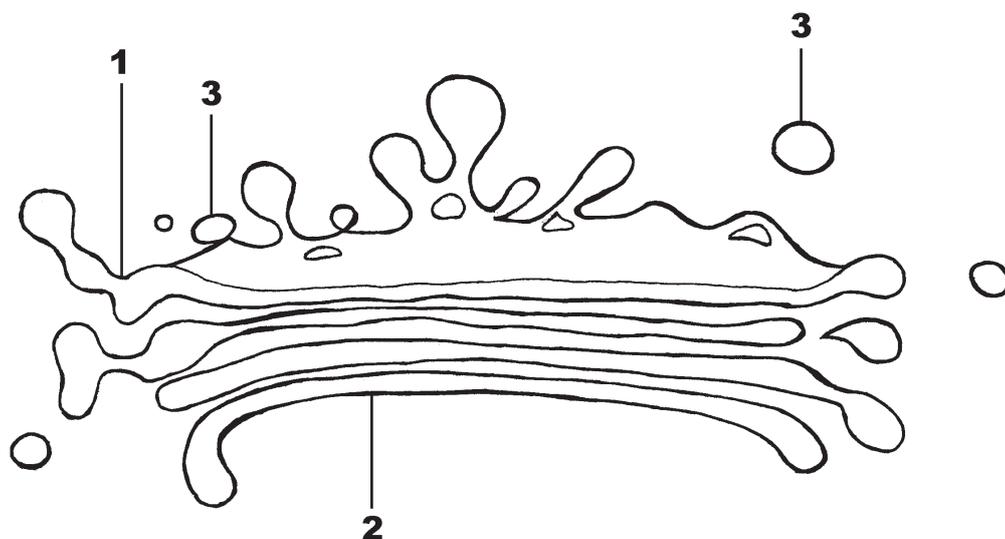


Рис. 6. Диктиосома (ориг.):

1 – самая старая цистерна, 2 – самая молодая цистерна, 3 – пузырек

Пузырьки Гольджи отчленяются от краев диктиосомных пластинок или концов трубок и направляются обычно в сторону плазмалеммы или вакуоли. В пузырьках Гольджи могут накапливаться углеводы, пектины, экскреторные и ядовитые вещества. Пузырьки мигрируют либо в сторону тонопласта, либо к плазмалемме, и содержимое их изливается в вакуоль или внедряется в оболочку, либо выводится совсем из клетки (на внешнюю поверхность клеточной стенки). Таким образом, комплекс Гольджи играет большую роль в регулировании водного баланса клетки, в накоплении и выделении экскреторных и ядовитых веществ, в формировании вакуолей. В растительных клетках комплекс Гольджи содержит ферменты синтеза полисахаридов и сам полисахаридный материал, который используется для построения целлюлозной оболочки клетки.

Эндоплазматический ретикулум открыт с помощью электронного микроскопа в 1945 г. К. Портером в клетках животных, а позднее обнаружен практически во всех растительных клетках. Представляет собой систему мелких вакуолей и каналцев, соединенных друг с другом и ограниченных одинарной мембраной. Эта система трехмерна, а ее форма и протяженность зависят от типа клетки, ее метаболической активности и стадии дифференциации. Эндоплазматический ретикулум является конвейером для многих видов ферментативного превращения веществ, главным образом для их синтеза, представляет собой и систему магистралей, по которым вещества перемещаются по клетке. Начинается ретикулум от наружной мембраны оболочки ядра и, ветвясь, подходит к различным органоидам цитоплазмы, а также к плазмалемме. Тем самым он связывает между собой все части клетки. Канальцы эндоплазматического ретикулума также проходят через плазмодесмы, соединяя ретикулум соседних клеток. Мембраны эндоплазматического ретикулума расчленяют цитоплазму на многочисленные отсеки (компарменты), благодаря чему в разных частях клетки могут одновременно происходить разнонаправленные биохимические реакции. Это приводит к тому, что в клетке одновременно могут проходить многочисленные физиологические процессы. Также мембраны эндоплазматического ретикулума – это те поверхности, по которым распространяются биотоки, являющиеся сигналами, меняющими избирательную проницаемость мембран и тем самым активность ферментов. Благодаря этому одни химические реакции пускаются в ход, другие тормозятся – обмен веществ подчиняется регуляции и протекает координированно. Считается также, что эндоплазматический ретикулум это место синтеза всех мембран растительной клетки включая мембраны аппарата Гольджи, плазмалемму и тонопласт. Производными эндоплазматического ретикулума в растительных клетках являются вакуоли.

Различают **гладкий** (агранулярный) эндоплазматический ретикулум и **шероховатый** (гранулярный).

Гладкий ретикулум лишен рибосом и обычно представлен сетью узких ветвящихся трубочек. В обычных растительных клетках он слабо развит, но хорошо выражен в клетках, синтезирующих и выделяющих липофильные вещества (смолы, каучук, эфирные масла), например, в эпителиальных клетках смоляных ходов.

Шероховатый ретикулум имеет рибосомы на мембранах. Состоит из канальцев и уплощенных цистерн, во многих клетках формирует разветвленную сеть, пронизывающую большую часть цитоплазмы. Основные функции:

- 1) служит местом синтеза белка: полипептидные цепи, синтезированные на прикрепленных к мембранам полисомах, сразу поступают в полость цистерны, где эти цепи могут образовывать белковые комплексы более сложного строения, например, ферменты, т.е. происходит конденсация и концентрация белков;
- 2) осуществляет транспорт веществ (синтезированных белков, ионов и молекул) внутри клетки и между клетками (по плазмодесмам);
- 3) служит центром образования и роста клеточных мембран;
- 4) дает начало целой серии органелл (сферосомам, микротельцам и т.д.).

Сферосомы – мелкие пузырьки липидно-протеиновой природы диаметром 0,5–1 мкм, отшнуровываются от кончиков разветвленного эндоплазматического ретикулума, и заполняются жирами в процессе жизнедеятельности клетки. Таким образом, запасные жиры откладываются в капельно-жидком состоянии в цитоплазме, а именно – в сферосомах цитоплазмы.

Микротрубочки – полые цилиндрические структуры, которые образуют сеть в цитоплазме интерфазных клеток, входят в состав ресничек и жгутиков, базальных телец и центриолей. Микротрубочки образуют цитоскелет клетки.

Митохондрии (хондриосомы) – органеллы энергетического обмена клетки и синтеза ферментов. Размер их от 0,5 до 1 мкм в поперечнике и от 2 до 7 мкм в длину. Они представляют собой зернистые или палочковидные образования. Митохондрии окружены двойной белково-липоидной мембраной. Наружная мембрана отделяет митохондрию от цитоплазмы. От внутренней мембраны к центру в клетках растений отходят кристы. Основу митохондрии составляет вязкая жидкость – матрикс. В матриксе содержатся кольцевые молекулы митохондриальной ДНК, специфические и-РНК, т-РНК и рибосомы (прокариотного типа), отличные от цитоплазматических; часто встречаются гранулы солей кальция и магния; здесь происходит автономный биосинтез белков, входящих во внутреннюю мембрану митохондрий, а также окисление и синтез жирных кислот (**рис. 7**).

Пластиды – органоиды эукариотической растительной клетки. Хорошо различимы в световой микроскоп. Каждая пластида ограничена двумя элементарными мембранами, за которыми находится белковая строма или матрикс. Внутренняя мембрана образует выросты – ламеллы. Все пластиды имеют ламеллярное строение. Пластиды образуются из пропластид. По окраске различают пластиды зеленые – **хлоропласты**, желто-оранжевые и красные – **хромпласты**, и бесцветные – **лейкопласты**.

Хлоропласты – наиболее важные пластиды, так как в них происходит первичный синтез углеводов при участии световой энергии. Хлоропласты содержат четыре пигмента: зеленые – хлорофилл «А» и хлорофилл «В»; каротиноиды: оранжевый – каротин и желтый – ксантофилл. Хлорофилл преобладает, поэтому хлоропласты зеленого цвета. Снаружи хлоропласты покрыты двойной белково-липоидной мембраной.

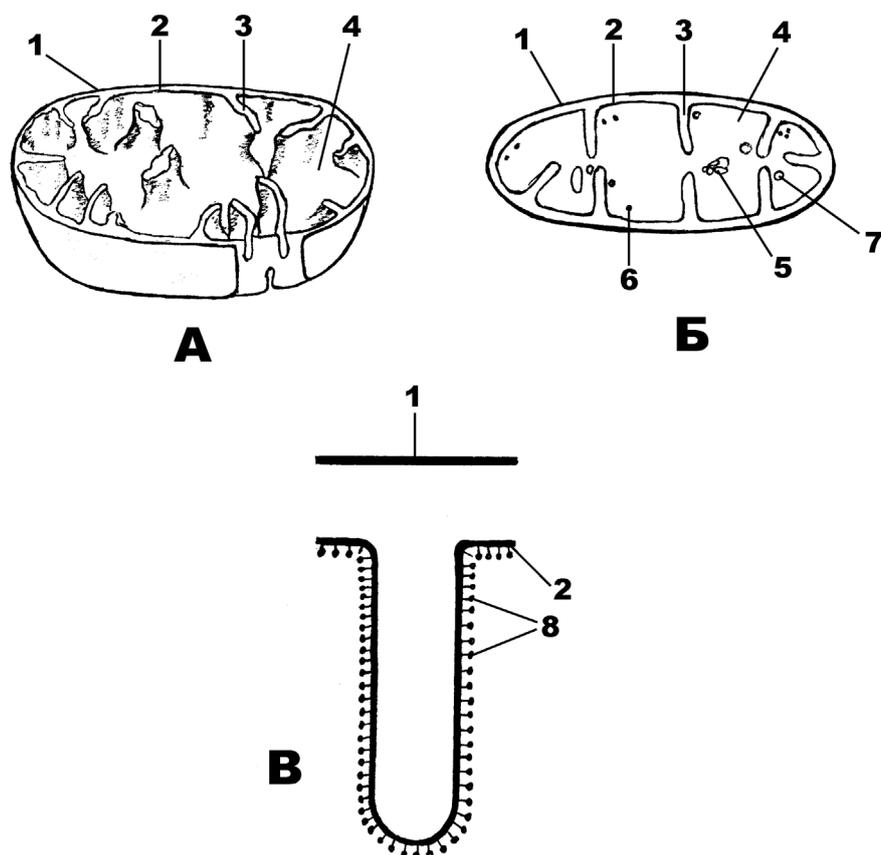


Рис. 7. Строение митохондрии растений (ориг.):

А – объемное изображение, Б – продольный разрез, В – часть кристы с грибовидными выступами (АТФ-сомами) на внутренней мембране.

1 – наружная мембрана, 2 – внутренняя мембрана, 3 – кристы, 4 – матрикс, 5 – нить митохондриальной ДНК, 6 – митохондриальные рибосомы, 7 – гранула, 8 – АТФ-сомы

Внутренняя мембрана образует выросты – ламеллы, расположенные параллельно друг другу в строме хлоропласта. В отдельных участках ламелл между слоями белков и липидов находятся пигменты, образуя тилакоиды, которые располагаются друг над другом, и в совокупности образуют грану хлоропласта (**рис. 8**). Хлоропласты встречаются у всех зеленых растений, от водорослей до цветковых включительно. Они содержатся в зеленых частях растения, более всего в листьях и стеблях.

Хромопласты синтезируют и хранят пигменты группы каротиноидов, такие как оранжевый каротин, желтые ксантофиллы и различные другие красные пигменты. Таким образом, их цвет варьируется в зависимости от того, какой пигмент они содержат. Присутствием хромопластов объясняется желтая, оранжевая и красная окраска венчиков цветков, плодов, осенних листьев.

Биосинтез каротиноидов происходит как в хромопластах, так и в хлоропластах. Каротиноиды поглощают сине-зеленый свет и передают его энергию хлорофиллам. Вторая функция каротиноидов в хлоропластах – светозащитная. Они защищают фотосистемы от световых «перегрузок», которые могут приводить к сверхвозбуждению и сбоям в работе фотосистем. Третья функция каротиноидов – структурная. Каротиноиды – обязательные структурные компоненты фотосинтетических мембран

хлоропластов. Молекулы каротиноидов занимают строго определенные положения в фотосистемах, и без них вся конструкция попросту разваливается. По мере накопления каротиноидов в хлоропласте его внутренняя структура разрушается и хлорофиллы исчезают. В результате хлоропласты превращаются в хромопласты. Такие хромопласты наблюдаются в осенних листьях и обеспечивают их окраску.

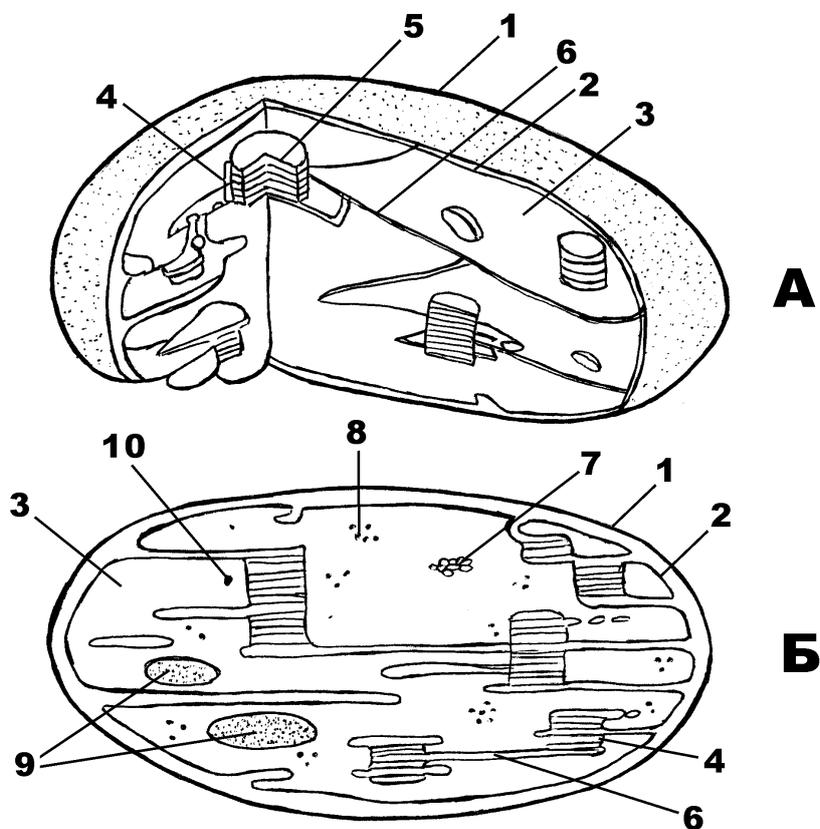


Рис 8. Строение хлоропласта (ориг.):

А – объемное изображение, *Б* – срез через хлоропласт.

1 – наружная мембрана оболочки хлоропласта, *2* – внутренняя мембрана оболочки хлоропласта, *3* – строма, *4* – грана, *5* – тилакоид грани, *6* – тилакоид стромы, *7* – нить ДНК хлоропласта, *8* – рибосома хлоропласта, *9* – крахмальные зерна, *10* – гранула

Каротиноиды могут кристаллизоваться, что отражается на форме данных пластид, при этом ламеллярная структура хромопластов разрушается. Хромопласты разнообразны по форме: дисковидные, шаровидные, палочковидные и др. В зависимости от формы и накапливаемых каротиноидов различают три группы хромопластов (**рис. 9**):

1) глобулярные, когда пигменты растворены в липидах пластоглобул (наиболее широко распространенная группа);

2) трубчатые, или фибриллярные – кроме пластоглобул, каротиноиды формируют тонкие трубки или нити (редкая структура, представленная в клетках плодов красного перца);

3) кристаллические – каротиноиды откладываются в форме кристаллов, которые в совокупности определяют форму пластиды (плоды арбуза, корнеплоды моркови).

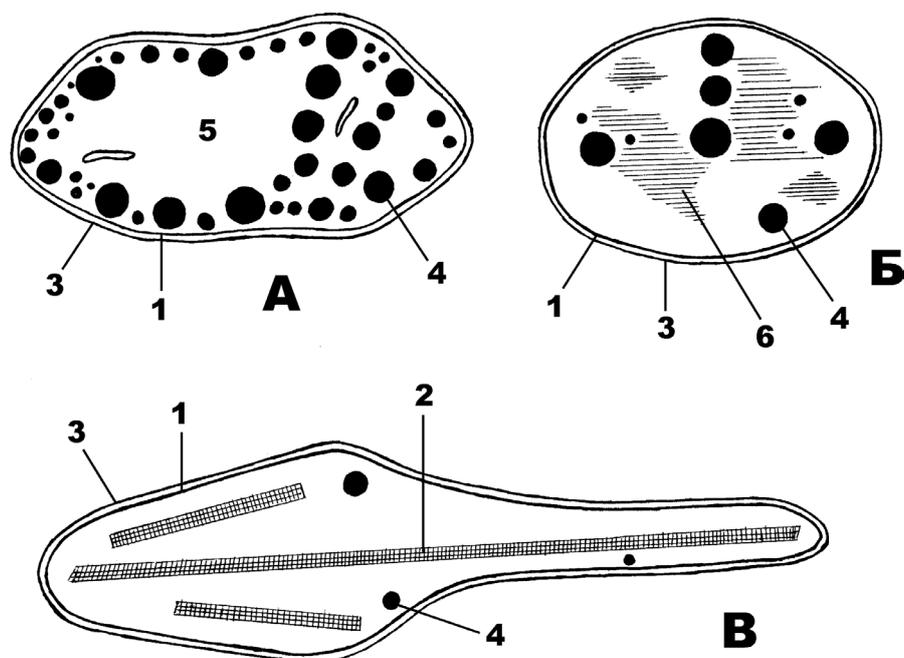


Рис 9. Основные структурные группы хромопластов. Схема (ориг.):

А – глобулярная, Б – фибриллярная, В – кристаллическая. 1 – внутренняя мембрана оболочки хромопласта, 2 – кристаллы каротиноидов, 3 – наружная мембрана оболочки хромопласта, 4 – пластоглобула, 5 – строма, 6 – фибриллы

Хромопласты чаще всего встречаются в клетках плодов растений, реже в других органах. Яркие плоды, окрашенные каротиноидами, хорошо поедаются птицами и животными – распространение семян. Яркая окраска цветов привлекает насекомых, что способствует опылению растений. В этом их биологическая роль. Однако они также содержатся в корнях, таких как морковь и сладкий картофель. Они позволяют накапливать большие количества нерастворимых в воде соединений в частях растений, которые иначе остаются водянистыми. Первоначально считалось, что хромопласты являются последней стадией развития пластид, но в 1966 году было доказано, что хромопласты иногда могут превращаться в хлоропласты, в результате чего плоды и корнеплоды могут снова становиться зелеными (например, верхняя часть корнеплода моркови).

Лейкопласты. Это неокрашенные мелкие шаровидные пластиды, мало отличающиеся от пропластид. Они также имеют ламеллярную структуру, но в них отсутствуют пигменты. Они обычно встречаются в клетках органов, скрытых от солнечного света: в корневищах, клубнях, корнях, семенах, сердцевине стеблей и очень редко – в клетках освещенных частей растения (в клетках эпидермы). Они располагаются в цитоплазме, обычно около ядра.

Лейкопласты способны к накоплению в своей строме запасных питательных веществ. Лейкопласты в которых синтезируется и накапливается вторичный крахмал, называются амилопластами (при этом крахмал может накапливаться в таких значительных количествах, что тело пластиды (строма) превращается в тонкую пленку, окружающую крахмальное зерно), масла – элайопластами, белки – протеинопластами или протеопластами. В одном и том же лейкопласте могут накапливаться разные вещества.

Ядро

Ядро – важнейшая органелла эукариотических клеток. Нет оформленного ядра у сине-зеленых водорослей и бактерий, которые содержат лишь ядерное вещество – нуклеопротеиды. Предполагают, что в процессе эволюции нуклеопротеидов обособились хромосомы, а затем возникла ядерная оболочка. В клетках высших растений обычно бывает по одному ядру. Ядро всегда полностью погружено в цитоплазму. Величина ядра зависит от вида растения, а также от типа тканей, возраста и состояния клетки. Форма ядра чаще всего округлая или овальная. В интерфазном состоянии ядро покрыто двойной белково-липоидной мембраной, пронизанной порами. Поверхность внешней ядерной мембраны покрыта рибосомами. Внутри ядро заполнено нуклеоплазмой (кариоплазмой). Нуклеоплазма неоднородна, она состоит из ядерного сока (кариолимфы) и хроматина – нитчато-зернистой структуры, которая является основным структурно-функциональным компонентом ядра. Основу хроматина представляют собой тонкие (10 нм) фибриллы, скрученные в спирали. По химическому составу они представляют собой на 90% ДНП (дезоксирибонуклеопротеиды) и на 10% РНП (рибонуклеопротеиды). Белки располагаются на поверхности в виде футляра, стабилизируя ДНК и регулируя ее активность. Часть фибрилл собрана в виде беспорядочных электронно-плотных компактных масс (конденсированный хроматин, или гетерохроматин).

В нуклеоплазме размещаются одно – два ядрышка. Ядрышки состоят из рибонуклеопротеидов (предшественников рибосом). Форма ядрышка обычно шаровидная, границы его не отчетливы, так как ядрышки не окружены мембраной, и непосредственно контактируют с нуклеоплазмой (**рис. 10**).

Ядро регулирует обмен веществ в клетке. Деление ядра предшествует делению клетки. Ядро передает наследственные свойства клетки. Кроме того, наружная мембрана ядерной оболочки выпячивается в виде узких канальцев, образуя эндоплазматический ретикулум, который в свою очередь дает начало сферосомам и комплексу Гольджи.

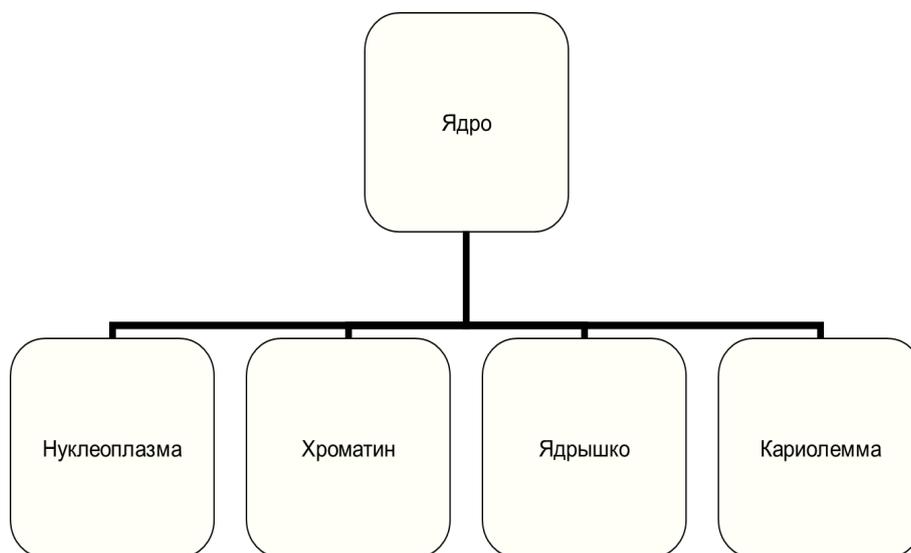


Рис. 10. Состав ядра. Схема (ориг.)

Производные протопласта

Производные протопласта это все вещества и структуры растительной клетки, которые образуются в процессе ее жизнедеятельности (рис. 11).



Рис. 11. Производные протопласта. Схема (ориг.)

В процессе жизнедеятельности протопласта возникают разнообразные вещества, получившие обобщенное название *эргастических* веществ. Они образуются непосредственно в протопласте и отчасти сохраняются в нем в растворенном виде либо в форме включений. В значительно больших количествах эргастические вещества концентрируются вне протопласта, образуя клеточную стенку. Другая часть накапливается в клеточном соке вакуоли в виде растворов или откладывается в цитоплазме в виде разного рода включений. Природа и основные функции эргастических веществ различны. Главнейшие из этих веществ: простые белки, некоторые углеводы, в частности глюкоза, сахароза и крахмал или близкий к нему инулин, а также целлюлоза, запасные жиры и жироподобные вещества – соединения первичного метаболизма; продукты вторичного метаболизма – таниды, полифенольные соединения, алкалоиды, изопренпроизводные и др. К эргастическим веществам относится также обычный во многих растениях оксалат кальция. Почти все эргастические вещества независимо от их природы в той или иной мере могут вновь вовлекаться в процессы активного метаболизма клетки. Поэтому деление этих веществ на ряд групп по их главнейшей функции в известной мере условно. Большинство эргастических веществ физиологически активно. Многие из них накапливаются в значительных количествах и имеют исключительное значение в хозяйственной деятельности человека и в медицине.

К первичным производным протопласта относятся **клеточная стенка** и **вакуоль с клеточным соком**.

Клеточная стенка (оболочка) – структурное образование на периферии клетки (за пределами клеточной мембраны – плазмалеммы), придающее ей прочность, сохраняющее ее форму и защищающее протопласт. Наличие стенки – характерная

особенность растительной клетки. У многих растений клеточные стенки способны к одревеснению, образуя своеобразный скелет растения, выполняющий опорную функцию. Основные вещества, составляющие клеточную стенку – высокополимерные углеводы: молекулы целлюлозы, которые собраны в пучки – фибриллы, образующие каркас клеточной стенки, погруженный в ее основу (матрикс), состоящую из гемицеллюлозы и пектинов. **Целлюлоза** относится к индифферентным веществам – она стойка к температурным воздействиям, нерастворима в обычных растворителях и противостоит щелочам и слабым кислотам.

Растворима целлюлоза в реактиве Швейцера. При обработке реактивом хлорцинк-йод целлюлоза окрашивается в синий цвет (хлор-цинк-йод – реактив на целлюлозу).

В зависимости от типа ткани, в состав которой входит клетка, в клеточной оболочке могут быть и другие органические (лигнин, кутин, суберин, воск, белок) и неорганические (соли кальция, кремнезем) вещества. Все вещества клеточной стенки синтезируются протопластом клетки. Главная роль в синтезе углеводов клеточной оболочки принадлежит комплексу Гольджи. Различают первичную и вторичную клеточную стенки. Меристематические и молодые растущие клетки, реже клетки постоянных тканей, имеют **первичную** клеточную стенку, тонкую, богатую пектином и гемицеллюлозой; фибриллы целлюлозы в матриксе первичной клеточной стенки расположены неупорядоченно. Отдельные участки первичной клеточной стенки более тонкие, пронизанные канальцами, через которые проходят **плазмодесмы** – цитоплазматические тяжи, соединяющие протопласты соседних клеток. Такие участки клеточной стенки получили название **поровых полей**.

Для многих клеток отложение новых слоев оболочки прекращается с прекращением роста клетки. У других клеток отложение оболочки изнутри продолжается и по достижении окончательного размера. При этом толщина клеточной стенки увеличивается за счет наложения, а объем полости клетки сокращается. Такой процесс носит название **вторичного утолщения клеточной стенки**, а сама оболочка называется **вторичной**. Во вторичной клеточной стенке преобладает целлюлоза, ее фибриллы, более мощные, чем в первичной, располагаются упорядоченно и более или менее параллельно, но направление их в каждом слое иное, что повышает прочность клеточной стенки. Наслоение вторичной стенки не всегда идет равномерно. Часто утолщению подвергаются лишь отдельные ее участки. Различают два типа неравномерного утолщения стенки:

- 1) возникают скульптурные утолщения на меньшей части первичной стенки
- 2) утолщена почти вся стенка, а не утолщенными остаются только маленькие участки вокруг поровых полей – **поры**. Поры бывают **простые** и **окаймленные** (**рис. 12**). В простой поре диаметр порового канала одинаков по всей его длине, вплоть до первичной стенки. В окаймленной поре вторичная стенка нависает над первичной, в результате чего полость поры конически сужается от первичной стенки к полости клетки, образуя окаймление.

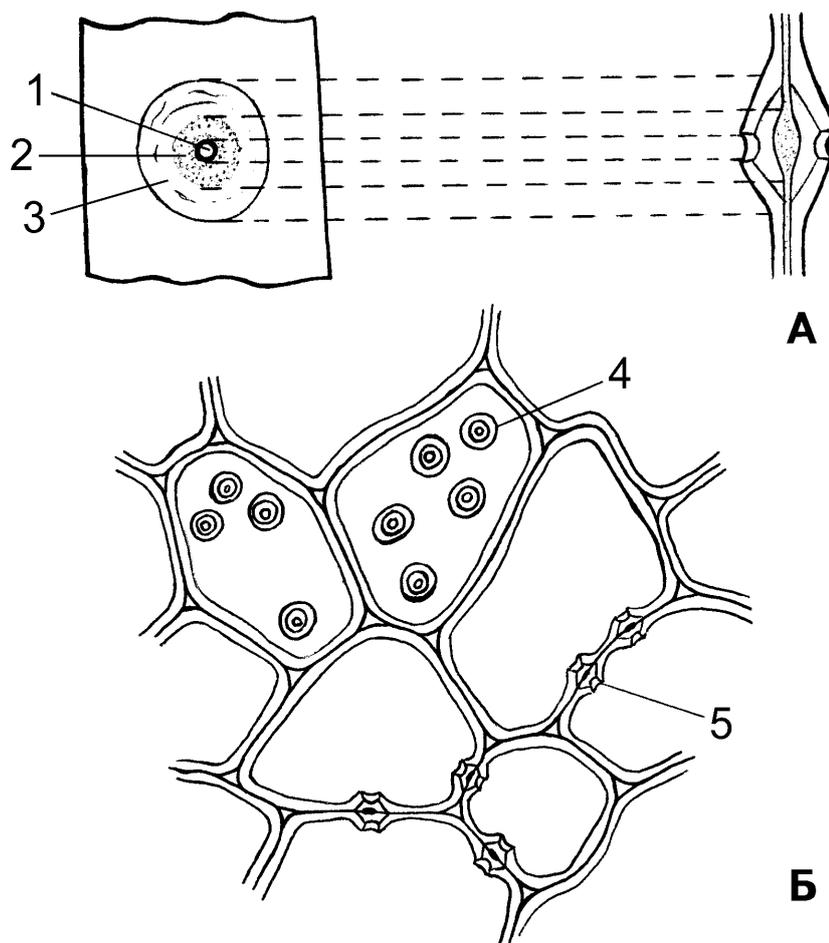


Рис. 12. Окаймленные поры на стенках паренхимных клеток хвой сосны (ориг.):
 А – модель окаймленной поры: справа – на поперечном срезе, слева – вид сверху.

Б – вид окаймленных пор на стенках клеток.

1 – отверстие (апертура) поры, 2 – торус и тень каймы, образованной торусом,

3 – пленка поры (образована вторичной оболочкой), 4 – вид поры в плане,

5 – вид поры в разрезе на стенках клеток

В процессе жизнедеятельности клетки стенка подвергается химическим изменениям: одревеснению, опробковению, кутинизации, ослизнению, минерализации. При **одревеснении** стенка пропитывается лигнином. При этом увеличивается прочность стенки, прекращается ее плоскостной рост. Клетки с сильно одревесневшими стенками, как правило, мертвые. Реактивом на лигнин является флороглюцин и соляная кислота, от которых вторичная стенка окрашивается в красный цвет. **Опробковение** происходит при пропитывании стенки суберином (жироподобным веществом). Реактивом на суберин служит судан-III. Он конденсируется жировыми и жироподобными веществами, окрашивая их в красновато-оранжевый цвет. Опробковевшие стенки не пропускают ни воду, ни воздух, и содержимое клетки отмирает. Опробковению подвергаются стенки клеток вторичной покровной ткани – пробки. **Кутинизация** – это образование кутина, жироподобной пленки, на поверхности стенок клеток покровной ткани. Реактивом служит судан-III. **Минерализация** – внедрение в толщу стенки минеральных веществ (кремнезема, углекислого кальция). Минерализация стенок наблюдается у клеток покровных тканей, например,

у хвощей. **Ослизнение** – превращение пектиновых веществ и частично целлюлозы в слизи. Ослизнение стенок наблюдается у клеток покровных тканей как защитное приспособление (у водных растений) или как способствующее прорастанию семян. При прорастании семян льна оболочки семенной кожуры ослизняются, становятся клейкими, что способствует лучшему их закреплению в почве.

Вакуоль – полость в цитоплазме клетки, ограниченная мембраной и заполненная клеточным соком. **Клеточный сок** состоит из воды, пигментов и растворенных в ней запасных и экскреторных веществ – углеводов, белков, гликозидов, алкалоидов, дубильных веществ, органических кислот и их солей, минеральных солей. Многие из этих веществ используются в фармации. Из пигментов клеточного сока наиболее распространены: антоцианы, меняющие свою окраску от синего до красного в зависимости от реакции среды, и флавоны – пигменты желтого цвета. Эти пигменты часто встречаются в клетках лепестков (незабудки, белены, медуницы). Из солей чаще всего встречаются щавелевокислый кальций или магний, известь, гипс, которые при большой концентрации выпадают внутри вакуоли в виде кристаллов (одиночных кристаллов, друз – сростков кристаллов, рафид – игольчатых кристаллов, кристаллического песка). Концентрация веществ клеточного сока обычно бывает довольно высокой. Если клетка окружена раствором меньшей концентрации, то, по законам осмоса, концентрации клеточного сока и окружающего раствора стремятся выровняться. Поэтому вода из окружающего раствора устремляется в вакуоль клетки.

Сила, которую надо приложить, чтобы помешать проникновению воды в раствор через полупроницаемую мембрану, называется осмотическим давлением. Вакуоль, поглощая воду, увеличивает свой объем, давит на цитоплазму, далее давление передается на оболочку. Это давление, передаваемое клеточным соком через цитоплазму на оболочку, называется тургорным давлением. Так как направления осмотического и тургорного давления противоположны, то сосущая сила (S) клетки, т.е. осмотическая сила, с которой клетка насасывает воду, составляет разность осмотического (P) и тургорного (T) давлений:

$$S = P - T$$

Если поместить клетку в гипертонический раствор, т.е. раствор, имеющий большую концентрацию, чем концентрация клеточного сока, то вода из вакуоли будет уходить в окружающий раствор. Вакуоль станет уменьшаться в объеме, в силу чего цитоплазма начнет отходить от оболочки. Явление отхождения цитоплазмы от оболочки называется **плазмолизом**. Если плазмолизированную клетку вскоре поместить в гипотонический раствор или в дистиллированную воду, то вакуоль снова начнет насасывать воду и произойдет обратное явление – **деплазмолиз**, цитоплазма вновь займет нормальное постенное положение в клетке в силу восстановления тургора.

Явление плазмолиза и деплазмолиза легко проследить на клетках с окрашенными пластидами (например, клетки листа элодеи с хлоропластами). Изменение величины вакуоли во время плазмолиза и деплазмолиза легко наблюдать в клетках с пигментированным клеточным соком (кожица красного лука, лепестков примулы и др.).

Клеточные включения – это компоненты клетки, представляющие собой отложения веществ, временно выведенных из обмена, или конечные его продукты. Включения в клетке, образующиеся в результате ее жизнедеятельности, можно разделить на две группы:

- включения, образованные запасными питательными веществами,
- включения, образованные экскреторными веществами (отбросами клетки).

Запасные вещества. К запасным веществам клетки относятся запасные углеводы, белки, жиры.

Углеводы могут встречаться в клетках в растворенном виде – сахара в клеточном соке, и в нерастворимом – в виде крахмала, инулина, гемицеллюлоз, пектинов и целлюлозы. Запасными углеводами являются крахмал и инулин.

Крахмал может быть:

- 1) **ассимиляционный**, образующийся при фотосинтезе хлоропластов,
- 2) **транзиторный**, отмечаемый на пути передвижения от органов ассимиляции в запасящие органы,
- 3) **оберегаемый**, содержащийся в клетках корневого чехлика и в эндодерме (этот крахмал не расходуется растением),
- 4) **запасной крахмал** – откладывается в виде сравнительно крупных зерен в клетках запасящих тканей (корневища, луковицы, корни, клубни).

Запасной крахмал откладывается в лейкопластах. В лейкопласте образуется крахмалообразовательный центр, вокруг которого слоями откладывается крахмал. Если крахмалообразовательный центр расположен в центре лейкопласта, то образуется концентрическое крахмальное зерно, если же он смещен, то образуется эксцентрическое крахмальное зерно.

По форме различают простые, сложные и полусложные крахмальные зерна. Чаще всего встречаются простые крахмальные зерна. У них один образовательный центр, вокруг которого хорошо заметна слоистость – чередование темных и светлых слоев, обусловленное полимеризацией (различной степени) амилозы и амилопектина. Сложные зерна крахмала образуются при наличии нескольких крахмалообразовательных центров, в этом случае зерно состоит из нескольких или многих зерен. Полусложное зерно сходно со сложным, но отличается от него тем, что несколько зерен крахмала откладываются в одном лейкопласте и снаружи покрываются общими слоями крахмала. Реактивом на крахмал служит раствор йода в йодистом калии. Он окрашивает крахмал в сине-фиолетовый цвет.

Жиры локализуются в сферосомах цитоплазмы клетки в виде мелких капелек. Жиры обычно накапливаются в клетках семян. Реактивом на жиры служит судан-III, он окрашивает капельки жира в оранжево-красный цвет.

Белки обычно откладываются в виде алейроновых зерен. Алейроновые зерна представляют собой обезвоженные вакуоли. Они могут быть:

- 1) простые, состоящие из гомогенного аморфного белка,
- 2) сложные, в которых кроме аморфного белка имеется один или реже несколько кристаллоидов (кристаллический белок) и один или несколько глобулоидов (сферическое белковое образование, богатое фосфором, магнием и кальцием).

Алейроновые зерна ограничены тонопластом. Сложные алейроновые зерна хорошо видны в клетках семян клещевины, грецкого ореха, конопли и др. Белки могут откладываться и в лейкопластах.

Экскреторные вещества – это вещества, образующиеся в процессе жизнедеятельности, и подлежащие удалению из клетки. Из группы экскреторных веществ в растительных клетках чаще всего встречается щавелево-кислый кальций, или оксалат кальция (CaC_2O_4). Выделяемая в процессе дыхания клетки щавелевая кислота нейтрализуется ионами кальция, поступающими в растения из почвенного раствора. Формы отложения кристаллов щавелевокислого кальция в вакуолях могут быть следующими:

1. Одиночные кристаллы (в вакуолях клеток наружных чешуек лука, черешка бегонии и др.).

2. Кристаллический песок (скопление мелких кристаллов в листьях скополии, красавки и др.).

3. Друзы – сrostки кристаллов (в вакуолях клеток черешках бегонии, стебля опунции).

4. Рафиды – игольчатые кристаллы, одиночные или в виде большого скопления, «пачек», тонких игловидных кристаллов.

Рафиды встречаются в вакуолях клеток листа алоэ, корневища купены, черешках листьев бегонии, сахалинской гречихи и др. Для диагностики лекарственного растительного сырья используют также цистолиты. Цистолит (клеточный камень) представляет собой вырост клеточной оболочки внутрь клетки. Такой вырост бывает пропитан углекислым кальцием или кремнеземом.

Тематический блок: **ОСНОВЫ БОТАНИЧЕСКОЙ МИКРОТЕХНИКИ.** **СТРОЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ**

Цель: Ознакомиться с устройством микроскопа и основными приемами работы с ним. Научиться готовить временные микропрепараты. Научиться различать на микропрепаратах отдельные части клетки и особенности их строения. Познакомиться со свойствами живой клетки – движением цитоплазмы, осмотическими процессами в клетке. Научиться распознавать включения растительной клетки, цистолиты и места их локализации в клетках.

Вопросы исходного уровня.

1. Какие методы используются для изучения анатомии растений?
2. Что такое клетка?
3. Что такое протопласт?
4. Назовите органоиды протопласта. Какие из них видны в световой микроскоп?
5. Что относится к производным протопласта? Их роль в жизнедеятельности клетки.
6. Перечислите отличия растительной и животной клеток.

7. Является ли движение цитоплазмы обязательным явлением живой растительной клетки? Какие существуют типы движения цитоплазмы, и какие особенности в структуре клеток определяют наличие того или иного типа движения?

8. Что такое вакуоль? Значение вакуоли в жизни клетки.

9. Для какой части клетки характерно свойство полупроницаемости, и в чем оно заключается?

10. Осмотические свойства живой растительной клетки.

11. Типы пластид, их функции, различия в строении, составе пигментов.

12. Происхождение пластид, их превращения друг в друга.

13. Что такое клеточная стенка? Какие вещества входят в состав клеточной стенки?

14. В каких органах и частях растений встречаются запасные и экскреторные вещества? Как образуются эти вещества в растениях?

15. Какие типы кристаллических включений встречаются в клетках растений? В чем биологический смысл образования кристаллов оксалата кальция?

16. В виде каких включений откладываются запасные питательные вещества в растительной клетке?

17. По каким признакам можно отличить цистолит от похожей на него друзы?

Материал: сочные чешуи луковицы, свежие листья элодеи канадской, листья традесканции, свежие окрашенные плоды томата, шиповника, болгарского перца, корнеплод моркови, плоды перца (свежие или фиксированные в спирте, в соли), чешуя лука, вымоченная в глицерине, черешки бегонии или стебли опунции, клубни картофеля, семена клещевины, листья пеллионии.

Реактивы: раствор йода в йодистом калии, 5% раствор поваренной соли, раствор йода в йодистом калии, дистиллированная вода.

Оборудование: микроскопы, лупы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, лезвия, пипетки, марля, кусочки фильтровальной бумаги, чашки Петри, стаканы химические на 100 мл.

Методика выполнения работы.

Задание 1. Устройство микроскопа и основные приемы работы с ним.

Рассмотреть основные системы микроскопа: механическую, оптическую и осветительную. Записать в альбом названия их частей и правила работы с микроскопом.

Задание 2. Клетки кожицы лука (*Allium cepa* L.).

Приготовить временный микропрепарат кожицы лука. Для этого отделить от луковицы мясистую чешуйку. На внутренней ее стороне находится тонкая пленка. Снять ее пинцетом и отрезать кусочек размером в 3–4 мм². Положить этот кусочек на предметное стекло, капнуть пипеткой каплю раствора йода на пленку и накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть препарат при малом увеличении микроскопа. На препарате видна группа вытянутых клеток. Крупные округлые ядра в клетках окрашены в желто-коричневый цвет. Перевести микроскоп на большое увеличение, и найти стенку клетки. При внимательном рассмотрении видна зернистая структура цитоплазмы. Неокрашенные пустоты в цитоплазме представляют собой вакуоли (**рис. 13**).

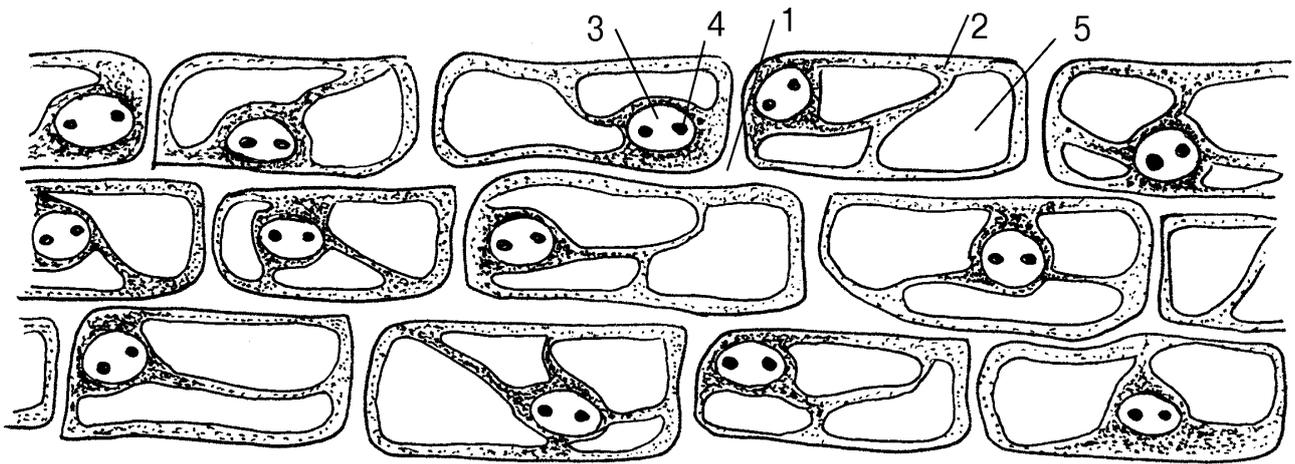


Рис. 13. Строение клеток кожицы лука (ориг.):

1 – клеточная стенка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – ядрышко, 5 – вакуоль

Зарисовать несколько клеток, пользуясь рис. 9, и сделать обозначения клеточной стенки, цитоплазмы, ядра с ядрышком, вакуоли с клеточным соком.

Задание 3. Хлоропласты и движение цитоплазмы в клетках листа элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.).

Приготовить временный препарат листа элодеи. Для этого в каплю воды на предметное стекло положить молодой лист элодеи канадской.

Под малым увеличением хорошо заметны клетки листа различной формы. Найти клетки, окружающие среднюю жилку, после чего перевести микроскоп на большое увеличение. Под большим увеличением изучить клетки средней жилки и клетки, примыкающие к ней. Первые – узкие и длинные – прозенхимные, вторые – короткие и более широкие – паренхимные. В прозенхимных клетках под большим увеличением микроскопа хорошо заметны в постенном слое цитоплазмы зеленые пластиды – хлоропласты. В клетках при внимательном наблюдении за хлоропластами заметно их круговое движение с цитоплазмой вдоль стенок. Если это движение незаметно, подогреть препарат под электрической лампой.

Зарисовать два типа клеток (паренхимные и прозенхимные). На рисунке обозначить клеточную стенку, цитоплазму, ядро, хлоропласты, центральную вакуоль. Стрелочками обозначить направление движения цитоплазмы (**рис. 14**).

Задание 4. Осмотические явления в клетке. Явление плазмолиза и деплазмолиза в клетке.

На временном препарате листа элодеи канадской, приготовленном для задания 3, рассмотреть явления плазмолиза и деплазмолиза в клетке. Для этого постепенно заменить воду под покровным стеклом на 5% раствор поваренной соли. С одной стороны покровного стекла добавить раствор поваренной соли, а с другой оттянуть воду фильтровальной бумагой. Рассмотреть препарат под большим увеличением микроскопа. Наблюдать, как цитоплазма отделяется от клеточной оболочки и начинает съеживаться. Отставание цитоплазмы может происходить местами, либо по всей клеточной стенке одновременно. Вакуоль уменьшается в объеме. Это явление плазмолиза.

Зарисовать клетку в состоянии тургора, и несколько этапов плазмолиза (рис. 15–16).

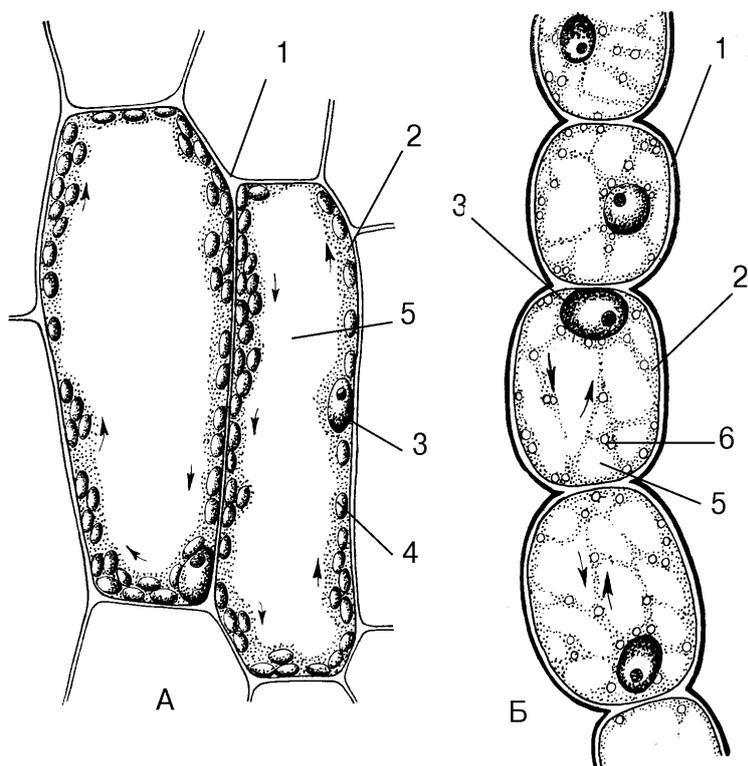


Рис. 14. Движение цитоплазмы в клетке

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

А – круговое, Б – струйчатое;

1 – клеточная стенка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро с ядрышком, 4 – хлоропласты, 5 – вакуоль, 6 – лейкопласты

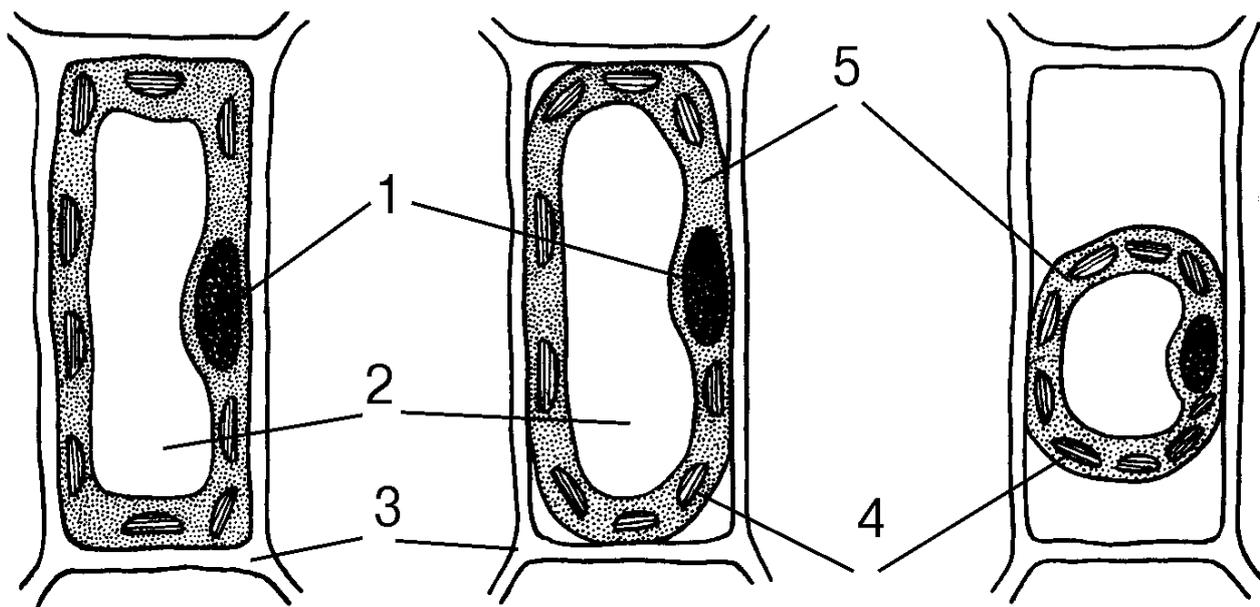


Рис. 15. Плазмолиз. Схема.

(Приводится по: Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника. Спб: Издательство СПХФА, 2001):

1 – ядро, 2 – вакуоль, 3 – клеточная стенка, 4 – хлоропласты, 5 – цитоплазма

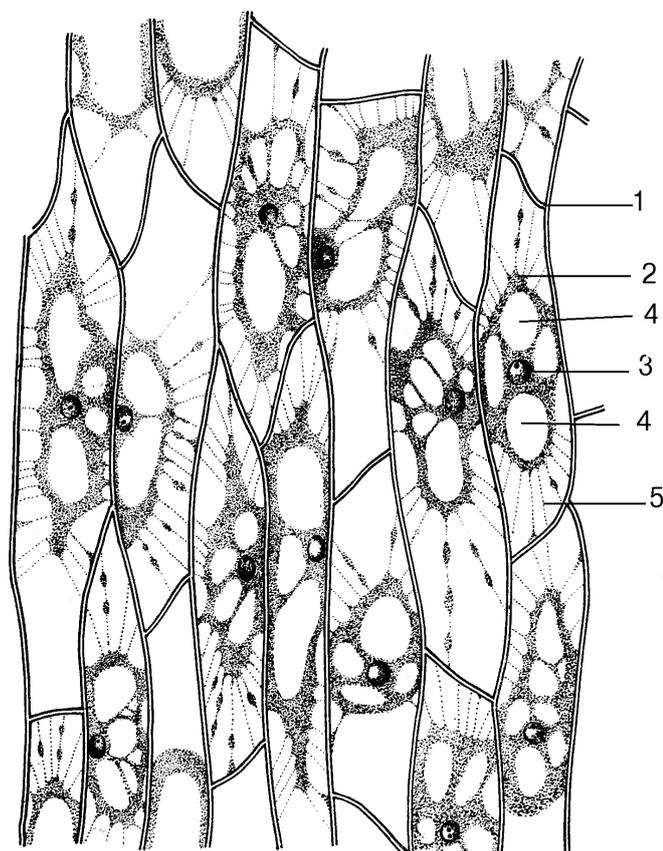


Рис. 16. Плазмолиз с нитями Гехта

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – клеточная стенка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – вакуоль, 5 – нити Гехта

Чтобы произвести деплазмолиз, следует добавить с одной стороны покровного стекла воду, а с другой оттянуть фильтровальной бумагой раствор соли. Вода, согласно законам осмоса, начнет поступать в вакуоль, которая увеличится в объеме и начнет растягивать цитоплазму.

Записать вывод по работе, объяснив явления плазмолиза и деплазмолиза.

Задание 5. Пластиды в клетках эпидермы листа традесканции (*Tradescantia sp.*).

Приготовить временный препарат нижней эпидермы листа одного из видов традесканции. Для этого препаровальной иглой надорвать и поддеть эпидерму с нижней стороны листа, затем оторвать небольшой кусочек этой прозрачной пленки – «кожицы». Снятый кусочек эпидермы перенести иглой в каплю воды на предметное стекло и накрыть объект покровным стеклом.

При малом увеличении микроскопа найти участок эпидермы с прозрачными клетками и рассмотреть их при большом увеличении. Найти ядро, границу между цитоплазмой и вакуолями, а также в пределах цитоплазмы (особенно вблизи ядра) мелкие бесцветные шаровидные тельца. Определить к какому типу пластид эти тельца относятся (**рис. 17**).

Задание 6. Хромопласты в клетках зрелых плодов рябины (*Sorbus aucuparia L.*), перца (*Capsicum annuum L.*), шиповника (*Rosa canina L.*), томата (*Lycopersicon esculentum Mill.*).

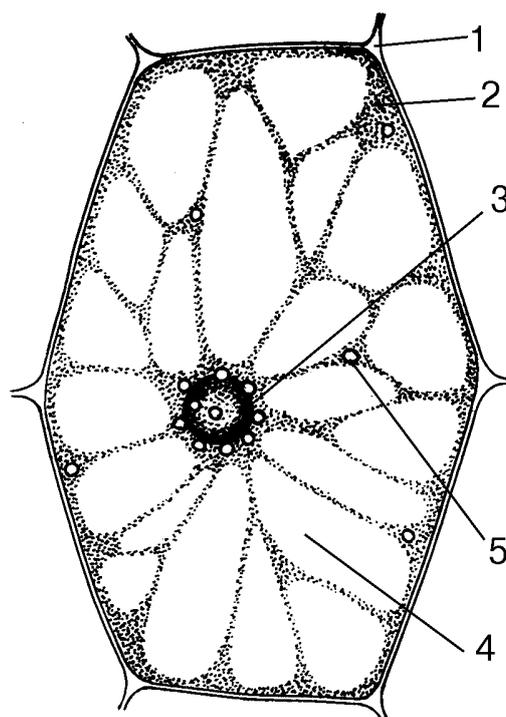


Рис. 17. Лейкопласты в клетках листа традесканции
 (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
 под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
 1 – клеточная стенка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – вакуоль, 5 – лейкопласты

Приготовить временные микропрепараты мякоти зрелых плодов перечисленных растений. Для этого в каплю воды на предметное стекло аккуратно соскоблить скальпелем или препаровальной иглой немного красной мякоти плода. Распустить эту мякоть в капле воды и накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть сначала под малым увеличением. Найти одну-две изолированные клетки с хорошо заметными оранжевыми пластидами – хромопластами, отцентровать микропрепарат и рассмотреть его при большом увеличении микроскопа. Обратит внимание на отличия формы хромопластов у разных видов растений (у рябины – полулунные, у шиповника – угловатые, у перца – округлые, у томата – прямоугольные) (**рис. 18**). С чем это связано?

Зарисовать препараты с большого увеличения. Обозначить клеточную стенку, цитоплазму, ядро, вакуоль и хромопласты. Передать форму и относительные размеры хромопластов.

Задание 7. Строение клеток и клеточной стенки внутренней кожицы околоплодника красного перца (*Capsicum annuum* L.).

Приготовить временный микропрепарат внутренней кожицы околоплодника красного перца. Для этого разрезать плод перца и с внутренней стороны снять кожицу с помощью препаровальной иглы или пинцета (достаточно 3 мм²), опустить кожицу в каплю воды на предметное стекло, накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть под малым увеличением микроскопа. Выбрать участок кожицы, где среди тонкостенных клеток встречаются группы клеток извилистых очертаний с толстыми клеточными стенками. Перевести на большое увеличение.

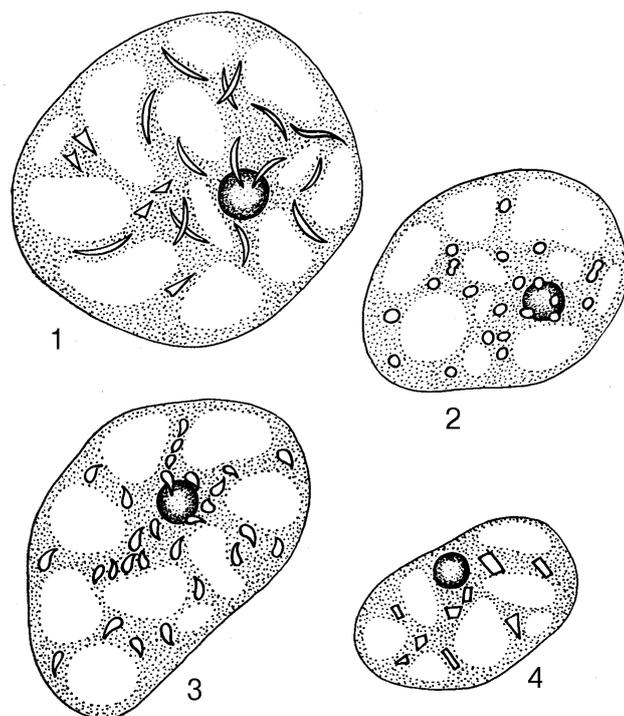


Рис. 18. Хромопласты в клетках плодов различных растений
(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
1 – рябины, 2 – ландыша, 3 – шиповника, 4 – моркови

На большом увеличении рассмотреть структуру клеточных стенок. Хорошо видна толстая клеточная стенка, пронизанная цилиндрическими поровыми каналами. Обратите внимание на то, что поровые каналы оболочек соседних клеток находятся друг против друга, что создает возможность обмена веществ через плазмодесменные каналы.

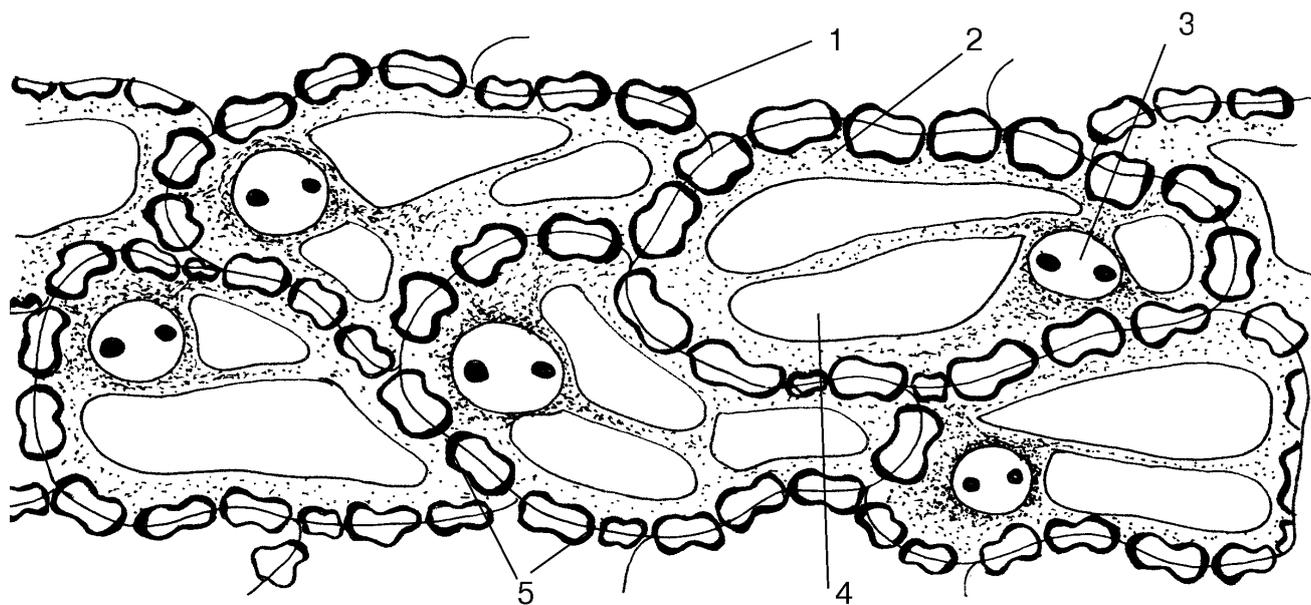


Рис. 19. Клетки внутренней кожицы околоплодника перца (ориг.):
1 – клеточная стенка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро с ядрышком, 4 – вакуоль,
5 – простой поровый канал

Зарисовать 2–3 клетки кожицы. При зарисовке обратить внимание на извилистые очертания ее клеток, на тонкую целлюлозную первичную и на утолщенную вторичную клеточную стенку, пронизанную простыми цилиндрическими порами. На рисунке правильно зарисовать поровые каналы: они открываются внутрь клетки, упираются в первичную клеточную стенку, и располагаются напротив поровых каналов соседней клетки (рис. 19).

Задание 8. Кристаллические включения в клетках сухих чешуй луковицы лука (*Allium cepa* L.).

Приготовить временный микропрепарат. Для этого отрезать кусочек чешуи лука, предварительно выдержанной в глицерине, положить на предметное стекло в каплю глицерина и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом и большом увеличении. Так как чешуя представляет собой высохшие, ранее сочные листья, то это структура многослойная. Поэтому на большом увеличении микроскопа при вращении микровинта фокусируются то верхние, то нижние слои клеток. Все клетки мертвые. В клетках видны одиночные кристаллы щавелевокислого кальция призматической формы.

Зарисовать 1–2 клетки с одиночными кристаллами (рис. 20).

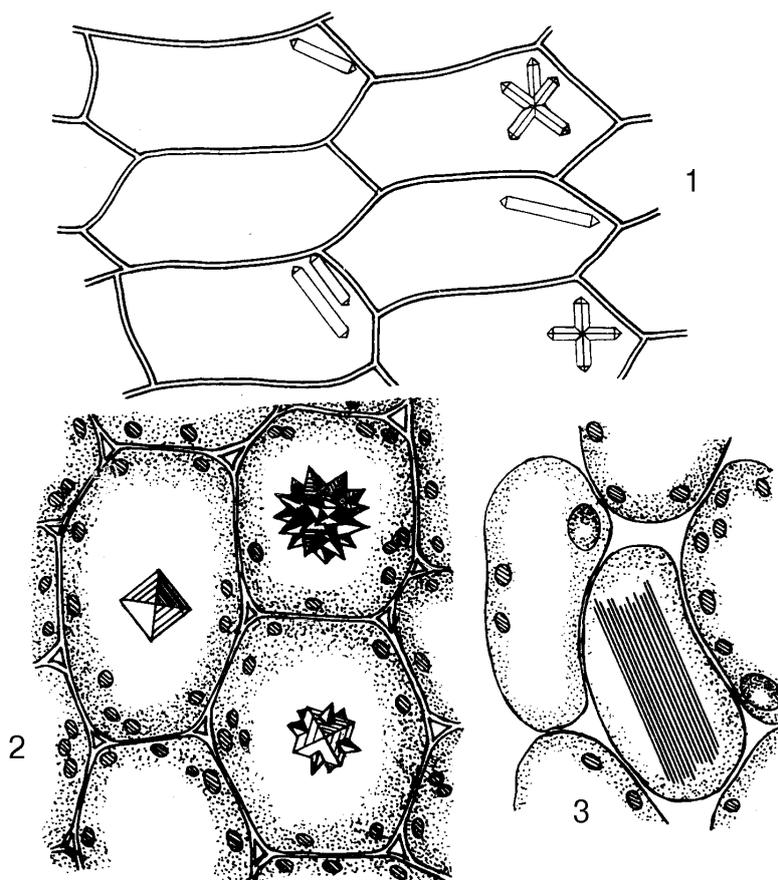


Рис. 20. Отложение кристаллов оксалата кальция

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – одиночные кристаллы в клетках кожицы лука, 2 – друзы в клетках черешка бегонии, 3 – рафиды в клетках листа алоэ

Задание 9. Кристаллические включения (друзы) в клетках стебля опунции и черешка листа бегонии (*Begonia spp.*).

Приготовить препараты эпидермиса и поперечных срезов стебля опунции и черешка листа бегонии. Объекты поместить в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть все три препарата сначала под малым, а затем под большим увеличением микроскопа. Обратит внимание на отличия формы клеток эпидермиса от клеток мякоти стебля. Найти клетки, содержащие кристаллы (друзы). Сравнить кристаллы в эпидермисе и в мякоти стебля опунции, а также кристаллы в черешке бегонии.

Зарисовать препараты, обозначить различные по форме клетки, видимые в световой микроскоп клеточные структуры, кристаллы (**рис. 20**).

Задание 10. Цистолиты в эпидермисе листа пеллионии Даво (*Pellionia daveauana* (Godefroy) N.E.Br.).

Сделать поперечный срез листа пеллионии Даво. Поместить срез на предметное стекло в каплю воды, накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом увеличении. Найти клетки эпидермиса и мякоти листа. В эпидермисе пластиды – лейкопласты (эпидермис у пеллионии – многослойный), в мякоти – хлоропласты и лейкопласты (поэтому эти клетки зеленые). На границе эпидермиса и мякоти листа найти вытянутые в длину клетки с большими серыми образованиями. Это цистолиты. Если препарат приготовлен хорошо, можно рассмотреть ножку, на которой висит цистолит. Цистолит крупный и плотный, и его можно вычленив из клетки и рассмотреть отдельно – сначала при малом, затем при большом увеличении.

Зарисовать срез листа и обозначить клетки эпидермиса, мякоти листа, клетки с цистолитами, цистолит, ножку цистолита (**рис. 21**).

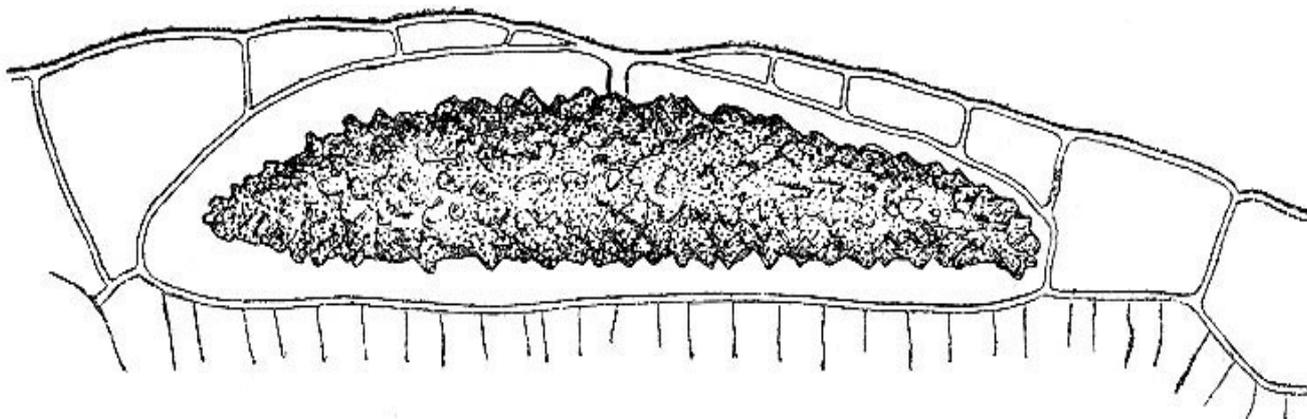


Рис. 21. Цистолит в эпидермисе листа

(Приводится по: Негроров В.В. Растительная клетка. Воронеж: Издательство ВГУ, 2010)

Задание 11. Крахмальные зерна в клетках клубня картофеля (*Solanum tuberosum* L.).

Приготовить временный микропрепарат мякоти клубня картофеля. Для этого сделать свежий срез, соскоблить с него лезвием немного мутноватой массы, и поместить ее в каплю воды на предметное стекло. Накрыть покровным стеклом. Найти при малом увеличении место, где крахмальные зерна расположены возможно более редко.

Рассмотреть крахмальные зерна при большом увеличении. Обратить внимание на форму зерен и их слоистую структуру. Найти простые, сложные и полусложные крахмальные зерна. По положению центра крахмалообразования определить слоистость зерна (концентрические и эксцентрические). Зарисовать обнаруженные на препарате формы зерен (рис. 22).

Чтобы убедиться, действительно ли это крахмальные зерна, нанесите на препарат, не снимая покровного стекла, каплю слабого раствора йода в йодистом калии. Какое окрашивание вызывает реактив?

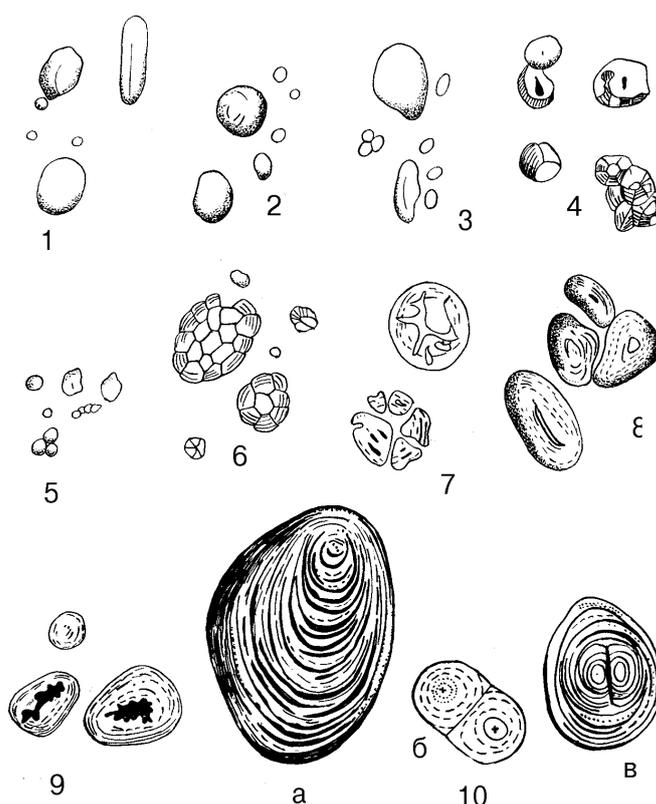


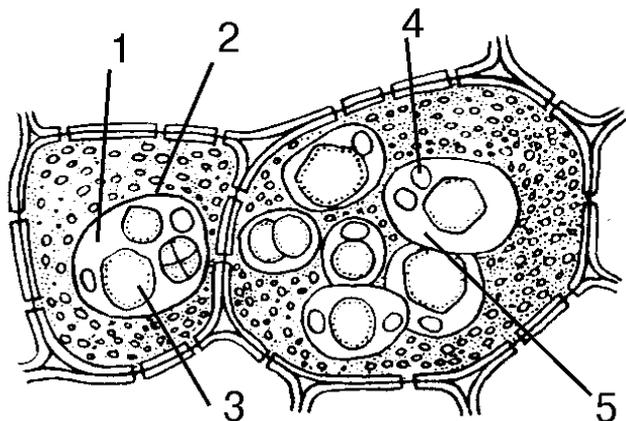
Рис. 22. Строение крахмальных зерен различных растений
(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
1 – пшеницы, 2 – ржи, 3 – ячменя, 4 – кукурузы, 5 – гречихи, 6 – овса,
7 – пшеницы в период прорастания, 8 – гороха, 9 – фасоли, 10 – картофеля
(а – простое, б – сложное, в – полусложное)

Задание 12. Запасные белки и жиры в семени клещевины (*Ricinus communis* L.).

Приготовить временный микропрепарат мякоти эндосперма семени клещевины. Для этого очистить семя от семенной кожуры и скальпелем или препаровальной иглой соскоблить кусочек мякоти. Полученную массу раздавить между двумя предметными стеклами. На мазок нанести каплю судана-III и каплю раствора йода в йодистом калии.

На препарате клеточная структура будет разрушена, но хорошо будут видны капли жира, окрашенные в красно-оранжевый цвет, и скопления алейроновых зерен, окрашенных раствором йода в слабо-желтый цвет. Найти в алейроновых зернах кристаллоид и глобоид, погруженный в аморфный белок (рис. 23).

Зарисовать капли жира и алейроновые зерна. Обозначить глобоид и кристаллоид.



*Рис. 23. Алейроновые зерна в эндосперме семени клещевины (ориг.):
1 – алейроновое зерно, 2 – оболочка алейронового зерна, 3 – белковый кристалл,
4 – глобоид, 5 – аморфная белковая масса*

Вопросы для самоконтроля к тематическому блоку

«Основы ботанической микротехники. Строение растительной клетки»

1. Устройство микроскопа и правила работы с ним.
2. Что такое фокусное расстояние?
3. Как правильно приготовить временный микропрепарат?
4. Какие реактивы используются для окрашивания микропрепаратов? Какие элементы клетки они окрашивают и почему?
5. Какие структуры растительной клетки видны в световой микроскоп?
6. Для какой части клетки характерно свойство полупроницаемости, и в чем оно заключается?
7. Является ли движение цитоплазмы обязательным явлением живой растительной клетки?
8. Какие существуют типы движения цитоплазмы, и какие особенности в структуре клеток определяют наличие того или иного типа движения?
9. Какие органоиды клетки принимают участие в водно-солевом обмене клетки и как?
10. Как соотносятся между собой сосущая сила клетки, осмотическое и тургорное давление?
11. Что такое плазмолиз? Чем он обусловлен? Что такое деплазмолиз? Где в природе в естественных условиях наблюдается плазмолиз?
12. Что происходит с клеточным соком, когда растение готовится к зиме? Почему?
13. Назовите типы пластид, их функции, различия в строении, составе пигментов.
14. Почему пластиды называют полуавтономными органоидами растительной клетки?
15. Что такое клеточная стенка? Чем отличается первичное и вторичное строение клеточной стенки?

16. В каких частях клеточной стенки откладываются кутин, суберин и лигнин?
17. Что такое поры в клеточной стенке? Какую функцию они выполняют?
18. В каких органах и частях растений встречаются запасные и экскреторные вещества? Как образуются эти вещества в растениях?
19. Где в растительной клетке могут накапливаться запасные питательные вещества?
20. Чем представлены в клетках запасные углеводы? Где они располагаются?
21. В каком виде встречается в клетках запасной белок?
22. Что такое цистолиты? В клетках каких растений они встречаются?
23. Какие типы кристаллических включений встречаются в клетках растений?
Где они располагаются?
24. В чем биологический смысл образования кристаллов оксалата кальция?
25. По каким признакам можно отличить цистолит от похожей на него друзы?

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Растительная ткань – это группа клеток, структурно и функционально взаимосвязанных друг с другом и обычно сходных по происхождению.

Ткани, состоящие из клеток, все линейные размеры которых приблизительно одинаковы называются паренхимными. Ткани, у клеток которых длина в несколько раз превышает ширину и толщину называются прозенхимными.

Ткани, состоящие из одного типа клеток, называются простыми, из нескольких типов клеток, выполняющих разные функции – сложными, или комплексными. Сложные ткани обычно многофункциональны.

По функциям все ткани растения делят на образовательные (меристемы) и постоянные.



По происхождению различают первичные и вторичные ткани. Первичные ткани образованы первичными меристемами, вторичные – вторичными меристемами.

Образовательные ткани (меристемы)

Меристема – это специализированная ткань, клетки которой делятся и дают начало новым клеткам, формирующим постоянные ткани. Меристемы обеспечивают рост растения в длину и толщину, а также заживление ран.

По происхождению выделяют **первичные** и **вторичные** меристемы. Первичные образуются из инициальных клеток, заложенных при формировании зародыша растения из оплодотворенной яйцеклетки. Вторичные меристемы образуются из какой-либо постоянной ткани, и реже – из первичных меристем.

По местоположению меристемы делят на **верхушечные, боковые, вставочные, раневые**.

Верхушечные (апикальные) меристемы сохраняют свою деятельность всю жизнь растения и обеспечивают рост в длину его корней и стеблей. Представляют собой конусы нарастания стебля и корня.

Боковые (латеральные) меристемы располагаются параллельно поверхности осевого органа растения. Латеральные меристемы бывают первичными (**перикцикл** и **прокамбий**) и вторичными (**феллоген** и **камбий**). Первичные латеральные

меристемы недолговечны, формируют первичное строение стеблей и корней, обеспечивая на этом этапе рост осевых органов в толщину. В конце своего существования первичные латеральные меристемы полностью дифференцируются на клетки постоянных тканей. Перикамбий, как правило, образует ткани коры, прокамбий – ткани центрального осевого цилиндра. Все ткани, образованные этими меристемами, по происхождению первичны.

При формировании вторичного строения их сменяют вторичные латеральные меристемы – камбий и феллоген. Камбий обеспечивает длительный рост осевых органов растения в толщину, формируя проводящие ткани и ткани сердцевинных лучей. Феллоген образует вторичные покровные ткани – перидерму и корку. Все ткани, образованные этими меристемами – вторичны. И камбий, и феллоген в течение жизни растения могут формироваться многократно. При этом формируются многослойные структуры осевых органов (годовые кольца) в многолетних стволах и корнях, многослойная вторичная покровная ткань корка на их поверхности.

Вставочные (интеркалярные) меристемы располагаются в основании листьев и междоузлий. Они всегда первичны по происхождению. Эти меристемы обеспечивают дополнительный рост в длину (вытягивание) стеблей, рост боковых органов и позволяют растению менять положение листьев относительно света. Они сохраняют активность довольно долго, но инициальных клеток не имеют, и в конце своего существования полностью дифференцируются на клетки постоянных тканей.

В растении существуют также **раневые меристемы**, которые образуются на месте ранения растения. Раневые меристемы по происхождению всегда вторичны. В результате деятельности этих меристем образуется особая паренхимная ткань – **каллюс**, которая постепенно полностью закрывает рану. Каллюс состоит из однородных паренхимных клеток. Клетки каллюса имеют высокую физиологическую активность. В нем возможна дифференциация его элементов и образование флоэмы, ксилемы и др. тканей, могут закладываться придаточные корни и почки. Наружные клетки каллюса часто опробковывают. Каллюс образуется на черенках, что активно используется при вегетативном размножении растений. Возникает он и при прививках, обеспечивая срастание привоя с подвоем. Его используют для получения культуры изолированных тканей при микроклональном размножении растений.

Все клетки меристем одинаковы. Они мелкие, плотно сомкнутые, не имеют межклетников. Цитоплазма густая. Ядро крупное. Вакуоли очень мелкие (**рис. 24**).

Покровные ткани

Покровные ткани – это ткани растений, расположенные на границе с внешней средой, и состоящие из плотно сомкнутых клеток. Все покровные ткани – сложные. Первичные покровные ткани образуются из апикальных меристем, вторичные – в результате деятельности феллогена. Первичные – это **эпиблема (ризодерма)** и **эпидерма**, вторичные – **перидерма**. У ряда древесных пород перидерма впоследствии заменяется **коркой**.

Эпидерма – это сложная ткань. Она состоит из собственно эпидермальных клеток, клеток устьиц и трихом.

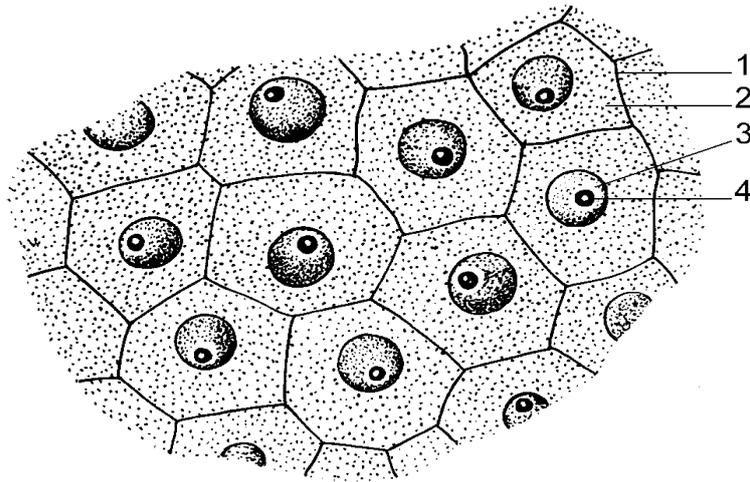


Рис. 24. Участок верхушечной меристемы стебля элодеи
 (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
 под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
 1 – клеточная оболочка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – ядрышко

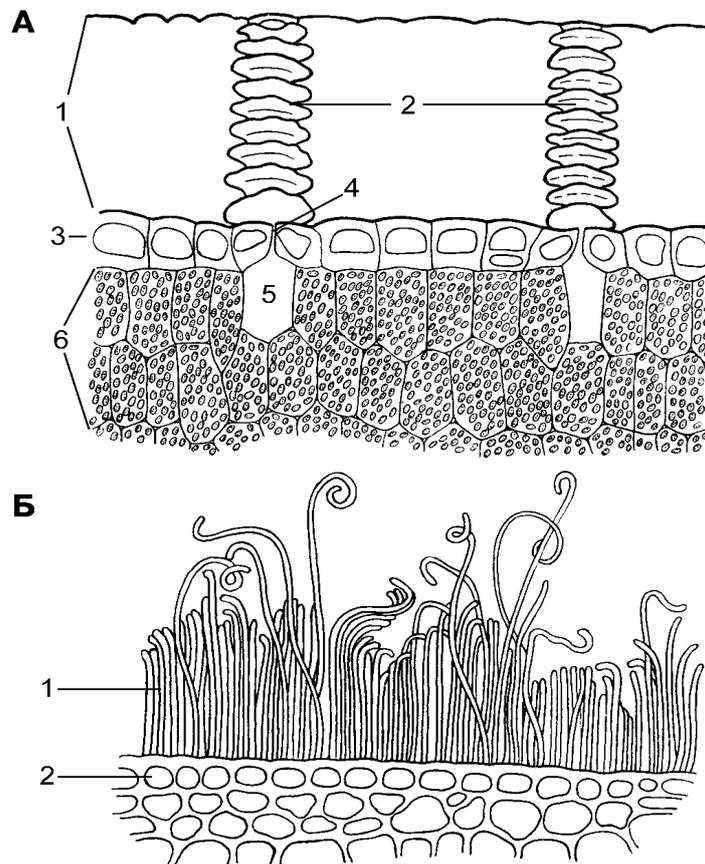


Рис. 25. Кутикула и воск на эпидермисе растений
 (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
 под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
 А – поперечный разрез через эпидермис листообразного бугорка кактуса:
 1 – кутикула, 2 – фигурные ходы в кутикуле, 3 – эпидермис, 4 – устьица,
 5 – воздухоносная полость, 6 – хлорофиллоносная паренхима.
 Б – Поперечный разрез через эпидермис стебля сахарного тростника:
 1 – палочки воска, 2 – эпидермис

Собственно эпидермальные клетки плотно сомкнуты между собой, наружные тангентальные стенки обычно толще боковых (радиальных) и внутренних.

Стенки клеток эпидермы могут подвергаться кутинизации, заключающейся в том, что на наружную стенку клетки протопластом откладывается слой жироподобного вещества – кутина, называемый кутикулой (рис. 25). По характеру поверхности кутикула может быть гладкой и складчатой.

Характерной особенностью эпидермы является наличие устьиц, через которые происходит газообмен и испарение воды.

Устьичный аппарат образован двумя типами клеток: **закрывающими (устьичными) клетками** бобовидной формы, и **околоустьичными** или **побочными клетками**. Закрывающие клетки содержат хлоропласты, ядро, а также несколько вакуолей. Между закрывающими клетками имеется устьичная щель. Под устьичной щелью обычно имеется воздушная полость. Клетки эпидермы, расположенные рядом с закрывающими, и более или менее отличающиеся по форме от прочих клеток эпидермиса, называют околоустьичными или побочными клетками (рис. 26).

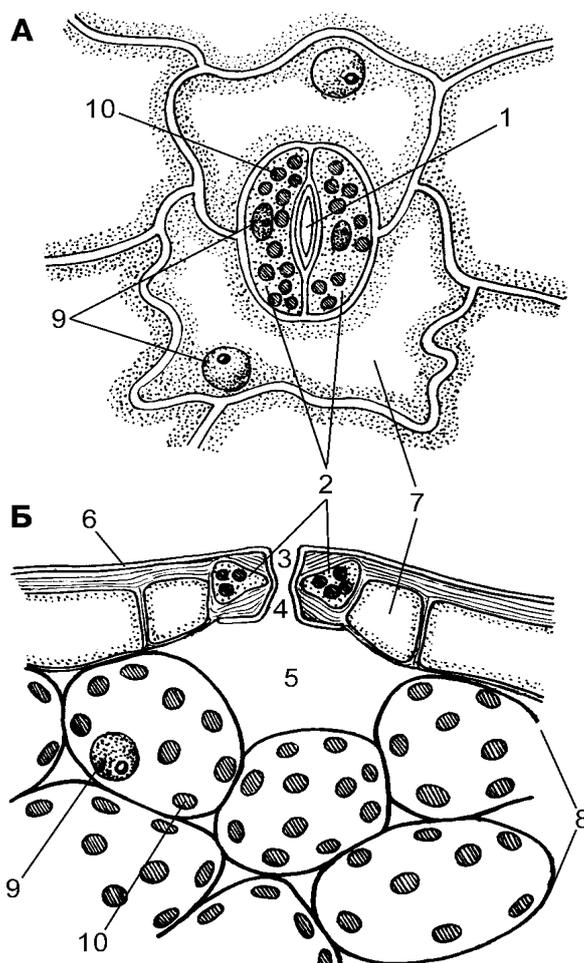


Рис. 26. Устьице эпидермиса листа тимьяна

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

А – вид в плане, Б – в поперечном разрезе. 1 – устьичная щель, 2 – закрывающие клетки, 3 – передний дворик, 4 – задний дворик, 5 – воздухоносная полость, 6 – кутикула, 7 – околоустьичные клетки, 8 – хлоренхима, 9 – ядро с ядрышком, 10 – хлоропласты

Выделяют несколько типов устьичного аппарата, используемых при диагностике лекарственного растительного сырья (**рис. 27**):

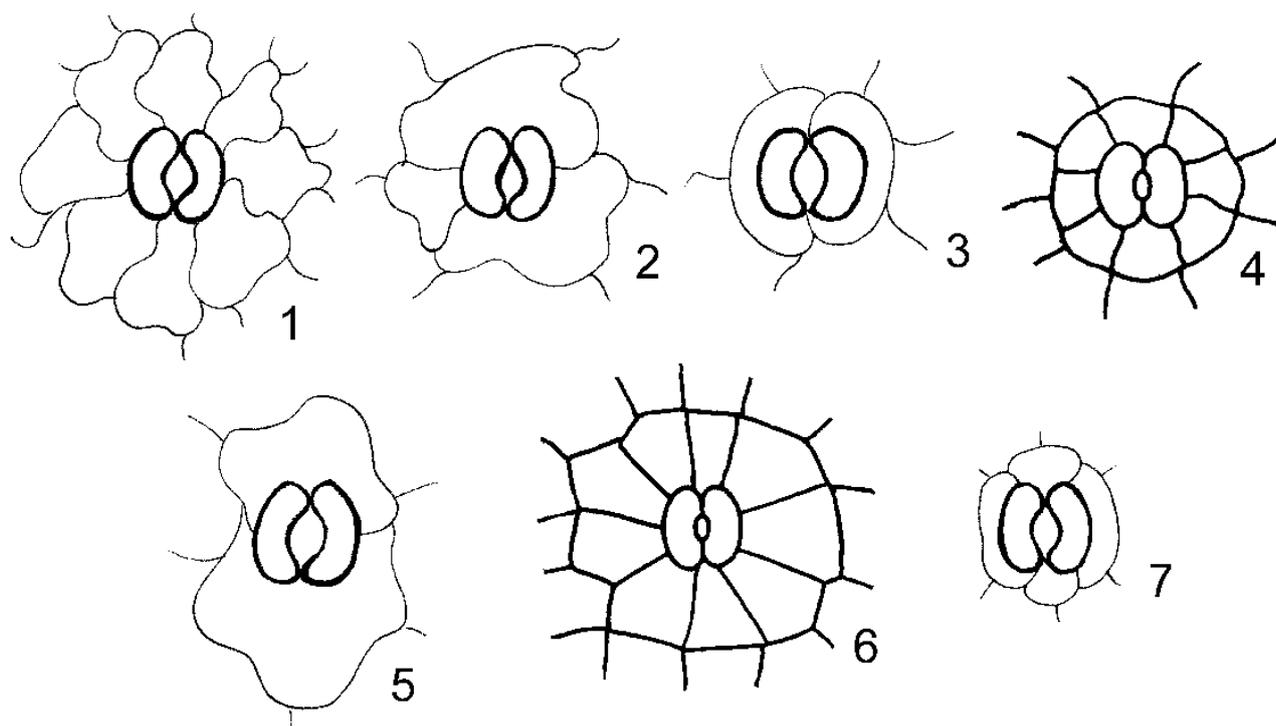


Рис. 27. Типы устьичных аппаратов (ориг.):
 1 – аномоцитный, 2 – анизоцитный, 3 – парацитный, 4 – энциклоцитный,
 5 – диацитный, 6 – актиноцитный, 7 – тетрацитный

1. **Аномоцитный** – (от греч. аномос – беспорядочный, китос – оболочка, сосуд) или ранункулоидный, при котором околоустьичные клетки не отличаются от остальных клеток эпидермы (Лютиковые, Гераниевые).

2. **Анизоцитный** – (от греч. анизос – неравный, китос – оболочка, сосуд) или круцифероидный, при котором отмечается наличие трех около-устьичных клеток, одна из которых заметно крупнее или меньше двух других (Каланхое, Капустные).

3. **Парацитный** – (от греч. пара – рядом) или рубиацеоидный, для которого характерно наличие двух околоустьичных клеток, расположенных параллельно устьичной щели (Бобовые).

4. **Диацитный** – (от греч. диа – через, поперек) или кариофиллоидный – околоустьичных клеток две, и они перпендикулярны устьичной щели (Яснотковые).

5. **Актиноцитный** – (от греческого актис – луч) или радиально-клеточный – устьице окружено несколькими побочными клетками, длинные оси которых располагаются радиально по отношению к замыкающим клеткам (Папоротники, Однодольные).

6. **Тетрацитный** – устьица окружены четырьмя околоустьичными клетками, две из них расположены полярно, а две латерально, возможно латеральное расположение всех клеток – по две с каждой стороны (Коммелиновые).

7. **Энциклоцитный** – околоустьичных клеток больше шести, и они расположены либо кольцом, либо без определенного порядка (Самшит, Однодольные).

Известны также и другие типы устьичных аппаратов.

Трихомы представляют собой наружные выросты клеток эпидермы, иногда в их образовании принимают участие субэпидермальные слои. Отличаются они большим разнообразием, и в то же время устойчивостью и типичностью для отдельных видов, родов и семейств. Поэтому внешние признаки строения трихом являются систематическим и диагностическим признаком. Трихомы подразделяются на *железистые* и *простые (кроющие)*.

Железистые трихомы образуют и выделяют эфирные масла. Состоят они из ножки и головки, которые, в свою очередь, могут состоять из разного количества клеток. В зависимости от этого разделяют волоски и железки. У волосков ножка обычно длинная, а головка состоит из небольшого числа клеток. У железок ножка короткая или отсутствует, а головка многоклеточная. Секреторные клетки головки выделяют секрет на поверхность оболочки под кутикулу. Железистые трихомы одновременно являются и выделительными структурами и часто рассматриваются как секреторные ткани.

Кроющие трихомы имеют разное строение, они могут быть одноклеточными, многоклеточными, ветвистыми, неветвистыми, звездчатыми, чешуйчатыми и т.д. Но всегда они имеют базальную клетку и клетки, окружающие ее, которые отличаются по форме и размерам от собственно эпидермальных клеток. Кроющие трихомы в одних случаях длительное время остаются живыми, в других – быстро отмирают и заполняются воздухом. Часто они образуют на растениях густой покров, отражают часть солнечных лучей и уменьшают нагревание листьев, в результате чего снижают транспирацию.

Эпиблема (ризодерма) – первичная покровная ткань корня в зоне всасывания. Ризодерма состоит из одного слоя живых клеток, имеющих тонкую стенку, состоящую из целлюлозы и пектиновых веществ. Протопласт занимает постенное положение, а клеточный сок характеризуется повышенной концентрацией.

Главная функция ризодермы – поглощение воды и минеральных солей из почвы. Поглощающая способность увеличивается за счет корневых волосков, которые представляют собой выросты клеток ризодермы. Вполне развитый волосок имеет длину до 2 мм. Длина всех корневых волосков одного растения в среднем достигает 3–4 км. Благодаря образованию корневых волосков общая поверхность корня увеличивается в десять и более раз.

Корневые волоски, как и вся ризодерма в целом, функционируют в течение немногих дней, и отмирают на расстоянии 2–3 см от кончика корня, хотя у некоторых растений ризодерма может функционировать в течении недель и месяцев. По мере отмирания ризодерма у двудольных растений заменяется перидермой. У однодольных растений защитная функция ризодермы после ее отмирания переходит к экзодерме корня.

Перидерма – это сложная, многослойная ткань, состоящая из трех слоев: *феллемы (пробки)*, выполняющей главные защитные функции, *феллогена (пробкового камбия)* – вторичной меристемы, отвечающей за продолжительное нарастание

перидермы в толщину, и **феллодермы**, выполняющей функцию питания феллогена. Стенки клеток пробки пропитаны жироподобным веществом – суберином, который не пропускает газы и воду. Протопласт отмирает. Связь тканей с внешней средой происходит через чечевички. Чечевички – специальные образования, которые служат для газообмена и транспирации. Образуются они чаще всего на месте устьиц. Чечевичка имеет вид небольшого бугорка на поверхности побегов деревьев и кустарников. В месте формирования чечевички феллоген откладывает вместо феллемы паренхимные клетки. Они живые. Эти клетки давят на эпидерму, и сначала приподнимают ее, а затем разрывают, образуя бугорок. Осенью, при подготовке к зимнему периоду, в чечевичке феллоген откладывает один (замыкающий) слой клеток пробки, который весной снова прорывается клетками паренхимы с возобновлением деятельности феллогена.

Перидерма функционирует обычно десятки лет. На смену перидерме с возрастом приходит корка. Корка возникает в результате многократного заложения новых прослоек перидермы во все более глубоких слоях коры. Живые клетки, заключенные между этими прослойками, погибают. Таким образом, корка состоит из чередующихся слоев пробки и прочих отмерших тканей коры.

Формируется она следующим образом: в тканях коры, внутрь от действующего феллогена постепенно закладываются новые слои феллогена, которые также начинают откладывать наружу феллему (пробку), не пропускающую воздух и воду, а внутрь феллодерму. Все ткани, которые оказываются снаружи от перидермы погибают, так как лишаются питания из-за пропитанной суберином пробки. Отмершие ткани при росте стебля в толщину не могут растягиваться, поскольку теряют эластичность и растрескиваются. Чечевички образуются на дне трещин, там, где живая, функционирующая перидерма контактирует с окружающей средой. Новые слои перидермы, образующиеся из феллогена, закладываются в более глубоких слоях первичной, а затем и вторичной коры. Толстая корка надежно защищает стволы деревьев от механических повреждений, резкой смены температур и т.д.

Механические ткани

Механические (арматурные) ткани – это ткани, обеспечивающие прочность органов растения, способность противостоять нагрузкам. Они выполняют свое назначение только при сочетании с остальными тканями. Различают два типа механических тканей: колленхиму и склеренхиму.

Колленхима – живая ткань, состоящая из паренхимных живых клеток. Их клеточные стенки неравномерно утолщены. В зависимости от характера утолщения стенок клеток различают уголковую, пластинчатую и рыхлую колленхиму. У уголковой колленхимы утолщения находятся в углах клетки. У пластинчатой – утолщения равномерные, или утолщены широкие параллельные друг другу участки клеточной стенки. У рыхлой колленхимы хорошо развиты межклетники, и утолщены части стенок, граничащих с ними. Колленхима может выполнять свое назначение арматурной ткани только в состоянии тургора. Развивается колленхима, как правило, в надземных органах двудольных растений, у однодольных обычно ее нет (**рис. 28**).

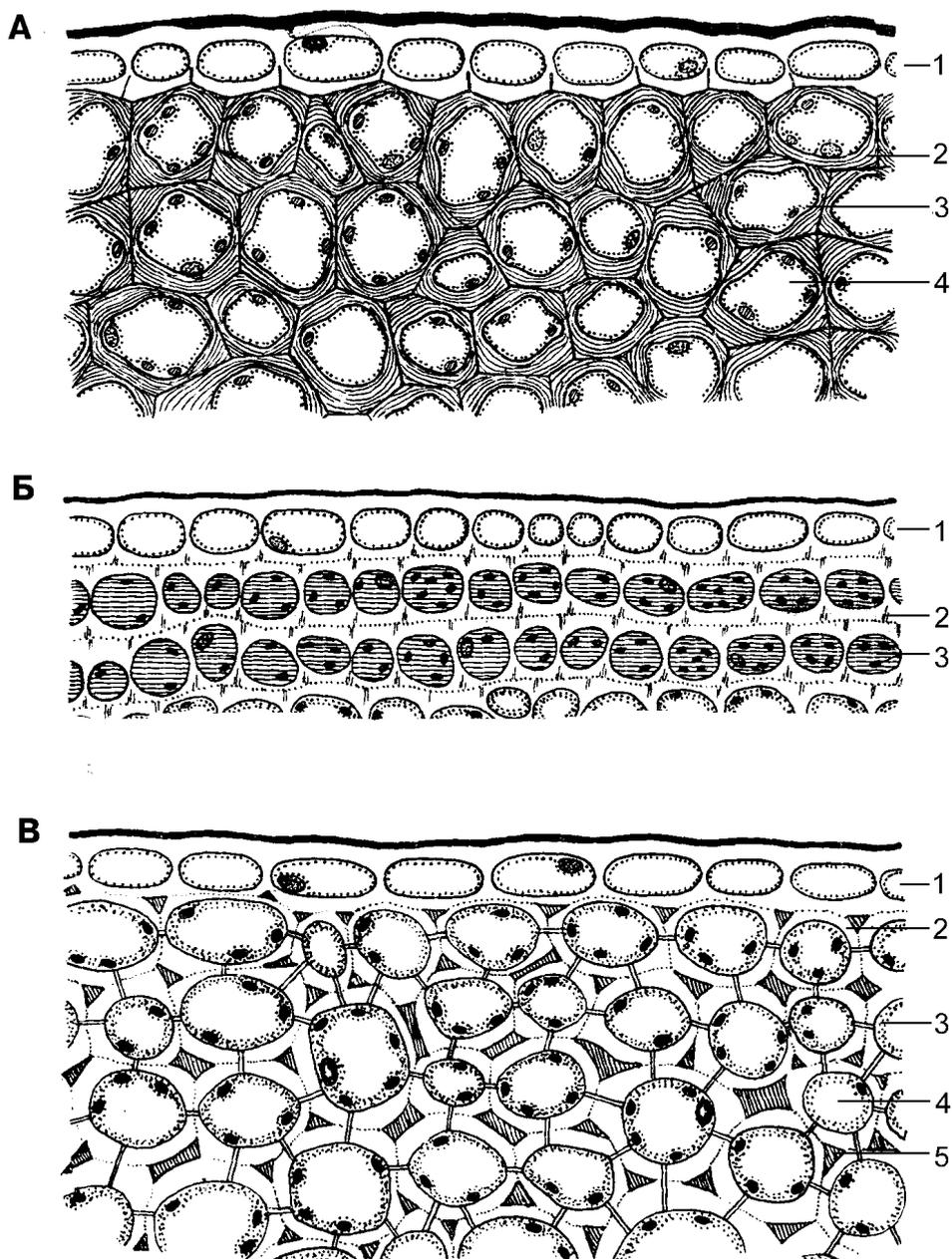


Рис. 28. Виды колленхимы

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

A – уголковая, Б – пластинчатая, В – рыхлая:

1 – эпидермис, 2 – клеточная стенка, 3 – живое содержимое клетки, 4 – вакуоль с клеточным соком, 5 – межклетники

Склеренхима – мертвая механическая ткань, состоит из клеток с равномерно утолщенными одревесневшими клеточными стенками. Склеренхима выполняет опорную функцию после отмирания протопластов клеток. Различают два типа склеренхимы: **волокна** и **склереиды**.

Волокна – прозенхимные клетки, заостренные на концах, имеют толстые стенки и очень узкую полость. В зависимости от местоположения волокон различают:

а) древесные волокна (либриформ) – укрепляют проводящие элементы древесины – сосуды,

- б) **коровые волокна** – находятся в первичной коре стеблей растений,
- в) **периваскулярные (перициклические) волокна** – укрепляют центральный осевой цилиндр,
- г) **лубяные волокна (камбиформ)** – защищают живые ткани флоэмы (ситовидные трубки).

Склерейды – округлые, вытянутые, ветвистые клетки. Могут быть распределены среди других тканей поодиночке или образовывать сплошные комплексы (скорлупа ореха, косточка сливы, абрикоса и т.д.) (рис. 29).

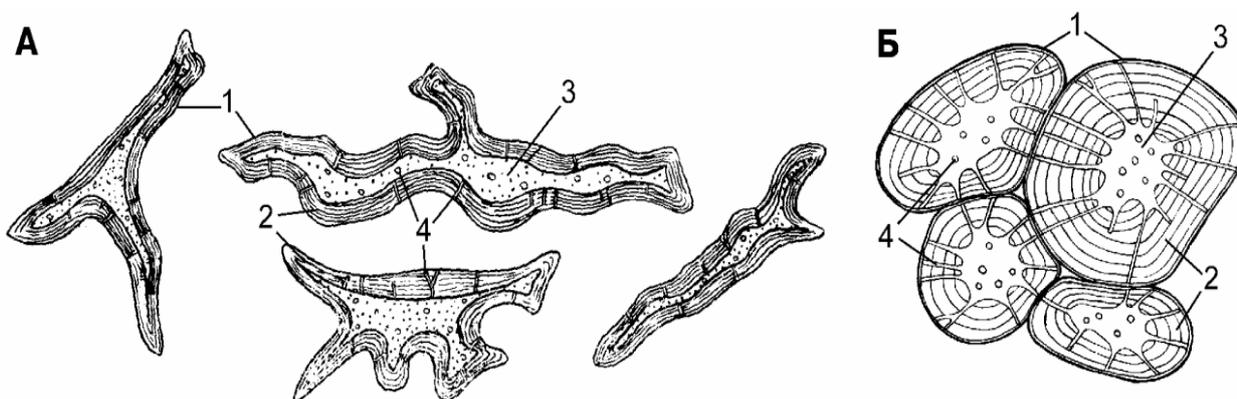


Рис. 29. Виды склерейд

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

А – астросклерейды, Б – брахисклерейды: 1 – первичная клеточная стенка, 2 – вторичная клеточная стенка, 3 – клеточная полость, 4 – поровые каналы

Основные ткани

Основные ткани – это мало специализированные ткани, занимают участки между другими постоянными тканями во всех органах. По происхождению основные ткани могут быть и первичными, и вторичными. По форме они паренхимные, с тонкими стенками, цитоплазма расположена постенно, одревеснения и опробковения стенок обычно не происходит. Основная ткань растений, состоящая из клеток более или менее одинакового размера. Клетки паренхимы живые, обычно рыхло расположенные, преимущественно с тонкими целлюлозными оболочками; образуют однородные скопления в теле растения, входят в состав проводящих и механических тканей. Названия паренхимы часто увязывают с ее расположением. Так, лубяная паренхима разбросана между ситовидными трубками флоэмы; древесинная паренхима сконцентрирована вокруг сосудов ксилемы, являясь их обкладкой; коровая паренхима представлена паренхимными клетками первичной коры, а лучевая – клетками сердцевинных и радиальных лучей; губчатая и палисадная паренхима находятся в мезофилле листа и т.п. Вследствие функциональной специализации протопластов клетки паренхимы могут выполнять ассимиляционную, выделительную и другие функции.

Различают несколько специализированных видов основных тканей, в зависимости от выполняемой ими функции:

1. Ассимиляционная паренхима (хлоренхима) – живая ткань, содержит хлоропласты, осуществляет фотосинтез. Основная масса этой ткани сосредоточена в листьях, меньшая часть в молодых зеленых стеблях побегов, где залегает непосредственно под прозрачной эпидермой.

2. Запасающая паренхима – ткань, в которой откладываются избыточные в данный период развития растения продукты метаболизма: белки, жиры, углеводы и др. Обычно это живые тонкостенные клетки, но иногда оболочки клеток запасющих тканей могут утолщаться, у них появляется механическая функция.

3. Водоносная паренхима – ткань, запасаящая воду. Она тонкостенная, крупноклеточная, в вакуолях клеток есть слизистые вещества, способствующие удерживанию влаги. Содержится в стеблях и листьях суккулентов (кактусы, агавы, алоэ), растений засоленных мест (солерос), листьях злаков.

4. Воздухоносная паренхима (аэренхима) – ткань с сильно развитыми межклетниками. Назначение аэренхимы – снабжение тканей кислородом, в некоторых случаях – снабжение листьев диоксидом углерода (CO₂) и обеспечение плавучести растений. Она хорошо развита в разных органах водных и болотных растений, но встречается и у сухопутных видов.

Проводящие ткани

Проводящие ткани – ткани, выполняющие функцию проведения по растению воды и растворенных в ней органических и минеральных веществ. К ним относятся комплексные ткани: *флоэма* и *ксилема*.

Ксилема и флоэма имеют ряд общих особенностей:

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

2. Ксилема и флоэма представляют собой сложные ткани, т.е. в их состав входят разнородные элементы: проводящие, механические, запасные, выделительные.

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

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

Проводящие элементы ксилемы осуществляют «восходящий ток» веществ. К ним относятся *сосуды* и *трахеиды*, представляющие собой мертвые клетки с одревесневшими и часто неравномерно утолщенными стенками. Поэтому они могут выполнять и механическую функцию. **Сосуд (трахея)** – трубка, составленная из цепочки сомкнутых клеток (члеников) с перфорированными общими стенками. **Трахеиды** – одноклеточные образования веретеновидной формы с заостренными концами. Вторичное утолщение стенок сосудов и трахеид может быть в виде колец, спиралей, лестничных перфораций и равномерным с большим количеством пор. В этих случаях говорят соответственно о кольчатых, спиральных, лестничных и пористых сосудах и трахеидах. Различные утолщения можно рассматривать как эволюционный ряд, но эта же последовательность возникновения сначала кольчатых

и спиральных, а затем остальных наблюдается в гистогенезе одного и того же проводящего пучка. Наличие различных элементов в одном пучке объясняется тем, что первые из них формируются до окончания роста в длину растения (кольчатые и спиральные не препятствуют этому росту), когда рост прекращается – возникают сетчатые, лестничные и пористые трахеальные элементы.

Механические элементы ксилемы представлены древесинными волокнами и называются либриформ. Основные элементы ксилемы представлены древесинной паренхимой. С точки зрения эволюции сосуды – более молодые и более прогрессивные проводящие элементы, чем трахеиды и лучше выполняют свою функцию.

Проводящие элементы флоэмы представлены *ситовидными трубками с клетками-спутницами и ситовидными клетками*. Они осуществляют «нисходящий ток» веществ. Ситовидные трубки – живые клетки, протопласт которых находится под высоким тургорным давлением. Стенки ситовидных трубок и клеток целлюлозные, ядра и лейкопласты отсутствуют, имеется постенный слой цитоплазмы, тонопласт исчезает, и все живое содержимое сливается в единую массу (благодаря деятельности слизевых телец). Цитоплазма теряет полупроницаемость и становится вполне проницаемой для растворов органических и неорганических веществ. Клетки-спутницы предположительно способствуют передвижению тока ассимилятов. Функционируют ситовидные трубки чаще всего один год. Характерной чертой ситовидных трубок является наличие ситовидных пластинок. Ситовидная пластинка возникает в месте соединения торцевых стенок двух соседних члеников ситовидных трубок. Вначале через клеточные стенки проходят плазмодесмы, но затем их каналы расширяются, превращаясь в поры, так что торцевые стенки приобретают вид сита, через которые раствор перетекает из одного членика в другой.

У голосеменных растений проводящие элементы представлены сито-видными клетками, имеющими ядро и вакуоли, клетки-спутницы отсутствуют. Ситовидные поля у них располагаются на боковых стенках. Ситовидные клетки более древние и более примитивные проводящие элементы флоэмы, чем ситовидные трубки.

По ситовидным трубками токи веществ передвигаются более активно и свободно за счет более жидкой консистенции их протопластов.

Кроме проводящих элементов, в состав флоэмы могут входить механические и основные элементы. Механические элементы представлены склеренхимой (лубяными волокнами). Лубяные волокна сравнительно долго остаются живыми, в отличие от древесинных волокон. Основные элементы представлены лубяной паренхимой.

Проводящие ткани располагаются либо кольцами (кольцевое строение), либо в проводящих пучках.

Проводящий пучок – это совокупность элементов проводящих тканей (сосудов, трахеид, ситовидных клеток с клетками-спутницами), механических тканей, клеток живой паренхимы, меристем. У разных растений встречаются различные типы проводящих пучков, что может являться систематическим и диагностическим признаком.

ТИПЫ СОСУДИСТО-ВОЛОКНИСТЫХ ПУЧКОВ

1. **Закрытый коллатеральный пучок** характерен для однодольных растений. В пучке камбия нет, весь прокамбий дифференцирован на ксилему и флоэму.

2. **Открытый коллатеральный пучок** характерен для двудольных растений. В открытом пучке имеется камбий, такой пучок способен расти.

3. **Биколлатеральный пучок** характеризуется тем, что флоэма обычно располагается с двух сторон от ксилемы. Камбий находится между наружной флоэмой и ксилемой. Такой пучок характерен для двудольных растений. Иногда биколлатеральный пучок имеет не только две флоэмы, но и две ксилемы (биколлатеральные пучки томата).

4. **Концентрические пучки** – проводящие пучки у которых одна из проводящих тканей располагается в центре, а другая ее окружает:

а) **центрофлоэмные пучки** – пучки, в которых ксилема окружает флоэму (такие пучки встречаются в корневищах однодольных растений)

б) **центроксилемные** – пучки, в которых флоэма окружает ксилему (корневища папоротников).

5. **Радиальный пучок** – ксилема располагается в центре и расходится лучами, а флоэма располагается между лучами ксилемы. Радиальные пучки встречаются в корнях первичного строения, а также в стеблях Плауновидных.

6. **Неполные пучки** – пучки, содержащие только один тип проводящих тканей: либо флоэму, либо ксилему.

Концентрические, радиальные и неполные пучки всегда закрытого типа.

Выделительные (секреторные) ткани

Выделительные (секреторные) ткани делят на две группы: внутренней и внешней секреции.

ВНУТРЕННИЕ ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ

К внутренним секреторным структурам относят схизогенные и лизигенные вместилища, идиобласты, млечники.

Схизогенные вместилища возникают в результате скопления выделений в межклетниках. С увеличением количества выделений клетки раздвигаются, образуя вместилища. Примером такого вместилища является смоляной ход (рис. 30).

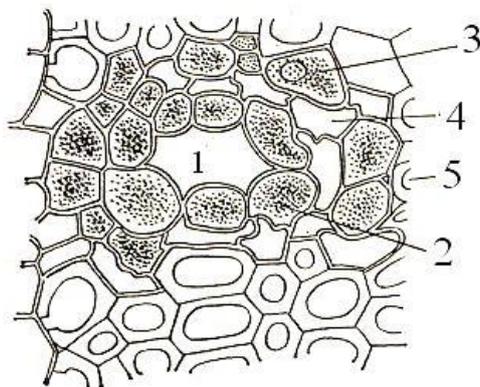


Рис. 30. Схизогенный смоляной ход древесины сосны (*Pinus sylvestris*)

(Приводится по: Собчак Р.О., Куриленко Т.К. Малый практикум по анатомии растений. Горно-Алтайск, 2006 [Электронный ресурс]: <http://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/malprak1>):

1 – межклетная полость, 2 – эпителий, 3 – живые паренхимные клетки, 4 – тонкостенные мертвые раздавленные клетки, 5 – трахеиды.

Лизигенные вместилища возникают в результате растворения клеточных стенок рядом расположенных клеток накапливающимися выделениями (например, эфиромасличное вместилище кожуры цитрусовых) (**рис. 31**).

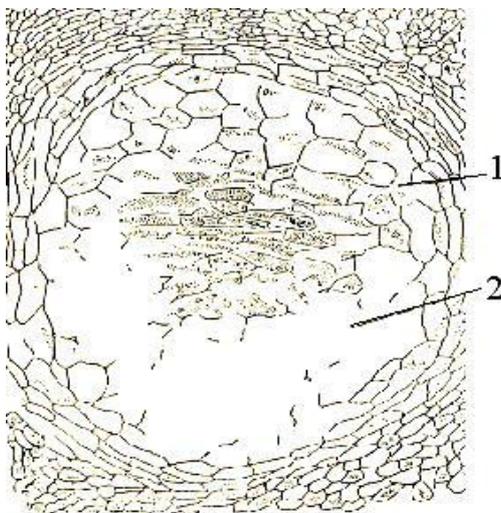


Рис. 31. Лизигенное эфиромасличное вместилище околоплодника мандарина (*Citrus reticulata*) (Приводится по: Яковлев Г.П., Челомбитько В.А. Ботаника. Спб: Издательство СПХФА, 2001):
1 – разрушающиеся клетки, 2 – полость

Схизогенные и лизигенные вместилища окружают живые паренхимные клетки. Они способствуют транспортировке выделений. Такие клетки называются эпителиальными и содержат зернистую цитоплазму с крупным ядром.

Млечники представляют собой систему каналов или ходов пронизывающих основную паренхиму. Характерной особенностью млечников является их содержимое – млечный сок (латекс). Он представляет собой эмульсию различных запасных веществ и конечных продуктов обмена белого, желтого или оранжевого цвета. Химический состав млечного сока разнообразен: сахара, белки, аминокислоты, алкалоиды, каучук, дубильные вещества и др.. Млечники выполняют разнообразные функции – проводящую, запасающую, выделительную. Стенка их состоит из целлюлозы. Различают два вида млечников: членистые и нечленистые. Членистые образуются так же, как сосуды, в результате разрушения поперечных стенок у вертикального ряда клеток. Нечленистые млечники – это гигантские цилиндрические или разветвленные клетки. Млечники располагаются или только во флоэме, или пронизывают весь орган (стебель, корень, лист), располагаются между паренхимными клетками и образуют сложную переплетенную сеть. Млечники присущи лишь некоторым группам растений, например, представителям семейств Астровые (*Asteraceae*), Маковые (*Papaveraceae*), Молочайные (*Euphorbiaceae*) (**рис. 32**).

Идиобласты (секреторные клетки) располагаются в тканях рассеянно, и по размерам отличаются от окружающих клеток. Они накапливают различные вещества: кристаллы оксалата кальция (одиночные кристаллы, друзы, рафиды и т.д.), слизи, танины, эфирные масла. Они встречаются среди клеток разных тканей, могут иметь разнообразную форму и химический состав. Секреторные клетки классифицируют по их содержимому: масляные клетки, мирозиновые клетки, слизевые клетки, кристаллополостные клетки и другие.

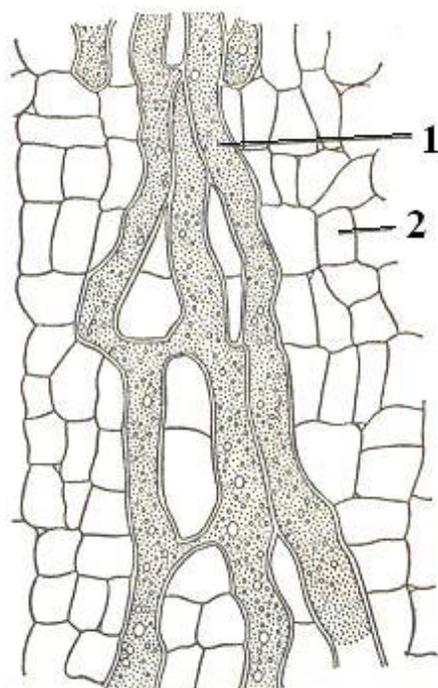


Рис. 32. Членистые млечники корня одуванчика (*Taraxacum officinale*) в продольном разрезе (Приводится по: Родионова А.С. и др. Ботаника. М.: Академия, 2006):
1 – латекс, 2 – паренхима коры

НАРУЖНЫЕ ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ

Жгучие волоски формируются эпидермой и тканями, лежащими под ней. Например, жгучий волосок крапивы крупно-одноклеточный на многоклеточной подставке. Клетка жгучего волоска крупная, удлиненная, к верхушке сужена, заканчивается булавовидной головкой. Основание клетки расширено и расположено в углублении многоклеточной подставки. В крупных вакуолях клетки содержится муравьиная кислота. При неосторожном прикосновении головка волоска отламывается, острое волоска вонзается в кожу, в образовавшуюся ранку переливается жидкость с кислотой, вызывающей местное раздражение.

Водовыводящие структуры включают в себя гидатоды и водные пузырьки.

Гидатоды (водяные устьица) – представляют собой устьице, под которым находится эпитема – группа рыхлых клеток мезофилла листа. К эпитеме подходит маленький проводящий пучок, через который в гидатоду поступает вода. С эпитемой соприкасается ксилемная часть проводящего пучка – в основном трахеиды (**рис. 33**).

Водные пузырьки формируются в результате растяжения эпидермальных клеток, и наполняются водой. Эта вода используется растением при недостатке влаги. Водные пузырьки довольно часто встречаются у представителей семейства маревых.

Солевыводящие структуры включают в себя солевые железки и солевые клетки и выполняют функцию регулирования солевого обмена за счет выделения избытка солей на поверхность.

Солевые клетки пузыревидной формы, расположены над эпидермой. Соли образуются в центральной вакуоли. После разрушения стенок трихом соли откладываются на поверхности листа. Встречаются у многих представителей семейства маревых.

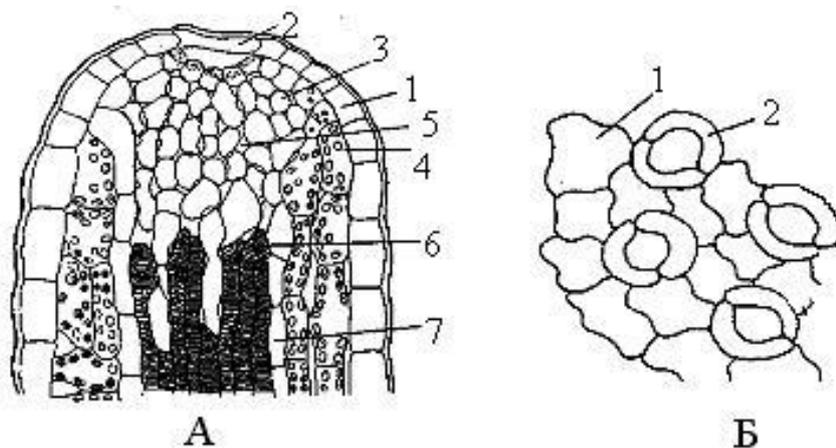


Рис. 33. Гидатода листа первоцвета (*Primula sinensis*)

(Приводится по: Собчак Р.О., Куриленко Т.К. *Малый практикум по анатомии растений. Горно-Алтайск, 2006* [Электронный ресурс]: <http://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/malprak1>):

A – продольный разрез; *B* – вид с поверхности.

1 – эпидерма, 2 – замыкающая клетка водяного устьица, 3 – эпитема, 4 – хлоренхима, 5 – межклетники, 6 – проводящий пучок, 7 – обкладка

Солевыводящие железы – комплекс клеток, из которых одни секреторные, другие собирательные (базальные). Секретируемая соль выходит наружу через поры в поверхностном слое клеток (**рис. 34**).

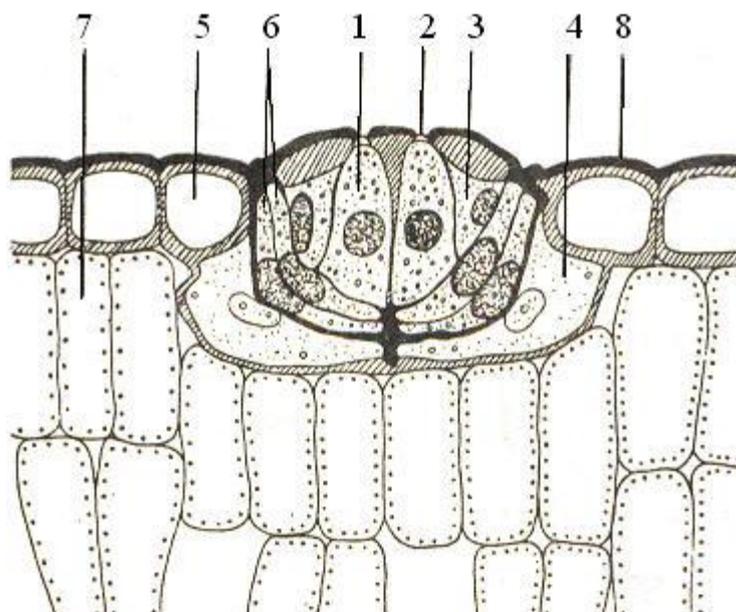


Рис. 34. Солевыводящая железа

(Приводится по: Собчак Р.О., Куриленко Т.К. *Малый практикум по анатомии растений. Горно-Алтайск, 2006* [Электронный ресурс]: <http://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/malprak1>):

1 – секреторная клетка, 2 – пора в кутикуле, 3 – побочная клетка, 4 – собирательная клетка, 5 – клетка эпидермы, 6 – бокальчатая клетка, 7 – мезофилл, 8 – кутикула

Переваривающие железы листьев насекомоядных растений продуцируют мукополисахариды и протеолитические ферменты, благодаря которым насекомые перевариваются. В этих железах наблюдается дифференциация клеток (раздражение, восприятие, выделение).

Нектарники – наиболее сложно устроенные выделительные структуры, выделяющие сахаристую жидкость – нектар. Часто нектарники представляют собой видоизмененные органы (например, лепестки у лютиков, или тычинки у розоцветных).

Тематический блок: РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Цель: научиться определять ткани растения по их местоположению в растении и строению, выделять структурные элементы в сложных растительных тканях, определять сложные тканевые комплексы: типы устьичных аппаратов, трихом и эмергенцев, проводящих пучков.

Вопросы исходного уровня.

1. Дайте определение растительной ткани.
2. Классификация растительных тканей по их происхождению, структуре и функциям.
3. Что такое образовательные ткани? Роль образовательных тканей в растениях.
4. Что такое покровные ткани? Их классификация. Какие покровные ткани встречаются у листьев, стеблей, корней?
5. Эпидерма. Ее строение и функции.
6. Строение устьичного аппарата. Типы устьичных аппаратов.
7. Что представляют собой трихомы? Какую роль в жизни растений играют трихомы? Классификация трихом. Особенности различных типов трихом.
8. Чем трихомы отличаются от эмергенцев? Какие функции выполняют эмергенцы?
9. Эпиблема, ее строение и функции.
10. Перидерма, ее строение и функции.
11. Что такое корка? Ее формирование и строение.
12. Какие выделительные структуры растений вы знаете?
13. Какие основные ткани Вы знаете?
14. Какие механические ткани Вы знаете?
15. Что такое восходящий и нисходящий ток веществ? По каким тканям он осуществляется?
16. Из каких элементов состоят проводящие ткани?
17. Строение и функции флоэмы.
18. Строение и функции ксилемы.
19. Типы проводящих пучков, их характеристика.
20. Для каких растений свойственны открытые, а для каких – закрытые проводящие пучки?

Материал: Набухшая зерновка пшеницы (кукурузы), побег элодеи, срезанные ветки сирени (липы), выдержанные в воде в течение нескольких дней при комнатной температуре, стебель подсолнечника, стебель тыквы, стебель кукурузы, корневище ландыша, листья двудольных и однодольных растений – герани, традесканции,

кливии (валлоты, зефирантеса), ириса, сенполии, бегонии, молочая, стебель однолетнего побега бузины, проростки пшеницы с длинными (1–1,5 см) корнями, листья яблони, тыквы, крапивы, табака, лоха, лебеды, черной смородины, пеларгонии, коровьяка, картофеля, петунии и других растений, стебли крапивы, подмаренника, шиповника.

Постоянные микропрепараты: «Кариокинез в корешке лука», «Поперечный разрез листа ириса», «Эпидермис и волоски листа герани», «Поперечный разрез стебля бузины», «Первичное строение корня», «Стебель кукурузы – поперечный разрез», «Стебель кукурузы – продольный разрез», «Стебель тыквы – поперечный разрез», «Корневище ландыша – поперечный разрез», «Корневище папоротника орляка – поперечный разрез», «Стебель кирказона – поперечный разрез».

Реактивы: Вода, 20% раствор глицерина, хлоралгидрат, раствор флороглюцина 1% в спирте, концентрированная HCl, хлор-цинк-йод, судан-III, фуксин основной водный, 1% раствор марганцово-кислого калия, аммиак, 10% раствор соляной кислоты.

Оборудование: Микроскопы, лупы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, лезвия, кусочки фильтровальной бумаги, марля.

Методика выполнения работы.

Задание 1. Митоз (кариокинез) в клетках кончика корешка лука (*Allium cepa* L.).

Рассмотреть постоянный микропрепарат при малом увеличении микроскопа. Найти на препарате зону деления, и перевести микроскоп на большое увеличение.

Изучить при большом увеличении микроскопа клетки первичной меристемы, найти делящиеся клетки, определив различные фазы митоза.

Пользуясь **рис. 35**, зарисовать в альбоме клетки в состоянии интерфазы и на разных фазах митоза и обозначить рисунок.

Задание 2. Первичная меристема в конусе нарастания корня.

Приготовить временный препарат конуса нарастания корня пшеницы (*Triticum aestivum* L.) или кукурузы (*Zea mays* L.). Для этого взять набухшую зерновку пшеницы (кукурузы), обрезать стекловидную часть кончика корня. Поместить срез в глицерин на предметное стекло (срез становится светлым и более прозрачным), накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть конус нарастания корня при малом увеличении микроскопа. Найти границу корневого чехлика и конуса нарастания. Изучить корневой чехлик, который резко отграничен от конуса нарастания корня. В середине возле точки роста клетки корневого чехлика более мелкие и прочно соединяются с клетками точки роста. Наружные клетки корневого чехлика слабо соединены со срединными, а некоторые потеряли эту связь.

Клетки конуса нарастания имеют крупные ядра, расположены вертикальными рядами, загибающимися к середине у корневого чехлика. Здесь клетки особенно мелкие (инициальные клетки), и образуют точку роста. Передвигая препарат в противоположную корневому чехлику сторону, рассмотреть зону растяжения корня, и как в ней изменяются клетки: краевые – более расширены в поперечном направлении (дерматоген); срединные – более темные клетки, вытянуты в длину (плерома);

промежуточные – довольно светлые клетки, связывают краевые и срединные (периблема). Выше зоны растяжения на препарате найти зону всасывания с корневыми волосками (ризодермой). В этой зоне клетки первичной меристемы полностью дифференцируются в первичные постоянные ткани.

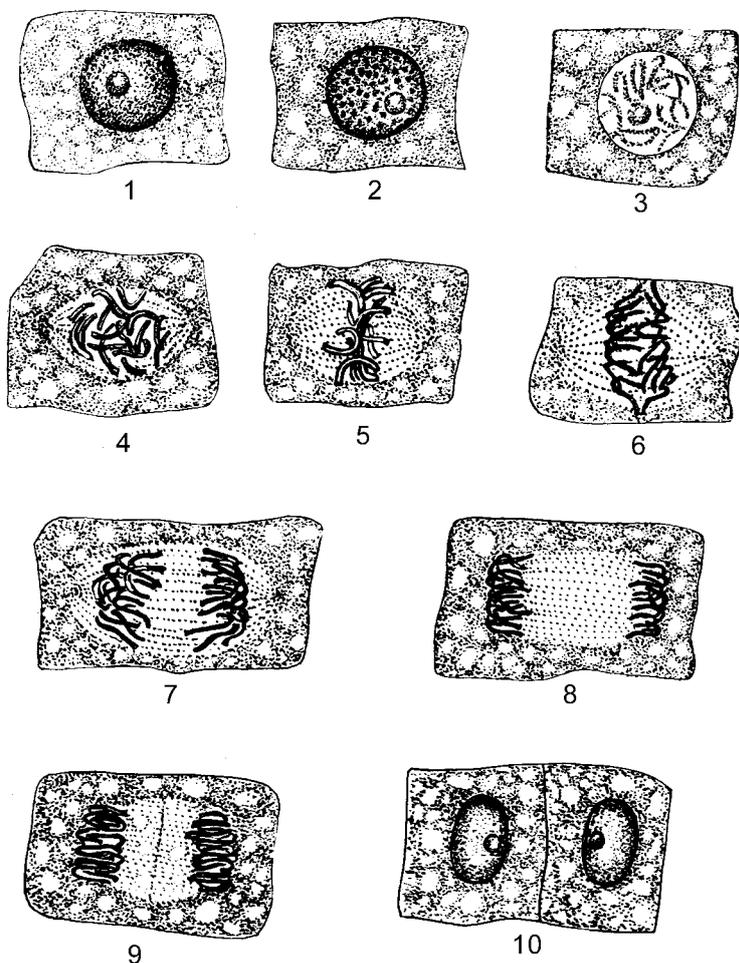


Рис. 35. Митоз (кариокinesis) в клетках корешка лука (ориг.):

1 – интерфаза, 2–4 – профаза, 5 – метафаза, 6–8 – анафаза, 9 – телофаза, 10 – цитокinesis

Зарисовать первичную меристему в конусе нарастания корня, и обозначить на рисунке инициальные клетки, дерматоген, периблему, плерому, клетки корневого чехлика (рис. 36).

Задание 3. Первичная меристема в конусе нарастания стебля элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.).

Приготовить временный препарат верхушечной (апикальной) меристемы конуса нарастания стебля. Для этого отрезать кончик стебля с верхушечной почкой от побега элодеи. Вычленив точку роста стебля, отделив препаровальной иглой и тонким пинцетом верхушечные листочки. Поместить точку роста на предметное стекло в каплю раствора хлоралгидрата или глицерина, накрыть покровным стеклом.

Изучить препарат – рассмотреть конус нарастания стебля при малом увеличении микроскопа. Концевая часть стебля имеет вид конуса, закругленного на вершине. На некотором расстоянии от вершины заметны первичные бугорки, из которых образуются листья.

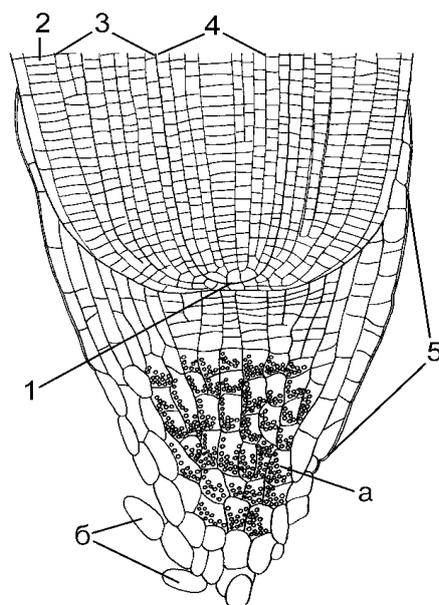


Рис. 36. Апоикальная меристема корня

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – конус нарастания, 2 – дерматоген, 3 – периблема, 4 – плерома, 5 – корневой чехлик:

а – клетки корневого чехлика с крахмальными зернами,

б – слизывающиеся, отмирающие клетки корневого чехлика

Между первичными бугорками находятся более мелкие вторичные бугорки (зачатки пазушных почек). При большом увеличении микроскопа рассмотреть несколько клеток конуса нарастания. Это типичные паренхимные клетки, имеющие многогранную форму, содержащие крупные ядра. Обратите внимание на то, что наружные клетки конуса нарастания, образующие тунику, отличаются от внутренних клеток, образующих корпус.

Зарисовать первичную меристему в конусе нарастания стебля и обозначить на рисунке конус нарастания, первичные бугорки, зачатки листьев, тунику, корпус (рис. 37).

Приготовить временный препарат верхушечной вегетативной почки сирени (*Syringa vulgaris* L.) или липы (*Tilia cordata* Mill.). Для этого препаровальной иглой удалить сначала бурые наружные почечные чешуи, осторожно раздвинуть желтоватые зачаточные листочки и, пользуясь лупой, найти под ними кончик стебля. Этот кончик стебля представляет собой конус нарастания, состоящий из клеток первичной меристемы. Сделать лезвием продольный разрез конуса нарастания сирени (липы). Срез поместить на предметное стекло в каплю раствора хлоралгидрата и глицерина, накрыть покровным стеклом.

При малом увеличении микроскопа рассмотреть конус нарастания стебля сирени (липы). Конус нарастания состоит из типичных меристематических клеток (паренхимные клетки многогранной формы с крупными ядрами, без межклетников). Рассмотреть клетки конуса нарастания при большом увеличении. Наружные клетки (туника) отличаются от внутренних (корпус). Обратите внимание на отличительные признаки клеток.

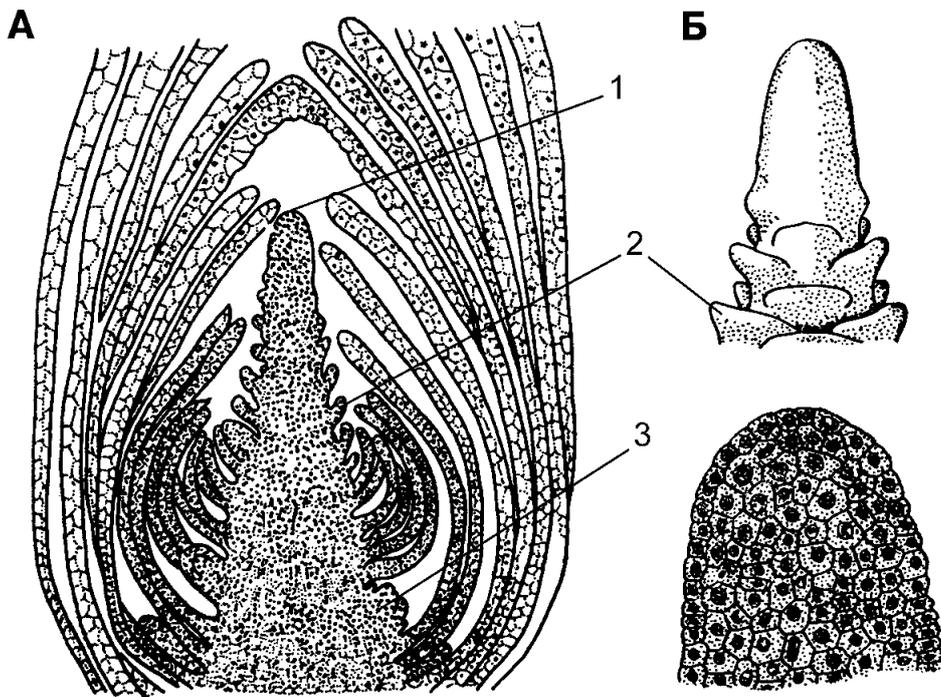


Рис. 37. Верхушечная почка побега элодеи
 (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
 под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
 А – продольный разрез, Б – конус нарастания (внешний вид и в разрезе):
 1 – конус нарастания, 2 – зачаток листа, 3 – бугорок пазушной почки

Задание 4. Верхушечная меристема в почке древесного растения.

Приготовить временный микропрепарат цветочной почки сирени. Обратит внимание на различия в строении цветочной и вегетативной почек.

Зарисовать общий вид вегетативной и цветочной почек. На рисунке обозначить: почечные чешуйки, зачатки листьев, новых почек и бутонов, конус нарастания (рис. 38).

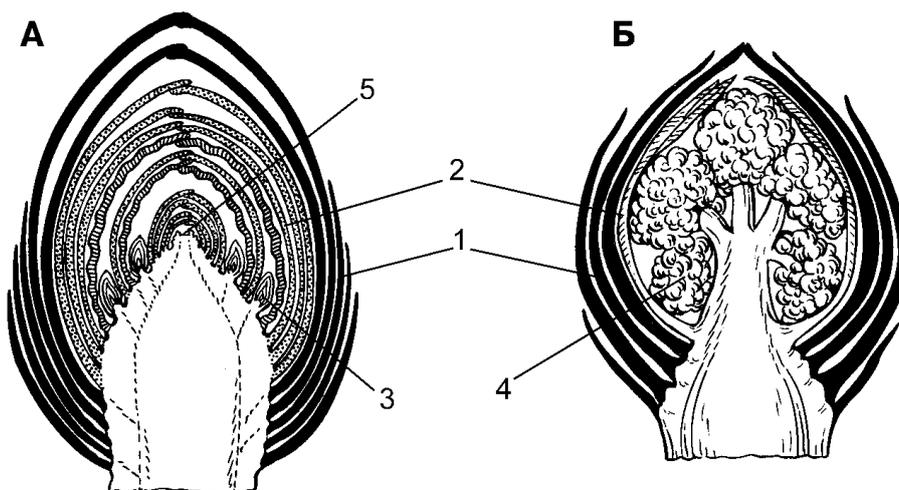


Рис. 38. Строение почек древесных растений (ориг.):
 А – вегетативная почка, Б – цветочная почка:
 1 – почечные чешуи, 2 – зачатки листьев, 3 – зачатки пазушных почек,
 4 – зачатки бутонов, 5 – конус нарастания

Задание 5. Строение пучкового камбия (боковой меристемы) на поперечном срезе стебля подсолнечника (*Helianthus annuus* L.).

Приготовить временный препарат поперечного среза стебля подсолнечника. Для этого необходимо сделать тонкий срез стебля подсолнечника и окрасить его флороглюцином с соляной кислотой и хлор-цинк-йодом. Промыть в воде и, поместив на покровное стекло в каплю воды, накрыть предметным стеклом.

Найти проводящие пучки. На малом увеличении микроскопа в проводящих пучках найти камбий, ориентируясь по сосудам стебля. Участок клеток камбия поместить в центр поля зрения и перевести микроскоп на большое увеличение. Рассмотреть клетки камбия, обратить внимание на характер их расположения.

Зарисовать микропрепарат и обозначить на рисунке камбий, флоэму, ксилему (рис. 39).

Задание 6. Заполнить в рабочем альбоме таблицу «Образовательные ткани».

«Образовательные ткани»

Типы меристем по положению в растении		Первичная или вторичная меристема	Расположение в растении	Функции
Апикальные				
Интеркалярные				
Латеральные	перицикл			
	прокамбий			
	камбий			
	феллоген			
Раневые				

Задание 7. Эпидермис листа герани (*Pelargonium zonale* (L.) L'Hér. ex Ait.).

Приготовить временный микропрепарат эпидермиса листа герани, для этого кусочек листа герани положить на указательный палец левой руки нижней стороной вверх. В участке листа между жилками надорвать иголкой кожицу с нижней стороны листа и пинцетом снять кусочек кожицы. Этот кусочек положить в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным стеклом.

Изучить препарат при малом увеличении микроскопа. Найти собственно эпидермальные клетки, клетки устьичного аппарата. Найти волоски и определить их тип (простые, железистые), отметить их размер, строение, место прикрепления (базальную и окружающие клетки).

Перевести микроскоп на большое увеличение. Рассмотреть препарат и найти различия в строении собственно эпидермальных клеток и замыкающих клеток устьиц. Определить, в каких содержатся хлоропласты, в каких – лейкопласты.

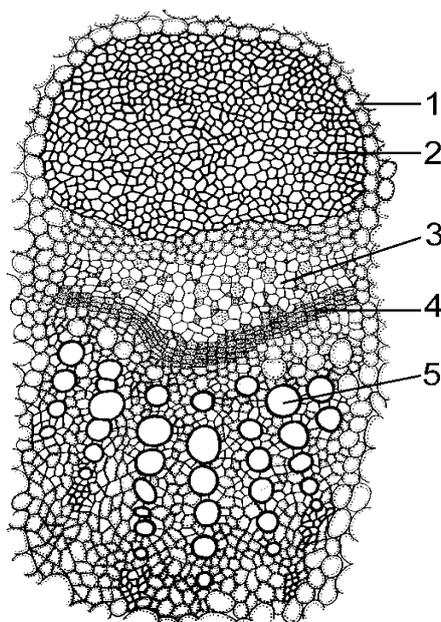


Рис. 39. Коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый пучок подсолнечника в поперечном разрезе

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – основная паренхима, 2 – склеренхима перициклического происхождения, 3 – флоэма, 4 – камбий, 5 – ксилема

Посчитать количество собственно эпидермальных клеток, окружающих одно устьице. На основании полученных данных определить, к какому классу растений относится герань. Сравнить с постоянным микропрепаратом.

Зарисовать участок эпидермиса листа герани с двумя устьицами и клетками, к ним прилегающими. На рисунке обозначить собственно эпидермальные клетки, клетки устьиц, устьичную щель, простой многоклеточный волосок, железистый волосок. Во всех клетках обозначить цитоплазму, ядро, пластиды, клеточную стенку, вакуоль (рис. 40).

Задание 8 (УИРС). Строение устьичных аппаратов эпидермы различных растений – традесканции (*Tradescantia spp.*), кливии (*Clivia nobilis* Lindl.), валлоты (*Cyrtanthus elatus* (Jacq.) Traub), зефирантеса (*Zephyranthes rosea* Lindl.), ириса (*Iris germanica* L.), сенполии (*Saintpaulia ionantha* H. Wendl.), бегонии (*Begonia spp.*), молочая (*Euphorbia spp.*) и др.

Приготовить временные микропрепараты эпидермы листьев различных растений (традесканции, кливии (валлоты, зефирантеса), ириса, сенполии, бегонии, молочая и др.) аналогично заданию 7. Рассмотреть микропрепараты сначала под малым, а затем под большим увеличением микроскопа. Найти собственно эпидермальные клетки и клетки устьичных аппаратов. Определить типы устьичных аппаратов у различных растений.

Зарисовать объекты, рассмотренные под микроскопом. На рисунках обозначить собственно эпидермальные клетки, клетки устьичных аппаратов (закрывающие и околоустьичные клетки), устьичную щель. Назвать типы устьичных аппаратов.

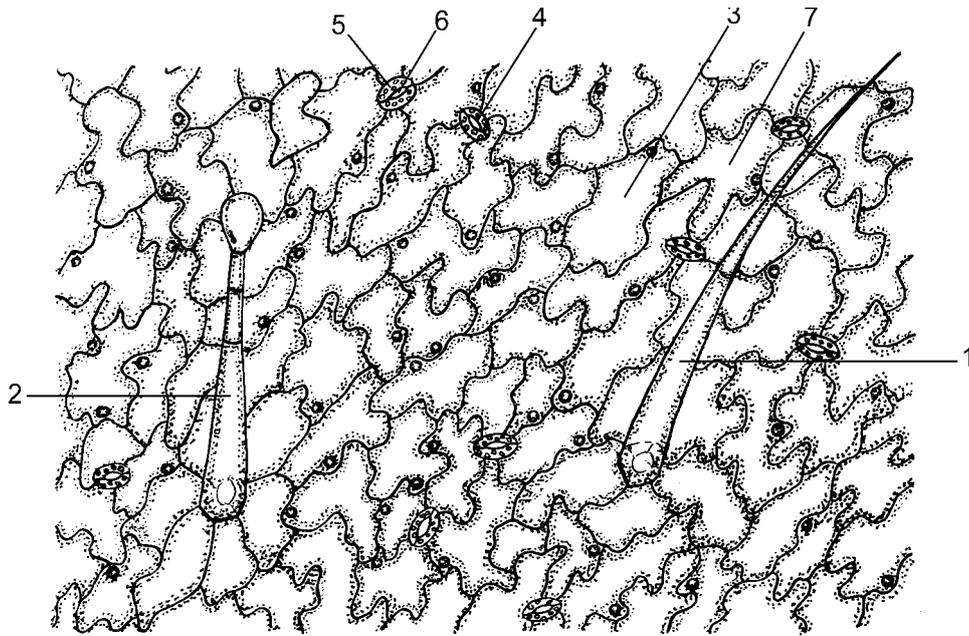


Рис. 40. Эпидермис листа герани

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – простые трихомы, 2 – железистые трихомы, 3 – собственно эпидермальные клетки, 4 – устьица, 5 – замыкающие клетки устьиц, 6 – устьичная щель, 7 – околоустьичные клетки

Задание 9 (УИРС). Строение трихом различных растений.

Приготовить временные микропрепараты эпидермиса различных растений¹, предложенных преподавателем. Для этого снять с поверхности кожицу листа острым лезвием, окрасить фуксином основным водным, положить в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным.

Рассмотреть волоски на приготовленных микропрепаратах при малом и большом увеличении микроскопа. Определить, все ли они являются трихомами. Зарисовать в рабочем альбоме трихомы каждого растения, пользуясь рисунками 41 и 42.

Описать рассмотренные трихомы по плану:

1. Волосок простой или головчатый,
2. Количество клеток простого волоска или ножки головчатого волоска,
3. Количество клеток головки (если есть),
4. Форма волоска,
5. Форма головки (если есть),
6. Разветвленный (двухлучевой, трехлучевой, звездчатый) или неразветвленный,
7. Поверхность волоска (гладкая или бородавчатая),
8. Толщина стенки волоска (волосок толстостенный, если толщина стенки не менее 1/3 толщины волоска или тонкостенный),
9. Наличие зацепок, их форма, размер и количество.

Задание 10. Строение эпидермы листа на поперечном срезе листа ириса (*Iris germanica* L.).

¹ За неимением листьев растений, перечисленных в пункте «Материал», можно использовать листья любых других опушенных растений

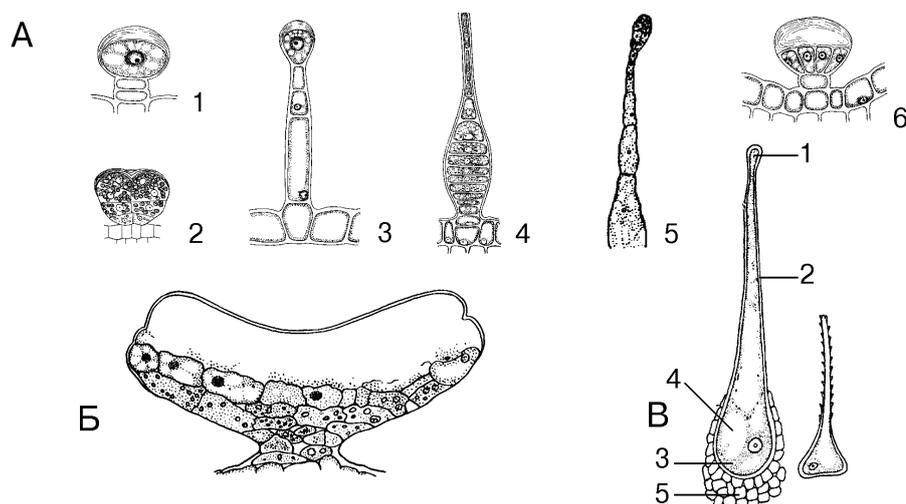


Рис. 41. Железистые волоски, железки и эмергенцы (ориг.):

А – Железистые волоски: 1 – шпорцетника, 2 – ромашки, 3 – герани, 4 – солнцезвета, 5 – табака, 6 – розмарина.

Б – Пельтатная железка на листе черной смородины.

В – Жгучий волосок (эмергенец) крапивы: 1 – окончание головки, 2 – клеточная стенка, пропитанная кремнеземом, 3 – основание головки, 4 – вакуоль с экскретом, 5 – основание эмергенца

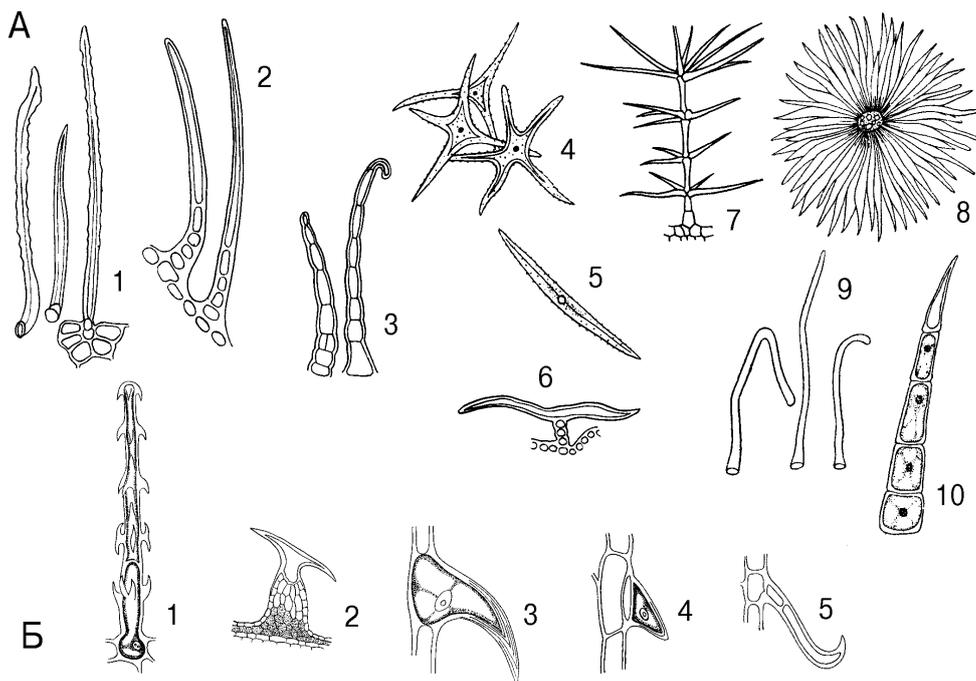


Рис. 42. Простые трихомы (ориг.):

А – кроющие трихомы: 1 – термопсиса, 2 – арники, 3 – волчеца, 4 – пастушьей сумки, 5 – сирени, 6 – полыни, 7 – коровяка, 8 – лоха, 9 – яблони, 10 – тыквы.

Б – цепкие волоски: 1 – лоазы, 2 – хмеля, 3 – подмаренника, 4 – аптоса, 5 – фасоли

Приготовить микропрепарат поперечного среза листа ириса. Для этого кусочек листа ириса кладется на предметное стекло, и лезвием безопасной бритвы плавным поступательным движением делается тонкий срез поперек всего листа. Срез окрашивается суданом-III.

Рассмотреть препарат при малом увеличении. Установить препарат так, чтобы в центре поля зрения оказалась нижняя сторона листа. Найти на ней устьице и прилегающую к нему воздухоносную полость. Перевести микроскоп на большое увеличение. При большом увеличении рассмотреть собственно эпидермальные клетки, отметить их форму и неравномерное утолщение их оболочек. Сравнить с постоянным микропрепаратом.

Зарисовать этот участок и обозначить собственно эпидермальные клетки, замыкающие клетки устьиц, устьичную щель, воздухоносную полость, ассимилирующую ткань листа, кутикулу (рис. 43).

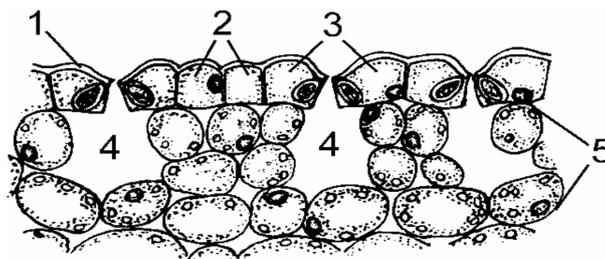


Рис. 43. Строение эпидермиса листа ириса на поперечном разрезе
(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
1 – кутикула, 2 – собственно эпидермальные клетки, 3 – замыкающие клетки устьиц,
4 – воздухоносная полость, 5 – мезофилл

Задание 11. Строение эмергенцев крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.).

Приготовить временный микропрепарат эпидермиса стебля крапивы двудомной. Эпидермис крапивы со стебля обычно снимается с несколькими слоями нижележащих тканей. Снятый эпидермис можно окрасить водным раствором фуксина в следовых количествах. После окрашивания кусочек эпидермиса поместить в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным.

Рассмотреть под малым увеличением микроскопа. Найти жгучие волоски. На препарате хорошо видно клетку головки (чаще с обломанным окончанием) и клетки, образующие ножку. Последние обычно окрашены в зеленый цвет.

Зарисовать строение жгучего волоска крапивы и обозначить на рисунке его основные структуры (рис. 41 В).

Задание 12. Строение эмергенцев шиповника (*Rosa spp.*).

Рассмотреть побеги шиповника с шипами. Сделать поперечный срез побега так, чтобы он прошел через основание шипа. Окрасить срез флороглюцином и концентрированной соляной кислотой. Рассмотреть срез под малым увеличением микроскопа. Определить, какие ткани участвуют в формировании эмергенца.

Самостоятельно зарисовать строение эмергенцев шиповника с микропрепарата, на рисунке обозначить эмергенцы и ткани, участвующие в их формировании.

Задание 13. Строение ризодермы корня.

Готовый микропрепарат «Первичное строение корня» рассмотреть при малом увеличении микроскопа, найти ризодерму и изучить ее при большом увеличении микроскопа. Определить отличие ризодермы от эпидермы.

Приготовить временный препарат ризодермы корня. Для этого взять проросшую зерновку пшеницы (*Triticum aestivum* L.) с 1–2 корешками. Осторожно, чтобы не повредить корневых волосков, срезать кончик корня длиной около 1 см. Если корешок достаточно крупный, его можно разрезать вдоль на две половинки. Полученные отрезки корешков поместить на предметное стекло в каплю глицерина и накрыть покровным стеклом. Рассмотреть при малом увеличении микроскопа. Найти ризодерму и изучить ее при большом увеличении микроскопа. Определить отличие ризодермы от эпидермы. Сравнить постоянный микропрепарат с изготовленным самостоятельно.

Зарисовать 2–3 клетки ризодермы с корневым волоском и обозначить ядро, цитоплазму, клеточную стенку, вакуоли (рис. 44).

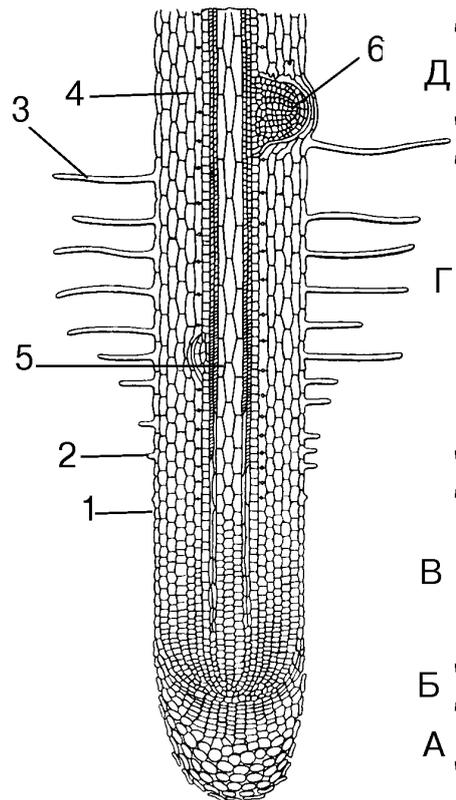


Рис. 44. Строение ризодермы на продольном срезе молодого корня
(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

А – корневой чехлик, Б – зона деления, В – зона растяжения, Г – зона всасывания, Д – зона проведения,
1 – клетки ризодермы, 2 – начало образования трихобластов, 3 – трихобласты,
4 – первичная кора, 5 – центральный осевой цилиндр, 6 – начало образования бокового корня

Задание 14. Строение перидермы и чечевички на поперечном срезе стебля бузины (*Sambucus nigra* L.).

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза стебля бузины. Окрасить его суданом-III.

Рассмотреть микропрепарат при малом увеличении микроскопа. Найти разрывы и выпячивания в виде бугорков в покровной ткани. Эти участки рассмотреть при большом увеличении. Определить тип покровной ткани. Отметить количество слоев, их цвет и взаимное расположение. Пробка образует правильные радиальные

ряды. Под пробкой найти слой феллогена. Внутри от феллогена найти феллодерму. Отметить разницу между клетками пробки и ткани, заполняющей чечевичку. Сравнить с постоянным микропрепаратом.

Зарисовать участок перидермы с чечевичкой и обозначить отмершую эпидерму, пробку (феллему), феллоген, феллодерму, заполняющую ткань чечевички (рис. 45).

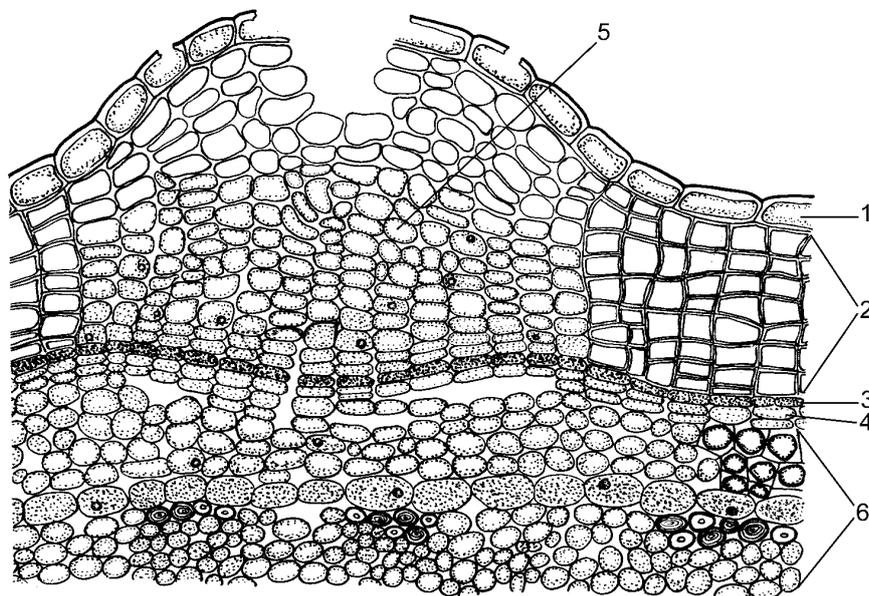


Рис. 45. Строение перидермы и чечевички ветки бузины на поперечном разрезе (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
1 – эпидермис, 2 – феллема (пробка), 3 – феллоген, 4 – феллодерма,
5 – выполняющая ткань чечевички, 6 – первичная кора

Задание 15. Заполнить таблицу «Покровные ткани».

«Покровные ткани»

Название ткани	Эпидерма	Эпиблема (ризодерма)	Пробка (перидерма)	Корка
Признаки				
Тип ткани по происхождению				
Местоположение в растении				
Ткань живая или мертвая				
Наличие устьиц и чечевичек				
Наличие и название выростов клеток				

Задание 16. Закрытый коллатеральный пучок стебля кукурузы (*Zea mays* L.).

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза кукурузы. Для этого наружную твердую часть стебля срезать, а внутреннюю (более нежную) оставить для микропрепаратов. Поперечные срезы поместить в чашку Петри с водой и выбрать лишь те, которые ровно лежат на поверхности воды. Подсушить их, затем поместить на предметное стекло и нанести 1% раствор марганцово-кислого калия. После пятиминутной выдержки и удаления краски нанести каплю соляной кислоты (10%). Кислоту смыть. Капнуть на микропрепарат аммиака, после проявления окраски (лигнин окрашивается в красный цвет), смыть аммиак и накрыть препарат покровным стеклом.

Рассмотреть на малом увеличении микроскопа срез. Отыскать наиболее различаемый разрез проводящего пучка и перевести микроскоп на большое увеличение. Непосредственно возле пучка клетки основных тканей резко переходят в мелкие толстостенные клетки, окружающие пучок слоем неодинаковой толщины. Это одревесневшая склеренхима, образующая склеренхимное влагалище пучка. Она выделяется на препарате красно-оранжевыми толстыми оболочками. Внутри влагалища видны округлые образования с толстыми оболочками – это сосуды, которые связаны между собой толстостенными мелкими клетками – трахеидами. К сосудам примыкает воздухоносная полость. Пространство между воздухоносной полостью и склеренхимным влагалищем заполнено тонкостенными не одревесневшими клетками древесинной паренхимы. Все эти элементы составляют древесинную часть пучка – ксилему. С другой стороны к трахеидам, соединяющим сосуды, примыкает флоэма (лубяная часть пучка). Она состоит из крупных и мелких клеток. Крупные клетки – ситовидные трубки, у некоторых из них видны поперечные перегородки с точками на них (ситовидные пластинки со сквозными порами). Мелкие клетки заполнены протоплазмой, иногда в них заметны ядра. Они имеют четырехугольную форму. Это клетки-спутницы.

Изучить постоянные микропрепараты «Поперечный разрез стебля кукурузы», «Продольный разрез стебля кукурузы».

Зарисовать поперечный и продольный срез стебля кукурузы и обозначить на рисунках основную паренхиму, ситовидные трубки, механическое (склеренхимное) влагалище пучков, клетки-спутницы, сосуды: а) точечный, б) кольчатый, в) лестничный, воздухоносную полость (рис. 46).

Задание 17. Биколлатеральный пучок стебля тыквы (*Cucurbita pepo* L.).

Рассмотреть постоянный микропрепарат «Поперечный разрез стебля тыквы» при малом увеличении микроскопа, найти сосудисто-волокнистый пучок. Сосудисто-волокнистые пучки расположены в основной паренхиме центрального осевого цилиндра стебля тыквы как бы в два ряда, причем пучки наружного ряда мельче внутреннего. Внутренние пучки расположены в лопастях основной паренхимы, вдающихся в центральную воздушную полость. Внутренние пучки имеют биколлатеральный тип строения, для изучения можно выбрать любой из них. Найти в пучке ксилему и флоэму. В середине пучка находится ксилема. Она окрашена в красноватые тона и выделяется наличием сосудов, стенки которых окрашены в красный цвет и имеют форму колец.

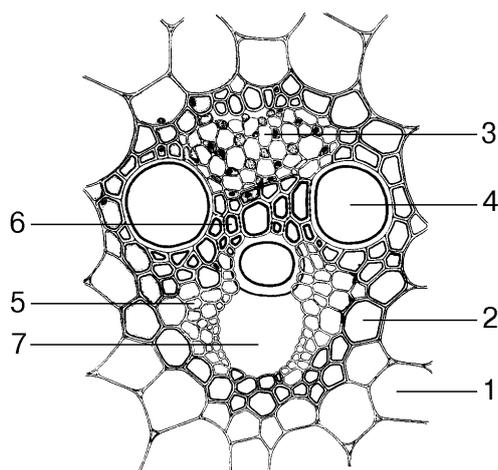


Рис. 46. *Закрытый коллатеральный сосудисто-волокнистый проводящий пучок кукурузы на поперечном разрезе*

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – основная паренхима, 2 – склеренхимная обкладка пучка, 3 – флоэма, 4 – сосуды ксилемы, 5 – древесная паренхима, 6 – древесная склеренхима, 7 – воздухоносная полость

По обе стороны от ксилемы, к центру и периферии среза располагается флоэма. Она окрашена в голубой цвет. Между наружной флоэмой и ксилемой имеется слой камбия (вторичной меристемы) (**рис. 47**). Составить топографическую схему строения биколлатерального пучка.

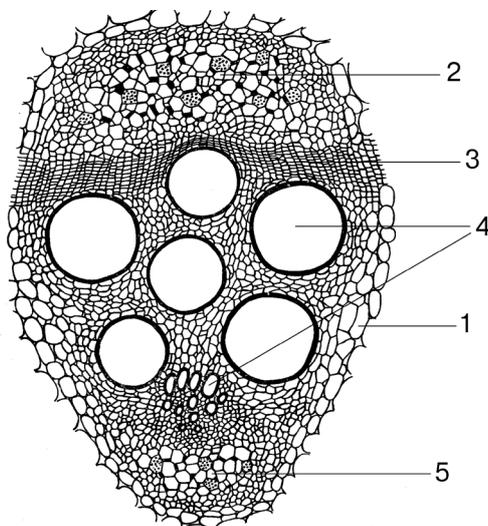


Рис. 47. *Открытый биколлатеральный сосудисто-волокнистый проводящий пучок тыквы на поперечном разрезе*

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – основная паренхима, 2 – вторичная флоэма, 3 – камбий, 4 – вторичная ксилема, 5 – первичная флоэма

Поставить в центр поля зрения ксилемную часть пучка и перевести револьвер микроскопа на большое увеличение. Рассмотреть строение флоэмы. Найти проводящие элементы флоэмы – ситовидные трубки с клетками-спутницами. Членики ситовидной

трубки сравнительно крупные, в сечении слегка многогранные или почти округлые с синими точками, мелкими кружочками или пятнышками в середине – это видны перфорации ситовидной пластинки. С одной стороны к членику ситовидной трубки при­мыкает маленькая синяя клетка трех- или четырехугольной формы. Это – клетка-спутница. Между ситовидными трубками с клетками-спутницами расположены небольшие клетки лубяной паренхимы. Толстостенных клеток во флоэме нет, следовательно, флоэма стебля тыквы состоит из ситовидных трубок, клеток-спутниц и лубяной паренхимы, а лубяные волокна в ней отсутствуют. Найти на препарате камбий. Клетки его мелкие, тонкостенные, узкие, тангентально сплюснутые, прямоугольные и расположены радиальными рядами. Радиальные ряды клеток – это производные камбия, которые впоследствии дифференцируются в элементы флоэмы и ксилемы. Во флоэме эти радиальные ряды менее заметны, так как у тыквы быстро развиваются очень крупные сосуды, кото­рые сразу же их смещают. У других растений бывают очень четко выражены радиаль­ные ряды клеток – элементов ксилемы, производных камбия.

Приготовить временный препарат поперечного среза стебля тыквы. Окрасить марганцово-кислым калием (окрашивание см. в задании 1). Изучить под микроскопом, сравнивая с постоянным микропрепаратом. Зарисовать и обозначить на рисунке все рассмотренные элементы.

Задание 18 (УИРС). Проводящий пучок стебля кирказона (*Aristolochia clematitis* L.).

Рассмотреть готовый микропрепарат поперечного среза стебля кирказона.

Сформулировать вывод о типе строения данного проводящего пучка. Для установления типа найти ксилему (по сосудам) и флоэму (по ситовидным трубкам), обратив внимание на их взаимное расположение, выяснить наличие камбия. Приготовить временный микропрепарат стебля кирказона. Сравнить его с постоянным препаратом.

Самостоятельно зарисовать и обозначить на рисунке ситовидные трубки, клетки-спутницы, камбий, сосуды, древесинную паренхиму.

Задание 19. Проводящий пучок корневища папоротника – орляка (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn ex Decken).

Рассмотреть готовый микропрепарат поперечного среза корневища папоротника – орляка. Определить тип строения данного проводящего пучка. Для этого необходимо найти ксилему и флоэму. Определить, какие элементы находятся в центре пучка и какие их окружают; наличие камбия. Обратив внимание на особое расположение основных и механических тканей на этом препарате. Отметить, что каждый пучок окружен своими эндодермой и перициклом (и является как бы самостоятельным центральным осевым цилиндром).

Зарисовать и обозначить на рисунке паренхиму стебля, эндодерму, перицикл, паренхиму, окружающую проводящий пучок, кольцо флоэмы, древесинную паренхиму, ксилему (трахеиды) (рис. 48).

Задание 20. Проводящие пучки в корневище ландыша (*Convallaria majalis* L.).

Самостоятельно приготовить и окрасить микропрепарат поперечного среза корневища ландыша. Рассмотреть при малом увеличении.

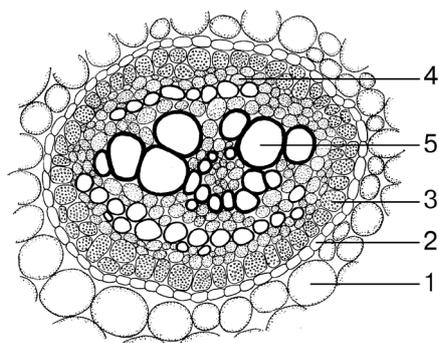


Рис. 48. *Закрытый центроксилемный сосудисто-волокнистый проводящий пучок папоротника орляка*

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – основная паренхима внутренней коры, 2 – эндодерма, 3 – перицикл, 4 – флоэма, 5 – ксилема

Определить типы проводящих пучков. Обратить внимание на расположение проводящих пучков в корневище. Сравнить с постоянным микропрепаратом. Зарисовать все типы проводящих пучков корневища ландыша и обозначить на рисунке ткани, составляющие эти пучки (рис. 49).

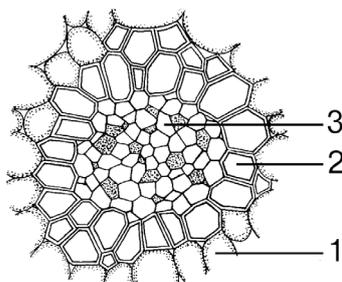


Рис. 49. *Закрытый центрофлоэмный сосудисто-волокнистый проводящий пучок корневища ландыша*

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – основная паренхима, 2 – ксилема, 3 – флоэма

Задание 21. В рабочем альбоме заполнить следующие таблицы:

«Проводящие ткани»

Признаки	Название ткани	Ситовидные трубки	Ситовидные клетки	Сосуды (Трахеи)	Трахеиды
Выполняемая функция					
Живая ткань или мертвая					
Особенности строения (форма клеток, утолщение оболочки, наличие клеток спутниц)					
Химический состав оболочки (целлюлозная или одревесневшая)					
Элементом какого проводящего комплекса является (флоэмы или ксилемы)					

«Ткани проводящих комплексов (флоэмы и ксилемы)»

Комплексы тканей	Флоэма (луб)	Ксилема (древесина)
Составляющие ткани		
Проводящие элементы (ситовидные трубки с клетками-спутницами, ситовидные клетки, сосуды, трахеиды)		
Механические элементы (склеренхима или колленхима, виды волокон)		
Элементы основных тканей (лубяная или древесинная паренхима)		

«Проводящие пучки»

Тип пучка	Открытый коллатеральный	Открытый биколлатеральный	Закрытый коллатеральный	Радиальный	Центрофлоэмный	Центроксилемный	Неполный флоэмный	Неполный ксилемный
Признаки								
Первичный или вторичный								
Наличие камбия								
Наличие, происхождение и расположение ксилемы								
Наличие, происхождение и расположение флоэмы								
Для каких растений и органов характерны								
Схематичный рисунок пучка								

Вопросы для самоконтроля

1. Как классифицируются образовательные ткани по положению в теле растения и времени появления их в процессе развития органа?
2. Назовите отличительные особенности клеток образовательной ткани.
3. Из какого меристематического слоя конуса нарастания стебля образуются: покровная ткань, первичная кора, центральный осевой цилиндр?
4. Назовите отличительные признаки первичных и вторичных образовательных тканей.
5. Какие виды устьичного аппарата Вы знаете?
6. Что называют трихомами? Какие бывают трихомы?
7. Опишите строение различных типов трихом
8. По каким признакам можно на препарате отличить трихомы от эмергенцев?
9. К какому типу трихом относятся цепкие волоски?

10. Являются ли трихомами эфиромасличные железки черной смородины?
11. Являются ли трихомами солевые волоски лебеды?
12. Приведите примеры различных типов трихом, используя данные, полученные в ходе занятия.
13. Из каких видов тканей состоит перидерма?
14. Назовите функции чечевичек.
15. Как образуется корка?
16. Какое строение имеют сосуды и трахеиды? По каким признакам можно определить сосуды и трахеиды на поперечном срезе?
17. Какое строение имеют проводящие элементы флоэмы? По каким признакам их можно определить на поперечном срезе?
18. Типы сосудисто-волокнистых пучков, их строение.

ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Вегетативными называются органы, которые поддерживают жизнь данного растения. Основными вегетативными органами следует считать – побег и корень.

Корень

Корень – это осевой вегетативный орган растения, обладающий неограниченным верхушечным ростом, положительным геотропизмом, имеющий радиальное строение (симметрию) и никогда не несущий листьев.

С учетом анатомо-морфологических особенностей образования и строения корней их подразделяют на главные, боковые и придаточные.

Главный корень вырастает из зародышевого корешка семени.

Боковые корни развиваются на главном и закладываются в перицикле, от них начинают отрастать боковые корни второго и последующих порядков.

Придаточные корни весьма разнообразны по строению и могут образовываться на стеблях, корневищах, листьях, более старых боковых и придаточных корнях. Появляются они за счет деятельности клеток различных вторичных меристем (рис. 50).

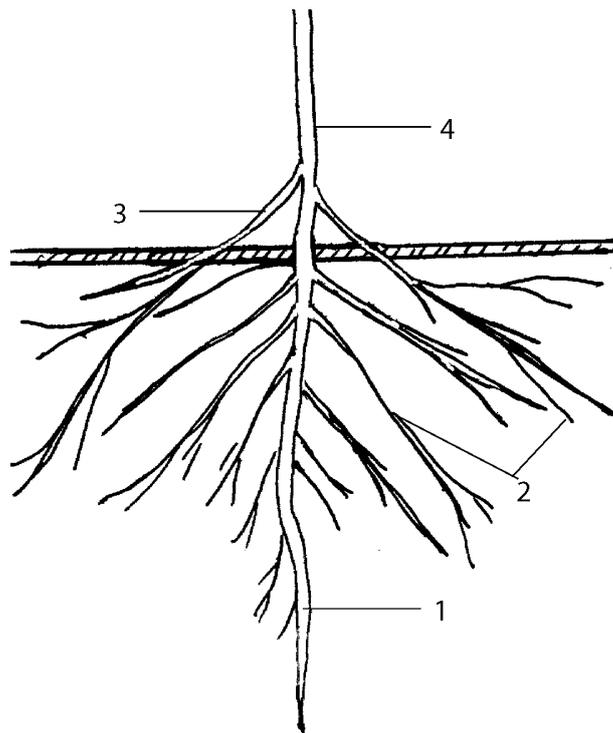


Рис. 50. Виды корней (ориг.):

1 – главный корень, 2 – боковые корни, 3 – придаточные корни, 4 – стебель

Совокупность всех корней одного растения образует **корневую систему**. По форме различают два типа корневых систем: стержневую и мочковатую. Корневую систему, имеющую хорошо развитый главный корень, который по своим размерам и росту очень заметен, и отходящие от него боковые корни, называют

стержневой. Стержневые корневые системы характерны для двудольных однолетних травянистых и многолетних растений. Корневая система, состоящая из придаточных и боковых корней, называется **мочковатой**. Такая система типична для однодольных растений. Четкое подразделение корневых систем на стержневые и мочковатые не всегда возможно. Известны и корневые системы смешанного строения, где хорошо заметен главный корень, но хорошо выражены боковые и придаточные корни (**рис. 51**).

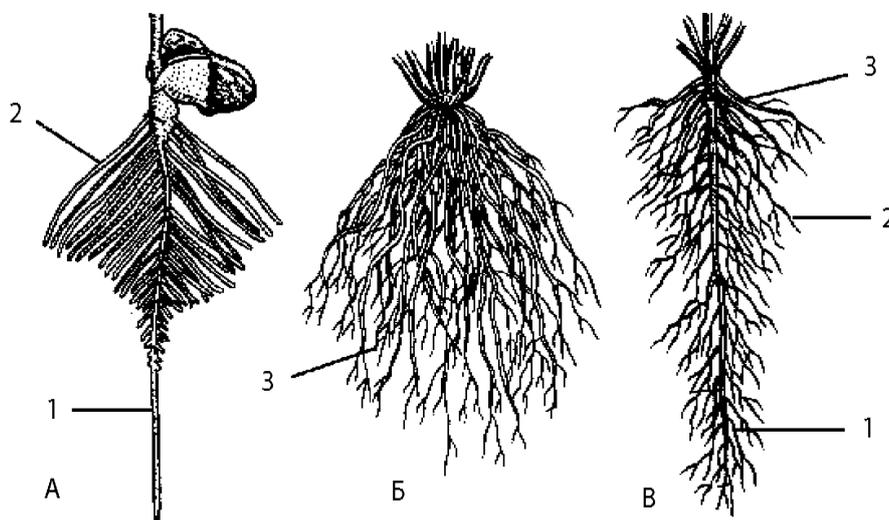


Рис. 51. Типы корневых систем (ориг.):

A – стержневая корневая система; Б – мочковатая корневая система;

В – смешанная корневая система.

1 – главный корень, 2 – боковые корни, 3 – придаточные корни

Видоизменения корня. Различают запасные, воздушные, дыхательные и опорные корни. Среди **запасных** наиболее известны корнеплоды (когда утолщается главный корень), например, у моркови, и корнеклубни (утолщаются придаточные корни), например, у георгина.

У ряда тропических растений (эпифитов) образуются **воздушные корни**. Они свисают вниз с ветвей растения-хозяина и поглощают влагу прямо из атмосферного воздуха.

Дыхательные корни развиваются на подземных боковых корнях и вырастают вертикально вверх из воды или из почвы, перенасыщенной влагой. Внутри этих корней хорошо развита аэренхима, по которой воздух поступает в подземные органы.

Опорные корни (корни-подпорки) обеспечивают устойчивость растений в зыбком грунте. Придаточные корни отрастают от стеблей вертикально вниз, обеспечивая возможность поддерживать на многих опорах огромную крону. Такие корни часто встречаются у тропических деревьев, растущих по берегам морей в зоне прилива.

Функции корня

1. Минеральное и водное питание.
2. Закрепление растения в почве.
3. Синтез органических веществ.
4. Синтез алкалоидов, фитогормонов и других активных соединений.
5. Накопление веществ.

6. Вегетативное размножение.
7. Симбиоз с бактериями.
8. Симбиоз с грибами (микориза)

На продольном срезе корня четко выражены 4 зоны:

1. Зона деления.
2. Зона растяжения.
3. Зона всасывания.
4. Зона проведения.

Первичное строение корня характерно для корней всех групп растений. У плаунов, хвощей, папоротников и однодольных растений первичная структура сохраняется в течение всей жизни. Первичным оно названо потому, что все ткани здесь возникают из слоев первичной меристемы. Соответственно этому в анатомической структуре корня первичного строения выделяют три основные части:

- 1. Покровно-всасывающая ткань (эпиблема).**
- 2. Первичная кора.**
- 3. Центральный осевой цилиндр.**

1. Эпиблема – (ризодерма) с корневыми волосками – первичная покровно-всасывающая ткань, возникает из дерматогена. В результате выпячивания наружной оболочки клеток эпилемы развиваются корневые волоски, которые увеличивают всасывающую поверхность.

2. Первичная кора возникает из перилемы. Толщина первичной коры в несколько раз превышает радиус центрального цилиндра. Первичная кора состоит из экзодермы, мезодермы и эндодермы. **Экзодерма** представляет собой несколько слоев плотно сомкнутых клеток с одревесневшими стенками. Прямо под корневыми волосками располагаются тонкостенные, неопробковевшие пропускные клетки, через которые осуществляется обмен веществ. **Мезодерма** состоит из живых клеток паренхимы. Клетки **эндодермы** тонкостенные, или с утолщенными радиальными стенками (пятна Каспари), или клетки, у которых утолщены обе радиальные стенки и внутренняя тангентальная (подковообразные утолщения, пропитанные лигнином и суберином). В последнем случае в эндодерме напротив цепочек сосудов находятся тонкостенные пропускные клетки. После отмирания эпилемы функцию покровной ткани выполняет наружный слой первичной коры – экзодерма.

3. Центральный осевой цилиндр образован из плеромы. Он состоит из перидермы (живых клеток, расположенных в один ряд) и проводящих систем радиального типа, где первичная флоэма чередуется с первичной ксилемой. Число лучей ксилемы равно числу участков флоэмы (у двудольных их от 1 до 6, у однодольных более 6). Из перидермы образуются боковые корни, поэтому его называют корнеродным слоем.

Корень вторичного строения характерен для Цветковых Двудольных и Голосеменных растений, он покрыт перидермой, образующейся из феллогена (который закладывается в наружных слоях перидермы), в результате чего первичная кора отмирает и слущивается. Под перидермой располагается коровая паренхима перидермического происхождения, которую вместе со вторичной флоэмой называют вторичной корой.

Под вторичной флоэмой расположены камбий и вторичная ксилема. Сначала прослойки камбия образуются из паренхимных клеток между первичными ксилемой и флоэмой. Они разобщены, но потом смыкаются над лучами ксилемы, сливаясь с камбием, образованным перидиклом. Камбиальные участки, возникшие из перидикла, образуют только паренхимные клетки сердцевинных лучей, остальные клетки камбия образуют проводящие элементы: флоэму и ксилему. В центре находится первичная ксилема. Особенностью вторичного строения корня является отсутствие первичной коры. Вторичная структура корня сохраняется до конца жизни растения.

Этапы перехода корня от первичного строения ко вторичному:

1. Появление камбия между участками первичных флоэмы и ксилемы.
2. Появление сердцевинного луча над первичной ксилемой.
3. Образование феллогена перидиклом.
4. Образование вторичной коры.
5. Смена радиального расположения проводящих тканей коллатеральным.

Побег

Это – орган, представляет собой надземную часть растения. Наряду с корнем побег – основной орган высшего растения. Вегетативный невидоизмененный побег состоит из стебля, листьев и почек. Стебли и листья – структурные элементы побега (часто рассматриваются как его органы). Основная функция побега – фотосинтез. Части побега могут служить также для вегетативного размножения, накопления запасных продуктов, воды.

Части побега. Участок стебля на уровне отхождения листа называют узлом, а участок стебля между двумя узлами – *междоузлием*. Над узлом в пазухе листа образуется *пазушная почка*. В случае ясно выраженных междоузлий побег называется *удлиненным*. Если же узлы сближены и междоузлия практически незаметны, то это – *укороченный побег* (плодушка, розетка).

Метамерия. Обычно побег имеет несколько узлов и междоузлий. Такое повторение отрезков побега, имеющих одноименные органы, называют метамерией. Каждый метамер типичного побега состоит из узла с листом и пазушной почкой и нижележащего междоузлия.

Стебель

Стебель – это осевой орган побега, несущий на себе листья, почки и генеративные органы. Он обладает радиальной симметрией, неограниченным ростом, увеличение в длину происходит путем верхушечного и вставочного роста.

В анатомической структуре стебля **травянистых растений** выделяют три основные части:

1. **Покровная ткань.**
2. **Первичная кора.**
3. **Центральный осевой цилиндр.**

Покровная ткань стеблей травянистых растений как правило представлена эпидермой.

Первичная кора представляет собой комплекс механических и основных тканей. У большинства травянистых растений она представлена колленхимой, расположенной сплошным кольцом или участками напротив проводящих пучков. У очень молодых стеблей колленхима может быть не выражена. За ней находятся ассимиляционная паренхима, клетки которой содержат хлоропласты и эндодерма. У некоторых эндодерма представлена крахмалоносным влагилицем, где откладывается в запас крахмал. У других мало отличается от хлорофиллоносной паренхимы. У Однодольных травянистых растений первичная кора, как правило, не имеет колленхимы, а часто слабо выражена или практически отсутствует. В последнем случае ассимилирующую функцию выполняют наружные слои основной паренхимы центрального осевого цилиндра. У Голосеменных первичная кора представлена однородной паренхимной ассимилирующей тканью, часто имеющей смоляные ходы. У Двудольных в ассимилирующей паренхиме также могут встречаться смоляные ходы (например, у подсолнечника).

Центральный осевой цилиндр представляет собой комплекс тканей, состоящий из перицикла, основной паренхимы и проводящих тканей, которые, как правило, находятся в сосудисто-волокнистых пучках.

Перицикл в процессе развития побега превращается в склеренхиму, либо (гораздо реже) в основную паренхиму, состоящую из нескольких рядов клеток, и на срезе виден как сплошное или прерывистое кольцо. Очень часто он сохраняется в виде механической ткани только в районе пучков, и в этом случае образует часть их склеренхимной обкладки.

Основная паренхима, называемая сердцевинной – главная масса клеток центрального осевого цилиндра, размер которых увеличивается по направлению к центру.

Проводящие ткани, как правило находятся в сосудисто-волокнистых пучках, представленных у однодольных растений пучками закрытого типа, у двудольных – открытого типа.

Иногда в центре стебля образуется воздушная полость.

В стеблях древесных двудольных растений различают:

- 1. Покровную ткань.**
- 2. Вторичную кору.**
- 3. Камбий.**
- 4. Древесину.**
- 5. Сердцевину.**

Покровная ткань стебля многолетнего древесного растения представлена остатками эпидермы, которая постепенно заменяется перидермой. С возрастом растение покрывается коркой, приходящей на смену перидерме.

Вторичная кора состоит из остатков первичной коры (у сравнительно молодых древесных стеблей сохраняются все ее составляющие: колленхима, ассимиляционная паренхима и эндодерма), первичной и вторичной флоэмой (или лубом). Во вторичной флоэме (лубе) у Двудольных обычно имеются лубяные волокна. У Голосеменных механические ткани в коре отсутствуют.

Камбий – граница коры и древесины. У древесных растений он закладывается в виде сплошного кольца, поэтому вторичные ксилема и флоэма имеют кольцевое строение, хотя первичное строение стеблей этих растений могло быть пучковым. В последнем случае это хорошо заметно, поскольку первичные проводящие ткани располагаются не сплошным кольцом, а участками.

Древесина состоит из ксилемы и сердцевинных лучей. Основные элементы древесины: сосуды и трахеиды, механические волокна (либриформ), древесная паренхима, паренхима сердцевинных лучей.

Древесина образуется путем деления клеток камбия. Сезонный ритм работы камбия выражается в образовании зон древесины – годовых колец. Весной образуются тонкостенные, широкопросветные сосуды и трахеиды, летом и осенью – толстостенные узкопросветные. В древесине Голосеменных имеются только трахеиды, механические и основные ткани (за исключением сердцевинных лучей) отсутствуют.

Серцевинные лучи остаются живыми в течение очень долгого времени. Они осуществляют радиальный транспорт веществ. Их делят на первичные и вторичные. **Первичные** лучи закладываются за счет деятельности прокамбия, и после образования камбия растут за его счет. **Вторичные** закладываются камбием, и могут закладываться на протяжении всей жизни растения. Поэтому основным отличием первичных и вторичных лучей будет то, что первые пронизывают все проводящие ткани стебля по радиусу (и первичные и вторичные флоэму и ксилему), а вторые – только вторичные. Часть сердцевинного луча, пронизывающего флоэму (луб), называется лубяным лучом, ксилему (древесину) – древесинным лучом.

Серцевина представлена паренхимными клетками. В центре сердцевины – крупные, часто мертвые клетки, в периферической ее части – мелкие живые клетки. Это перимедулярная зона сердцевины. С возрастом (особенно у ядровых пород) сердцевина может накапливать различные вещества и отмирать.

Лист

Лист – это боковой орган побега, основными функциями которого являются фотосинтез, газообмен и транспирация. Кроме этих функций лист также может выполнять функции запасаания воды и питательных веществ, прикрепления, поглощения воды и питательных веществ, выделения, защиты, привлечения насекомых-опылителей и т.д.

Будучи боковыми органами листья, как правило, имеют более или менее плоскую форму и дорсовентральное строение. У семенных растений они имеют ограниченный рост и всегда находятся на оси побега – стебле.

Лист выполняет функции фотосинтеза, транспирации и газообмена. Лист состоит из листовой пластинки (или нескольких пластинок у сложных листьев), черешка (с помощью которого прикрепляется к стеблю), основания (самая нижняя часть листа сочлененная со стеблем). Часто при основании листа заметны прилистники (боковые парные выросты, служащие для защиты молодого листа и пазушной почки) (рис. 52).

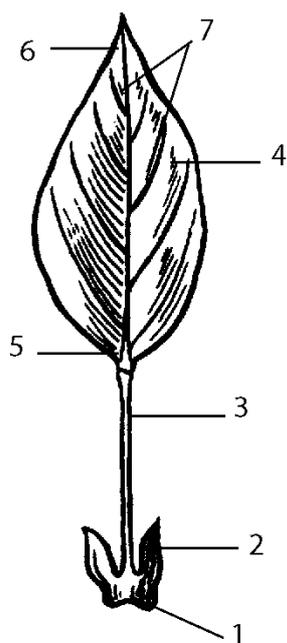


Рис. 52. Строение листа (ориг.):

1 – основание листа, 2 – прилистники, 3 – черешок, 4 – листовая пластинка, 5 – основание листовой пластинки, 6 – верхушка листовой пластинки, 7 – жилки листа

Листья с черешками называются **черешковыми** (у яблони). Листья без черешков называются **сидячими** (у льна). У злаковых и зонтичных растений основание листа разрастается и охватывает стебель, образуя **влагалище** (влагалищный лист). При срастании прилистников может образовываться воронковидная или трубчатая морфологическая структура – **раструб** (семейство гречишные). Он окружает стебель не так плотно, как влагалище (рис. 53).

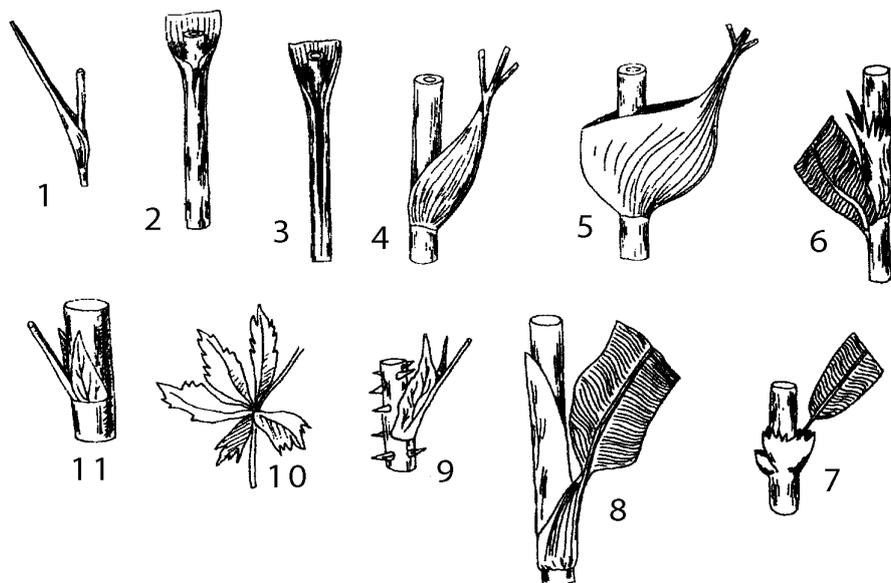


Рис. 53. Некоторые формы прилистников, листовых влагалищ и раструбов (ориг.):

1–5 – листовые влагалища: 1 – узкое, 2 – закрытое, 3 – открытое, 4 – вздутое, 5 – чашевидное;
6–8 – раструбы: 6 – продолговато-изорванный, 7 – укороченный зубчатый, 8 – продолговатый;
9–11 – прилистники: 9 – боковые, присосишие к черешку, 10 – свободные листовидные,
11 – свободные боковые

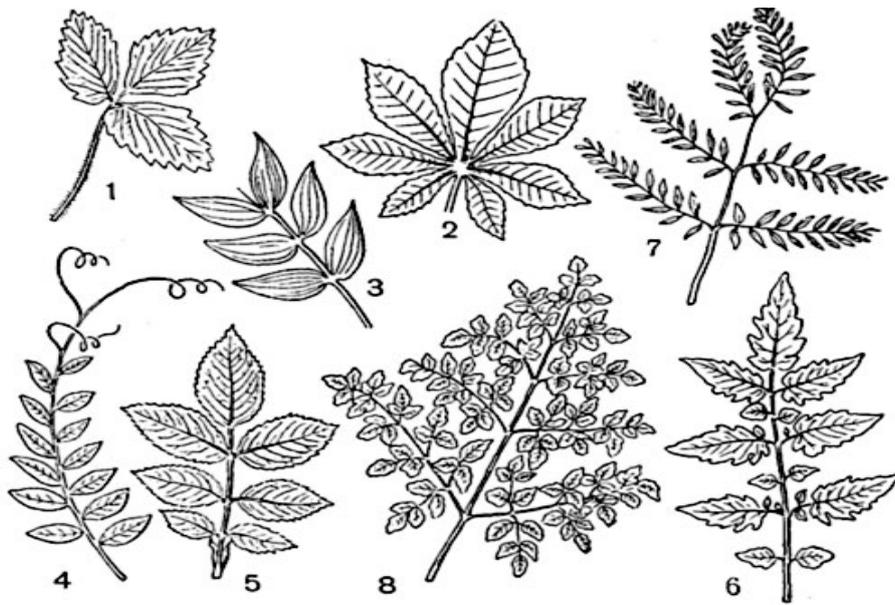


Рис. 54. Сложные листья

(Приводится по: Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А., Мейер К.И., Раздорский В.Ф., Уранов А.А. Ботаника (в двух томах). Том 1. Анатомия и морфология.

Для педагогических институтов и университетов. М.: Просвещение, 1966):

1 – тройчатосложный; 2 – пальчатосложный; 3 и 4 – парноперистосложный;

5 – непарноперистосложный; 6 – простой прерывисто-перисторассеченный;

7 – дважды перистосложный; 8 – трижды перистосложный

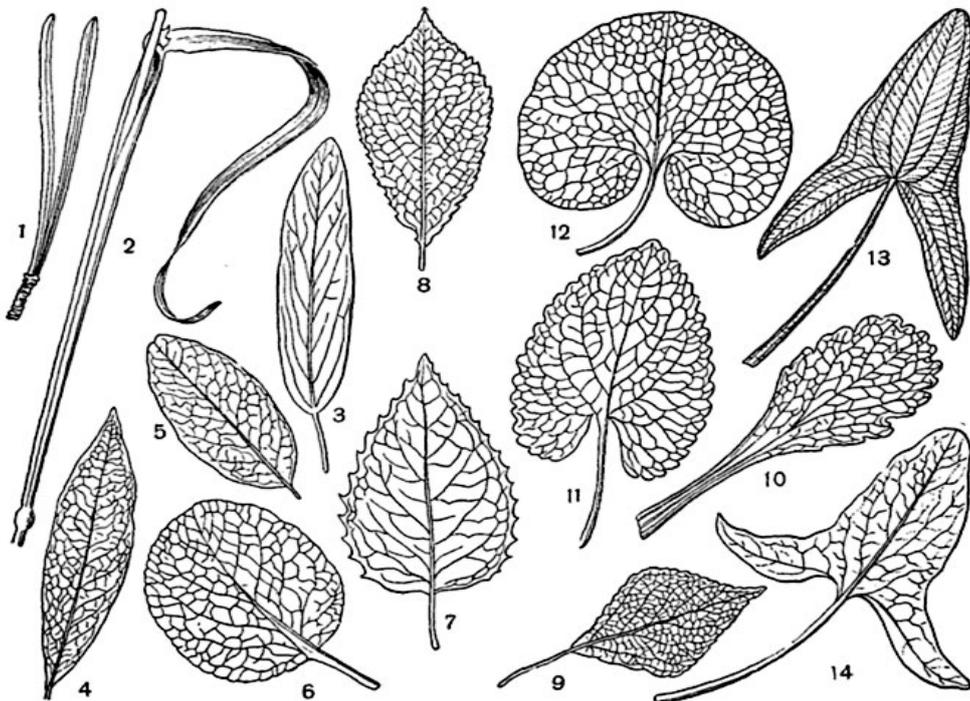


Рис. 55. Различные очертания листовой пластинки

(Приводится по: Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А., Мейер К.И., Раздорский В.Ф., Уранов А.А. Ботаника (в двух томах). Том 1. Анатомия и морфология.

Для педагогических институтов и университетов. М.: Просвещение, 1966):

1 – игольчатый; 2 – линейный; 3 – продолговатый; 4 – ланцетный; 5 – овальный;

6 – округлый; 7 – яйцевидный; 8 – обратно-яйцевидный; 9 – ромбический; 10 – лопатчатый;

11 – сердцевидно-яйцевидный; 12 – почковидный; 13 – стреловидный; 14 – копьевидный лист

Листья бывают простые и сложные. Простыми называются листья, имеющие одну листовую пластинку, а у сложного на одном черешке и его продолжении (рахице) находятся несколько листовых пластинок, которые называются листочками. Простые могут быть с цельной листовой пластинкой и с расчлененной. Среди сложных различают тройчатые, парноперистосложные, непарноперистосложные, пальчатосложные (рис. 54).

По форме листовой пластинки различают листья округлые, овальные, ланцетные, сердцевидные, пальчатолопастные, перисторассеченные и т.д. (рис. 55).

Кроме формы листовой пластинки, при классификации листьев важны также форма верхушки и форма основания листовой пластинки (рис. 56).

Форма края листовой пластинки может быть: цельнокрайная, городчатая, зубчатая, пильчатая, выемчатая (рис. 56).

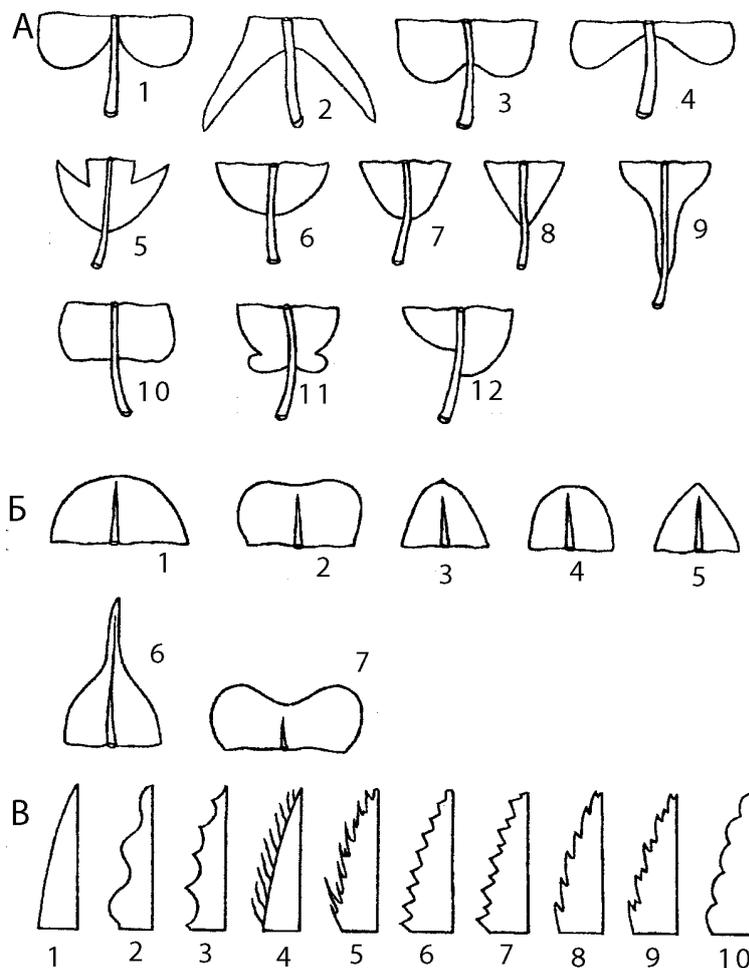


Рис. 56. Различные формы основания, верхушки и края листовой пластинки (ориг.):
 А – основание листовой пластинки: 1 – сердцевидное, 2 – стреловидное, 3 – выемчатое, 4 – почковидное, 5 – копьевидное, 6 – округлое, 7 – округло-клиновидное, 8 – клиновидное, 9 – оттянутое, 10 – усеченное, 11 – ушковидное, 12 – неравнобокое.
 Б – верхушка листовой пластинки: 1 – округлая, 2 – усеченная, 3 – округло-заостренная, 4 – тупоконечная, 5 – заостренная, 6 – оттянутая, 7 – выемчатая.
 В – край листовой пластинки: 1 – цельнокрайный, 2 – волнистый, 3 – выемчатый, 4 – реснитчатый, 5 – шиповатый, 6 – зубчатый, 7 – двоякозубчатый, 8 – пильчатый, 9 – двоякопильчатый, 10 – городчатый

По способу разветвления жилок различают следующие типы *жилкования листьев*:

– *дихотомическое*, когда жилка у основания листа разветвляется на две, которые в свою очередь, тоже ветвятся (гинкго);

– *параллельное*, когда жилки проходят вдоль длинной пластинки листа параллельно друг другу (злаки);

– *дугообразное*, когда жилки от основания пластинки расходятся дуговидным пучком и снова соединяются в верхушке листа (ландыш);

– *пальчатое*, когда несколько одинаковых жилок исходят из черешка у основания пластинки и проходят вдоль лопастей листа, разветвляясь (клен);

– *перистое*, когда посередине листовой пластинки проходит хорошо выраженная главная жилка и от нее в стороны идут ответвления, в свою очередь, ветвящиеся и часто образующие целую сеть тончайших жилок (шалфей) (рис. 57).

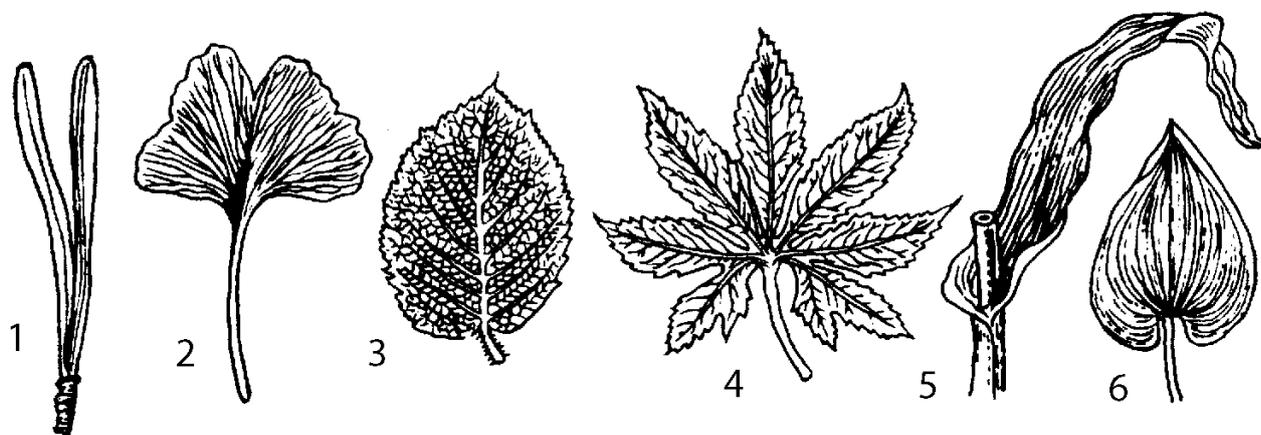


Рис. 57. Жилкование листьев

(Приводится по: *Сельскохозяйственный энциклопедический словарь /*

Гл. ред. В.К. Месяц. – М.: Сов. энциклопедия, 1989):

1 – простое, 2 – дихотомическое, 3 – перистосетчатое, 4 – пальчатосетчатое,

5 – параллельное, 6 – дуговое

Видоизменения листьев:

Колючки – приспособление к уменьшению площади испарения и своего рода защита от поедания насекомыми (кактус, барбарис).

Сочные чешуи луковиц, запасают питательные вещества, а кроющиеся чешуи почек защищают зачаток побега.

Ловчие аппараты, приспособление, связанное с особенностями питания (у насекомоядных растений).

Усики прикрепляют лазящий стебель к опоре (горох, чина).

Анатомическое строение листа. Основную массу листа составляет мезофилл, заключенный между верхней и нижней эпидермой. Мезофилл у дорзовентральных листьев слагается из двух морфологически и физиологически отличных паренхим: палисадной (столбчатой) и губчатой. Существует также складчатая паренхима

из клеток которой состоит мезофилл хвои. В мезофилле размещаются закрытые коллатеральные проводящие пучки, механические ткани – склереиды, лубяные и склеренхимные волокна, колленхима, вместилища выделений, водоносные клетки и др.

У некоторых растений под эпидермой образуется слой клеток – *гиподерма* усиливающий прочность листа. Часто стенки гиподермы утолщаются и выполняют механическую функцию, у растений засушливых мест обитания защищают от излишнего испарения.

С обеих сторон листовая пластинка покрыта *эпидермой*. Эпидерма защищает лист от высыхания, механических воздействий, от проникновения микроорганизмов внутрь его. В основном эпидерма листа однослойна. Клетки живые, плотно сомкнуты между собой и сверху покрыты слоем *кутикулы*. На нижней эпидерме у сухопутных растений располагается основная масса *устьиц*, под которыми имеются воздухоносные полости.

Тематический блок: ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ

Цель: Научиться определять морфологические особенности вегетативных органов растений. Познакомиться с анатомическим строением вегетативных органов растений, научиться определять расположение в органах различных тканей и их особенности. Приобрести навык определения вегетативных органов растений по их анатомическому строению. Научиться выполнять анатомические рисунки, отражающие строение вегетативных органов.

Вопросы исходного уровня

1. Какое значение имеет корень в жизни растения?
2. Какие типы корней вы знаете? Какие типы корневых систем вы знаете?
3. Деятельностью какой меристемы осуществляется рост корня в длину и где она расположена?
4. Какие слои первичной меристемы выделяют в конусе нарастания корня, и какие части корня из них образуются?
5. Что такое побег. Из каких органов он состоит?
6. Какие ткани входят в состав первичной коры стебля, и каковы их особенности?
7. Какие ткани входят в состав центрального осевого цилиндра стебля?
8. Какие типы проводящих пучков встречаются в стеблях однодольных и двудольных растений?
9. Что такое луб? Какие ткани входят в состав луба? В каких органах он встречается?
10. Что такое древесина? Какие ткани входят в состав древесины? В каких органах она встречается?
11. К какой группе тканей относится камбий, и какова его функция?
12. Что такое лист? Какие части листа Вы знаете?

13. Какие типы ассимилирующих тканей встречаются в листьях?

14. Чем отличаются по строению изолатеральный, дорзовентральный и радиальный листья?

15. Какие типы проводящих пучков встречаются в листьях? Как они располагаются?

Материал: Корень ириса, тыквы (зафиксированные в спирте или живые), стебли тыквы, кукурузы, кирказона, подсолнечника корневища ландыша, многолетние ветки липы, сосны (фиксированные в спирте или свежие), свежие листья разных растений. Гербарии корневых систем, гербарии листьев.

Постоянные микропрепараты: «Многолетний корень липы»; «Корень тыквы»; «Корень ириса», «Корень моркови», «Корень петрушки», «Корень редьки», «Корень свеклы», «Поперечный разрез стебля тыквы», «Поперечный разрез стебля кукурузы», «Поперечный разрез стебля кирказона», «Поперечный разрез стебля купены», «Поперечный разрез стебля клевера», «Поперечный разрез корневища ландыша», «Ветка липы – поперечный разрез», «Ветка липы – продольный разрез», «Ветка сосны – поперечный разрез», «Ветка сосны – радиальный разрез», «Древесина сосны – тангентальный разрез», «Поперечный разрез хвои сосны», «Поперечный разрез листа камелии», «Поперечный разрез листа ириса».

Реактивы: хлор-цинк-йод, флороглюцин (вытяжка из коры вишни) и концентрированная HCl или 1% раствор марганцово-кислого калия, аммиак, 10% раствор соляной кислоты.

Оборудование: микроскопы, лупы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, лезвия, пипетки, марля, кусочки фильтровальной бумаги, чашки Петри, стаканы химические на 100 мл.

Методика выполнения работы.

Задание 1. Типы корневых систем и метаморфозов корней.

Рассмотреть гербарий корневых систем и метаморфозов корней. Повторить особенности строения метаморфизированных корней. Разобрать на примере гербария, как правильно определить видоизмененный корень и отличить его от аналогичных органов.

Пользуясь учебником, таблицами и гербарием сделать описание основных видоизменений, отмечая выполняемую функцию видоизмененных корней. Зарисовать основные типы корневых систем. На рисунке обозначить главный, боковые и придаточные корни.

Задание 2. Первичное строение корня однодольных растений на примере корня ириса (*Iris germanica* L.).

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза корня ириса. Для этого лучше брать корни, сохранившие корневые волоски. Приготовленные поперечные срезы и провести реакцию на одревесневшие элементы. Приготовить временный микропрепарат и рассмотреть его под микроскопом.

При малом увеличении микроскопа. Установить границы между:

- 1) однослойной первичной покровной тканью эпиблемой с корневыми волосками,
- 2) мощной первичной корой,
- 3) небольшим центральным цилиндром.

Самый поверхностный слой клеток – эпиблема с корневыми волосками. Эти клетки всасывают почвенную воду с растворенными в ней минеральными веществами. Под эпиблемой находится окрашенная в красный цвет (из-за одревесневших клеточных стенок) экзодерма.

Мезодерма первичной коры состоит из мелких клеток, которые сначала увеличиваются, а затем ближе к центру становятся снова мелкими. Внутренняя граница первичной коры – эндодерма. Она состоит из клеток, у которых утолщены радиальные и внутренние клеточные стенки (клетки Каспари). Этот слой окрашен в красный цвет.

При малом увеличении детали строения центрального цилиндра рассмотреть трудно. Однако, среди мелких клеток можно различить крупные сосуды древесины, к которым примыкают по несколько мелких клеток, уменьшающихся по направлению к эндодерме. Эти группы клеток (крупных и мелких) образуют радиальные лучи – пучки ксилемы красного цвета. Флоэма расположена между этими лучами.

При большом увеличении хорошо видна структура эндодермы. В ней кроме обычных клеток с утолщенными внутренними и радиальными стенками встречаются тонкостенные пропускные клетки, которые являются связующим звеном между живыми клетками мезодермы и клетками центрального цилиндра. По ним проходит вода и растворенные в ней питательные вещества из корневых волосков через первичную кору внутрь центрального цилиндра. Пропускные клетки расположены в соответствии с лучами ксилемы.

Под эндодермой расположен слой мелких живых клеток – перицикл. Этот слой паренхимных клеток имеет двоякое значение:

- а) при переходе ко вторичному строению он превращается в камбий,
- б) способствует активному поступлению воды в сосуды древесины и образованию корневого давления.

Во флоэме легко различить ситовидные трубки с клетками-спутницами.

Изучить постоянный препарат «Поперечный срез корня ириса» и сопоставить его с временным препаратом, изготовленным самостоятельно.

Зарисовать поперечный срез корня ириса и обозначить на рисунке все рассмотренные элементы (**рис. 58**).

Задание 3. Вторичное строение корня травянистых двудольных растений на примере корня тыквы (*Cucurbita pepo* L.).

Изучить постоянный препарат «Поперечный срез корня тыквы» под малым увеличением микроскопа. Снаружи корень покрыт перидермой, с которой граничит коровая паренхима, в которой скапливаются запасные вещества. К коровой паренхиме примыкает флоэма. Под участком флоэмы располагается полоска камбия. Ближе к центру видны четыре крупных расположенных крестообразно участка вторичной ксилемы с широко-просветными сосудами.

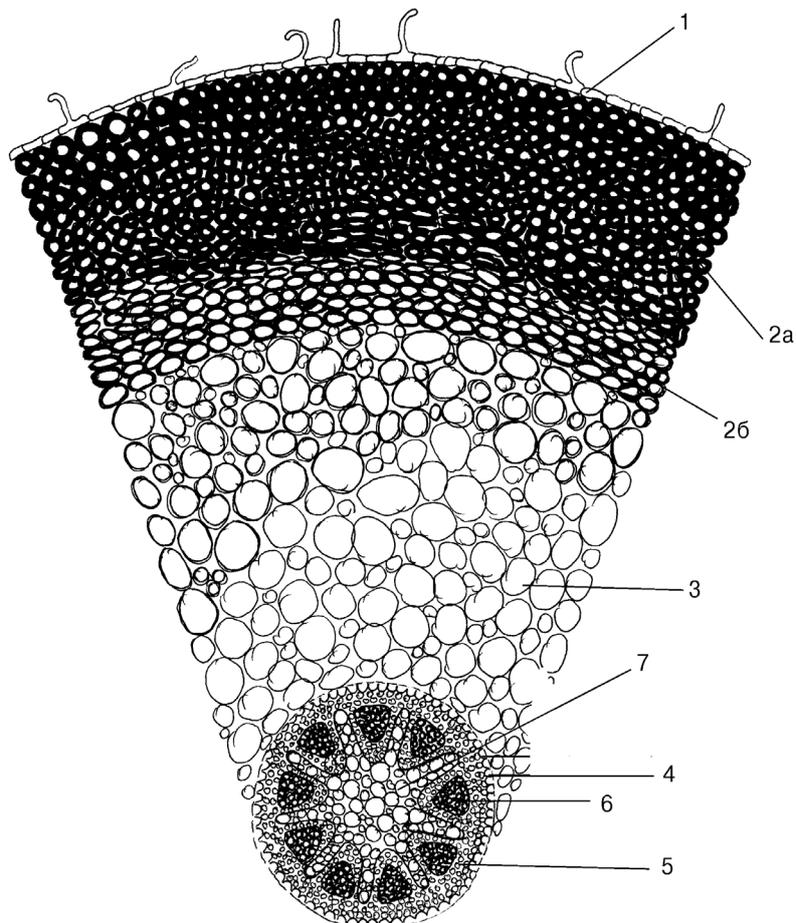


Рис. 58. Строение корня ириса на поперечном разрезе (ориг.):
 1 – эпиблема с трихобластами, 2 – экзодерма (а – наружные слои, б – внутренние слои),
 3 – мезодерма, 4 – эндодерма, 5 – перицикл, 6 – флоэма, 7 – ксилема

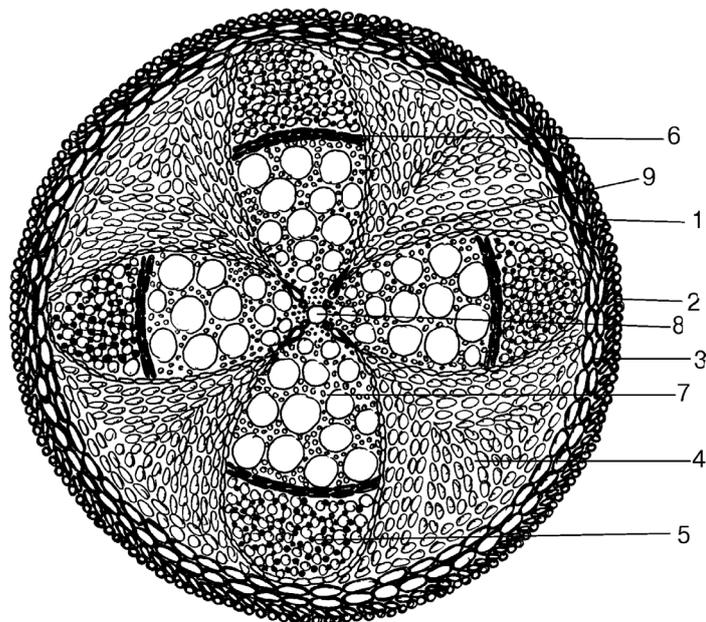


Рис. 59. Строение корня тыквы на поперечном разрезе (ориг.):
 1 – феллема (пробка), 2 – феллоген, 3 – феллодерма,
 4 – коровая паренхима перициклического происхождения, 5 – флоэма, 6 – камбий,
 7 – вторичная ксилема, 8 – первичная ксилема, 9 – первичный сердцевинный луч

Эти участки разделяют клинообразно расширяющиеся от центра к периферии участки живой тонкостенной паренхимы – сердцевинные лучи. В самом центре среза при большом увеличении виден остаток радиального проводящего пучка – остатки первичной ксилемы. Всегда можно подсчитать число первичных лучей ксилемы. Этому числу соответствует и число первичных сердцевинных лучей.

Приготовить временный препарат поперечного среза корня тыквы. Изучить приготовленный препарат и сравнить его с постоянным.

Зарисовать поперечный срез корня тыквы и обозначить на рисунке все рассмотренные элементы (рис. 59).

Задание 4. Вторичное строение корня древесного двудольного растения на примере корня липы (*Tilia cordata* Mill.).

Изучить постоянный препарат «Многолетний корень липы». Невооруженным глазом на поперечном срезе корня липы видны его основные части: покровная ткань, кора и древесина.

При малом увеличении удобнее изучать препарат с центра. В центре корня расположены мелкие клетки, которые увеличиваются к середине среза – это первичная древесина в виде звезды. Флоэма, которая находилась между лучами ксилемы в первый год жизни, оттеснена к периферии корня вторичной ксилемой и вторичной флоэмой. От первичной древесины во все стороны расходятся первичные сердцевинные лучи. На различных расстояниях от центра начинаются новые сердцевинные лучи – вторичные, откладываемые камбием. Между сердцевинными лучами расположена вторичная древесина, образованная кольцом камбия. Она состоит из мелких и крупных клеток. Мелкие клетки – это клетки паренхимы и трахеиды. Крупные клетки – это сосуды. Кольца мелких клеток чередуются с кольцами сосудов, образуя годичное кольцо. Крупные элементы образуются весной, когда в растении ограничено количество запасов питательных веществ, а воды много. Позднее, с распусканием почек и развитием листьев, связанном с уменьшением воды, элементы становятся мелкими, пока не прекратится сезонная деятельность камбия и растение не перейдет в период покоя.

К периферии от древесины сплошным кольцом расположены клетки камбия, которые вытянуты параллельно поверхности корня.

Снаружи от камбия расположена вторичная кора. Здесь видны группы клеток, в совокупности составляющие треугольники, обращенные вершинами к камбию. Вершины этих треугольников сообщаются с древесинными сердцевинными лучами – это коровая часть первичных сердцевинных лучей. Между коровыми участками сердцевинных лучей есть треугольники, обращенные основанием к камбию. Это лубяные участки коры. Если они состоят из ситовидных клеток и лубяной паренхимы, то это тонкостенный луб, из лубяных волокон – толстостенный луб. Кнаружи элементы луба и элементы сердцевинных лучей сдавлены, имеют неопределенную форму. Деформация ситовидных трубок обуславливается деятельностью камбия, образующего новые элементы древесины и вторичной коры, сжимающие наружные части.

Покровной тканью корня является перидерма, состоящая из феллодермы, феллогена, феллемы. Опробковевшие клетки феллемы сильно сплюснуты параллельно поверхности корня. Характерной особенностью вторичного строения корня является отсутствие первичной коры.

Зарисовать Поперечный срез корня липы и обозначить на рисунке все рассмотренные элементы (рис. 60).

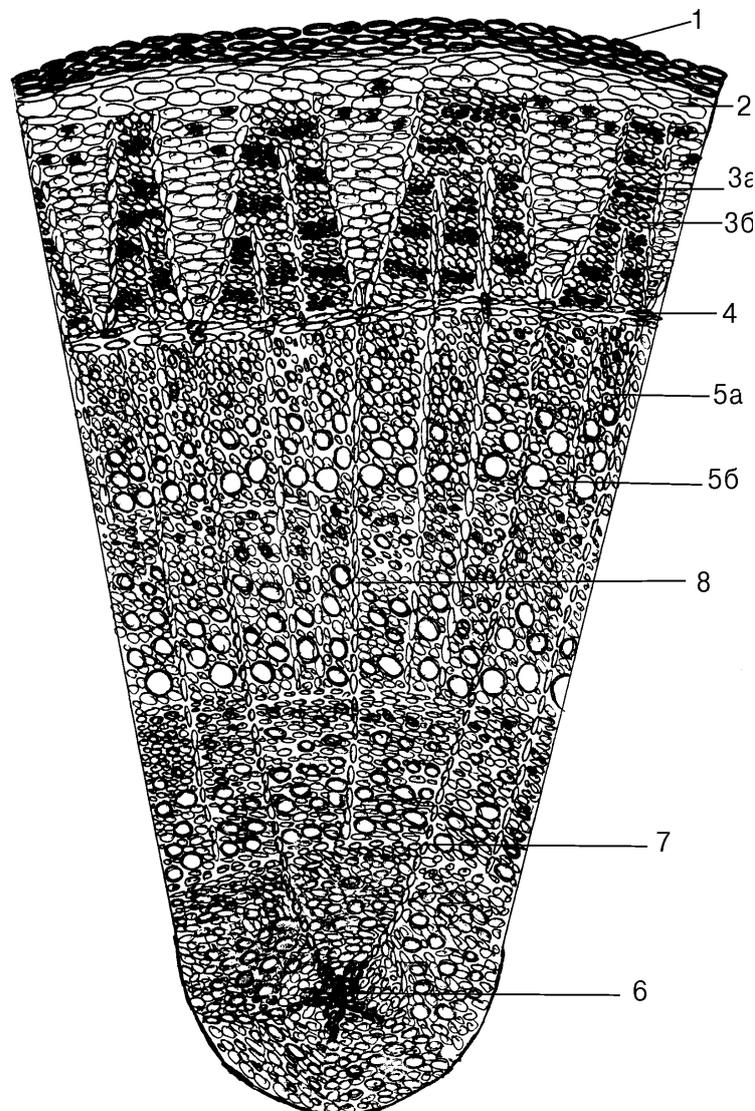


Рис. 60. Строение многолетнего корня липы на поперечном разрезе (ориг.):

- 1 – перидерма, 2 – коровая паренхима перициклического происхождения,
- 3 – флоэма (3а – твердый луб, 3б – мягкий луб), 4 – камбий,
- 5 – вторичная ксилема (5а – летне-осенняя, 5б – весенняя), 6 – первичная ксилема,
- 7 – первичный сердцевинный луч, 8 – вторичный сердцевинный луч,
- 9 – идиобласты с кристаллами оксалата кальция

Задание 5 (УИРС). Строение видоизмененных корней (корнеплодов).

Рассмотреть постоянные микропрепараты корней моркови (*Daucus carota* L.), петрушки (*Petroselinum crispum* (Mill.) Nyman ex A.W.Hill), свеклы (*Beta vulgaris* L.) и редьки (*Raphanus sativus* L.). Обратите внимание на то, что для всех этих корней характерно сильное развитие запасующей паренхимы. Отметить, что основное

отличие этих корней друг от друга заключается в местоположении запасующей ткани. У моркови и петрушки – во вторичной флоэме, у редьки – во вторичной древесине, у свеклы – из перицикла развиваются дополнительные кольца камбия, которые вместе с проводящими пучками откладывают запасующую паренхиму (**рис. 61**).

Схематично зарисовать с микропрепаратов строение корней всех этих растений и обозначить все ткани. Особое внимание на рисунках уделить расположению запасующей паренхимы.

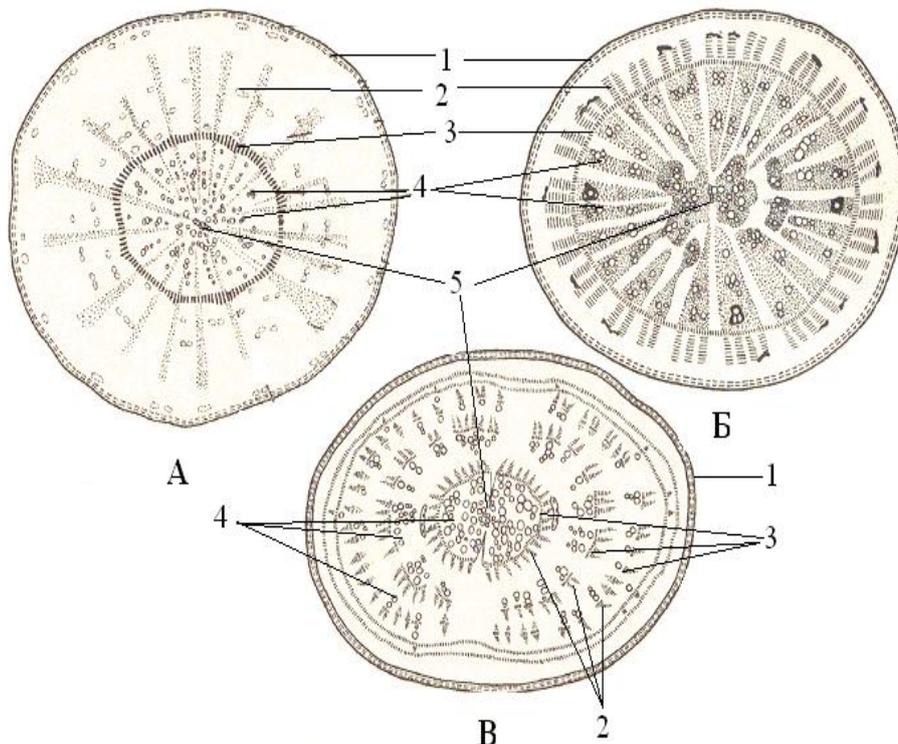


Рис. 61. Поперечные срезы корнеплодов с различным типом заложения камбия и отложением запасных веществ

(Приводится по: Собчак Р.О., Куриленко Т.К. Малый практикум по анатомии растений. Горно-Алтайск, 2006 [Электронный ресурс]: <http://e-lib.gasu.ru/eposobia/papina/malprak1>):
 А – монокамбиальный флоэмный (морковь); Б – монокамбиальный ксилемный (редька);
 В – поликамбиальный (свекла).

1 – перидерма, 2 – вторичная флоэма, 3 – камбий, 4 – вторичная ксилема, 5 – первичная ксилема

Задание 6. Строение стебля травянистого однодольного растения – кукурузы (*Zea mays* L.).

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза междоузлия кукурузы. Провести реакцию на одревесневшие элементы. Рассмотреть срез при малом увеличении микроскопа. Найти и рассмотреть следующие ткани: а) эпидермис (ряд клеток с поверхности микропрепарата); б) механическое кольцо (кольцо склеренхимы), следующее за эпидермисом и состоящее из нескольких рядов клеток; в) основную паренхиму (главную массу клеток, размер которых увеличивается по направлению к центру), г) закрытые проводящие пучки (**рис. 62**).

Рассмотреть постоянный микропрепарат «Поперечный срез стебля кукурузы». Сравнить его с временным.

Зарисовать поперечный срез стебля кукурузы и обозначить на рисунке эпидерму, склеренхиму, основную паренхиму, сосудисто-волокнистый пучок закрытого типа.

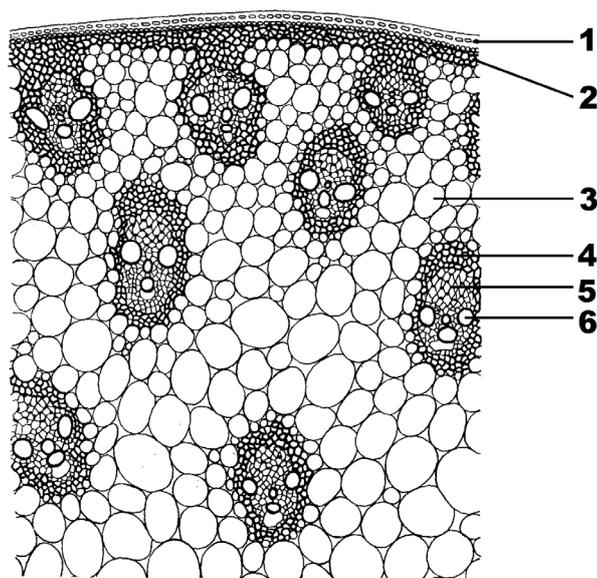


Рис. 62. Строение стебля кукурузы на поперечном разрезе
 (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений,
 под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
 1 – эпидерма, 2 – перициклическая склеренхима, 3 – основная паренхима центрального
 осевого цилиндра, 4–5 – закрытый коллатеральный проводящий пучок
 (4 – склеренхимная обкладка пучка, 5 – флоэма), 6 – ксилема

Задание 7. Строение стебля травянистого двудольного растения – тыквы (*Cucurbita pepo* L.)

Приготовить поперечные срезы стебля тыквы. Приготовленные поперечные срезы стебля тыквы (2 шт.) поместить на предметное стекло, обсушить фильтровальной бумагой и провести цветные реакции. Один срез обработать флороглюцином с концентрированной соляной кислотой для выявления одревесневших тканей, состоящих из клеток с одревесневшими клеточными стенками, которые окрасятся в малиново-красный цвет. Другой срез обработать хлор-цинк-йодом. При действии этого красителя живые ткани, состоящие из клеток с целлюлозными клеточными стенками и крахмальными зёрнами (в запасующих тканях) окрасятся в фиолетовый цвет. Препараты накрыть покровными стеклами.

Рассмотреть срез, обработанный флороглюцином и концентрированной соляной кислотой, при малом увеличении микроскопа. Изучение препарата лучше начинать с эпидермы. Найти следующие ткани: а) эпидерму с волосками (трихомами), б) колленхиму, в) эндодерму. Эти ткани составляют первичную кору.

Граница первичной коры и центрального осевого цилиндра – склеренхима перициклического происхождения (слой клеток, окрашенный в малиново-красный цвет). Изучить центральный осевой цилиндр, который кроме склеренхимы перициклического происхождения имеет запасующую паренхиму. Среди паренхимных клеток располагаются биколлатеральные проводящие пучки (сосуды в них окрашены в малиново-красный цвет). В центре среза – воздушная полость.

Под большим увеличением рассмотреть детали структуры клеток склеренхимы перциклического происхождения. Клетки ее характеризуются утолщенными, плотными стенками. Утолщение равномерное. Поры простые. Клетки расположены плотно, межклетники не выражены. Живое содержимое их отмирает.

На препарате, окрашенном хлор-цинк-йодом, хорошо видны неодревесневшие ткани среза, окрашенные в фиолетовый цвет. Под слоем эпидермы видны клетки уголкового колленхима. Под колленхимой расположены клетки округлой формы с межклетниками – это ассимиляционная. Далее располагаются клетки эндодермы. Это слой клеток с тонкими стенками, в котором откладываются крахмальные зерна, поэтому его называют крахмалоносным влагалищем.

В центральном осевом цилиндре видны тонкостенные округлые крупные клетки с большими межклетниками – это запасаящая паренхима.

Изучить постоянный микропрепарат «Поперечный срез стебля тыквы». Сравнить его с временными препаратами.

Схематично зарисовать сектор поперечного среза стебля тыквы и обозначить на рисунке покровную ткань; первичную кору: уголковую колленхиму, ассимиляционную паренхиму, эндодерму; центральный осевой цилиндр: склеренхиму перциклического происхождения, запасаящую паренхиму, проводящий пучок; воздушную полость (рис. 63).

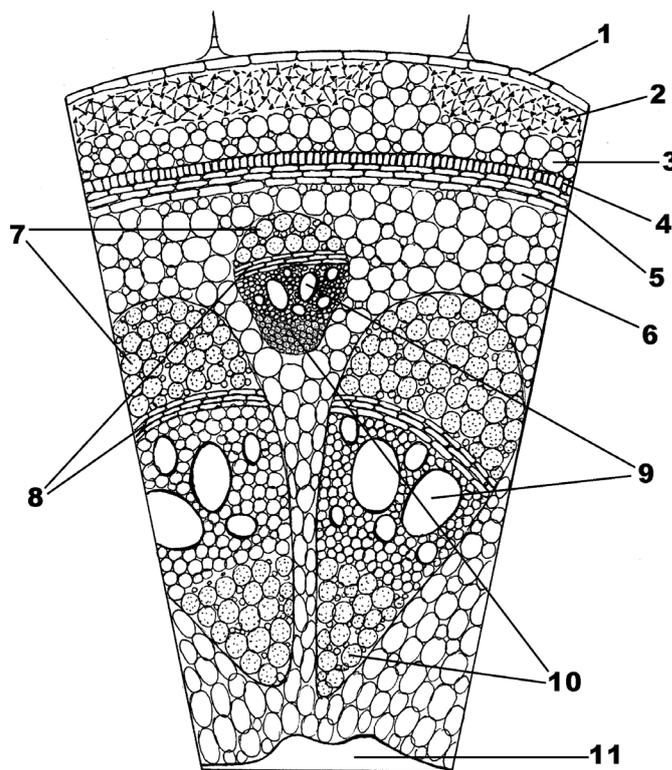


Рис. 63. Строение стебля тыквы на поперечном разрезе (Ориг.):

- 1 – эпидерма с кроющими трихомами, 2 – уголковая колленхима, 3 – ассимилирующая паренхима, 4 – эндодерма, 5 – склеренхима перциклического происхождения, 6 – основная паренхима центрального осевого цилиндра, 7 – вторичная флоэма, 8 – камбий, 9 – вторичная ксилема, 10 – первичная флоэма (7–10 – биколлатеральный проводящий пучок), 11 – воздушная полость

Задание 8 (УИРС). Строение стебля кирказона (*Aristolochia clematitis* L.).

Самостоятельно приготовить и окрасить микропрепарат поперечного среза стебля кирказона. Рассмотреть его под малым увеличением. Найти первичную кору. Из каких тканей она состоит? Найти перицикл. Отметить особенности его строения. Определить тип проводящих пучков. По совокупности анатомических признаков определить к двудольным или однодольным растениям относится кирказон. Сравнить временный микропрепарат с постоянным.

Схематично зарисовать строение стебля кирказона и обозначить на рисунке все ткани (рис. 64).

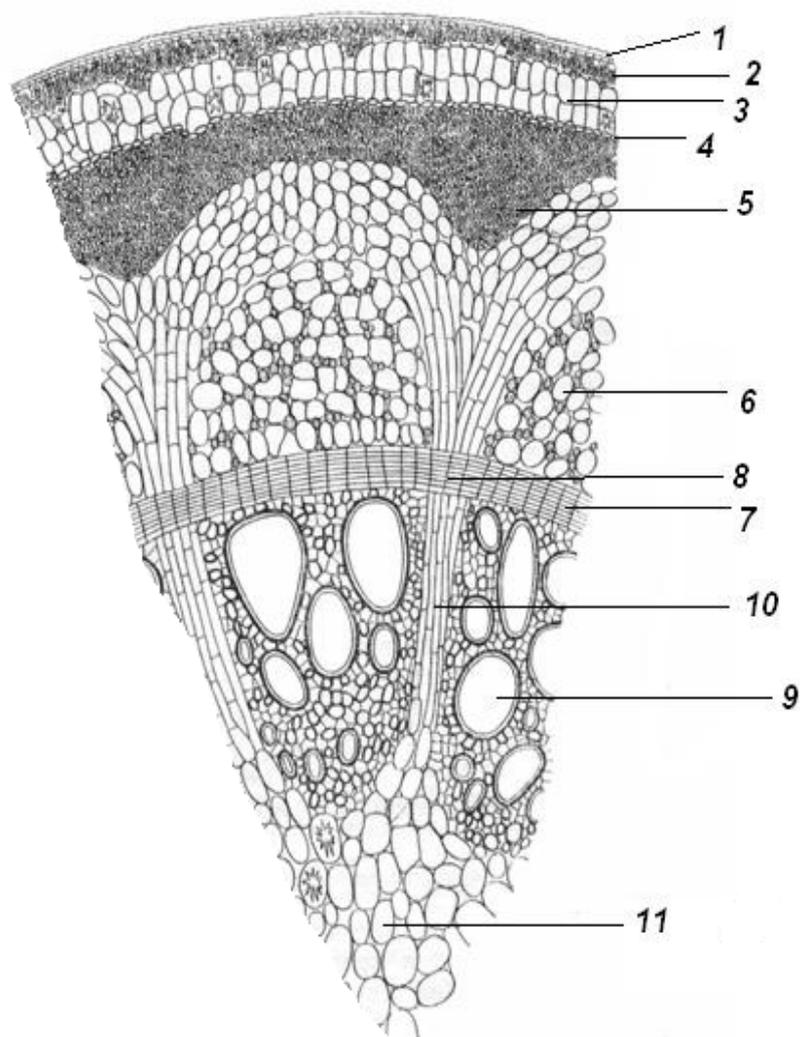


Рис. 64. Стебель кирказона на поперечном срезе

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

1 – эпидерма; 2 – колленхима; 3 – паренхима первичной коры; 4 – эндодерма; 5 – склеренхима перицикла; 6 – флоэма; 7 – пучковый камбий; 8 – межпучковый камбий; 9 – ксилема; 10 – сердцевинный луч; 11 – сердцевина

Задание 9. Строение стебля подсолнечника (*Helianthus annuus* L.).

Самостоятельно приготовить и окрасить микропрепарат поперечного среза стебля подсолнечника. Рассмотреть его под малым увеличением. Найти первичную кору. Из каких тканей она состоит? Есть ли в коре колленхима и какая? Найти

перицикл. Отметить особенности его строения. Определить тип проводящих пучков. По совокупности анатомических признаков определить к двудольным или однодольным растениям относится подсолнечник. Обратите внимание на наличие секреторных вместилищ. В какой части стебля они располагаются? Определить их тип.

Схематично зарисовать строение стебля подсолнечника и обозначить на рисунке все ткани (рис. 65).

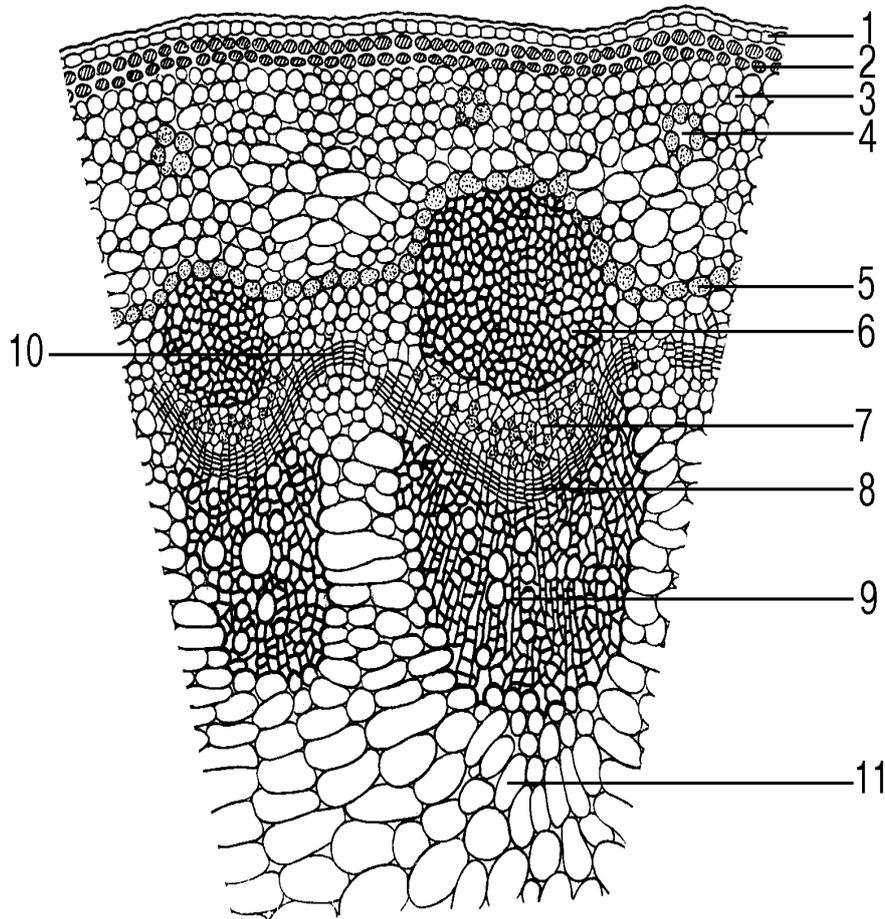


Рис. 65. Строение стебля подсолнечника на поперечном разрезе (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

- 1 – эпидерма, 2 – пластинчатая колленхима, 3 – ассимилирующая паренхима,
- 4 – смоляные ходы, 5 – эндодерма, 6–9 – открытый коллатеральный проводящий пучок (6 – перициклическая склеренхима, 7 – флоэма, 8 – пучковый камбий, 9 – ксилема),
- 10 – межпучковый камбий, 11 – основная паренхима центрального осевого цилиндра

Задание 10 (УИРС). Строение стебля клевера (*Trifolium pretense* L.).

Рассмотреть постоянный препарат поперечного стебля клевера. Найти сходства и отличия анатомического строения стебля клевера от стеблей кирказона, подсолнечника и тыквы. Определить, к двудольным или однодольным растениям он относится.

Схематично зарисовать строение стебля клевера и обозначить все ткани (рис. 66).

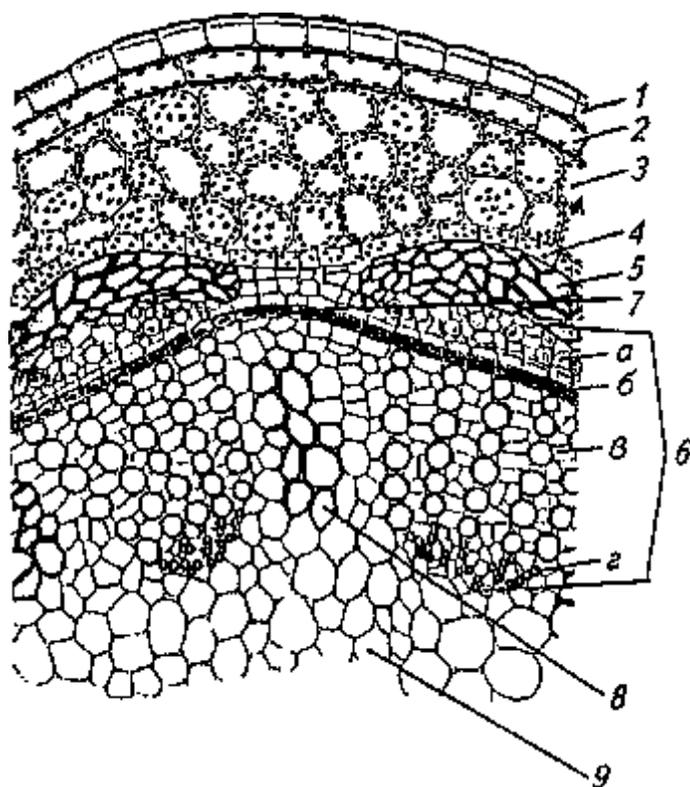


Рис. 66. Строение стебля клевера на поперечном срезе

(Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):

- 1 – эпидерма; 2 – пластинчатая колленхима; 3 – хлоренхима; 4 – крахмалоносное влагалище;
 5 – склеренхима перициклического происхождения; б – открытый коллатеральный пучок
 (а – флоэма; б – пучковый камбий; в – вторичная ксилема; г – первичная ксилема);
 7 – межпучковый камбий; 8 – межпучковая паренхима (сердцевинный луч);
 9 – паренхима сердцевины

Задание 11 (УИРС). Строение стебля купены (*Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce).

Рассмотреть готовый микропрепарат поперечного среза стебля купены. С каким из рассмотренных ранее стеблей строение стебля купены имеет наибольшее сходство? Какие особенности анатомии объединяют эти растения? Определить, к двудольным или однодольным растениям относится купена.

Схематично зарисовать строение стебля купены и обозначить все ткани.

Задание 12 (УИРС). Строение корневища ландыша (*Convallaria majalis* L.).

Самостоятельно приготовить временный микропрепарат поперечного среза корневища ландыша. Рассмотреть под малым увеличением. Определить, к двудольным или однодольным относится это растение. По каким признакам Вы это определили? Отметить отличия строения корневища от надземных стеблей. Сравнить самостоятельно приготовленный препарат с постоянным.

Схематично зарисовать строение корневища ландыша и обозначить все ткани.

Задание 13. В рабочем альбоме заполнить таблицы: «Механические ткани», «Основные ткани», «Сравнение анатомического строения травянистых стеблей однодольных и двудольных растений».

«Механические ткани»

Название ткани	Колленхима			Склеренхима	
	уголковая	пластинчатая	рыхлая	волокна	склереиды
Признаки					
Живая или мертвая ткань					
Характер утолщения клеточной стенки					
Одревесневшая или неодревесневшая					
Местоположение в растении					
Происхождение (первичная или вторичная)					

«Основные ткани»

Название ткани	Особенности строения клеток	Выполняемые функции	Местоположение в растении	У каких растений встречается
Ассимиляционная паренхима (хлоренхима)				
Запасающая паренхима				
Воздухоносная паренхима (аэренхима)				
Водоносная паренхима				
Сердцевинная паренхима				

«Сравнение анатомического строения травянистых стеблей однодольных и двудольных растений»

Анатомические структуры и ткани	Однодольные	Двудольные
Первичная кора		
а) колленхима		
б) ассимилирующая паренхима		
в) эндодерма		
Перицикл		
Центральный осевой цилиндр		
а) паренхима Ц.О.Ц.		
б) расположение проводящих пучков		
в) типы проводящих пучков		
г) наличие камбия		

Задание 14. Анатомическое строение древесного стебля липы (*Tilia cordata* Mill.).

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза многолетней ветки липы (срез может представлять только сектор, но обязательно должен пройти так, чтобы захватить сердцевину и покровную ткань). Рассмотреть сначала при малом, затем при большом увеличении.

Изучить строение поперечного среза, выделив основные части стебля: покровную ткань, вторичную кору, камбий, древесину и сердцевину.

Вторичная кора включает в себя: остатки паренхимы первичной коры, группы механических элементов – пластинчатую колленхиму и склеренхиму перициклического происхождения, всю массу луба (вторичная флоэма, остатки первичной флоэмы).

Луб имеет форму трапеций, расширяющихся в сторону камбия и суженных к периферии. При большом увеличении микроскопа видны клетки лубяных волокон, стенки которых утолщены, полость клетки видна в виде точки – это твердый луб. Между слоями лубяных волокон расположен мягкий луб, он состоит из тонкостенных паренхимных клеток (лубяной паренхимы) и ситовидных трубок. К мягкому лубу относят также и паренхиму сердцевинных лучей, образующую неправильные треугольники, расширяющиеся к периферии.

Камбий располагается на границе между корой и древесиной. Он состоит из мелких тонкостенных клеток с крупными ядрами.

Древесина (вторичная ксилема) представлена годичными кольцами, каждое из которых состоит из радиально расположенных рядов клеток весенней и летне-осенней древесины. Весенняя древесина представлена большими по диаметру сосудами. Летне-осенняя древесина состоит из сосудов с малым диаметром, трахеид, клеток древесинной паренхимы и либриформа (древесинной склеренхимы). На границе с сердцевиной расположены участки первичной древесины.

В центре стебля видна тонкостенная паренхимная ткань – сердцевина.

Рассмотреть постоянный микропрепарат «Ветка липы – поперечный разрез» и сравнить его с изготовленным самостоятельно.

Зарисовать поперечный срез ветки липы и обозначить на рисунке все рассмотренные элементы (**рис. 67**).

Задание 15. Анатомическое строение стебля сосны (*Pinus sylvestris* L.).

Рассмотреть под микроскопом готовый микропрепарат «Ветка сосны – поперечный разрез».

Найти на срезе покровную ткань, вторичную кору сосны, камбий и древесину.

В состав вторичной коры входят коровая паренхима с большим количеством смоляных ходов, первичная и вторичная флоэма. Последняя пересекается радиальными тяжами лубяных лучей извилистой формы.

Камбий представлен тонкостенными, продолговатыми клетками.

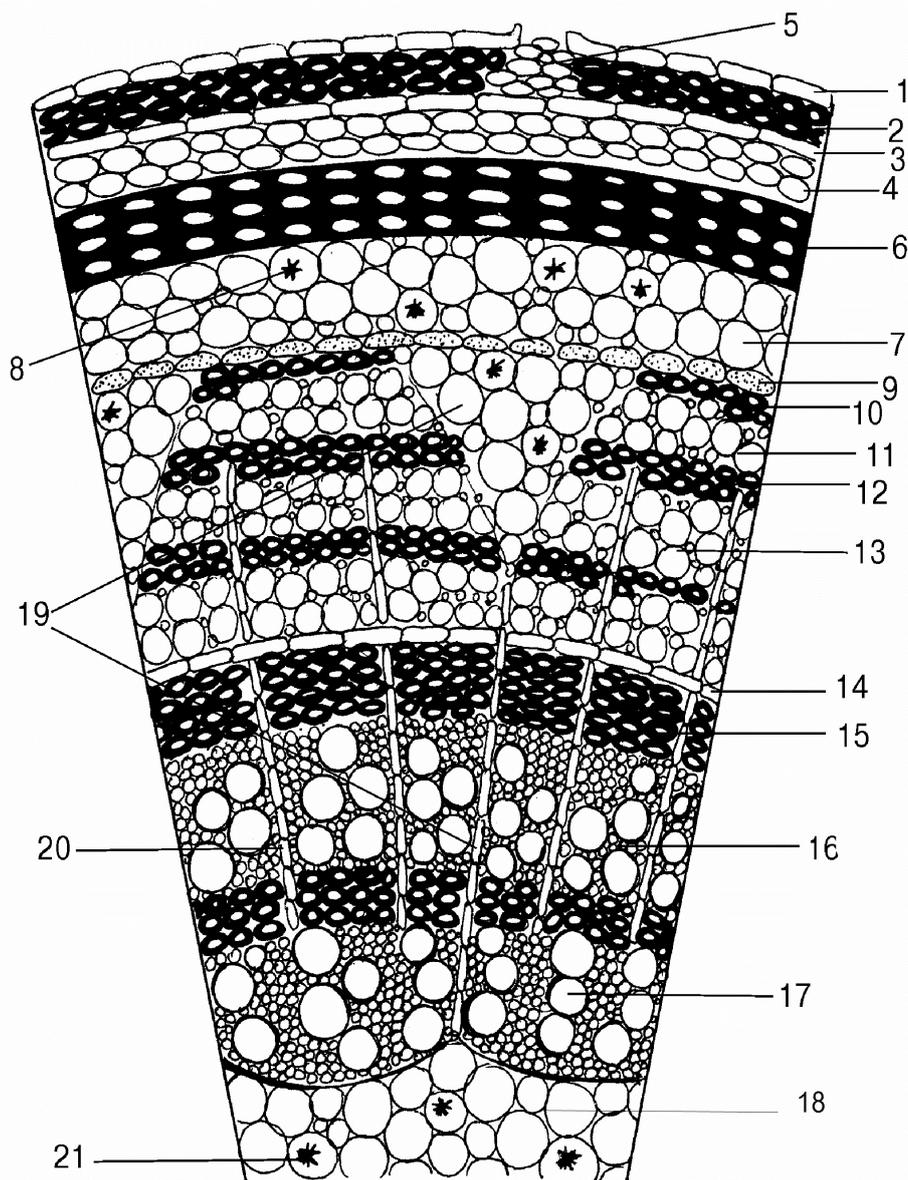


Рис. 67. Строение ветки липы на поперечном разрезе (ориг.):

1 – эпидерма, 2 – феллема, 3 – феллоген, 4 – феллодерма, 5 – чечевичка, 6 – пластинчатая колленхима, 7 – ассимилирующая паренхима, 8 – идиобласты с кристаллами оксалата кальция, 9 – эндодерма, 10 – перициклическая склеренхима, 11 – первичная флоэма, 12–13 – вторичная флоэма (12 – твердый луб, 13 – мягкий луб), 14 – камбий, 15–16 – вторичная ксилема (15 – летне-осенняя, 16 – весенняя), 17 – первичная ксилема, 18 – сердцевина, 19 – первичный сердцевинный луч, 20 – вторичный сердцевинный луч, 21 – идиобласты с оксалатом кальция

Древесина представлена только трахеидами и образует годичные кольца. В ней расположены смоляные ходы. Вся древесина пронизана радиальными тяжами древесинных лучей, которые стыкуются с лубяными лучами коры. Между вторичной древесиной и сердцевиной находится слой первичной древесины, трахеиды которой очень мелкие.

Сердцевина представлена паренхимными клетками.

Зарисовать поперечный срез ветки сосны и обозначить на рисунке все рассмотренные элементы (рис. 68).

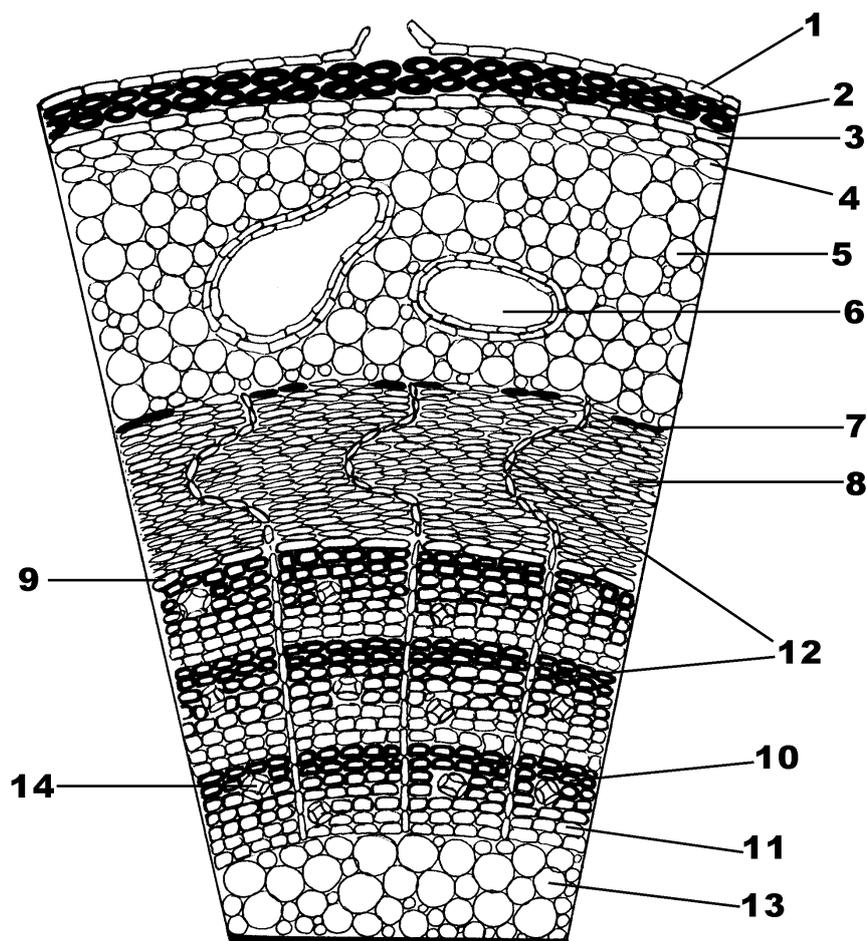


Рис. 68. Строение ветки сосны на поперечном разрезе (ориг.):

1 – эпидерма, 2 – феллема, 3 – феллоген, 4 – феллодерма, 5 – однородная паренхима коры, 6 – коровый смоляной ход, 7 – перицикл, 8 – флоэма, 9 – камбий, 10 – летне-осенняя древесина, 11 – весенняя древесина, 12 – сердцевинный луч, 13 – сердцевина, 14 – древесинный смоляной ход

Задание 16. Заполнить таблицу «Отличия анатомического строения древесных стеблей Голосеменных и Двудольных Покрытосеменных растений»

«Отличия анатомического строения древесных стеблей Голосеменных и Двудольных Покрытосеменных растений»

Анатомические структуры и ткани	Голосеменные	Двудольные Покрытосеменные
Первичная кора		
Механические ткани а) колленхима б) склеренхима		
Проводящие ткани а) флоэма б) ксилема		
Секреторныеместилища (их тип и местоположение в стебле)		

Задание 17. Морфология листьев.

Пользуясь рисунками 53–58 и учебником определить типы листьев, описать по плану и выполнить рисунки всех листьев из индивидуального набора.

ПЛАН ОПИСАНИЯ ЛИСТА

1. Лист простой (с цельной или вырезанной пластинкой) или сложный (перистый, пальчатый, тройчатый).
2. Форма листовой пластинки (для простого листа) или листочка (для сложного листа).
3. Форма и степень расчленения листовой пластинки.
4. Форма верхушки листовой пластинки.
5. Форма основания листовой пластинки.
6. Форма края листовой пластинки.
7. Тип жилкования.
8. Наличие и форма черешка.
9. Форма основания листа (наличие влагалища, раструба, прилистников, их форма), степень его отграничения.

Задание 18. Видоизменения листа.

Рассмотреть гербарий видоизменений листа и его частей. Определить по внешнему виду, какие функции выполняют видоизмененные листья и их части. По каким признакам можно определить, что это листья или их части (прилистники), а не другие органы? Какие еще видоизменения листа Вам известны?

Зарисовать видоизменения листа по гербарии, подписать выполняемую функцию видоизмененного листа и название растения, которому этот лист принадлежит.

Задание 19. Строение дорзовентрального листа.

Приготовить временный микропрепарат дорзовентрального листа сеньполии (*Saintpaulia ionantha* H.Wendl.) или любого другого растения с дорзовентральными листьями. Рассмотреть приготовленный микропрепарат при малом увеличении микроскопа. Покровной тканью является эпидерма, покрытая трихомами и кутикулой. Устьица расположены на нижней эпидерме. Под верхней эпидермой видны слои столбчатой хлоренхимы (столбчатый мезофилл). Ниже лежит губчатая хлоренхима (губчатый мезофилл), клетки которой имеют округлую форму и большие межклетники. Столбчатый и губчатый мезофилл содержит хлоропласты. В центре листа находятся сосудисто-волокнистые пучки закрытого типа, образующие жилкование листа. Сверху сосудисто-волокнистого пучка располагается ксилема, снизу – флоэма. Сосудисто-волокнистый пучок окружен склеренхимными клетками, оберегающими пучок от давления разрастающихся паренхимных клеток. Сравнить с постоянным препаратом «Поперечный разрез листа камелии». Отметить сходство и отличия (**рис. 69**).

Зарисовать микропрепараты и обозначить на рисунках кутикулу, верхнюю эпидерму, столбчатую паренхиму, губчатую паренхиму, сосудисто-волокнистый проводящий пучок закрытого типа, нижнюю эпидерму, устьица, замыкающие клетки, воздухоносные полости.

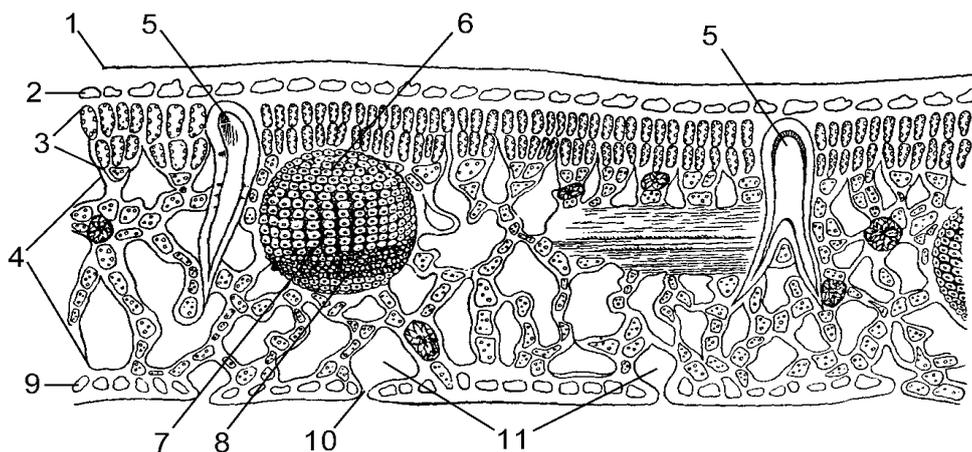


Рис. 69. Строение дорсовентрального листа (лист камелии *Camellia japonica* L.) на поперечном разрезе (ориг.):

1 – кутикула, 2 – верхний эпидермис, 3 – столбчатый мезофилл, 4 – губчатый мезофилл, 5 – склереиды, 6–8 – проводящий пучок (6 – ксилема, 7 – флоэма, 8 – склеренхимные волокна), 9 – нижний эпидермис, 10 – устьица, 11 – воздухоносная полость

Задание 20. Строение изолатерального листа.

Изолатеральную структуру можно наблюдать у листьев, которые занимают вертикальное положение и одинаково освещаются с верхней и нижней сторон.

Приготовить временные микропрепараты поперечного разреза листа хлорофитума (*Chlorophytum comosum* Baker) и каллы (*Zantedeschia aethiopica* (L.) Spreng.) (можно других растений с изолатеральными листьями).

Изучить приготовленный препарат при малом увеличении микроскопа. Наружный слой клеток, покрывающий верхнюю и нижнюю стороны листа, представлен эпидермой с тонкостенными, бесцветными клетками. На поверхности эпидермы хорошо видна умеренно утолщенная кутикула. Под эпидермой снизу виден проводящий закрытый коллатеральный пучок. Флоэма обращена к нижней стороне, а ксилема – к верхней. По обе стороны пучка находятся широкопросветные склеренхимные волокна. Рассматривая внутреннюю часть мякоти листа, можно выделить однородные паренхимные клетки – мезофилл. У хлорофитума мезофилл представлен губчатой паренхимой, у каллы – аэренхимой с очень крупными межклетниками. Сравнить с постоянным препаратом «Поперечный разрез листа ириса». Отметить сходство и отличия (**рис. 70**). Зарисовать рассмотренные микропрепараты и обозначить все ткани.

Задание 21. Строение радиального листа на примере листа лука (*Allium cepa* L.).

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза «пера» лука репчатого. Окрасить слабым раствором фуксина. Изучить приготовленный препарат при малом увеличении микроскопа. Обратит внимание на расположение проводящих пучков в листе лука. В пучках обратить внимание на взаимное расположение ксилемы и флоэмы. С чем связано такое расположение флоэмы и ксилемы в проводящих пучках радиального листа?

Зарисовать поперечный разрез листа лука. На рисунке обозначить эпидерму, мезофилл, проводящие пучки, в них флоэму и ксилему.

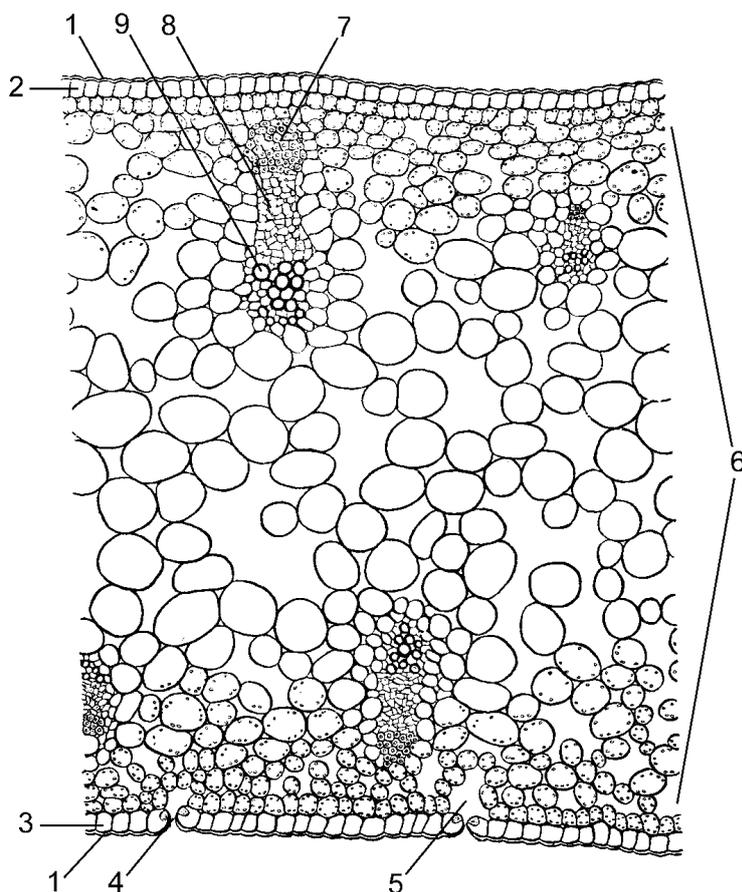


Рис. 70. Строение изолатерального листа (лист ириса) на поперечном разрезе (Приводится по: Киселева Н.С., Шелухин Н.В. Атлас по анатомии растений, под ред. С.В. Калишевича. Изд-во: Минск: Высшая школа, 1969 г.):
 1 – кутикула, 2 – верхний эпидермис, 3 – нижний эпидермис, 4 – устьица,
 5 – воздушная полость, 6 – губчатый мезофилл, 7–9 – закрытый коллатеральный проводящий пучок (7 – склеренхимные волокна, 8 – флоэма, 9 – ксилема)

Задание 22. Строение листа хвойных растений.

Приготовить временный микропрепарат поперечного среза хвоинки сосны. Изучить приготовленный препарат при малом увеличении микроскопа. С поверхности хвоя покрыта толстостенными клетками эпидермы. Стенки клеток эпидермы сильно кутиinizированы. Под эпидермой хвои находится слой гиподермы, которая состоит из одного слоя мелких клеток со слабо утолщенными одревесневшими стенками, выполняющих механическую функцию и защищающих растение от резких воздействий окружающей среды. Устьица расположены по всей эпидерме как с верхней, так и с нижней стороны в углублениях эпидермы, на уровне клеток гиподермы. Над устьичной щелью свисает наплыв кутикулы.

Мезофилл – паренхимные клетки. Вдоль складок располагаются хлоропласты, благодаря чему значительно увеличивается поверхность поглощения света. Мезофилл хвои, состоящий из таких клеток, называется складчатой паренхимой. В мезофилле хвои видны смоляные ходы. Каждый смоляной ход выстлан слоем живых клеток эпителия, выделяющих в него смолу. Клетки эпителия окружены слоем склеренхимных волокон.

В центре хвои находятся два проводящих закрытых коллатеральных пучка, окруженных особой паренхимой с окаймленными порами на стенках. Эта паренхима называется проводящей (трансфузионной). Стенки клеток тонкие, но одревесневшие. Трансфузионную и складчатую паренхиму разделяет слой эндодермы.

Центр хвои занят пучком склеренхимных волокон, которые плотно примыкают к проводящим пучкам и соединяют их в единое целое. Благодаря этому в центре пучка создается хорошая механическая опора, которая придает прочность хвое.

Изучить готовый микропрепарат «Поперечный срез хвои сосны» и сравнить его с препаратом, приготовленным самостоятельно.

Зарисовать и обозначить на рисунке все рассмотренные элементы (рис. 71).

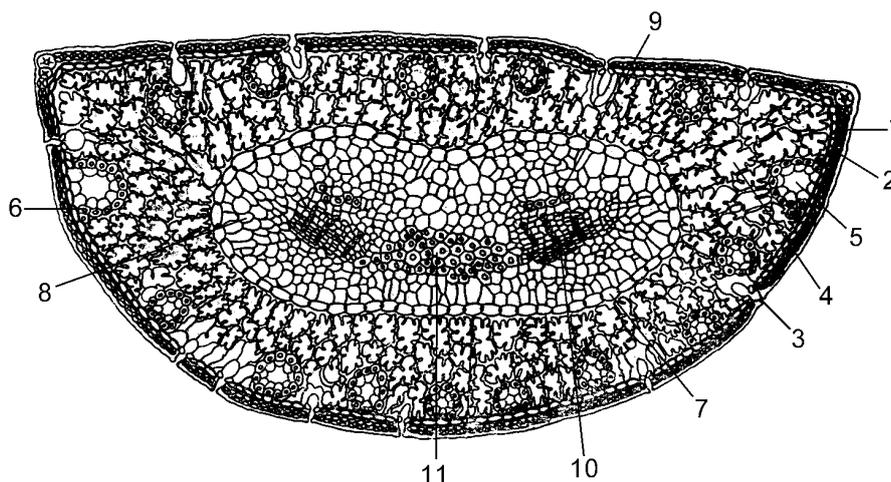


Рис. 71. Строение радиального листа (хвоя сосны) на поперечном разрезе (ориг.):
 1 – эпидермис, 2 – гиподерма, 3 – устьице, 4 – складчатый мезофилл, 5 – смоляной ход,
 6 – тапетум, 7 – эндодерма, 8 – трансфузионная паренхима,
 9–10 – проводящий пучок (9 – ксилема, 10 – флоэма), 11 – склеренхима

Задание 23 (УИРС). Описание анатомического строения листа.

Приготовить поперечный срез листа предложенного растения и препарат кожицы этого листа. По топографии тканей определить тип листа (радиальный, дорзовентральный или изолатеральный).

Зарисовать срез или половину среза в левой половине альбома, составив схему взаимного расположения тканей. Обозначить все ткани. Зарисовать препарат кожицы листа с устьицами и трихомами.

Подробно описать анатомическое строение предложенного листа, обращая особое внимание на типы устьичных аппаратов, трихом, включений и выростов клеточных стенок, количество пучков и их расположение, форму пластид и их расположение в клетках мезофилла, наличие и виды механических тканей.

Задание 24 (УИРС). Анатомическое строение осевых органов.

Приготовить из индивидуального набора осевых органов растений (корни первичного и вторичного строения, стебли первичного и вторичного строения и древесный стебель) несколько временных микропрепаратов. Следует сделать поперечные срезы предложенных осевых органов, окрасить их, провести их микроскопический анализ. Строение каждого органа изучить при малом и большом увеличении

микроскопа. В качестве вспомогательного материала можно использовать учебники, конспекты лекций, таблицы в альбоме по анатомическому строению осевых органов. По топографии тканей определить орган растения, написать его характерные отличительные признаки.

Зарисовать срез или сектор среза в левой половине альбома, составив схему взаимного расположения тканей. Зарисовать все ткани на секторе, учитывая соотносительную величину клеток, их форму, взаимное расположение и число слоев клеток каждой ткани. Описать микропрепарат по плану:

План

описания микропрепарата поперечного среза осевого органа растения

1. **Покровная ткань** – название, происхождение (первичная или вторичная), степень утолщения клеточной стенки, наличие кутикулы, трихом (если есть, их тип), устьиц, чечевичек. Количество слоев клеток, их названия. Наличие в клетках включений (крахмальных зерен, алейроновых зерен, капель масла, кристаллов оксалата кальция) и цистолитов.

2. **Первичная кора** – наличие, степень ее развития, названия и описания составляющих тканей, наличие вместилищ, их расположение.

а) Колленхима (экзодерма) – количество слоев, особенности их расположения (сплошным кольцом, участками и т.д.), характер утолщения клеточных стенок, вид или тип ткани (если есть).

б) Ассимиляционная паренхима (мезодерма) – количество слоев, особенности их расположения, степень развития (в случае отсутствия – какая ткань выполняет ее функции), наличие межклетников, идиобластов, каменистых клеток.

в) эндодерма (крахмалоносное влагалище) – степень развития и отличия от других тканей, количество слоев, особенности их расположения, наличие подкообразных утолщений, пятен Каспари, включений (крахмальных зерен, кристаллов), пропускных клеток.

3. Центральный осевой цилиндр.

а) Перицикл – живой или мертвый, в виде механической, паренхимной или образовательной ткани, характер расположения (участками, кольцом), количество слоев клеток.

б) Проводящие ткани – расположение (кольцевое или в пучках). Если в пучках – типы пучков, их расположение в органе, величина, наличие склеренхимной обкладки, тип ткани между пучками. При кольцевом расположении – наличие годовых слоев в ксилеме, отличия весенней и осенней древесины, наличие древесинной и лубяной паренхимы и склеренхимы. Типы проводящих элементов ксилемы и флоэмы, степень развития паренхимных элементов флоэмы и ксилемы, наличие в них включений. Наличие вместилищ, их тип и расположение.

в) Сердцевинные лучи – происхождение, особенности их расположения (берут начало от сердцевины, напротив лучей первичной ксилемы или в слоях вторичных древесины и луба).

г) Сердцевина – ее наличие, степень развития, разрушения (образование воздушной полости), наличие в клетках включений. Указать величину, форму и расположение клеток.

Выполненную работу с полным обозначением тканей показать преподавателю. После ее оценки приступить к следующему объекту.

По завершении всей работы проводится зачетное собеседование по анатомии осевых органов.

Вопросы для самоконтроля

1. Как называется первичная покровная ткань корня?
2. Какими структурами представлена первичная кора корня однодольных растений?
3. Какие функции выполняет эндодерма в стебле и в корне?
4. Какие ткани и комплексы тканей включает центральный осевой цилиндр корня однодольных?
5. Какой тип сосудисто-волокнистых пучков характерен для корней первичного строения?
6. Как происходит переход от первичного строения корня ко вторичному?
7. Что происходит с эпидермой и первичной корой при переходе корней ко вторичному строению?
8. Какая ткань покрывает стебли травянистых растений, особенности строения ее клеток?
9. В чем состоят основные отличия клеток колленхимы от клеток экзодермы?
10. Чем отличаются лубяные волокна от древесинных?
11. Какие волокна называют периваскулярными и как они образуются?
12. Какие типы склерид встречаются в органах растений?
13. Какие типы проводящих пучков характерны для стеблей двудольных растений, а какие для однодольных?
14. По каким анатомическим признакам можно отличить стебель однодольного растения, от стебля двудольного растения?
15. Какие части можно выделить на поперечном срезе стебля древесного растения?
16. Какие покровные ткани покрывают однолетние и многолетние стебли растений?
17. По каким признакам можно отличить стебель двудольного древесного растения от травянистого?
18. По каким признакам можно определить границу между центральным осевым цилиндром и корой на поперечном срезе древесного стебля?
19. Что представляет собой годичное кольцо?
20. Чем представлены твердый и мягкий луб?
21. Что представляют собой сердцевинные лучи?
22. Какая зона сердцевины называется перимедуллярной и каковы ее отличительные признаки?
23. Отличительные признаки строения стеблей хвойных растений.

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Репродуктивными (генеративными) **органами**, называют органы, выполняющие функцию полового размножения.

Цветок, соцветия, плоды и семена – генеративные органы цветковых растений.

Цветок

Цветок – видоизмененный укороченный побег с совмещенными функциями полового и бесполого размножения. В обоеполом цветке происходят микро- и мегаспорогенез, микро- и мегagamетогенез, опыление, оплодотворение, развитие зародыша и образование плода с семенами.

Стеблевыми частями цветка являются цветоножка и цветоложе. Если цветоножка отсутствует, то цветок называют сидячим.

Листовые части цветка – это листочки околоцветника, тычинки (микроспорофиллы) и плодолистики (мегаспорофиллы). Все элементы цветка сидят на оси – **цветоложе**. Форма цветоложа может быть выпуклой, плоской или вогнутой.

Листовые части цветка располагаются на цветоложе либо по кругу (циклические цветки), либо по спирали (ациклические или спиральные цветки) или же листочки околоцветника располагаются кругами, а тычинки и плодолистики – по спирали (гемициклические) цветки.

Части цветка принято делить на **стерильные** – к ним относятся покровы цветка, или околоцветник (чашелистики, лепестки), и **фертильные** (репродуктивные) – андроцей и гинецей (**рис. 72**).

Околоцветник – периантій (P) – совокупность покровных листочков цветка, окружающих тычинки и плодолистики. Он защищает от внешних воздействий более нежные репродуктивные части – тычинки и пестики. Окрашенный околоцветник у насекомоопыляемых растений, выполняет также роль привлечения насекомых – опылителей). У **ветроопыляемых растений** околоцветник невзрачный или отсутствует (их цветки голые).

Околоцветник бывает двух типов: **простой** и **двойной**.

Околоцветник состоящий из 2-х типов листочков: чашелистиков (обычно зеленых) и лепестков, ярко окрашенных и более крупных. Совокупность чашелистиков образует **чашечку** цветка. Чашелистики обычно зеленого цвета, но иногда чашечка ярко окрашена. Иногда чашелистики срастаются между собой, образуя **сростнолистную** или спайнолистную чашечку, в которой различают **трубку** и **зубцы**. Если чашелистики свободные (не сросшиеся) тогда чашечка называется **раздельнолистная**.

Совокупность лепестков цветка называется **венчиком**. Основная функция лепестков – привлечение опылителей и содействие успешному опылению. Венчик может быть **раздельнолепестным** – лепестки образующие венчик свободные, и **спайнолепестным** (**рис. 72**).

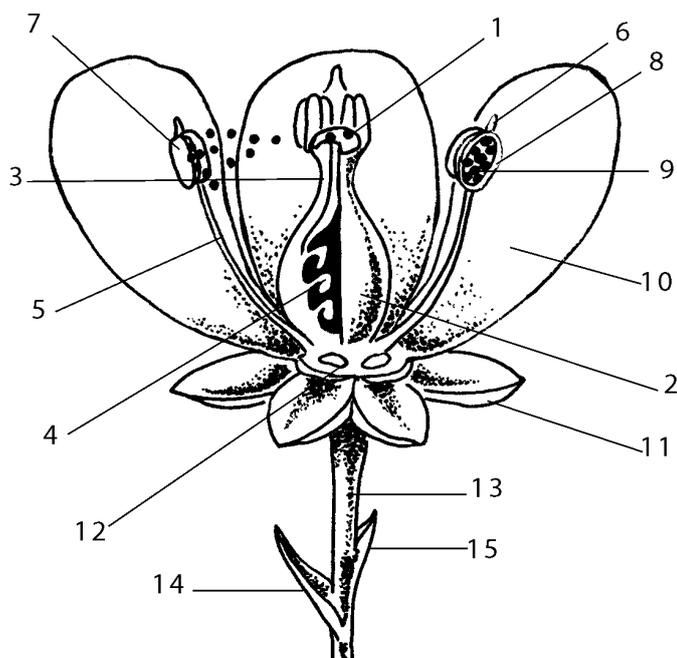


Рис. 72. Части цветка

(Приводится по: Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. В 2 ч. Ч. 1. М.: Просвещение, 1996).

1 – рыльце пестика, 2 – завязь, 3 – столбик пестика, 4 – семязачаток, 5 – тычиночная нить, 6 – надсвязник, 7 – пыльник, 8 – пыльник в разрезе, 9 – пыльцевые зерна, 10 – лепесток, 11 – чашелистик, 12 – цветоложе, 13 – цветоножка, 14 – прицветник, 15 – прицветничек

Околоцветник, состоящий из одинаковых по окраске и форме листочков, называется **простой**. Простой **чашечковидный** околоцветник обычно состоит из листьев зеленого цвета. Простой **венчиковидный** околоцветник имеет ярко окрашенные листки (рис. 73).

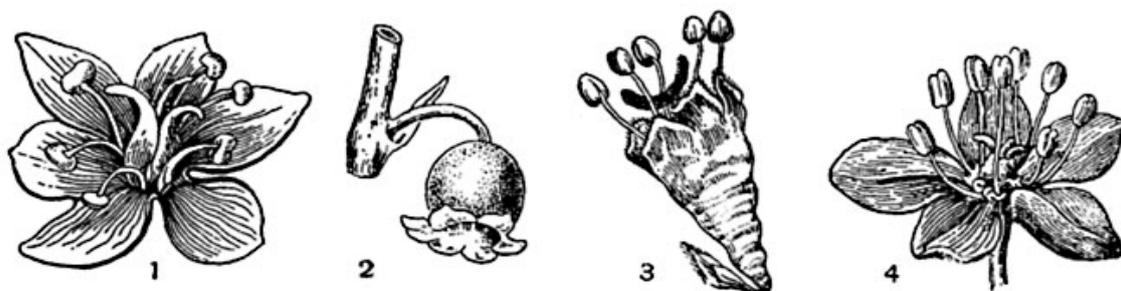


Рис. 73. Цветки с простым околоцветником

(Приводится по: Ботаника (в двух томах). Том 1. Анатомия и морфология. Для педагогических институтов и университетов.

Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А., Мейер К.И., Раздорский В.Ф., Уранов А.А.

Изд. 5-е, переработ. М.: Просвещение, 1966):

1 – чемерица; 2 – ландыш; 3 – вяз; 4 – гречиха

По симметрии цветки делят на **актиноморфные** или правильные, которые имеют радиальную симметрию, т.е. несколько плоскостей симметрии и **зигоморфные** или неправильные цветки, с одной плоскостью симметрии (рис. 74). Если через цветок нельзя провести **ни одной плоскости симметрии**, листочки его околоцветника разной величины, то это **ассиметричный** цветок.

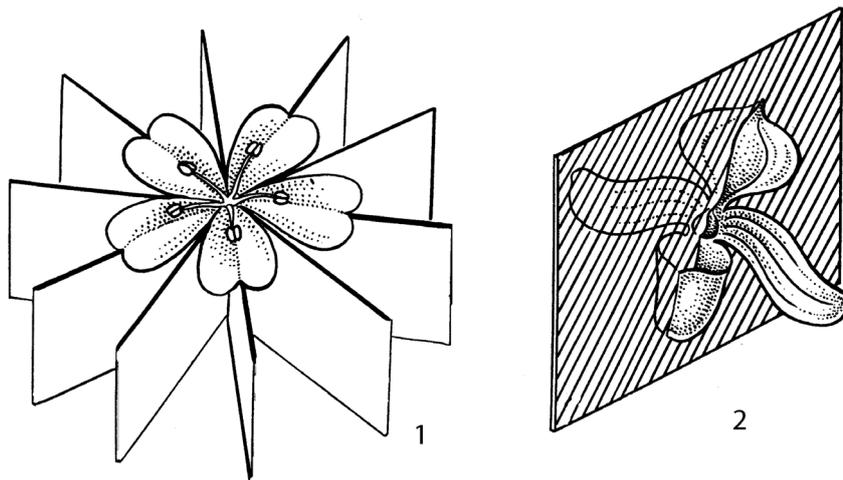


Рис. 74. Симметрия цветка

(Приводится по: Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. В 2 ч. Ч. 1. М.: Просвещение, 1996):

1 – актиноморфный цветок, 2 – зигоморфный цветок

Совокупность тычинок (мужских органов полового размножения) в одном цветке называется **андроцеом**. Тычинка состоит из двух частей: **пыльника** (фертильной части) и **тычиночной нити** (стерильной части). Нередко в тычинке выделяют **связник**, который представляет собой слой ткани, которая как бы соединяет (связывает) 2 половинки пыльника. Иногда тычинки могут срастаться между собой в области тычиночных нитей или в области пыльников (**рис. 75**).

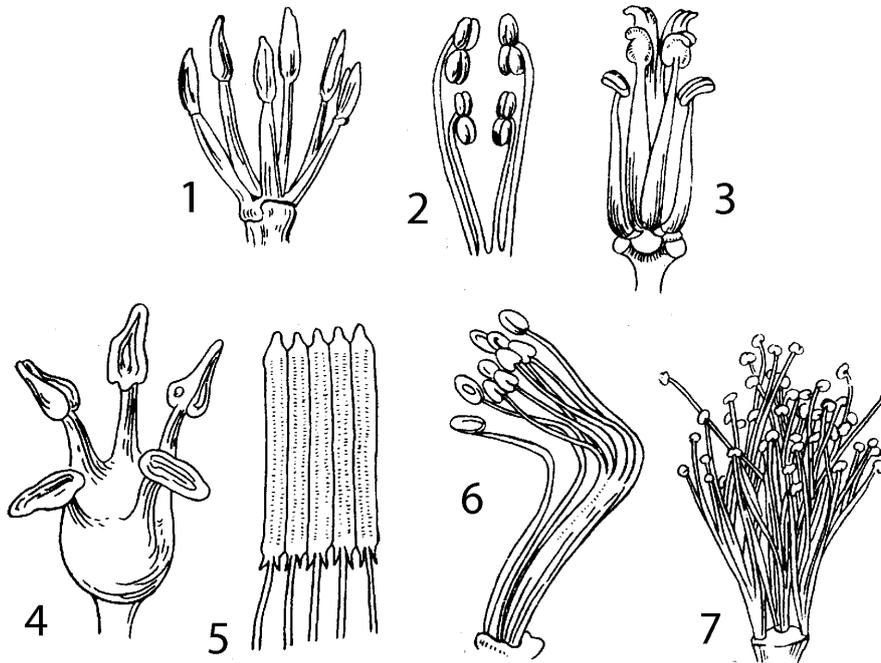


Рис. 75. Типы андроцея

(Приводится по: Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс в 3 томах. Т. 2. Ботаника. М.: «Издательство Оникс», 2007):

1–3 – свободный (1 – тюльпана, 2 – шалфея, 3 – редьки),
4–7 – сросшийся (4 – односторонний вербейника, 5 – односторонний астровых,
6 – двусторонний бобовых, 7 – многосторонний звербоя)

Гинецей – совокупность плодолистиков одного цветка, образующих один или несколько пестиков в цветке.

Пестик или плодник – закрытоеместилище для семязачатков, состоящий из завязи, столбика и рыльца. Из завязи формируется плод, рыльце воспринимает пыльцу, столбик выносит рыльце ближе к опылителям. Пестик, образованный одним плодолистиком, называется **простой**. Пестик, состоящий из двух или нескольких сросшихся плодолистиков – **сложный**.

Различают три эволюционно связанных типа гинецея (рис. 76):

- **монокарпный гинецей** представлен в цветке одним простым пестиком;
- **апокарпный гинецей**, состоящий из двух и более простых пестиков;
- **ценокарпный гинецей** состоит из нескольких сросшихся между собой плодолистиков, образующих единый пестик. Срастание плодолистиков может быть полным или частичным.

Иногда выделяют псевдомонокарпный гинецей, который развился из ценокарпного. Он образован одним сложным пестиком, но внутри одна семязачатка.

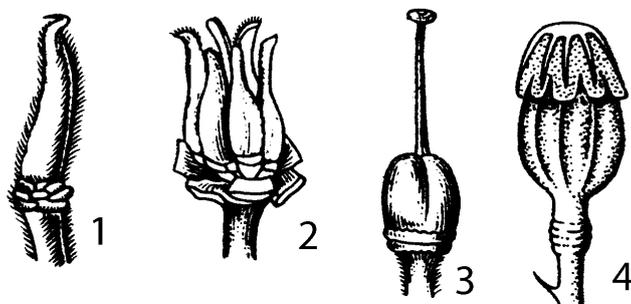


Рис. 76. Типы гинецея

(Приводится по: Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс в 3 томах. Т. 2. Ботаника. М.: «Издательство Ониск», 2007):
 1 – монокарпный, 2 – апокарпный, 3 и 4 – ценокарпный

По положению завязи различают цветки с нижней, верхней и средней завязью (рис. 77).

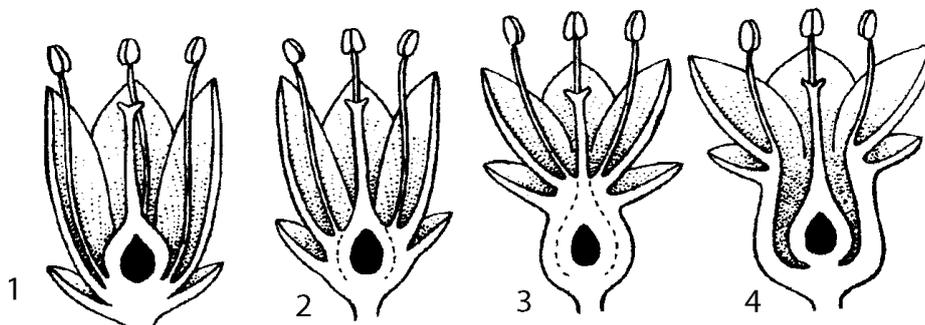


Рис. 77. Положение завязи

(Приводится по: Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. В 2 ч. Ч. 1. М.: Просвещение, 1996):
 1 – верхняя, 2 – полунижняя, 3 – нижняя, 4 – верхняя, окруженная гипантием

Нижняя завязь – завязь пестика погружена в цветоложе и стенки ее срастаются с цветоложем, поэтому завязь не видна, видны только столбик и рыльце.

Средняя завязь – завязь частично погружена в цветоложе и срослась с ним, верхняя часть завязи осталась свободной, видна.

Пол цветка. Мужскую сферу в цветке представляют тычинки, женскую – пестик. Обоеполый цветок имеет и тычинки и пестики. **Однополые** цветки имеют или только тычинки – это мужские, или тычиночные цветки, или только пестики – это женские или пестичные цветки.

Раздельнополые цветки могут встречаться на одном растении. Такое растение будет **однодомным**. Виды растений, у которых одни экземпляры несут только тычиночные цветки, а другие только пестичные, называются **двудомными**.

В целях краткости и наглядности строение цветка можно изобразить в виде формулы или диаграммы.

Формула цветка – краткая условная форма записи строения цветка. Строение цветка можно выразить в виде формулы. При ее составлении пользуются следующими обозначениями: чашечка (calix) – Ca, венчик (corolla) – Co, андроцей (androecium) – A, гинецей (gyneseum) – G, простой околоцветник (perigonium) – P.

Типы цветков имеют также условные обозначения: обоеполый – ♀♂; женские цветки – ♀; мужские цветки – ♂, актиноморфные цветки – *, ассиметричные цветки – 7; зигоморфные цветки – ↑.

Число членов каждой части цветка обозначают цифрами в нижнем индексе (например 5-членный венчик Co₅). Если число частей в цветках одного и того же вида непостоянно (и, обычно, больше 12) их число обозначают значком ∞. Если члены цветка располагаются в несколько кругов части каждого круга записывают отдельно через + (андроцей из 6 тычинок, по 3 в каждом круге – A₃₊₃). В случае срастания частей цветка, сросшиеся части берут в круглые скобки (чашечка спайнолистная – Ca₍₅₎).

При описании гинецея формула должна отражать количество плодолистиков, его образовавших, а также положение завязи. Положение завязи обозначается чертой над числовым индексом гинецея если она нижняя, под числовым индексом – если она верхняя.

Например: **цветок тюльпана** P₃₊₃ A₃₊₃ G₍₃₎ правильный, с простым раздельнолистным околоцветником из шести листочков, расположенных в два круга по три. Цветок обоеполый: андроцей из 6 свободных тычинок, расположенных в два круга по три, гинецей ценокарпный – пестик один из трех сросшихся плодолистиков, завязь верхняя.

Строение цветка с правильным двойным околоцветником и нижней завязью: **цветок яблони** Ca₅Co₅A_∞G₍₅₎.

Строение цветка с неправильным двойным околоцветником, венчик которого мотылькового типа: **цветок гороха** Ca₅Co₁₊₂₊₍₂₎A₁₊₍₅₊₄₎G₁

Диаграмма цветка – условное изображение плана строения цветка (проекция частей цветка на плоскость), отражающее число, взаимное расположение, срастание и относительные размеры частей цветка. Диаграммы демонстрируют не только наличие и число частей цветка, но и расположения их по отношению друг к другу.

Для удобства принят единый способ ориентации диаграммы: ось соцветия вверху, а кроющий лист внизу. Члены цветка обозначают всегда строго определенными фигурами, а в случае срастания их соединяют прямыми линиями или дугами.

Соцветие

Соцветие – группа цветков, закономерна расположенная на цветоносных осях. Закладываются соцветия внутри цветочных или смешанных почек.

Соцветие имеет *главную ось* и *боковые*, которые, в свою очередь более или менее разветвлены. На самых конечных разветвлениях – *цветоножках* находятся цветки.

В зависимости *от степени разветвленности* соцветия делят на простые и сложные. У *простых* соцветий боковые оси не разветвлены и являются цветоножками. У *сложного* соцветия боковые оси несут частные или парциальные соцветия.

Соцветия могут быть как *открытыми* (верхушечная ось не заканчивается цветком), так и *закрытыми* (верхушечная ось заканчивается цветком).

В зависимости от типа ветвления осей соцветий их подразделяют на *ботриоидные* или моноподиальные и *цимоидные* или симподиальные.

Ботриоидные соцветия характеризуются моноподиальным ветвлением, при котором главная ось, продолжая расти, образует по мере своего роста, новые цветки или боковые ответвления.

Для цимоидных соцветий характерно симподиальное ветвление хотя бы для конечных осей, при котором ось парциального соцветия образует цветок и прекращает свой рост; ниже этой оси образуются одна, две или несколько осей второго порядка, также прекращающих рост с образованием верхушечного цветка.

Простые ботриоидные (моноподиальные) соцветия.

Кисть – все цветки сидят на цветоножках, которые поочередно прикрепляются к главной оси соцветия.

Колос – сидячие цветки располагаются поочередно на главной оси.

Сережка – отличается от кисти и колоса поникающей осью соцветия, так как механические ткани в оси соцветия развиты слабо.

Початок – отличается от колоса разросшейся главной осью соцветия. Часто початок окружен прицветным листом, называемым покрывалом.

Щиток – сходен с кистью, но у щитка нижние цветоножки длиннее верхних и, поэтому, цветки его расположены на одном уровне, в одной плоскости.

Зонтик – все цветоножки с прицветниками выходят от верхушечной точки укороченной оси соцветия.

Головка – видоизмененный зонтик, у которого разрастаются главная ось в виде головки, а на ней располагаются цветки на укороченных цветоножках или же сидячие.

Корзинка – главная ось соцветия разрастается в виде чаши или ложа, на котором располагаются сидячие цветки, окруженные со всех сторон (часто в два ряда) видоизмененными листьями – листовой оберткой (**рис. 78**).

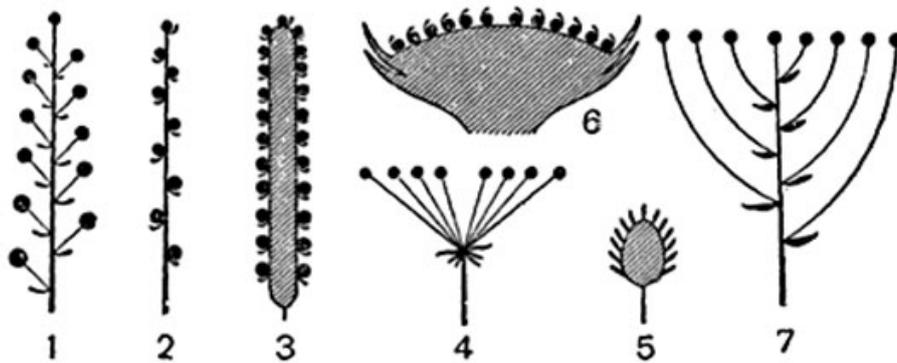


Рис. 78. Простые ботриоидные соцветия
 (Приводится по: Ботаника (в двух томах). Том 1. Анатомия и морфология.
 Для педагогических институтов и университетов.
 Курсанов Л.И., Комарницкий Н.А., Мейер К.И., Раздорский В.Ф., Уранов А.А.
 Изд. 5-е, переработ. М.: Просвещение, 1966):

1 – кисть; 2 – колос; 3 – початок; 4 – зонтик; 5 – головка; 6 – корзинка; 7 – щиток

Сложные ботриоидные (моноподиальные) соцветия.

Метелка (или сложная кисть) – главная ось ветвится, т.е. образует боковые побеги первого или второго порядка, на которых располагаются цветки на цветоножках (сирень).

Сложный колос – на главной оси от каждого узла вместо цветков отходят боковые побеги с сидячими на них цветками, т.е. простые колоски (рожь).

Сложный зонтик – на верхушке главной оси вместо цветков отходят простые зонтики (морковь) (рис. 79).

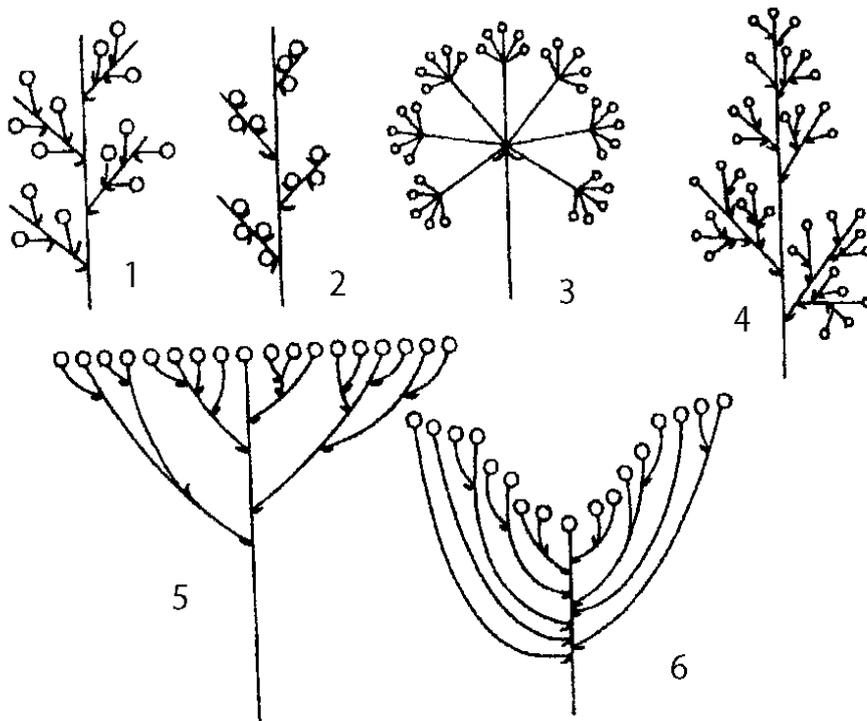


Рис. 79. Сложные ботриоидные соцветия (ориг.):
 1 – двойная (сложная) кисть, 2 – двойной (сложный) колос, 3 – двойной (сложный) зонтик,
 4 – метелковидный тирс (двойная кисть монохазиев), 5 – сложный щиток, 6 – антела

Цимойдные (симподиальные) соцветия.

В зависимости от числа развивающихся боковых осей различают три типа симподиальных соцветий: монохазии, дихазии и плейохазии. У монохазии на смену главной оси идет одна боковая ось, у дихазии – две, а у плейохазии – несколько.

Монохазии.

Извилина – от главной оси отходит ось второго порядка, от второго третьего порядка и т.д., то с одной, то с другой стороны (лютик едкий).

Завиток – от главной оси отходит ось второго порядка, от второго третьего и т.д., но при этом оси отходят только в одном направлении, как бы закручиваясь в улитку или завиток (незабудка).

Дихазии.

Развилка – под цветком главной оси образуются супротивно расположенные ветви (оси), заканчивающиеся цветком. В дальнейшем каждая из этих осей также образует две супротивно расположенные оси (гвоздика).

Двойной завиток – под цветком главной оси супротивно образуются два простых завитка.

Плейохазий – ниже цветка, которым заканчивается главная ось, развивается несколько боковых осей (с цветками или соцветиями), перерастающих главную ось и расположенных мутовкой (молочай) (рис. 80).

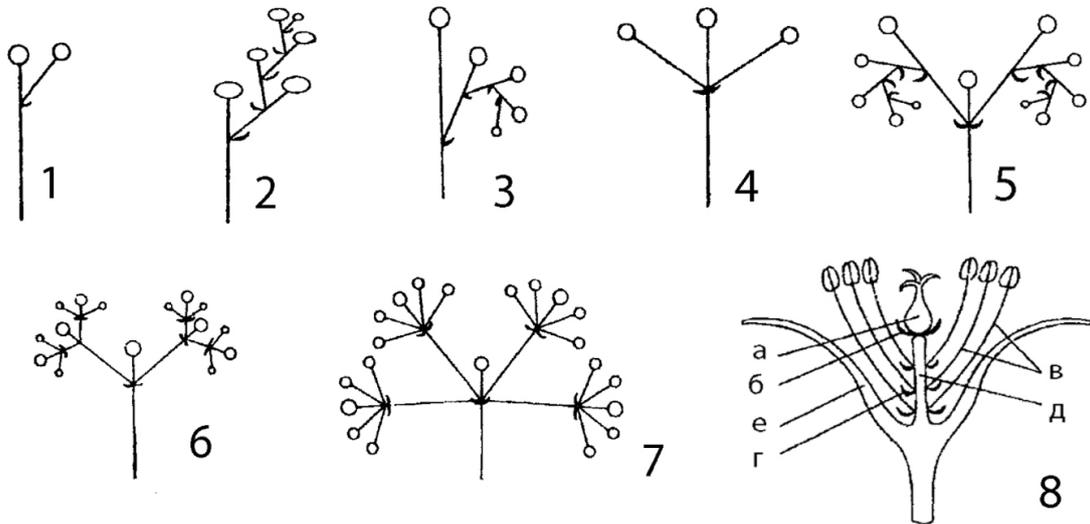


Рис. 80. Цимойдные соцветия (ориг.):

- 1 – монохазий, 2 – извилина, 3 – завиток, 4 – дихазий, 5 – двойной завиток, 6 – тройной дихазий, 7 – плейохазий, 8 – цимий (а – завязь женского цветка с редуцированным околоцветником, б – видоизмененные прицветники женских цветков, в – мужские цветки, каждый из которых редуцирован до одной тычинки, г – видоизмененные прицветники мужских цветков, д – ось соцветия, е – обвертка, состоящая из видоизмененных прицветных листьев соцветия)

Своеобразны сложные соцветия – **тирсы**. Они как бы совмещают в себе признаки ботриоидных и цимойдных соцветий. У тирсов главная ось нарастает моноподиально, степень разветвления боковых осей уменьшается кверху соцветия; поэтому тирсы имеют часто пирамидальную форму. Но боковыми осями тирсов всегда

являются различные цимоиды. Тирсы бывают закрытыми (главная ось заканчивается цветком) и открытыми (главная ось не заканчивается цветком). По степени разветвления боковых осей выделяют: *плейотирсы*, *дитирсы* и *монотирсы* (рис. 81).

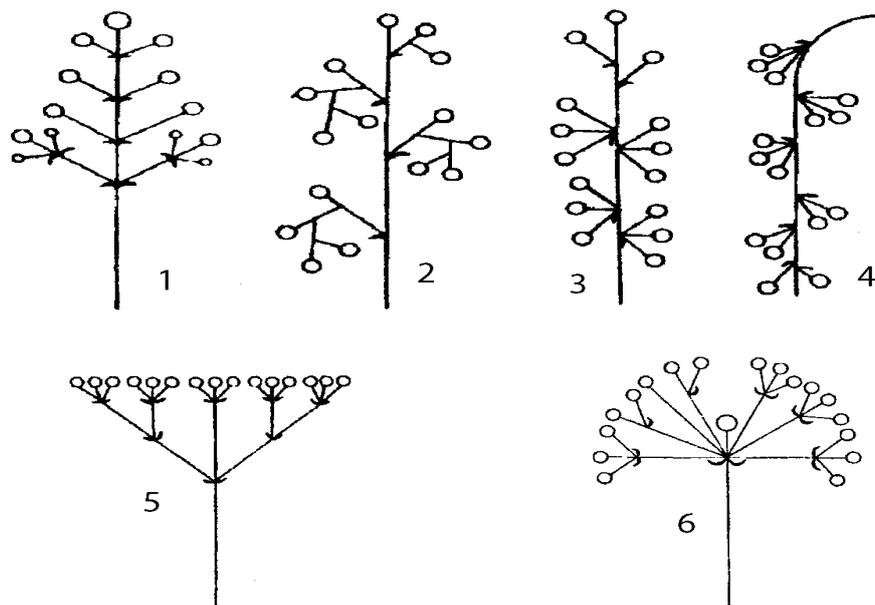


Рис. 81. Тирсы (ориг.):

1 – монотирс, 2 – кистевидный тирс, 3 – колосовидный тирс, 4 – сережковидный тирс,
5 – щитковидный тирс, 6 – зонтиковидный тирс

Плод

Плоды имеются только у цветковых растений. Они развиваются после опыления и оплодотворения из завязей пестиков. Из стенок завязи развивается околоплодник, из семязпочек – семена. У покрытосеменных (цветковых) растений семена покрыты околоплодником. Кроме того, в образовании плодов могут принимать участие и другие части цветка: гипантий, цветоложе, цветоножки. Такие плоды называют ложными.

Принципы классификации плодов разные: по количеству семян в плоде (односемянные и многосемянные), по консистенции околоплодника (сухие и сочные), вскрывающиеся и невскрывающиеся и др.

Современная классификация плодов основана на строении гинецея цветка, поэтому выделяют четыре типа плодов:

1. Монокарпные или монокарпии.
2. Апокарпные или апокарпии.
3. Ценокарпные или ценокарпии.
4. Псевдомонокарпные или псевдомонокарпии.

Монокарпные плоды образованы одним плодолистиком.

Листовка – многосемянной плод, вскрывается по брюшному шву. Листовки бывают сухие (живокость полевая) и сочные (воронец).

Боб – многосемянной плод, вскрывается двумя швами (характерен для представителей семейства бобовые). Бобы бывают сухими (фасоль) и сочными (софора), вскрывающимися (горох) и дробными (арахис).

Костянка – сочный или сухой односемянной нескрывающийся плод с одревесневшим эндокарпием (сочная костянка у абрикоса, вишни, сливы, персика, сухая – у миндаля).

Одноорешек – односемянной нескрывающийся плод (до 5 мм в диаметре) с одревесневшим околоплодником (репешок, кровохлебка, манжетка) (рис. 82).

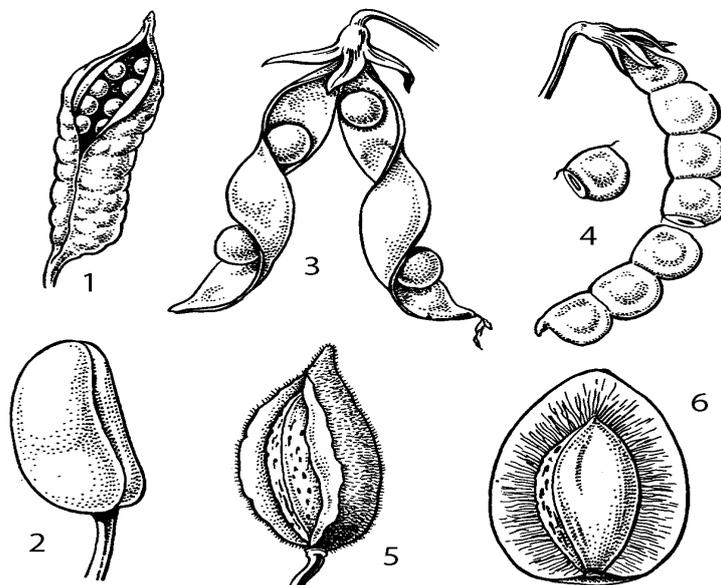


Рис. 82. Монокарпные плоды

(Приводится по: Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. В 2 ч.

Ч. 1. М.: Просвещение, 1996):

1 – сухая листовка, 2 – сочная листовка, 3 – вскрывающийся боб, 4 – дробный боб, 5 – сухая костянка, 6 – сочная костянка

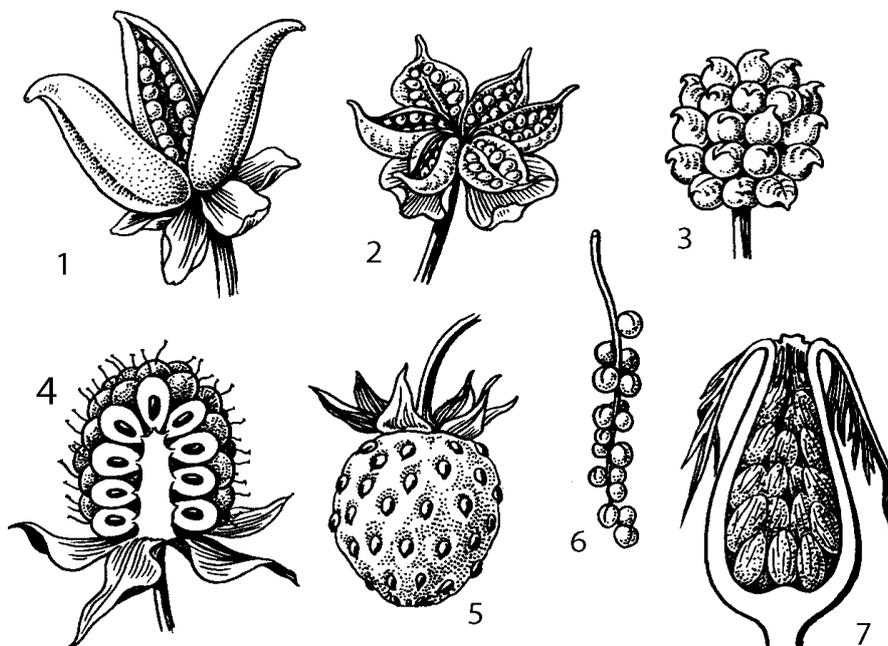


Рис. 83. Апокарпные плоды

(Приводится по: Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. В 2 ч.

Ч. 1. М.: Просвещение, 1996):

1–2 – сухая многолистовка, 3 – многоорешек, 4 – многокостянка, 5 – земляничина, 6 – сочная многолистовка, 7 – цинародий

Апокарпные плоды образованы двумя – многими несросшимися пестиками.

Многоорешек – на цветоложе одного цветка образуется 2-, много орешков из двух – многих пестиков (лютик, прострел, гравилат, лапчатка).

Земляничина – многоорешковый плод на сочном разросшемся цветоложе (земляника).

Цинародий – многоорешковый плод внутри кувшиновидного разросшегося сочного цветоложа (шиповник).

Дву-, многолистовка – на цветоложе одного цветка образуется две-, много листовок. Многолистовки могут быть сухие (пион, купальница, магнолия) и сочные (лимонник китайский).

Многокостянка – на выпуклом цветоложе образуется много костянок (малина, ежевика, костяника) (рис. 83).

Ценокарпные плоды образованы двумя – многими сросшимися плодолистиками.

Ягода – сочный многосемянной плод, не вскрывающийся, не имеющий полости внутри (смородина, крыжовник, картофель, паслен).

Тыква – крупный многосемянной плод с опробковевшим экзокарпием, образуется из нижней завязи, состоящей из трех плодолистиков (арбуз, дыня, тыква, огурец).

Яблоко – ложный многосемянной плод, в его формировании, кроме завязи принимают участие нижние части тычинок, лепестков, чашелистиков, а также цветоложе. Семена окружены хрящеватой тканью эндокарпия (яблоко, груша, айва).

Яблочко – тоже что и яблоко, но эндокарпий не образует хрящеватой ткани (боярышник, ирга).

Стручок – многосемянной плод, образован двумя плодолистиками, вскрывается двумя швами, семена на ложной перегородке. Длина плода больше ширины (этот плод характерен для представителей семейства Крестоцветные).

Стручочек – то же, что и стручок, но длина плода равна ширине (так же как и стручок, характерен для Крестоцветных).

Коробочка – сухой многосемянной плод, образован двумя или несколькими сросшимися плодолистиками, вскрывается: а) по швам (тюльпан), б) крышечкой (белена), в) отверстиями (мак).

Вислоплодник – распадается на два мерикарпия (подвешенных на вильчатом карпофоре (плод Сельдерейных)).

Схизокарпий – распадается на несколько мерикарпиев (плод Мальвовых).

Ценобий – распадается на четыре орешка – эремы, чашечка сохраняется при плоде (плод Яснотковых).

Гесперидий – плод цитрусовых (апельсин, лимон), экзокарпий окрашенный, с вместилищами эфирного масла, мезокарпий сухой, губчатый, белый, эндокарпий сочный мясистый (рис. 84).

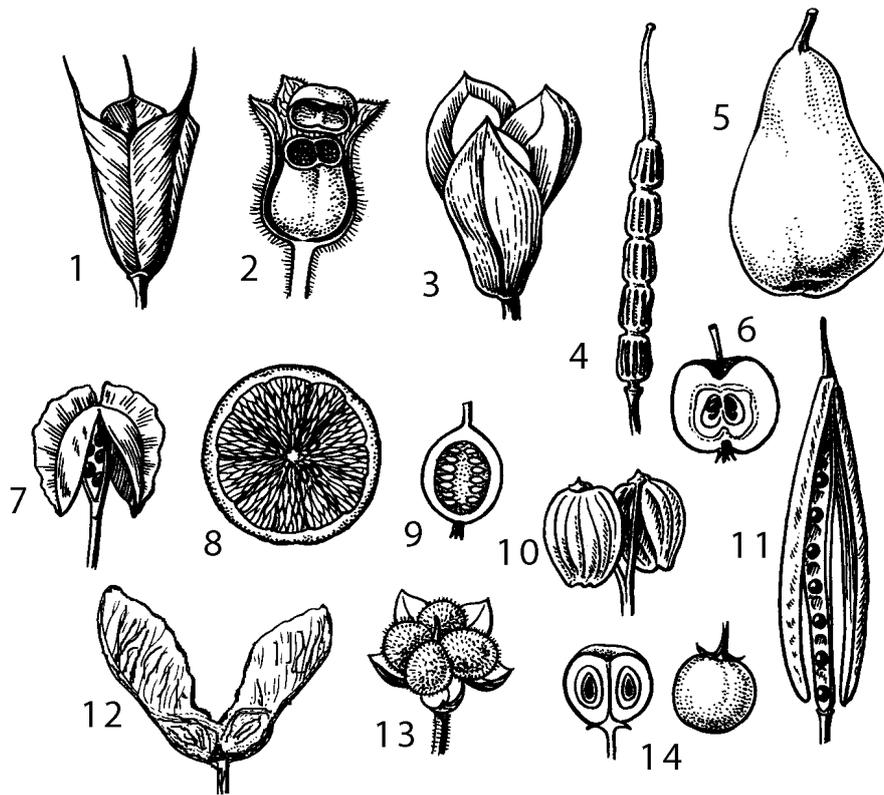


Рис. 84. Ценокарпные плоды

(Приводится по: Яковлев Г.П., Аверьянов Л.В. Ботаника для учителя. В 2 ч. Ч. 1. М.: Просвещение, 1996):

1 – ценокарпная многолистовка, 2 – коробочка, вскрывающаяся крышечкой, 3 – коробочка, вскрывающаяся створками, 4 – дробный стручок, 5–6 – яблоко (общий вид и в разрезе), 7 – стручочек, 8 – гесперидий (в разрезе), 9 – ягода (в разрезе), 10 – вислоплодник, 11 – стручок, 12 – дробная крылатка, 13 – ценобий, 14 – ценокарпная многокостянка

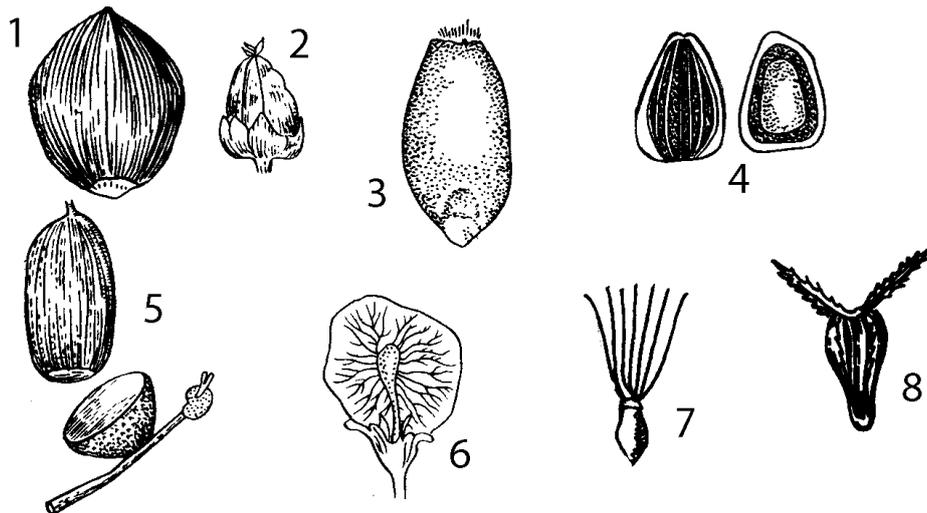


Рис. 85. Псевдомонокарпные плоды (ориг).

1–2 – орех, 3 – зерновка, 4, 7, 8 – семянка, 5 – желудь, 6 – крылатка

Псевдомонокарпные плоды – невскрывающиеся односемянные ценокарпные плоды.

Орех – плод с одревесневшим околоплодником (лещина). Иногда на его перикарпии образуются крыловидные выросты, тогда говорят о крылатом орехе (береза).

Желудь – орех с чашевидной плюской (характерен для представителей семейства Буковых).

Семянка – полуодревесневшим или кожистым околоплодником (характерен для представителей семейства Крапивных и Астровых).

Зерновка – околоплодник кожистый, сростается с семенной кожурой (плод Злаков) (рис. 85).

Общая классификация плодов с учетом разных признаков приведена в таблице.

«Типы плодов»

Апокарпии					
Сухие			Сочные		
Вскрывающиеся		Невскрывающиеся		<i>Многокостянка, цинародий, земляничина, сочная многолистровка</i>	
<i>Многолистровка</i>		<i>Многоорешек</i>			
Монокарпии					
Сухие			Сочные		
Вскрывающиеся	Невскрывающиеся		Распадающиеся	Много-семянные	Одно-семянные
<i>одной створкой – однолистровка; двумя створками – боб</i>	<i>дву-, много-семянные – боб</i>	<i>одно-семянные – одноорешек, сухая костянка</i>	<i>всегда только поперечно – членистый боб</i>	<i>сочный боб, сочная однолистровка</i>	<i>однокостянка</i>
Ценокарпии					
Сухие			Сочные		
Вскрывающиеся	Невскрывающиеся	Распадающиеся		<i>ягода, тыква, гранатина, ценокарпная костянка, яблоко, гесперидий</i>	
<i>коробочка, стручок, стручочек</i>	<i>невскрывающиеся коробочки – сухие ягоды (дерево какао) нескрывающиеся стручки и стручочки</i>	<i>поперечно – членистый стручок</i>	<i>продольно – ценобий, висло-плодник, схизокарпий (калачик)</i>		
Псевдомонокарпии					
Сухие			Сочные		
Перикарпий деревянистый или кожистый		Перикарпий пленчатый		<i>Псевдомонокарпная костянка</i>	
<i>Орех, желудь, семянка, крылатка</i>		<i>Зерновка</i>			

Тематический блок: ГЕНЕРАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Цель: Научиться препарировать цветок, составлять его формулу и диаграмму; устанавливать тип соцветия, тип плода; проводить морфологическое описание цветкового растения.

Вопросы исходного уровня

1. Цветок, его главные части и их функции.
2. Теории происхождения цветка.
3. Формула и диаграмма цветка.
4. Группы соцветий, их характеристика.
5. Чем отличаются цимойдные и ботриойдные соцветия?
6. Что такое открытые и закрытые соцветия?
7. Понятие плод. Участие различных частей цветка в образовании плодов.
8. Морфология и функции плодов.
9. Принципы классификации плодов.
10. Современная классификация плодов, основанная на строении гинецея.
11. Семя, определение семени. Морфология и функции семени.
12. Отличительные особенности семян однодольных и двудольных растений.
13. Физиология семени. Условия прорастания семян.
14. Способы распространения плодов и семян.

Материал: Заспиртованные или живые цветки яблони домашней (*Malus domestica* Borkh), груши (*Pyrus communis* L.), сливы (*Prunus spinosa* L.), караганы (желтой акации) (*Caragana arborescens* Lam.), тыквы (*Cucurbita pepo* L.), огурца (*Cucumis sativus* L.), одуванчика (*Taraxacum officinale* Wed.), паслена (*Solanum nigrum* L.), томатов (*Solanum nigrum* L.); индивидуальные наборы гербарного материала соцветий растений из различных семейств, наборы сухих, свежих или фиксированных сочных плодов; набухшие семена фасоли (*Phaseoli vulgaris* L.); набухшие зерновки пшеницы (*Triticum aestivum* L.).

Оборудование: Бинокляр, препаровальные иглы (2 шт.), пинцеты, предметные стекла, покровные стекла, пипетки, лезвия.

Реактивы: раствор йода в KI, дистиллированная вода.

Таблицы: Форма цветоложа и положение завязи, простой околоцветник, диаграмма цветка, формула цветка, строение цветка, разнообразие цветков, андроцей, типы соцветий.

Методика выполнения работы

Задание 1. Морфология цветка.

Отпрепарировать под бинокляром предложенные цветки (набор из 3-х цветков). Для этого поместить цветок на предметное стекло и положить препарат на предметный столик бинокляра. Рассмотреть на малом увеличении. С помощью

2-х препаровальных игл отделить все части цветка от цветоложа и разложить их на рабочем стекле. В первую очередь от цветоложа отделить околоцветник и определить его тип:

1. Простой или двойной.
2. Правильный или неправильный.
3. Свободный или сросшийся.

Если околоцветник двойной, определить тип венчика. Посчитать число частей околоцветника. Затем определить тип андроцея: свободный или сросшийся, тычинки – однобратственные или двубратственные, сосчитать число тычинок. Последним в цветке найти пестик. Найти части пестика: завязь, столбик, рыльце.

Определить число плодолистиков, степень их срастания, форму цветоложа и положение завязи (верхняя и нижняя). Для определения формы цветоложа необходимо цветок разрезать вдоль.

Для работы необходимо брать по 2 цветка предложенных растений – один для определения формы цветоложа, а другой для препарирования.

В рабочем альбоме зарисовать схемы строения разнообразных цветков, составить диаграмму каждого из разобранных цветков, записать формулу для каждого разобранный цветок.

Задание 2 (УИРС). Определение типов соцветий.

Определите типы всех соцветий из предложенного набора, пользуясь таблицами, рисунками 79–82 и учебником. Схематично зарисуйте типы определенных соцветий и укажите названия растений, у которых они встречаются (по гербариям). Подберите еще примеры растений, которые Вы знаете, у которых встречаются данные типы соцветий.

Задание 3. Морфология плодов.

Определите типы предложенных плодов в зависимости от строения гинецея. Опишите плоды, данные в раздаточном материале, по следующему плану:

План описания плода

1. Тип плода в соответствии с типом гинецея.
2. Сухой или сочный.
3. Характер поверхности плода.
4. Раскрываемость плода (раскрывается естественно или нет).
5. Количество семян в плоде (одно или много).
6. Срастаемость семян с околоплодником (срастается всей поверхностью или нет).

Зарисуйте в рабочем альбоме предложенные плоды (общий вид и в разрезе). Подпишите названия плодов и растений, для которых эти плоды характерны.

Задание 4. Морфология семян двудольных растений.

Рассмотрите набухшие семена фасоли (семя фасоли развивалось внутри плода – боба). Семя фасоли окружено сравнительно плотной блестящей кожурой (спермодермой), имеющей различную окраску. Оно имеет несколько сплюснутую и вытянутую форму с вогнутостью с одной стороны. На вогнутой стороне виден

небольшой выступ, направленный к центральной части семени. Это корешок зародыша. В центре видно овальное пятно – место прикрепления семяножки – семенной рубчик.

Между семенным рубчиком и кончиком выступа корешка видно маленькое отверстие, ведущее внутрь семени – след микропиле (бывший пыльцевход семяпочки). При надавливании двумя пальцами из него выступает капля воды.

На противоположном конце семени виден халазальный след. Утолщение на семенной кожуре называется ребром семени или его швом, находится в противоположной семявходу стороне.

Надрежьте лезвием семенную кожуру и снимите ее кончиком скальпеля. Найдите зародыш семени фасоли. Семядоли являются первичными листочками, в которых из-за отсутствия эндосперма откладываются запасные питательные вещества.

Скальпелем отогните одну долю от другой, на одной семядоле окажется ось зародыша, а на другой – вдавленный отпечаток. Ось зародыша представлена ясно выраженным корешком, почечкой (плюмулой) и очень коротким стебельком, к которому прикреплены семядоли. В почечке ясно выделяют два сложенных вдоль листочка, между которыми зажат конус нарастания стебля.

Зарисуйте общий вид семени фасоли и его зародыш. На рисунке обозначить: след халазы, след микропиле, рубчик, семенной шов, семенную кожуру (спермодерму), почечку (плюмулу), стебелек, корешок, отпечаток зародыша на второй семядоле.

Задание 5. Морфология зерновки злака.

Рассмотрите набухшие зерновки пшеницы под лупой. Убедиться, что околоплодник и семенная кожура плотно приросли к внутренним частям зерновки, и отделить их друг от друга и от семени без повреждения последнего не удастся.

Форма зерна продолговатая, округло-выпуклая. С одной стороны имеется бороздка, идущая вдоль всей зерновки, с противоположной стороны расположен продолговатый выступ – зародыш, который занимает малую часть зерна. Большую часть зерновки занимает эндосперм.

Приготовьте временный препарат продольного разреза через зародыш и эндосперм пшеницы. Для этого необходимо расколоть скальпелем зерновку на две половинки так, чтобы зародыш целиком остался на одной из них. Отрезать от зародыша его поверхностную часть (не более $1/3$ толщины зародыша) и сделать 2–3 среза. Полученные срезы положить в каплю воды на предметное стекло и накрыть покровным стеклом.

Рассмотреть при малом увеличении микроскопа временный препарат. В поле зрения микроскопа видны зародыш и эндосперм, окруженные покровом, состоящим из нескольких слоев клеток, расположенных параллельно поверхности зерновки.

Поверхностные клетки – это околоплодник, внутренние – кожура семени. Зародыш состоит из почечки, стебелька, корешка и одной семядоли. Почечка имеет вид колпачков, надетых друг на друга, – это продольный срез зачатков листьев. Корешок находится на противоположной стороне, здесь ясно виден корешок и корневой

чехлик. Стебелек зародыша укорочен, заканчивается конусом нарастания, заключенным в почечке. Семядоля представляет собой тонкую пластинку (щиток), состоящую из паренхимных клеток без запасных веществ. Через щиток (семядолю) идут питательные вещества из эндосперма к остальным частям зародыша. Эндосперм представлен однородными паренхимными клетками, богатыми крахмальными зернами. Слой, прилегающий к покрову зерновки, резко отличается от остальных клеток своей кубической формой клеток и содержимым, состоящим из мелких округлых телец, не похожих на крахмальные зерна. Если капнуть раствор йода на этот алейроновый слой, то он окрашивается в желтый цвет, так как состоит из белковых веществ.

Зарисуйте в рабочем альбоме продольный разрез через зародыш и эндосперм зерновки пшеницы и обозначить: околоплодник и семенную кожуру, алейроновый слой, клетки эндосперма с крахмалом, стебелек зародыша и конус нарастания, корешок, листочки, щиток.

Задание 6. Отличительные особенности строения семян однодольных и двудольных растений.

Заполните таблицу.

**«Особенности строения семян
однодольных и двудольных растений»**

Название растения	Двудольное или Однодольное	Чем покрыто?	Что входит в состав зародыша семени?	Где находятся питательные вещества?
Фасоль				
Пшеница				

Задание 7. Морфологическое описание растений.

Провести морфологическое описание предложенного растения (гербарий), по плану:

План морфологического описания растений

1. Жизненная форма (дерево, кустарник, травянистое растение (для травянистых указать – однолетнее, двулетнее или многолетнее растение)).

2. Тип корневой системы (стержневая или мочковатая), степень ее развития (слабая, средняя, мощная), наличие клубеньков, микоризы.

3. Положение стебля в пространстве (прямостоячий, ползучий, лазящий, вьющийся). Поверхность стебля (голая или покрытая волосками (простыми, железистыми), шипами, восковым налетом).

4. Наличие видоизменений побегов (подземные луковички, усы, усики, укороченные или удлиненные побеги, корневища, луковички, клубни).

5. Расположение листьев.

6. Листья.

- Тип листьев (простые, сложные). Форма листовой пластинки (круглая, овальная, почковидная, сердцевидная, ланцетная, копьевидная, стреловидная, линейная, яйцевидная, обратнояйцевидная, обратносердцевидная, мечевидная, шиловидная, игловидная, цилиндрическая).

- Форма изрезанности края листа (цельнокрайний, зубчатый, двоякозубчатый, пильчатый, двоякопильчатый, пальчатолопастный, перистолопастный, пальчаторассеченный, перисторассеченный, лировидный, дважды перисторазделенный, дважды перисторассеченный).

- Форма жилкования.

- Тип прикрепления к стеблю (черешковый с прилистниками, черешковый без прилистников, сидячий, влагалищный).

- Опушение. Цвет верхней и нижней поверхности.

7. Тип соцветия.

8. Формула и диаграмма цветка.

9. Тип плода.

Вопросы для самоконтроля.

1. Как составить формулу и диаграмму цветка? Для чего они нужны?

2. Что такое пыльца?

3. Как определить количество плодолистиков у пестика?

4. Дайте определение понятиям: андроцей, гинецей, завязь, Какие классификации плодов Вы знаете?

5. Перечислите апокарпные плоды. Какие из них сочные, какие – сухие?

6. Чем отличаются монокарпные и псевдомонокарпные плоды?

7. Из каких частей цветка формируются экзокарпий, мезокарпий и эндокарпий?

8. Что такое семя? Из чего оно состоит?

9. Где в семенах могут содержаться запасные питательные вещества?

10. Чем отличаются семена однодольных и двудольных растений?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Ботаника: учебник для вузов / под редакцией Р. В. Камелина. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 687 с. – Текст : электронный. – URL: <http://studmedlib.r>

2. *Барабанов, Е. И.* Ботаника / Е. И. Барабанов, С. Г. Зайчикова – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. – 592 с. – ISBN 978-5-9704-2589-3 – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970425893.html>

3. *Барабанов, Е. И.* Ботаника. Руководство к практическим занятиям : учеб. пособие / Е. И. Барабанова, С. Г. Зайчиковой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 304 с. – ISBN 978-5-9704-2887-0. – Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента»: [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970428870.html>

Дополнительная литература:

1. *Еленевский, А. Г.* Ботаника высших, или наземных, растений : учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / А. Г. Еленевский, М. П. Соловьева, В. Н. Тихомиров. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.

2. Биология: Современный курс / под ред. А. Ф. Никитина. – 3-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Спецлит, 2008. – 494 с. : ил. – URL : <http://studmedlib.ru>

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Официальный сайт ВолгГМУ – www.volgmed.ru

2. <http://herba.msu.ru/shipunov/school/sch-ru.htm> – самое крупное собрание литературы по ботанике в открытом доступе.

3. <http://www.plantarium.ru/> – интерактивный определитель флоры Средней России, диагностические признаки и качественные фотографии растений, определенные ведущими флористами МГУ им. М. В. Ломоносова и Ботанического института РАН.

4. <https://www.ipni.org/> – Международный индекс названий растений (IPNI) (профессиональная база данных).

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

Яницкая Алефтина Владимировна
Землянская Инна Владимировна

БОТАНИКА
Часть 1.
АНАТОМИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка и дизайн обложки *С. Е. Акимовой*

Директор Издательства ВолгГМУ *И. В. Казимирова*

Подписано в печать 17.01.2022. Формат 60x84/8.

Усл. печ. 14,88. Уч.-изд. л. 6,1.

Тираж 25 экз. Заказ № 1.

Волгоградский государственный медицинский университет
400131, Волгоград, пл. Павших борцов, 1.
Издательство ВолгГМУ
400006, Волгоград, ул. Дзержинского, 45.