

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВПО «ВГУ»)

**БОТАНИКА:
МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ**

Учебно-методическое пособие для вузов

Воронеж, 2015

Утверждено на заседании кафедры ботаники и микологии биолого-почвенного факультета (№ 0105-01 от 31.08.2015 г.)

Составитель: Негробов В.В.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре ботаники и микологии биолого-почвенного факультета Воронежского государственного университета.

Рекомендуется для студентов высшего образования 1 курса очной и очно-заочной формы обучения биолого-почвенного факультета.

Для направления – 06.03.01 Биология, профили – Ботаника. Зоология. Генетика. Биохимия. Физиология. Биоэкология. Биофизика. Биомедицина.

ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения морфологии растений – дать основы знаний об особенностях строения растительных организмов на клеточном, тканевом и органном уровнях организации.

Задачи:

- сформировать представление об особенностях строения растительной клетки в связи с автотрофностью растения;
- изучить структурные, функциональные и топографические особенности тканей растительного организма;
- изучить анатомию и морфологию вегетативных органов растения в связи с выполняемыми функциями;
- изучить анатомию и морфологию генеративных органов растения в связи с выполняемыми функциями;
- сформировать навыки работы с микротехникой;
- обучить приемам изготовления простейших микропрепаратов;
- обучить правилам проведения наблюдений и фиксации их результатов.
- обеспечить развитие биологической культуры; способствовать формированию научного мировоззрения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные понятия и термины ботаники;
- характерные черты организации высших растений на клеточном, тканевом, органном и организменном уровнях;
- особенности развития растений в онтогенезе;
- значение растений в природе и жизни человека
- современные источники информации в области ботаники;
- устройство светового микроскопа;
- правила микроскопии;
- методики приготовления микропрепаратов;
- правила выполнения научного рисунка

уметь:

- находить ботаническую информацию в различных источниках (печатных и электронных изданиях, компьютерных базах данных, ресурсах Интернета) и критически ее оценивать; — самостоятельно работать с электронными документами, Интернет-ресурсами, электронными базами данных в сети Интернет

— применять биологические знания при непосредственном изучении цитолого-анатомического и морфологического строения высших растений в лабораторных и природных условиях

— проводить наблюдение за растительными объектами и фиксировать результаты наблюдений

владеть:

- ботанической терминологией;
- навыками поиска информации
- методами работы с микроскопом и другими оптическими приборами;
- методикой изготовления временных и постоянных микропрепаратов;
- методами проведения наблюдений и фиксации их результатов;
- навыками самостоятельной работы с ботанической литературой

Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина "Ботаника" относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология (уровень бакалавриата).

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям:

- знание главных понятий, закономерностей и законов, касающихся строения, жизни и развития растительных и грибных организмов;
- знание строения и жизни растений и грибов, их классификации и основных групп;
- умение обосновывать выводы, оперировать понятиями при объяснении явлений в жизни растений и грибов с приведением примеров из практики сельскохозяйственного и промышленного производства, здравоохранения и т. д.

Дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей

Физиология растений

Цитология

Экологическая ботаника

Основы фитоценологии и географии растений

Медицинская ботаника
Региональная флора
Экономическая ботаника
Экологический мониторинг и охрана растительного покрова
Спецпрактикум

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

1. **Общепрофессиональные (ОПК):**

— способностью понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов (ОПК-3);

— способностью применять современные экспериментальные методы работы с биологическими объектами в полевых и лабораторных условиях, навыки работы с современной аппаратурой (ОПК-6);

- способностью обосновать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении; владением современными представлениями об основах эволюционной теории, о микро- и макроэволюции (ОПК-8);

- способность применять базовые представления об основах общей, системной и прикладной экологии, принципы оптимального природопользования и охраны природы. мониторинга, оценки состояния природной среды и охраны живой природы (ОПК-10);

- способность использовать знание основ и принципов биоэтики в профессиональной деятельности (ОПК-12);

- готовность использовать правовые нормы исследовательских работ и авторского права, а также законодательства Российской Федерации в области охраны природы и природопользования (ОПК-13).

I. ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

1.1 УСТРОЙСТВО СВЕТОВОГО МИКРОСКОПА

Микроскоп – прибор, позволяющий получать увеличенное изображение объектов и структур, недоступных глазу человека. Световые микроскопы могут увеличивать объект размером от 0,5 мкм с разрешением элементов объекта до 0,1 мкм более чем в 1500 раз. Теоретически построить световой микроскоп с большим разрешением невозможно, так как предел его разрешения определяется длиной световой волны.

По способам освещения микроскопы могут быть проходящего света (свет проходит через объект) и падающего (отраженного) света (свет отражается от объекта). По методам получения контраста существуют микроскопы светлого поля, тёмного поля, фазового контраста, флуоресценции, поляризованного света и др.

Светлопольный микроскоп проходящего света применяется при исследовании прозрачных препаратов, у которых различные участки структуры по-разному поглощают свет (например, тонкие окрашенные срезы растительных тканей). Пучок лучей из осветительной системы проходит препарат и объектив и даёт равномерно освещенное поле в плоскости изображения. Элементы структуры препарата частично поглощают и отклоняют падающий на них свет, что и обуславливает появление изображения. Метод может быть полезен и при наблюдении непоглощающих объектов, но лишь в том случае, если они рассеивают освещающий пучок настолько сильно, что значительная часть его не попадает в объектив.

Хотя разные марки микроскопов имеют конструктивные отличия в целом для них характерна общая принципиальная схема устройства:

1. Механическая система (штатив, предметный столик, макро- и микровинт).
2. Осветительная система (осветитель или зеркало, конденсор).
3. Оптическая система (объективы и окуляры в тубусе).

Правила работы с микроскопом.

1. Перед началом работы с микроскопа удаляют пыль мягкой тканью или кистью.
2. Переносить прибор следует двумя руками: одной держась за штатив, второй – поддерживая основание штатива.
3. Нельзя прикасаться пальцами к стеклянным поверхностям объективов и окуляров.
4. По окончании работы с микроскопом объективы необходимо установить в нерабочее положение.

Этапы микроскопирования

1. Настройка освещения. При работе с естественным и искусственным освещением обычно используют зеркало, имеющее две поверхности плоскую и вогнутую (при слабом свете). Для настройки освещения необходимо направить зеркало на источник света и добиться равномерного яркого поля зрения.
2. Фокусировка при малом увеличении. Изучение препарата всегда начинают с малого увеличения! Расположив препарат на предметном столике, необходимо с помощью макровинта медленно опустить тубус так, чтобы расстояние между объективом и препаратом было минимальным (смотреть сбоку!). Затем, глядя в окуляр, поднимают тубус, добиваясь фокусировки.
3. Фокусировка при большом увеличении. Найдя нужный участок объекта, при малом увеличении, переходят к его изучению при большом увеличении. Для этого поворотом револьвера меняют объектив на большее увеличение и производят подстройку фокусировки микрометрическим винтом.



Задание 1. Устройство светового микроскопа.

Найдите и назовите основные узлы осветительной, оптической и механической систем микроскопа. Произведите правильную настройку освещения и фокусировки при разных увеличениях.

Рисунок – метод исследования на основе фиксирования результатов наблюдения. Требования к схематическому рисунку.

1. Выполняется рисунок простым карандашом, в некоторых случаях цветными.
2. Рисунок должен быть достаточно крупным, отражающим главные признаки объекта.
3. Пропорции общего размера рисунка и его деталей должны быть сохранены.
4. Рисунок необходимо обязательно снабжать пояснительными надписями.

1.2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАСТИТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Растительная клетка – это структурная, функциональная и генетическая единица растений.

Особенности растительной клетки:

- прочная полисахаридная клеточная оболочка, окружающая протопласт;
- пластидом (пластидная система), возникший в связи с фототрофным типом питания;
- первичные ассимиляты, образующиеся в процессе фотосинтеза (в основном сахара);
- вакуом (вакуолярная система), который в зрелых клетках обычно представлен крупной полифункциональной центральной вакуолью, занимающей до 95% объёма клетки;
- эргастические вещества или включения – пассивные продукты метаболизма протопласта, в особенности вещества вторичного синтеза;
- особый тип роста клетки путём растяжения (за счёт увеличения объёма вакуоли);
- тотипотентность (позднелат. totus – весь, целый, полный; лат. potentia – сила) – возможность регенерации полного растения из дифференцированной клетки;
- отсутствие центриолей и фрагмопластный тип цитокинеза. В формировании межклеточной пектиновой пластинки участвует фрагмопласт – система микротрубочек, расположенная в экваториальной плоскости материнской клетки;
- функциональность мёртвой клетки, т.е. способность осуществлять жизненно важные для растения процессы в мёртвом состоянии (водопроводящие, пробковые, механические клетки);
- клеточные контакты. Связь между соседними клетками осуществляется в большинстве случаев с помощью плазмодесм и пор.

По форме различают клетки:

Паренхимные (от греч. παρά – около, вне и énchyma – налитое, букв. – налитое рядом) – клетки, имеющие примерно равные размеры по всем направлениям, т.е. изодиаметрические (округлые, овальные, многогранные, дисковидные, таблитчатые, звёздчатые и др.). Паренхимные клетки, как правило, живые и тонкостенные. Они составляют основные ткани растения – сердцевину и первичную кору стебля и корня, ткани листа, цветка, семени, мякоть плодов.

Прозенхимные (от греч. πρός – по направлению и énchyma) клетки вытянутые, длина их превышает ширину в десятки и сотни раз. Окончания клеток заострены, клеточные оболочки толстые, содержимое часто отсутствует. Прозенхимные клетки образуют, в основном, водопроводящие и механические ткани растений.

Размеры растительных клеток варьируют в широких пределах от 1-2 мкм (одноклеточные водоросли) до нескольких миллиметров в поперечнике (паренхимные клетки сочной мякоти плодов цитрусовых). Средняя величина большинства паренхимных растительных клеток находится в пределах 10-100 мкм в диаметре.

Прозенхимные клетки высших растений могут достигать нескольких десятков миллиметров (и даже сантиметров!) в длину при микроскопической толщине. Длина лубяных волокон льна, конопли составляет 20-40 мм, крапивы – 80 мм, рами – 200 мм, волоски хлопчатника – 65 мм, пыльцевые трубки некоторых цветковых – до 200 (300) мм!



Задание №2. Строение растительной клетки.

Рассмотрите под микроскопом временный препарат: эпидерма сочной чешуи лука (*Allium cepa*).

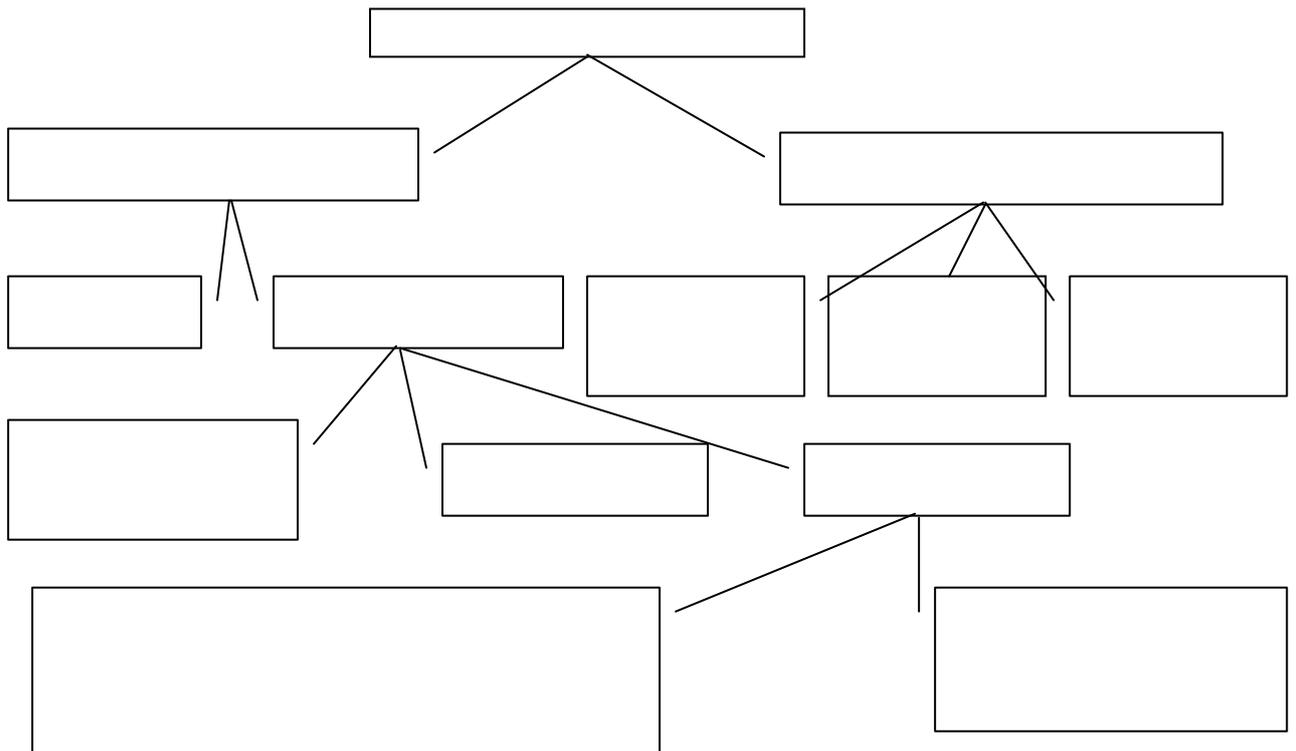
Зарисуйте несколько клеток и обозначьте:

1 – клеточная оболочка, 2 – ядро, 3 – цитоплазма, 4 – вакуоль.



Самостоятельная работа №1.

Заполните схему «Структура обобщенной растительной клетки»



1.3 ПЛАСТИДЫ

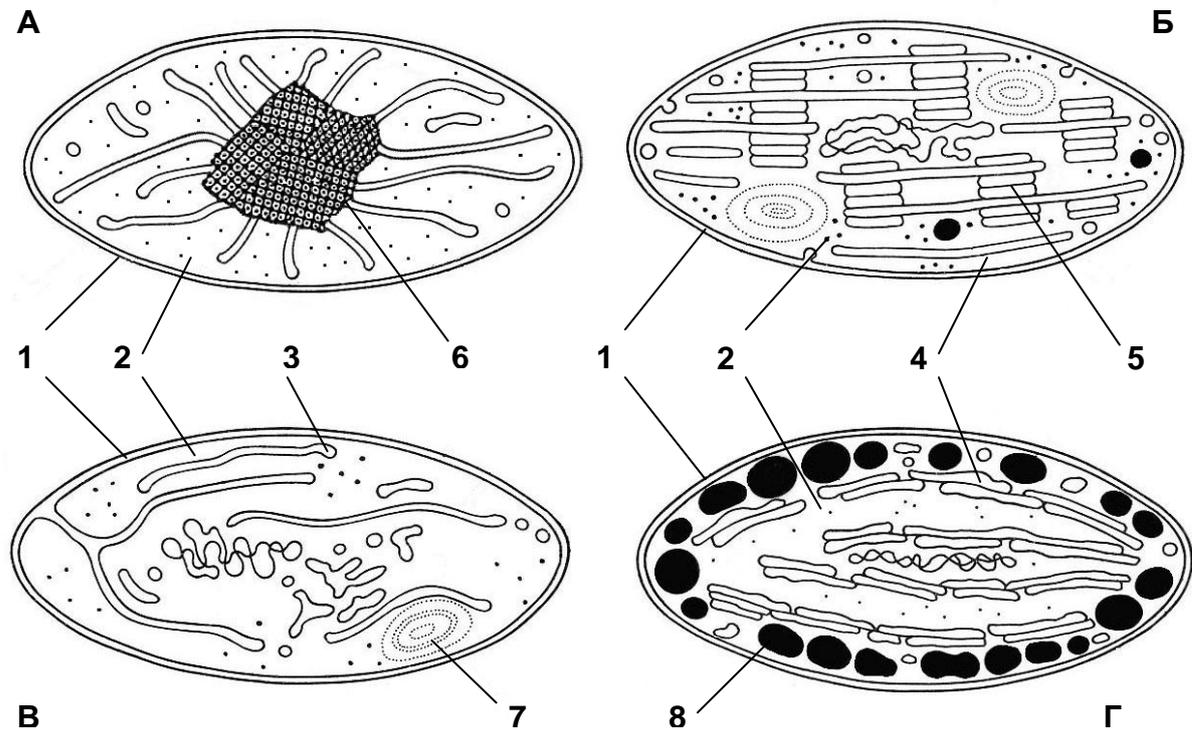
Пластиды (греч. *plástides* – создающие, образующие) – двумембранные органоиды растительных клеток.

Совокупность всех пластид клетки называется **пластидомом**. Структурные особенности пластид:

- оболочка состоит из двух мембран – наружной и внутренней, между которыми располагается межмембранное пространство;
- внутренняя мембрана образует систему выростов – ламелл (лат. *lamella* – маленькая тонкая пластинка), различной сложности в зависимости от типа пластиды;
- внутреннее пространство пластиды заполнено стромой (греч. *strōma* – ложе) или матриксом (лат. *matrix* – основа) – содержимым, в котором расположены рибосомы, фибриллы ДНК и РНК, включения (пластоглобулы, зёрна крахмала, кристаллиды белка и др.).

Классификация пластид (по содержанию фотосинтетических пигментов (лат. *pigmentum* – краска): бесцветные – лейкопласты (не содержат пигментов), зелёные – хлоропласты (содержат хлорофиллы и каротиноиды), жёлто-красные – хромопласты (содержат каротиноиды).

Пластиды всех типов возникают из протопластид – **эопластов** (греч. *ēōs* – заря; *plastós* – вылепленный, образованный) – бесцветных телец, размером немного крупнее митохондрий. В больших количествах они встречаются в меристематических (греч. *meristós* – делимый) клетках. На свету протопластида развивается в хлоропласт, в темноте в лейкопластоподобный, лишённый крахмала, каротинсодержащий этиопласт (франц. *étioler* – делать хилым). Для него характерно наличие хорошо развитого пластидного центра (проламеллярного тельца) с кристаллической структурой, состоящего из скопления пузырьков или сети разветвлённых трубочек. На свету этиопласт превращается в хлоропласт.



Внутреннее строение этиопласта (А), хлоропласта (Б), лейкопласта (В), хромопласта (Г).

1 – оболочка (наружная и внутренняя мембраны), 2 – строма (матрикс), 3 – ламелла стромы, 4 – тилакоиды, 5 – грана, 6 – проламеллярное тело (пластидный центр), 7 – крахмальное зерно, 8 – пластоглобула.

**Задание №3. Пластиды**

Рассмотрите под микроскопом временные препараты: лист элодеи (*Elodea canadensis*), эпидерма листа традесканции (*Tradescantia sp.*), паренхима плода рябины (*Sorbus aucuparia*):

Зарисуйте клетки с пластидами и обозначьте:

1 – клеточная оболочка, 2 – хлоропласты, 3 – лейкопласты, 4 – хромопласты.

Хлоропласты водорослей – **хроматофоры** (греч. *chrōma* – цвет; *phorós* – несущий).

Особенности хроматофоров:

- число хроматофоров в клетках водорослей может колебаться от одного (зелёные водоросли) до нескольких сотен (эвгленовые водоросли);
- наряду с париетальным хроматофоры могут занимать центральное положение в клетке (*Chlamidomonas*);
- хроматофоры полиморфны: чашевидный (*Chlamydomonas*), в виде кольца (*Ulothrix*), спиральной ленты (*Spirogyra*), звёздчатый (*Zygnema*) и т.д.;
- хроматофоры могут иметь оболочку, состоящую из четырёх мембран, за счёт примыкания к пластиде канала ЭПР (бурые, золотистые, жёлто-зелёные водоросли);
- хроматофоры различаются составом фотосинтетических пигментов. В них содержатся различные хлорофиллы, каротиноиды, ксантофиллы, фикобиллипротеиды, имеющие диагностическое значение на уровне отдела;
- в хроматофорах имеются особые погруженные органоиды – пиреноиды (греч. *pyrēn* – косточка; *idos* – вид), которые находятся внутри пластиды или выдаются за её пределы, но и в этом случае они заключены в его оболочку. Пиреноид представляет собой плотное образование белковой природы, окружённое снаружи обкладкой в виде сплошного кольца или отдельных пластинок в числе двух и более, различной химической природы. В зависимости от группы водорослей обкладка может быть представлена крахмалом, липидами, ламинарином, парамилоном, хризоламинарином, багрянковым крахмалом. Границей пиреноида условно служит его обкладка. Чаще хроматофор содержит только один пиреноид, но их может быть два и более, до нескольких десятков. Форма пиреноидов отличается крайним разнообразием: от круглой и многоугольной до палочковидной. Размеры колеблются в широких пределах: мелкие не превышают 3 мкм, а крупные достигают 10-15 мкм.



Самостоятельная работа №2.

Заполните таблицу «Характеристика пластид»

Тип пластиды	Локализация в растении	Форма	Организация внутренней мембранной системы	Наличие пигментов	Функции
Лейкопласт					
Хлоропласт					
Хромопласт					

1.4 КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА

Клеточная оболочка – мертвый продукт жизнедеятельности протопласта, окружающий его снаружи. Клеточная стенка – совокупность клеточных оболочек двух смежных клеток и расположенного между ними межклеточного вещества.

Функции клеточной оболочки (стенки):

- 1) структурная (определение формы и размера клетки, ограничение растяжения протопласта);
- 2) защитная (защита от механических воздействий, высыхания, инфекций);
- 3) механическая (создание тургора);
- 4) скелетная (формирование опорной системы тела наземных растений);
- 5) транспортная (обеспечение апопластного транспорта веществ);
- 6) коммуникационная (образование межклеточных связей);
- 7) выделительная (место для экскретов);
- 8) запасная (накопление запасных углеводов – гемицеллюлоз).
- 9) регуляторная. Влияние на транспирацию, поглощение, транспорт, секрецию.

Клеточная оболочка растительных клеток обладает сложным химическим составом веществ, которые можно разделить на две главные группы:

— вещества каркаса, создающие основу клеточной оболочки, её арматуру;

— вещества матрикса, заполняющие пространство в каркасе клеточной оболочки и усиливающие её прочность.

Вещества каркаса. У водорослей, имеющих клеточные оболочки, веществами каркаса могут быть ксилан, маннан и целлюлоза. У высших растений каркас образован только целлюлозой (клетчаткой). Целлюлозный каркас, представляет собой систему фибрилл различной сложности. Фибриллы – это пучки молекул целлюлозы, соединённых водородными связями.

Различают три размерных класса фибрилл:

1. Элементарные фибриллы или мицеллы, состоящие из 60-100 параллельно расположенных молекул целлюлозы. Поперечное сечение мицеллы составляет 6-7 нм, а длина – около 60 нм.
2. Микрофибриллы. Состоят из элементарных фибрилл и включают 2 000 молекул целлюлозы. Поперечное сечение микрофибриллы составляет 10-35 нм (у водорослей в 10 раз больше), а длина – несколько сот нанометров.
3. Макрофибриллы. Состоят из микрофибрилл (около 400) и содержат 500 000 молекул целлюлозы. Макрофибриллы имеют толщину около 0,5 мкм и могут достигать в длину 4 мкм. Они так же прочны, как равная им по толщине стальная проволока.

Вещества матрикса. Гемицеллюлозы, пектин и вода формируют основное вещество клеточной оболочки или матрикс. В состав матрикса клеточных оболочек помимо углеводных компонентов входит также структурный белок – экстенсин. Он является гликопротеином с высоким содержанием оксипролина и олигосахаридными боковыми цепями из арабинозы. Кроме того, в составе клеточных оболочек отмечаются ферменты, инкрустирующие и адкрустирующие вещества.

В процессе дифференциации клеток происходят химические видоизменения клеточной оболочки несколькими путями. Инкрустация (лат. in – в; crusta – корка) – процесс отложения веществ внутри клеточной оболочки. Адкрустация (лат. ad – до, по; crusta – корка) – накопление веществ на наружной или внутренней поверхности клеточной оболочки. Химическое перерождение веществ представляет метаморфоз ранее сформированных компонентов каркаса и матрикса клеточной оболочки в новые соединения.

1. Лигнификация (одревеснение) (лат. lignum – древесина) – процесс инкрустации клеточной оболочки лигнином. Лигнин – ароматическое соединение, основным компонентом которого является оксигидроконифероловый спирт. Одревесневшие клеточные стенки приобретают жёсткость и прочность. Лигнифицированные клеточные стенки характерны для клеток водопроводящих и механических тканей. Древесина хвойных содержит 27-30% лигнина (до 34% у сосны), лиственных – 18-27%.

2. Суберинизация (опробковение) (лат. suber – пробка) – процесс инкрустации клеточной оболочки суберином. Суберин – сетевидный полимер, состоящий из ненасыщенных жирных кислот и жирных гидроксикислот. Пропитанные суберином клеточные стенки становятся полностью непроницаемыми для воды и воздуха. Суберинизация характерна для вторичных покровных тканей, тканей патологических образований.

3. Кутинизация (лат. cutis – кожа) – процесс адкрустации, реже инкрустации клеточной оболочки кутином, воском. Кутин – сетевидный полимер, состоящий из жирных гидроксикислот. Воск – смесь эфиров высокомолекулярных кислот и высокомолекулярных спиртов (преимущественно глицеридов жирных кислот, т.е. жиров). Слой кутина и восков защищает клетку от избыточного испарения, инфекций и смачивания водой (например, листьев). Кутинизация характерна для эпидермы листьев, стеблей, плодов, а также мезофилла листа.

4. Минерализация – процесс инкрустации и адкрустации клеточной оболочки минеральными веществами. Эти включения могут составлять до 75% массы клеточной оболочки. В качестве

инкрустирующих веществ выступают кремнезём, соли карбоната и оксалата кальция и магния. Богаты кремнезёмом клетки кожицы стеблей и листьев хвощей, злаков, осок. Окремнение стенок свойственно и многим растениям из двудольных, особенно из семейства мареновых. Окремнению подвергаются жгучие волоски у крапивы двудомной. Кальций встречается в клеточных оболочках в виде углекислой, щавелевокислой и пектиновокислой извести.

5. Ослизнение – процесс образования в клеточных оболочках камёдей и слизи – сложных углеводов пентозанов $((C_5H_8O_4)_n)$ и гексозанов $((C_6H_{10}O_5)_n)$ и их производных. Слизистые вещества могут накапливаться путём адкрустации или химического перерождения материала клеточной оболочки. Эти вещества близки к пектиновым соединениям и обладают высокой способностью к набуханию. Ослизнение бывает или нормальным явлением в жизни растения, или же происходит как патологический процесс. Путём ослизнения участков клеточной оболочки, с последующим удалением слизи происходит образование перфораций в члениках сосудов.

Камеди являются продуктами экссудативными (лат. *exsuda* – выделяю), образуются в местах повреждений растения и в набувшем от воды состоянии обычно клейки и вытягиваются в нити. Камедь образуется в результате слизистого перерождения целлюлозных оболочек клеток паренхимной ткани сердцевинной и сердцевинных лучей. Известны случаи слизистого перерождения и в области коровой паренхимы.

Рост клеточной оболочки может осуществляться в двух направлениях:

- в поверхность (рост растяжением);
- в толщину.

Поверхностный рост клеточной оболочки, или рост растяжением, происходит в клетках, которые продолжают увеличиваться в размерах. Такие клетки имеют нелигнифицированные первичные оболочки со сравнительно небольшим содержанием целлюлозы.

Рост клеточной оболочки в толщину происходит разными способами:

- 1) постепенным наложением компонентов оболочки друг на друга (аппозиция);
- 2) вкраплением нового материала в уже сформированную оболочку (интуссусцепция).

Способ и интенсивность роста клеточной оболочки, а также расположение в ней микрофибрилл, обуславливает в ней более или менее выраженную слоистость. В каждом протопласте рост клеточной оболочки происходит по направлению снаружи вовнутрь, поэтому самый старый слой данной оболочки занимает самое наружное положение в клетке, а наиболее молодой – самое внутреннее, непосредственно перед протопластом. Слои, образовавшиеся первыми, составляют первичную клеточную оболочку. Во многих типах клеток откладываются дополнительные слои, которые образуют вторичную клеточную оболочку.

Первичная клеточная оболочка – это преимущественно оболочка делящихся и растущих клеток. Образование первичных оболочек начинается уже в период заложения клеточной пластинки и заканчивается к моменту её образования. Рост первичной клеточной оболочки, как правило, заканчивается при переходе растущей клетки в фазу дифференциации. Зона соединения первичных клеточных оболочек двух смежных клеток называется срединной пластинкой или межклеточным веществом. Она преимущественно состоит из пектина. Первичная клеточная оболочка имеет толщину 0,1-0,5 мкм и содержит 60-90% воды. В её сухом веществе содержится 60-70% матричных полисахаридов, 30% – целлюлозы, 10% – структурного белка, лигнин отсутствует. Она легко проницаема для растворимых веществ. Микрофибриллы целлюлозы в ней располагаются беспорядочно и закрепляются только водородными связями, что позволяет им скользить относительно друг друга при росте первичной клеточной оболочки. Вторичная клеточная оболочка – это оболочка специализированных клеток, прошедших фазу дифференциации.

Вторичная клеточная оболочка может рассматриваться как дополнительная, выполняющая, главным образом, механическую, опорную или защитную функции. Её толщина может составлять десятки микрометров. В сухом веществе она содержит 20-30% – гемицеллюлоз и незначительное количество пектиновых веществ, 25-30% – лигнина, 40-98% – целлюлозы.

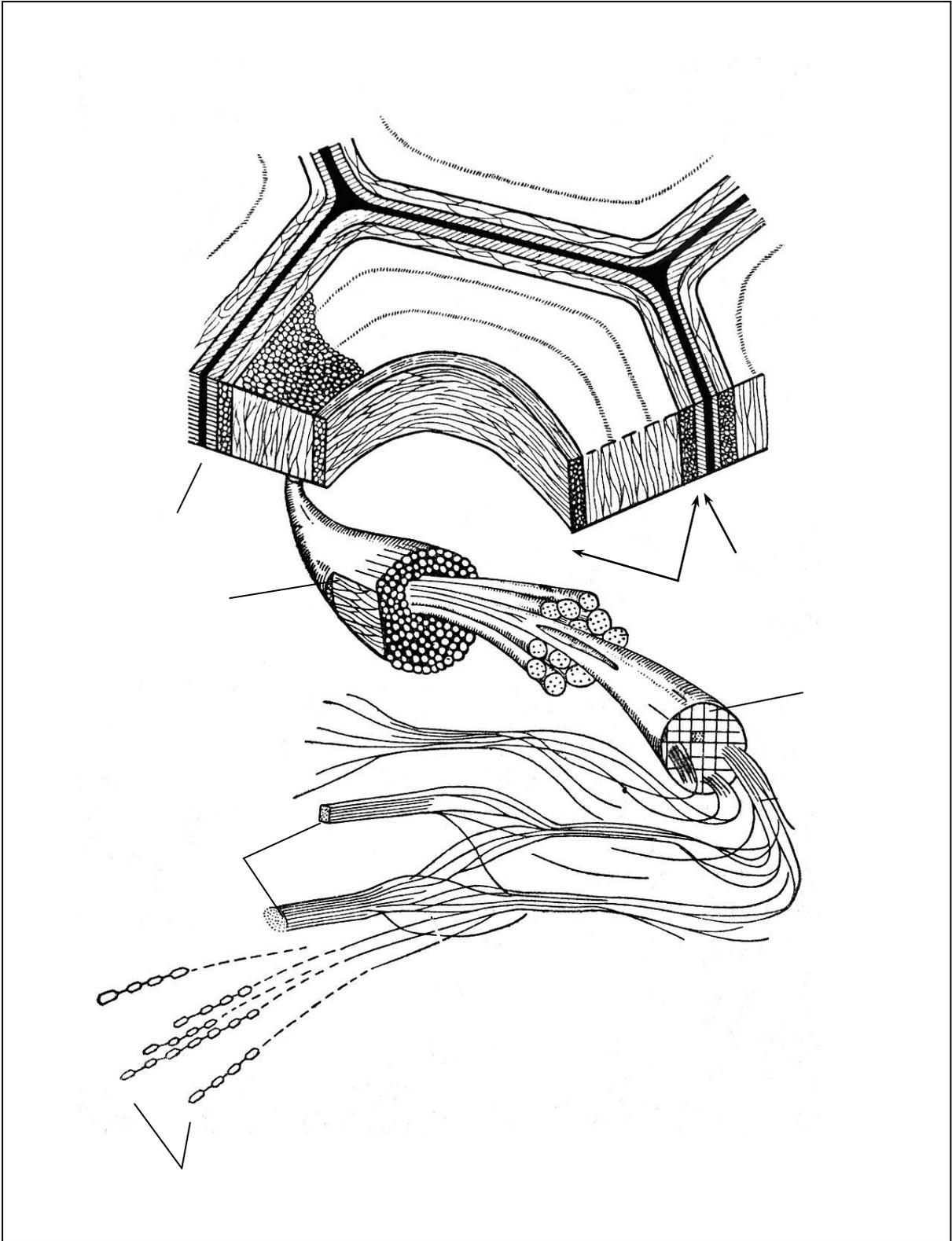
В клетках с развитой одревесневшей вторичной клеточной оболочкой выделяют три концентрических слоя, различающихся по мощности, химическому составу и физическим свойствам.

Наружный – узкий слой, прилегающий к первичной клеточной оболочке. В данном слое фибриллы образуют тупой угол с продольной осью клетки так, что микрофибриллы оказываются расположенными почти горизонтально. Средний слой, самый мощный, в котором фибриллы ориентированы под острым углом. Внутренний слой – узкий, содержащий фибриллы, расположенные под тупым углом к продольной оси клетки.

При изучении клеточной оболочки в её структуре наблюдаются явления слоистости и штриховатости. Слоистость – явление концентрического строения оболочки, наблюдаемого на её поперечном разрезе. Слои могут различаться толщиной, силой преломления света, химизмом. Штриховатость (полосатость) – явление тонкой исчерченности оболочки при рассмотрении её с поверхности (в плане). Штриховатость связана с параллельным расположением фибрилл в слое клеточной оболочки. Микрофибриллы разных слоёв могут располагаться под разными углами относительно продольной оси клетки.

 **Самостоятельная работа №3.**

Структура клеточной оболочки. Изучите строение клеточной оболочки и обозначьте на рисунке: 1 – молекулы целлюлозы, 2 – элементарные фибриллы (мицеллы), 3 – микрофибрилла, 4 – макрофибрилла, 5 – трехслойная вторичная оболочка, 6 – первичная оболочка; 7 – срединная пластинка (межклеточное вещество).

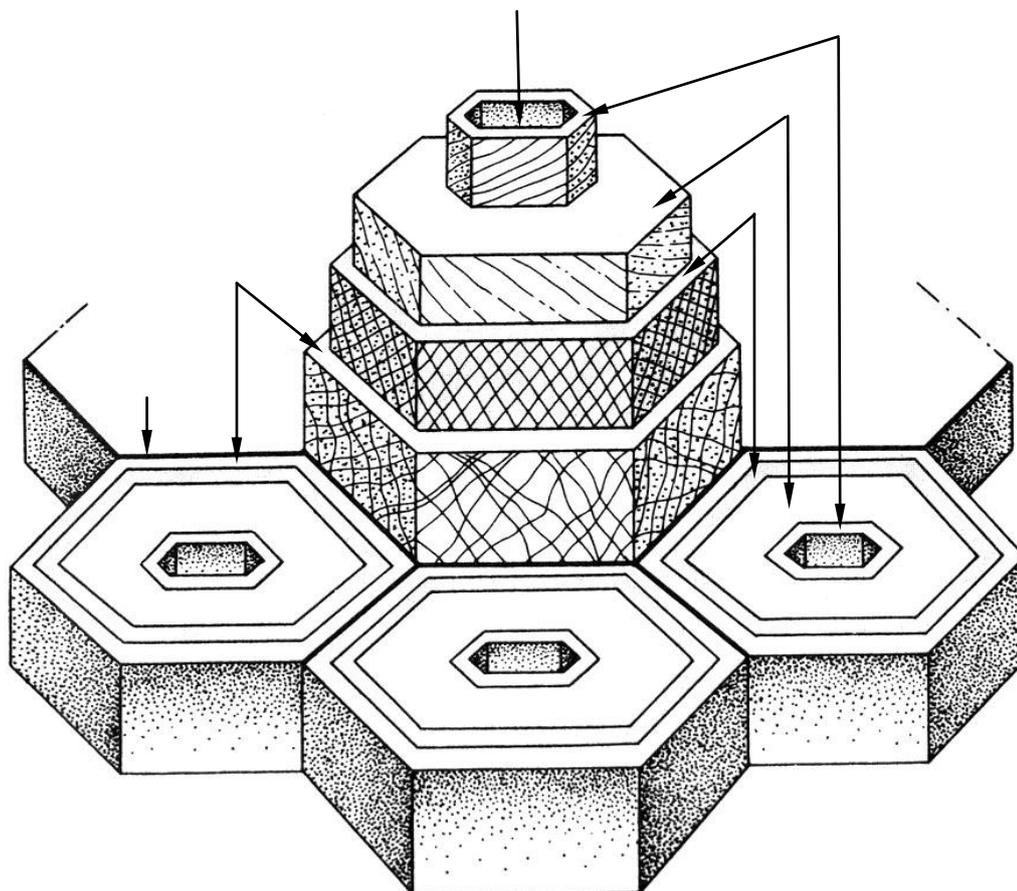


 **Самостоятельная работа №4.**

Структура клеточной оболочки. Изучите особенности слоев клеточной стенки. Заполните таблицу и обозначьте на рисунке: 1 – срединная пластинка, 2 – первичная оболочка; 3 – наружный слой вторичной оболочки (S_1), 4 – средний слой вторичной оболочки (S_2), 5 – внутренний слой вторичной оболочки (S_3), 6 – полость клетки.

Сравнительная характеристика слоёв клеточной стенки растительной клетки

Признак	Срединная пластинка	Первичная оболочка	Вторичная оболочка
Толщина			
Вода (кол-во %)			
Сухое вещество:			
Целлюлоза (кол-во в %)			
Длина молекулы (кол-во остатков глюкозы)			
Расположение микрофибрилл относительно друг друга			
Направление микрофибрилл в оболочке			
Матричные полисахариды и их содержание (%)			
Структурный белок (наличие)			



1.5 ЭРГАСТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

Эргастические вещества (греч. ergon – работа) или **включения** – необязательные компоненты клетки, пассивные производные протопласта, представляющие собой скопления веществ в твёрдой или жидкой форме, временно выведенные из обмена, или катаболиты. Главнейшими из этих веществ являются запасные вещества и продукты вторичного метаболизма. Часть этих веществ сосредотачивается внутри протопласта, другая – концентрируется снаружи протопласта, в клеточной оболочке. Практически все эргастические вещества независимо от их природы могут вновь вовлекаться в процессы активного метаболизма клетки, поэтому их подразделение на ряд функциональных групп (структурные, защитные, запасные, катаболиты) достаточно условно.

Белковые включения. Белковые вещества в клетках растений накапливаются в твёрдом виде (кристаллическом) или в форме аморфных, мягких (пластичных или упругих) отложений.

Твёрдые отложения белка – кристаллиды (от греч. krystallos, первонач. – лёд) – чаще наблюдаются в ядрах, реже – в гиалоплазме, стромае пластид (хлоро-, хромо-, лейкопластах), вакуолях, в расширениях цистерн ЭПР, матриксе пероксисом и митохондрий. Аморфные белковые включения наблюдаются в вакуолях. Накопление белков в вакуолях может приводить к формированию особых структур, которые получили название **белковых телец** или **алеироновых зёрен**. Их размеры колеблются от 1 до 55 мкм. Алейроновое зерно состоит из оболочки (формируется из тонопласта) и расположенной под ней аморфной белковой массы, в которой могут быть включения трех типов – кристаллиды белка (один, реже 2-3), глобиды, кристаллы оксалата кальция.

Кристаллиды имеют ромбоздрическую форму. Глобиды имеют сферическую форму и встречаются по несколько в одном зерне. Они состоят из фитина – калиево-магниево-кальциевой соли инозитгексафосфорной кислоты. Кристаллы оксалата кальция в составе алейроновых зерен представлены реже (семейство сельдерейные). Они имеют вид друз, игольчатых или таблитчатых включений. Алейроновые зёрна, содержащие кристаллиды, называются сложными белковыми тельцами (семена льна, подсолнечника, тыквы, клещевины). Белковые тельца, состоящие только из аморфного белка, называются простыми (бобовые, рис, кукуруза).

Алейроновые зёрна формируются в клетках запасующих тканей семян растений. Наиболее крупные они в семенах, богатых маслами (клещевина), сравнительно мелкие – в крахмалистых семенах (злаки, бобовые).



Задание №5. Алейроновые зёрна.

Изучите временный препарат: паренхима эндосперма семени (*Ricinus communis*), зарисуйте алейроновое зерно и обозначьте:

1 – оболочка алейронового зерна, 2 – глобиды (кальцевые и магниевые соли инозитфосфорной кислоты), 3 – кристаллиды (кристаллический белок), 4 – аморфный белок.

Липидные включения. Запасными формами липидов у растений выступают жиры и масла – глицериды глицерина и органических кислот (стеариновой, пальмитиновой, олеиновой, масляной, линолевой и др.). Жиры и масла чаще различают по физическим свойствам: жиры при обычной температуре твёрдые вещества, масла – жидкие.

Наибольшее количество липидов сосредотачивается в спорах и семенах растений. Среди цветковых 90% видов имеют липиды в качестве запасных веществ в семенах. У некоторых растений запасные масла откладываются в клетках вегетативных органов – корневищ (черный папоротник, ирисы, купальницы), стеблевых клубней (цикламен, таро), корневых шишек (чуфа – *Cyperus esculentus*).

Включения углеводов. Запасные углеводы накапливаются в растительных клетках в растворимой и нерастворимой формах, что определяется особенностями образования и строения этих веществ. Растворимые запасные углеводы – сахара, инулин, сосредотачиваются преимущественно в клеточном соке вакуолей, нерастворимые – крахмал, гемицеллюлозы – в органоидах, гиалоплазме, клеточной оболочке.

Крахмал ($C_6H_{10}O_5$)_n – высокополимерный углевод. Запасается в нерастворимом состоянии в виде крахмальных зёрен. Местами накопления крахмала в клетках растений служат пластиды, реже ядра, гиалоплазма. В хлоропластах образуются зёрна первичного крахмала (ассимиляционного), который со временем разрушается и синтезируется вновь в лейкопластах (амилопластах), образуя зёрна вторичного крахмала. Кроме этих двух физиологических форм у растений различают крахмал транзиторийный и оберегаемый (клетки колумеллы корневого чехлика, эндодермы первичной коры, латекс млечников).

По строению крахмальные зёрна очень разнообразны. При их микроморфологическом анализе учитывают ряд основных признаков: 1) величину, 2) форму, 3) число и положение образовательных центров, 4) слоистость, 5) наличие или отсутствие трещин. Наряду с этим, определяют тип крахмальных зерен (простое, полусложное, сложное) и способность к образованию агрегатов.

Крупные крахмальные зёрна образуются у картофеля (100-145 мкм), канны (180 мкм), петрова креста (275 мкм). Мелкие зёрна у какао (3-8 мкм), риса (2-8 мкм), гречихи (6-8 мкм). Молодые крахмальные зёрна имеют шаровидную или близкую к ней форму. У старых крахмальных зёрен форма более разнообразна: яйцевидная (картофель), округлая (пшеница), угловатая (овес), эллиптическая (горох). Форма крахмальных зёрен является постоянным родовым признаком.

В водном растворе крахмальные зёрна часто обнаруживают слоистое строение вокруг одной точки, называемой образовательным центром или ядром, который может находиться в центре или сбоку зерна. Расположение слоёв вокруг образовательного центра в крахмальном зерне может быть концентрическим (пшеница, горох, чечевица) или эксцентрическим (картофель, банан, батат).

От образовательного центра зерна в радиальных направлениях могут расходиться трещины, возникающие в результате его обезвоживания (горох, фасоль, пшеница, рожь).

Слоистость крахмального зерна связана с наличием в нём двух различных полисахаридных комплексов, называемых амилоза и амилопектин. Амилоза – полисахарид, линейные молекулы которого построены из остатков α-D-глюкозы. Молекулярная масса до 200 000. Амилопектин – полисахарид, многократно разветвлённые молекулы которого построены из остатков α-D-глюкозы. Молекулярная масса молекулы – несколько миллионов. Амилоза лучше растворяется в воде, чем амилопектин, поэтому в воде различие в набухании этих веществ делает слоистость более выраженной. Соотношение амилозы и амилопектина зависит от вида растения, а их чередование обусловлено суточным ритмом и эндогенными факторами. Количество амилозы в крахмальном зерне у риса составляет 17%, у кукурузы – 21%, у картофеля – 22%, у пшеницы – 24%.

Крахмальное зерно, кроме полисахаридов, содержит воду (10-20%), жирные кислоты, липиды, небольшое количество минеральных солей (0,3-0,4%), главным образом, фосфорной и кремниевой кислот.

Если в амилопласте возникает одно крахмальное зерно, оно называется простым (горох, пшеница). При возникновении в пластиде нескольких крахмальных зёрен образуется сложное крахмальное зерно (картофель, канна, горох). Полусложное крахмальное зерно вначале возникает как сложное, а затем формирует общие крахмальные слои как в простом зерне (картофель, канна). У ряда растений образуются сложные крахмальные зёрна в виде агрегатов (овёс, гречиха, рис и др.). Агрегаты – это скопления мелких простых крахмальных зёрен плотно прилегающих друг к другу, которые при слабом надавливании распадаются на составные части. Количество зёрнышек в агрегатах может быть очень большим: несколько десятков или сотен (у овса до трёхсот), несколько тысяч (у мыльнянок, *Saponaria sp.* до 6 000), несколько десятков тысяч (у щириц, *Amaranthus sp.* до 15 000; у шпината, *Spinacia sp.* до 30 000). Образование агрегатов объясняют групповым крахмалистым перерождением белковых вакуолей (алеироновых зёрен).

**Задание №6.** Запасной крахмал.

Изучите временные препараты: крахмальные зёрна картофеля (*Solanum tuberosa*), гороха (*Pisum sativum*), риса (*Oriza sativa*), овса (*Avena sativa*), пшеницы (*Triticum durum*), молочая блестящего (*Euphorbia millii*), зарисуйте их и обозначьте:

1 – эксцентрическое простое зерно картофеля, 2 – сложное зерно картофеля, 3 – полусложное зерно картофеля, 4 – образовательный центр.

5 – концентрическое простое зерно (пшеница, горох) 6 – сложное зерно картофеля, овса, гречихи, риса, 7 – палочковидные простые зёрна молочая.

1.6 КРИСТАЛЛЫ

Кристаллы – это твёрдые отложения солей или кремнезёма в клетках растений. Наиболее распространёнными включениями данной группы являются кристаллы солей щавелевоуксусной кислоты (оксалата кальция) – CaC_2O_4 . Кристаллы оксалата кальция образуются в гиалоплазме, но при дальнейшем формировании они могут проникать в вакуоль. Известно образование кристаллов в результате перерождения ядер. Кристаллы оксалата кальция могут иметь разнообразную форму и располагаться в клетке по одиночке или группами.

Одиночные кристаллы встречаются в виде прямоугольных или пирамидальных призм (листья бегонии, белены, чины), стилоидов (греч. *stýlos* – палочка; *idos* – вид) – сильно вытянутых призм, занимающих клетку целиком (листья агавы, ландыша, эйхорнии), сферитов (греч. *spháira* – шар) – шаровидных тел с ярко выраженной слоистостью (стебель филлокактуса).

Часто кристаллы оксалата кальция образуют в клетках разнообразные скопления. К ним можно отнести друзы (чешск. *druza* – группа) – шаровидные сростки призматических кристаллов (листья дурмана, черешок бегонии), рафиды (греч. *raphis* – игла) – игольчатые, на обоих концах заострённые кристаллы, лежащие в клетке в виде стопки (листья винограда, стебель традесканции, корневище купены), двойниковые или тройниковые сростки призматических кристаллов (сухая чешуя лука), кристаллический песок – мелкие кристаллики неопределённой формы (стебель аукубы, бузины, листья красавки).

В одних случаях кристаллы оксалата кальция являются инкреторными веществами, в других – способны вновь включаться в обменные процессы. Например, большое количество кристаллов может наблюдаться в незрелых плодах растений, а в процессе их созревания они исчезают.

Для друз и одиночных призматических кристаллов известны случаи, когда кристаллические отложения окружаются твёрдой капсулой (содержит целлюлозу), соединяющейся с клеточной оболочкой. Данное образование получило название розановских кристаллов (стебель конопли, липы, листья и черешки цитрусовых).

В особых клетках (литоцистах) немногих растений клеточная оболочка образует мешковидный вырост, обращенный в полость клетки, который содержит скопления минеральных веществ – карбонат кальция или кремнезём, либо оба этих вещества. Данное образование получило название цистолита (от греч. *kýstis* – пузырь, *lithos* – камень). Цистолиты разнообразны по форме: гроздевидные (фикус), веретеновидные (крапива), шаровидные (конопля) и т.д.

Твёрдые отложения иных солей встречаются реже, но достаточно разнообразны. Кристаллы виннокислого кальция образуются в старых листьях виноградной лозы. Кристаллы гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) обнаруживаются в клетках тамарисковых и некоторых видов каперсов. Отложения фосфата кальция найдены в листьях сои и робинии. Углекислая известь (карбонат кальция) характерна для некоторых гераниевых, а также для древесины многих древесных пород (вязов, буков, груш и т.д.). Щавелевокислый магний (оксалат магния) MgC_2O_4 отмечен в листьях злака щетинника (*Setaria sp.*), плодах чёрного перца.

Твёрдые отложения кремнезёма (SiO_2) могут формироваться снаружи клеток (эпидерма крапивы, хвощей, осок) или внутри клеток (пальмы, орхидные).

**Задание №7. Кристаллы.**

Изучите временные препараты: поперечный срез черешка листа бегонии (*Begonia sp.*), срез корневища купены (*Polygonatum officinalis*), сухая чешуя лука (*Allium cepa*). Зарисуйте клетки с различными кристаллами и обозначьте:

1 – клеточная оболочка, 2 – призматический кристалл, 3 – друза, 4 – стопка рафид, 5 – рафида, 6 – стилоиды и их крестообразные сростки – двойники.

--	--	--

1.7 МЕЖКЛЕТНИКИ

Рост и изменение формы клеток в дифференцирующейся ткани сопровождается разнообразными перестройками в расположении клеток. Одним из примеров таких процессов может служить образование межклетников. Межклетники – пространства, образующиеся между первичными клеточными оболочками трёх и более соседних клеток ткани. Обычно межклетники характерны для зрелых тканей, но могут встречаться также и в меристематических тканях, где делящиеся клетки активно дышат. В определённых случаях развитие межклетников не нарушает общего расположения клеток, в других – морфология развития ткани в результате формирования межклетников сильно изменяется. Межклетники характерны для фотосинтезирующих тканей всех групп наземных растений от печёночников до покрытосеменных. Более или менее богата межклетниками паренхима корней, сердцевина стеблей. Развитая сеть межклетников формируется в теле водных и болотных растений.

Причинами формирования межклетников могут быть: неравномерный рост клеточных оболочек; высокая скорость роста отдельных клеток ткани, по сравнению с соседними; биохимические процессы, приводящие к лизису и разрушению клеток; механические напряжения в теле растения, вызывающие разрыв клеточных оболочек или отрыв клеток от соседних, мацерация тканей.

В зависимости от способа формирования различают три основных вида межклетников.

1. Схизогенные (греч. schizo – раскалываю; génos – происхождение) образуются путём расхождения смежных первичных клеточных оболочек (устычные щели, полости фотосинтезирующей ткани листа, воздухоносные продольные ходы в органах водных растений, смоляные каналы зонтичных, многих сложноцветных, хвойных).

2. Рексигенные (греч. rhexis – разрыв; génos – происхождение) образуются путём разрыва клеточных оболочек (полости в междоузлиях стеблей злаков, губоцветных).

3. Лизигенные (греч. lysis – растворение; génos – происхождение) образуются путём растворения и распада целых клеток (воздухоносные полости в корнях злаков и осок, секреторные вместилища околоплодника citrusовых, листьев эвкалипта, руты, хлопчатника).

У некоторых растений межклетники могут образовываться смешанным путём. Например, у кипарисовых смоляные вместилища формируются в начале схизогенным путём, а затем – лизигенным. В стеблях рододендронов крупные межклетники возникают рексигенно-лизигенно. Крупные кристаллоносные клетки, находящиеся в тканях стебля, начинают в определённый момент разрушаться. Данный процесс сопровождается разрывом клеточных оболочек (из-за их чрезмерного увеличения объёма) и их растворением.

Схизогенные межклетники имеют ровные очертания и иногда характеризуются симметричным расположением. Лизигенные и рексигенные пространства ограничены разрушенными стенками и поэтому имеют неопределённую форму и распределены несимметрично.

Пространство межклетника может быть заполнено воздухом или различными веществами, выделяемыми из клеток окружающих полость. Полости межклетников могут иметь разнообразную форму: шарообразную, продолговатую, в виде длинных каналов или ходов. Часто полости отдельных межклетников объединяются в единую систему, пронизывающую все тело растения от корней до листьев.

На основании изучения проницаемости растительных органов высших растений для различных газов, была предложена концепция, согласно которой у растений существует две системы межклетников – сплошная и прерывистая.

Функции межклетников:

- 1) пространства для депонирования продуктов секреции (слизей, терпенов, бальзамов, таннинов и т.п.);
- 2) воздухопроводы для газообмена в тканях и органах;
- 3) структурная – облегчение веса тела и сохранение прочности структур (например, у водных растений).

1.8 МЕЖКЛЕТОЧНЫЕ КОНТАКТЫ

Жёсткая клеточная стенка сильно ограничивает возможности взаимодействия клеток друг с другом в многоклеточном организме. Однако для преодоления этих ограничений клетками сформированы разнообразные структуры – межклеточные контакты. К ним относятся плазмодесмы, ситовидные каналцы, перфорации и поры.

Плазмодесмы (от греч. *plásma* – вылепленное, оформленное; *desmós* – связь) – цитоплазматические тяжи в клеточной стенке, связывающие протопласты смежных клеток. Места скопления плазмодесм в первичной клеточной оболочке называют первичными поровыми полями.

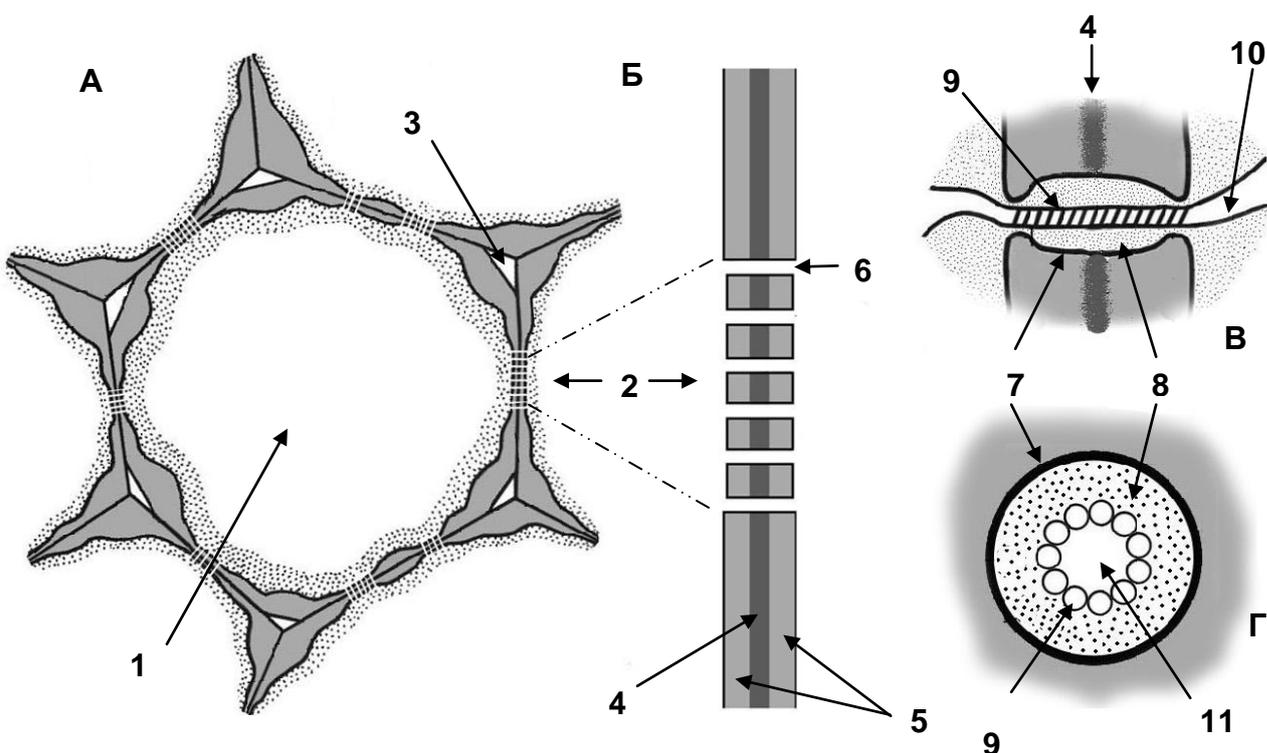
Под электронным микроскопом плазмодесмы выглядят как узкие каналы (диаметром от 30 до 60 нм), выстланные плазматической мембраной. По оси канала из одной клетки в другую тянется цилиндрическая трубочка меньшего размера – десмотрубочка (десмотубула) (греч. *desmós* – связь), которая сообщается с эндоплазматическим ретикуломом обеих смежных клеток.

Десмотрубочка напоминает цитоплазматические микротрубочки или жгутики простейших. Она состоит из 11 спирально расположенных белковых субъединиц. Вокруг десмотрубочки локализуется гиалоплазма, которая во многих типах плазмодесм непосредственно не соединяется с цитоплазмой клеток. Иногда между клеточной стенкой и десмотрубочкой откладывается особый углевод – каллоза.

Плазмодесмы возникают в период образования клеточной пластинки, по причине неполного слияния секреторных пузырьков, поступающих к микротрубочкам фрагмопласта.

Перфорации (лат. *perforo* – пробиваю) – сквозные отверстия в смежных стенках члеников сосудов, предназначенные для прохождения воды. Образование перфораций происходит путём ослизнения клеточных оболочек. Сосуд – это длинная трубка, составленная из мёртвых специализированных клеток – члеников сосудов. Перфорации у члеников сосудов обычно располагаются на их поперечных стенках (реже и на боковых). Боковые стенки сосуда (членика) содержат поры простые или окаймлённые.

Ситовидные каналцы – каналы в клеточных стенках ситовидных элементов флоэмы, через которые проходят цитоплазматические тяжи. В структурном отношении они сходны с плазмодесмами, но имеют больший диаметр, от 0,15 мкм до 15 мкм.



Плазмодесмы.

А – паренхимная клетка с плазмодесмами, Б – разрез первичной клеточной стенки в области первичного порового поля; В, Г – продольный и поперечный разрезы плазмодесмы: 1 – протопласт; 2 – плазмодесмы в первичной клеточной стенке, 3 – межклетник, 4 – срединная пластинка; 5 – смежные первичные оболочки двух соседних клеток, 6 – канал плазмодесмы, 7 – плазмалемма, 8 – гиалоплазма 9 – десмотрубочка, 10 – канал ЭПР, 11 – канал десмотрубочки.

Поры (греч. *poros* – отверстие) – перерывы во вторичной клеточной оболочке. Пора представляет собой полость во вторичной оболочке, соединяющую полость клетки с внутренней частью её первичной оболочки. Поры двух смежных клеток обычно располагаются друг против друга, образуя пару пор.

Пора имеет два отверстия: внутреннее, открывающееся во внутрь клетки, и наружное, обращенное к первичной клеточной оболочке. Между наружным и внутренним отверстиями поры находится полость, имеющая вид канала или камеры. Наружное отверстие поры ограничено поровой мембраной (закрывающей пленкой поры) – совокупностью первичных оболочек смежных клеток и расположенной между ними срединной пластинкой.

По форме полости обычно различают поры 2-х типов: простые и окаймлённые. На срезе у клетки с мощной вторичной оболочкой простые поры имеют вид радиальных каналов. Поровые каналы имеют одинаковый диаметр от наружного до внутреннего отверстия. На поперечном разрезе простой поры эти каналы могут иметь разную форму: чаще – округлую, реже – щелевидную (эллиптическую или крестообразную). Округлые каналы простых пор обычно формируются в паренхимных клетках, щелевидные – в прозенхимных. Обычно к простым порам в живых клетках приурочены и плазмодесменные каналы, которые сосредотачиваются на тонких участках первичных оболочек – первичных поровых полях. В поровой мембране могут насчитываться десятки плазмодесм.

У окаймлённых пор выросты вторичных клеточных оболочек формируют окаймление, нависая над поровой мембраной, и образуют камеру поры. Поровая камера, ограниченная окаймлением, открывается в полость клетки через внутреннее отверстие в окаймлении – апертуру поры. Диаметр апертуры намного меньше диаметра наружного отверстия окаймлённой поры. Окаймлённые поры характерны для водопроводящих элементов древесины. У голосеменных растений у окаймлённой поры в средней части поровой мембраны образуется линзовидное утолщение – торус (лат. *torus* – выпуклость), а её периферическая часть становится рыхлой и эластичной. При изменении давления воды в смежных водопроводящих элементах древесины торус смещается и закрывает апертуру поры. В таком состоянии пора не функционирует и называется закрытой.

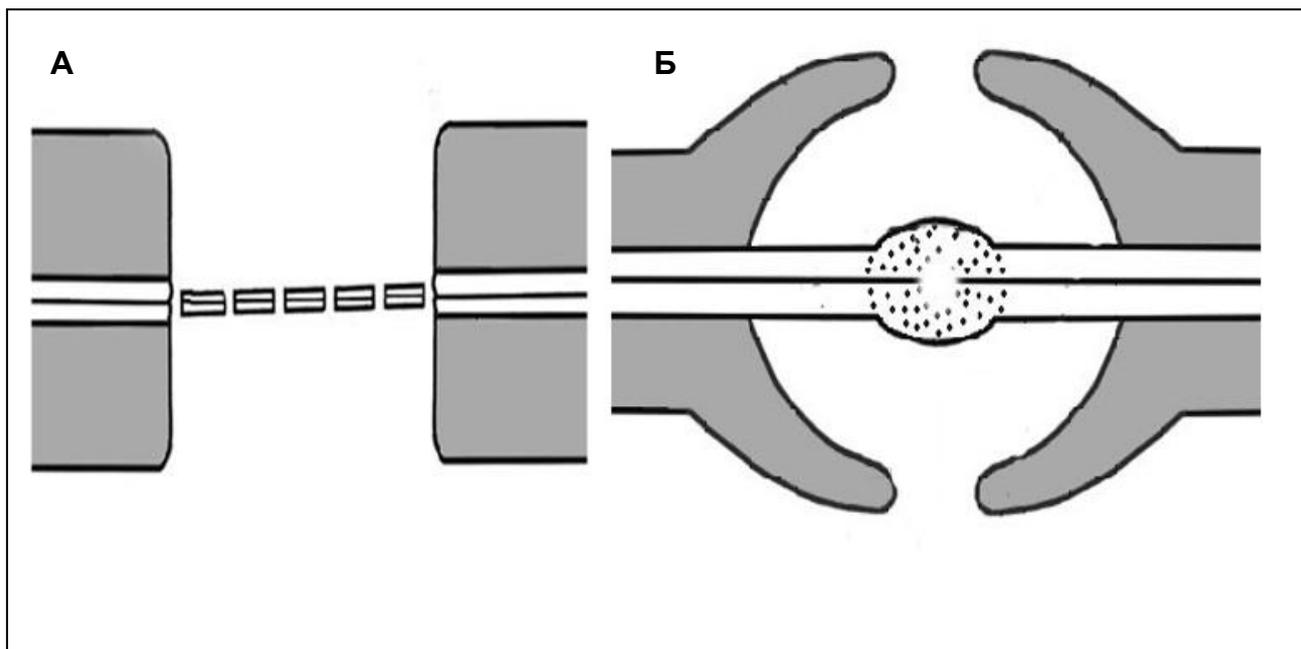


Самостоятельная работа №5.

Изучите строение простых и окаймлённых пор и выполните обозначения их элементов на рисунках.

А – схема строения пары простых пор: 1 – срединная пластинка, 2 – первичная оболочка, 3 – вторичная оболочка, 4 – внутреннее отверстие поры; 5 – канал поры; 6 – наружное отверстие поры; 7 – закрывающая плёнка поры или поровая мембрана (совокупность двух первичных оболочек и срединной пластинки).

Б – схема строения пары окаймлённых пор: 1 – срединная пластинка, 2 – первичная оболочка, 3 – окаймление, 4 – внутреннее отверстие поры (апертура), 5 – полость поры, 6 – наружное отверстие поры, 7 – закрывающая плёнка поры или поровая мембрана, 8 – торус.



1.9 СЛОВАРЬ

- Автолиз — разрушение или саморастворение содержимого клетки эндогенными ферментами.
- Автотроф — организм, источником питания которого, осуществляемого путем фотосинтеза или хемосинтеза, служат неорганические вещества (углекислый газ, водород и др.).
- Алейроновые зёрна — гранулы белка, состоящие из оболочки и аморфной белковой массы внутри, часто с включениями. Содержатся в клетках семян злаков, бобовых и других растений.
- Амилоза — основной полисахарид крахмала, состоящий из цепочек остатков молекул глюкозы; растворима в воде.
- Амилопектин — полисахарид, компонент крахмала, состоящий из разветвлённых цепочек остатков молекул глюкозы; нерастворим в воде.
- Амилопласт — лейкопласт, содержащий зёрна вторичного крахмала.
- Антиклинальное деление — деление клетки с образованием перегородки перпендикулярно поверхности органа (например, поверхности конуса нарастания).
- Апертура — внутреннее отверстие окаймлённой поры.
- Апопласт — система транспорта веществ по оболочкам клеток.
- Вакуоль — клеточная органелла в виде сферической полости в цитоплазме, заполненной водным раствором различных веществ.
- Включения (эргастические вещества) — необязательные компоненты клетки, пассивные производные протопласта, представляющие собой скопления веществ в твёрдой или жидкой форме, временно выведенные из обмена, или конечные продукты метаболизма клетки.
- Вторичная клеточная оболочка — слои в составе клеточной оболочки, сформированные после прекращения роста клетки.
- Гемицеллюлозы — полисахариды матрикса клеточной оболочки, обладающие слабой растворимостью в воде.
- Гиалоплазма (цитозоль) — основное вещество цитоплазмы, её наименее дифференцированная часть.
- Глиоксисома — тип микротельца, содержащего набор ферментов, необходимых для превращения липидов в углеводы.
- Гольджи аппарат (Гольджи комплекс) — одномембранный органоид клетки, осуществляющий секрецию и синтез различных продуктов жизнедеятельности.
- Грана — субъединица хлоропласта, состоящая из стопки уплощенных цистерн — тилакоидов.
- Диктиосома — структурно-функциональная единица аппарата Гольджи в виде плоского мембранного мешочка.
- Дифференциация клетки — протекание физиологических и морфологических изменений в процессе развития клетки от меристематической до зрелой стадии.
- Друзы — сложные кристаллы в виде шаровидных сростков кристаллов оксалата кальция.
- Жгутик — локомоторный органоид клетки в виде цилиндрического выроста.
- Замыкающая плёнка поры (поровая мембрана) — часть межклеточного слоя (срединной пластинки) и первичной оболочки, которая ограничивает снаружи полость поры.
- Инкрустация — процесс отложения включений внутри клеточной оболочки.
- Интрузивный рост — тип роста, при котором растущая клетка внедряется своею вершиной между другими клетками, отделяя их одну от другой по срединной пластинке.
- Инулин — водорастворимый полисахарид, молекула которого состоит из остатков фруктозы.
- Каллоза — полисахарид, нерастворимый в воде и состоящий из остатков глюкозы. Входит в состав ситовидных трубок и клеточных оболочек некоторых водорослей и грибов.
- Камеди — растворимые в воде углеводы, образующие вязкие и клейкие растворы; возникают камеди у растений в местах "естественных" повреждений (трещины в коре, повреждения животными и т.д.) или в результате специальных искусственных ранений, с целью интенсификации истечений.
- Катаболиты — конечные продукты диссимиляции.
- Каучук — природный политерпеноид состава $(C_5H_{10})_n$.
- Клетка паренхимная — клетка изодиаметрической формы, т.е. имеющая примерно равные размеры по всем направлениям.
- Клетка прозенхимная — клетка, у которой длина превышает ширину в десятки и сотни раз.
- Клетка склеренхимная — паренхимная или прозенхимная клетка с более или менее толстыми вторичными оболочками, часто пропитанными лигнином.
- Клеточная оболочка — производное протопласта клетки, окружающее его снаружи. Состоит из целлюлозного каркаса, матрикса из полисахаридов и воды. Часто содержит включения.
- Клеточная пластинка — перегородка, возникающая в фрагмопласте в телофазу митоза между двумя дочерними ядрами и характеризующая раннюю стадию деления клетки.
- Клеточная стенка — совокупность клеточных оболочек двух смежных клеток и расположенного между ними межклеточного вещества.
- Клеточный сок — содержимое вакуоли, в виде водного раствора органических и неорганических веществ.
- Крахмал — высокополимерный углевод, представляющий собой сочетание двух полисахаридных комплексов — амилозы и амилопектина.
- Крахмальное зерно — форма накопления крахмала в клетке; содержит два полисахарида — амилопектин и амилозу, воду, липиды и минеральные вещества.
- Кристаллида — кристалл белка с менее четко выраженными углами, чем у минерального кристалла. Набухает в воде.
- Кристаллический песок — массовые отложения очень мелких кристаллов.
- Кристаллы — твёрдые отложения солей или кремнезёма в клетках растений.

- Кристаллы розановские — кристаллические отложения в растительной клетке, заключённые в твёрдую целлюлозосодержащую капсулу, соединяющуюся с клеточной оболочкой.
- Кристы — гребневидные складки внутренней мембраны митохондрий.
- Кутикула — прозрачная плёнка, слой жироподобных веществ – кутина, растительного воска, малопроницаемый для воды и обычно находящийся на внешней стороне клеточной оболочки эпидермальных клеток.
- Кути́н — комплекс жировых веществ, откладывающихся в виде плёнки – кутикулы на поверхности, реже внутри оболочек клеток эпидермы.
- Кутинизация (кутикуляризация) — процесс отложения кутикулы клеткой.
- Ламелла — тонкая пластинка или слой.
- Латекс — содержимое млечников, состоящее из различных органических и неорганических соединений.
- Лейкопласты — не содержащие пигментов пластиды и запасющие питательные вещества (крахмал, липиды, белки).
- Лигнин — сложное органическое соединение ароматического ряда (или смесь веществ) с высоким содержанием углерода, производное фенилпропана; нерастворимое в воде. Вызывает одревеснение клеточных оболочек.
- Лигнификация (одревеснение) — процесс пропитывания оболочки лигнином.
- Лйзис (цитолйз) — процесс распада и разрушения элементов клетки при участии различных агентов, главным образом ферментов.
- Лизосо́ма — одномембранная органелла, содержащая кислые гидролитические ферменты.
- Литоци́ст — клетка с минерализованным внутренним выростом клеточной оболочки – цистолитом.
- Макрофибриллы — нитевидные компоненты каркаса клеточной оболочки, состоящие из десятков и сотен тысяч микрофибрилл.
- Ма́трикс — мелкозернистое однородное вещество, заполняющее внутриклеточные структуры и пространства между ними и служащее поддерживающей средой для них.
- Межклетник — пространство в ткани между двумя или более клетками.
- Межклеточное вещество (срединная пластинка) — слой межклеточных веществ, преимущественно пектиновых, цементирующих первичные оболочки соседних клеток.
- Микротельце — одномембранная органелла, содержащая разнообразные ферменты, за исключением гидролитических.
- Микротру́бочки — немембранные органеллы около 25 нм в диаметре и неопределённой длины, состоящие из белка тубулина.
- Микрофибрилла — нитевидный компонент каркаса клеточной оболочки, состоящий из молекул целлюлозы и видимый только в электронный микроскоп.
- Микрофиламенты — длинные нити, состоящие из сократительного белка актина.
- Минерализация — процесс инкрустации и адкрустации клеточной оболочки минеральными веществами.
- Митохондрия (хондриосо́ма) — двумембранная органелла эукариотической клетки, обеспечивающая её энергией.
- Мицеллы — участки микрофибриллы с параллельным расположением молекул целлюлозы, вследствие чего образуется кристаллическая решётчатая структура.
- Нуклеопла́зма (кариопла́зма, кариоли́мфа) — гомогенное вещество, заполняющее пространство между обособленными структурами клеточного ядра.
- Облитерация — сплющивание некоторых клеток, приводящее к полному исчезновению клеточной полости.
- Олеопласты (элайопласты) — лейкопласты, содержащие липиды.
- Органóиды (органеллы) — постоянные компоненты клетки, выполняющие определённые функции.
- Ослизнение — процесс перерождения полисахаридных компонентов клеточной оболочки.
- Пекти́новые вещества́ — группа сложных углеводов, производных полигалактуроновой кислоты, входящих в состав срединной пластинки и матрикса клеточной оболочки.
- Первичная кле́точная оболóчка — оболочка растущей растительной клетки.
- Перикли́нальное деление́ — деление клетки с образованием перегородки параллельно окружности или ближайшей поверхности органа. Противопоставляется антиклинальному делению.
- Перокси́сома — одномембранная органелла из группы микротелец, участвующая в метаболизме гликолиевой кислоты, связанной с фотосинтезом.
- Пиренóид — плотное образование белковой природы в хроматофорах, осуществляющее синтез органических веществ в ходе фотосинтеза.
- Плазмалемма — наружная биологическая мембрана, образующая поверхностный слой протопласта.
- Плазмодесмы — тонкие цитоплазматические тяжи, соединяющие протопласты смежных клеток.
- Плазмóлиз — отхождение протопласта от клеточной оболочки, происходящее при потере клеткой воды.
- Пласти́ды — двумембранные органоиды, характерные только для клеток растений.
- Пластоглобула — шаровидное включение в пластидах, содержащее в качестве основного компонента липиды.
- Полирибосо́ма (полисо́ма) — агрегация нескольких рибосом.
- Пóлость клетки — пространство, окруженное клеточной оболочкой.
- Пóлость поры — пространство в клеточной оболочке от поровой мембраны до полости клетки.
- Полуокаймлённая пара пор — пара пор, состоящая из окаймлённой и простой пор.
- Поперёчное деление́ кле́тки — деление клетки с образованием перегородки перпендикулярно продольной оси клетки.
- Пóра — тип межклеточной связи в виде перерыва во вторичной оболочке клетки.
- Пропла́стида (зопла́ст) — пластида на самых ранних стадиях её развития.
- Простáя пара пор — две смежные простые поры, принадлежащие соседним клеткам.
- Простáя перфорациóнная пластѳнка — перфорационная пластинка в членике сосуда с одной единственной перфорацией.

- Простая пора — пора, в которой полость на всем протяжении между наружным и внутренним отверстиями имеет равную ширину.
- Простая ситовидная пластинка — ситовидная пластинка, имеющая одно ситовидное поле.
- Протеинопласт — лейкопласт, содержащий запас белков.
- Протопласт — организованное живое содержимое клетки, включающее протоплазматические и не протоплазматические компоненты (включения).
- Рафиды — игловидные кристаллы, обычно собранные в пучки.
- Рибосома — немембранный органоид, состоящий из белка и РНК и осуществляющий в комплексе с мРНК синтез белка.
- Симпласт — система протопластов и протоплазматических связей между клетками.
- Симпластический рост клетки — тип роста, при котором клеточная оболочка растёт равномерно на всем своем протяжении.
- Ситовидное поле — зона в клеточной оболочке ситовидного элемента с канальцами, обычно выстланными каллозой и заполненными протоплазматическим содержимым, связывающим протопласты соседних ситовидных элементов (ситовидных клеток или члеников ситовидных трубок).
- Слизы — смеси высокополимерных углеводов (пентозанов и гексозанов), при взаимодействии с водой образующие густые слизистые растворы.
- Сложная ситовидная пластинка — ситовидная пластинка, состоящая из нескольких ситовидных полей.
- Специализация клетки — результат приобретения особых морфологических черт и физиологических свойств в процессе дифференциации.
- Стилоиды — форма кристаллов в виде сильно вытянутых призм.
- Строма — бесцветный белковый матрикс пластид.
- Суберин — жировое вещество в клеточной оболочке пробковой ткани и в пояске Каспари эндодермы.
- Суберинизация — процесс отложения в толще клеточной оболочки суберина, приводящий к её опробковению.
- Тангентальное деление — деление клетки с образованием перегородки перпендикулярно радиусу окружности органа. Может совпадать с периклинальным.
- Тилакоид — биологическая мембрана, содержащая фотосинтетические пигменты. В хлоропластах тилакоиды имеют вид уплощённых мешочков двух типов: тилакоиды стромы и собранные в стопки — тилакоиды граны.
- Тонопласт — биологическая мембрана, оболочка вакуоли.
- Торус — утолщённая срединная часть замыкающей плёнки поры в окаймлённых порах хвойных растений. Имеет больший диаметр, чем внутреннее отверстие поры.
- Транзиторный крахмал — вторичный крахмал, временно откладывающийся в виде мелких зёрен на путях передвижения сахаров из листьев к местам потребления или в хранилища запасов.
- Тургор — напряжённое состояние клеточной оболочки.
- Фототаксис — направленное перемещение организмов, отдельных клеток или органелл под влиянием односторонне действующего света.
- Фрагмопласт — система микротрубочек, возникающая между дочерними ядрами в телофазе, в которой формируется клеточная пластинка — первичная перегородка между дочерними клетками.
- Фреты — тилакоиды стромы хлоропласта.
- Хлоропласты — пластиды, содержащие два типа пигментов — хлорофиллы и каротиноиды. Осуществляют процесс фотосинтеза, служат местом накопления первичного крахмала.
- Хроматин — главный материал клеточного ядра в виде нуклеопротеидных нитей, составляющих основу хромосом.
- Хроматофор — хлоропласт водорослей.
- Хромопласты — пластиды, содержащие один тип пигментов — каротиноиды. Защищают клетку от избытка излучения и окисления.
- Хромосомы — самовоспроизводящиеся структурные элементы ядра клетки, образующиеся из хроматина и видимые в световой микроскоп во время деления ядра клетки.
- Целлюлоза — линейный полисахарид, состоящий из остатков глюкозы и образующий каркас клеточной оболочки.
- Циклоз — движение цитоплазмы в клетке.
- Цистолиты — внутренние выросты клеточной оболочки, состоящие из ножки и мешковидного вздутия. Ножка пропитана кремнезёмом, а вздутие — карбонатом кальция.
- Цитокинез — процесс деления клетки.
- Цитолиз — процесс растворения и разрушения клеток.
- Цитоплазма — внеядерная часть протопласта.
- Экзоцитоз — выделение веществ из клетки в виде микрокапелек.
- Элементарная мембрана — исторически сложившееся представление об основной структуре мембраны, состоящей из трёх слоёв: двух слоёв белка и расположенного между ними слоя липидов.
- Эндоплазматический ретикулум — система мембран, имеющих форму цистерн или трубочек, разделяющих цитоплазму на отдельные "отсеки".
- Этиопласт — пластида, развивающаяся из пропластиды без доступа света.
- Ядро — двумембранная органелла эукариотической клетки, управляющая синтезом белка и всеми физиологическими процессами.
- Ядрышко (нуклеола) — мелкое сферическое или эллиптическое тельце, находящееся в клеточном ядре.

II. ОСНОВЫ ГИСТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

2.1 КЛАССИФИКАЦИЯ ТКАНЕЙ

Переход растений от сравнительно однообразных условий существования в водной среде к наземным сопровождался интенсивным процессом дифференциации вегетативного тела. В процессе эволюции интенсивный процесс дифференциации тела растений на органы сопутствовал также и усложнению микроскопического строения их частей. Так, если тело примитивных низших растений чаще представлено одним или несколькими типами клеток, то уже у сложных групп бурых водорослей число различных типов клеток достигает 10, у мохообразных – около 20, у папоротникообразных – около 40, у покрытосеменных – около 80. Кроме того, различные типы клеток объединяются между собой в комплексы, получившие название тканей.

Ткань (Н.Грю*, 1671) – это устойчивый комплекс клеток и межклеточного вещества имеющий общее происхождение, строение, расположение и выполняющий одну или несколько сходных функций.

Разработка классификации растительных тканей до настоящего времени остается одним из нерешенных окончательно вопросов морфологии растений. В создании научной (филогенетической) классификации растительных тканей существует целый ряд объективных сложностей:

1. Полифункциональность многих растительных тканей.
2. Сложность строения ткани, т.е. наличия в ней разнородных по строению и функции элементов.
3. Разное происхождение элементов выполняющих сходные функции.
4. Разное функциональное назначение элементов общего происхождения.
5. Смена функций ткани в процессе её онтогенеза.
6. Наличие в тканях **идиобластов** (от греч. идиос – своеобразный, бластос – росток) – одиночных клеток (механических, слизистых, танниновых и др.), резко отличающихся по строению и функции от соседних клеток окружающей их ткани.

За продолжительный период гистологических исследований и поиска критериев классификации растительных тканей ботаниками установлено большое количество парноальтернативных групп растительных тканей, в основе которых фигурируют морфологические признаки:

По форме составляющих клеток: паренхиматические и прозенхиматические (Г.Линк, 1807).

По толщине клеточных стенок: толстостенные и тонкостенные.

По наличию межклетников: плотные и рыхлые.

По состоянию протопласта: живые и мертвые.

По степени дифференцировки клеток: эмбриональные и постоянные.

По наличию разных элементов: простые и сложные.

По способу развития: первичные и вторичные.

По наличию рядов клеток: однослойные и многослойные.

Большое значение в развитии классификации растительных тканей сыграла система постоянных тканей сосудистого растения, разработанная Ю. Саксом** (1875) и основанная на топографическом критерии. Согласно данной классификации ткани сгруппированы на основе их топографической непрерывности в три системы:

1. Покровная. Включает наружный первичный (эпидерма) или вторичный слой, покрывающий тело растения (перидерма, корка).
2. Проводящая. Включает два типа проводящих тканей: ксилему и флоэму.
3. Основная. Включает ткани, составляющие основу тела растения и имеющие разную степень специализации. Главными тканями выступает паренхима во всем ее многообразии и механические ткани – колленхима и склеренхима.

С физиологической точки зрения ткани сосудистого растения могут быть рассмотрены как две системы (С.Швендер, 1874): стереом – поддерживающие или механические ткани и местом – проводящие и запасные ткани. В свою очередь местом может быть разделен на гадром – водопроводящие ткани и лептом – ткани проводящие ассимиляты (Г.Габерландт, 1879). Данные физиологические термины мало употребительны и не получили широкого распространения в морфологии растений.

* Грю Неемия (1641-1712). Немецкий ботаник и врач. Исследовал строение и пол растений. Ввел в ботанику понятия "ткань" и "паренхима".

** Сакс Юлиус (1832-1897). Немецкий ботаник и физиолог растений. Основные работы посвящены изучению процессов фотосинтеза, формообразования, роста и движения растений.

В настоящее время общепринята морфолого-физиологическая классификация основанная на принципах научной школы А. Де Бари* (1871) и научной школы С. Швендера** и Г. Габерландта*** (1879). Данная классификация определяет ткани и группирует их **в системы тканей** учитывая:

- 1) физиологические функции,
- 2) сходство структуры,
- 3) происхождение,
- 4) топографию.

Кроме того, в системы тканей включаются по признакам строения и функционирования также и клетки, пространственно удаленные друг от друга – **идиобласты**, и **межклетники**, если по функциям они аналогичны тканям, относимым к данной системе. Основными системами тканей сосудистого растения являются:

- 1) образовательная;
- 2) покровная;
- 3) механическая;
- 4) проводящая;
- 5) абсорбционная;
- 6) ассимиляционная;
- 7) запасающая;
- 8) проветривающая (вентиляционная);
- 9) секреторная.

При рассмотрении осевых органов сосудистых растений на поперечных срезах ткани, слагающие данные структуры, принято группировать в определенные анатомо-топографические зоны, в зависимости от их происхождения, выполняемых функций, а также от конкретных целей исследования. В большинстве случаев осевой орган (стебель или корень) при его первичном строении разделяют на три зоны: покровную ткань, первичную кору и стелу или проводящий цилиндр.

Покровная (пограничная) ткань. При первичном строении стебель покрыт эпидермой. У корня пограничную ткань в зоне поглощения выступает ризодерма (эпиблема), а выше неё, в зоне проведения – экзодерма (ткань первичной коры). Покровную ткань воздушных корней часто является веламен. Вторичными покровными тканями являются перидерма и ритидом (корка).

Первичная кора. Совокупность паренхимных тканей, расположенных между покровной тканью и стелой. В стебле первичная кора включает колленхиму, хлоренхиму и эндодерму, а в корне экзодерму, паренхиму и эндодерму.

Проводящий цилиндр или стела. Область осевых органов, включающая систему проводящих тканей и связанной с ними основной ткани. Основой стелы являются первичные проводящие ткани – ксилема и флоэма, которые в стебле и корне располагаются различно. В стебле проводящие ткани организованы в виде непрерывного кольца (двудольные) или в виде отдельных тяжей – пучков, расположенных по кругу (двудольные), либо в беспорядке по всей стеле (одnodольные). Центральная часть стелы стебля у двудольных заполнена паренхимой и называется сердцевинной. При круговом расположении пучков межпучковые участки, заполненные паренхимой, называются сердцевинными лучами.

В корне первичные проводящие ткани имеют радиальное расположение. Тяжи ксилемы чередуются с группами флоэмы. При этом ксилема простирается от центра стелы к её периферии, а флоэма занимает только периферийное положение. Сердцевина, как правило, в корне отсутствует, так как центральная часть занята ксилемой. Если сердцевина и развивается, то она имеет незначительные размеры по сравнению с сердцевинной стебля. Она может быть представлена механической тканью или тонкостенными паренхимными клетками.

Кора. При характеристике осевых надземных органов при вторичном строении, особенно древесных растений, часто используют термин кора. Кора – неспециальный термин, обозначающий совокупность всех тканей, расположенных снаружи от камбия. В стебле ее можно разделить на покровную ткань (перидерма, корка), первичную кору (колленхима, хлоренхима, эндодерма) и вторичную кору (вторичная флоэма). Или: наружную кору – мертвые ткани и живую – внутреннюю кору (паренхима и вторичная флоэма).

* Де Бари Антон (1831-1888). Немецкий морфолог, миколог и анатом растений. Исследовал вопросы морфологии, биологии истории развития грибов, лишайников, миксомицетов, водорослей, а также сравнительной анатомии высших растений.

** Швендер Симон (1829-1919). Немецкий ботаник. Основные работы посвящены анатомии и физиологии растений.

*** Габерландт Готлиб (1854-1945). Немецкий ботаник и физиолог растений. Исследовал физиологическую систему растительных тканей.

2.2 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Образовательные ткани, или меристемы (от греч. меристос – делимый) – комплексы узкоспециализированных клеток по производству новых клеток тела растения. Меристемы состоят из мелких плотно сомкнутых (без межклетников) клеток, с относительно крупными ядрами, без заметных вакуолей. В составе меристемы присутствует два типа клеток:

1) инициальные клетки или инициали – клетки, способные к потенциально неограниченному числу делений;

2) производные инициалей – клетки с ограниченным числом делений и дифференцирующиеся в клетки постоянных тканей. По сравнению с инициалами они делятся чаще.

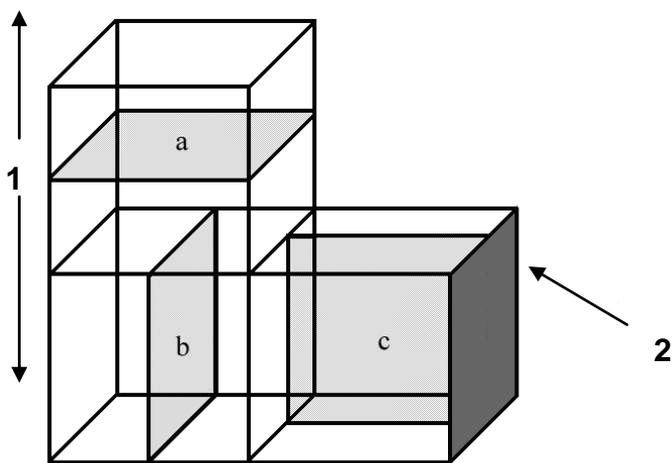
Число инициалей в меристеме зависит от вида растения и типа образовательной ткани. В одних случаях инициали морфологически резко отличаются от производных клеток, в других – эти различия отсутствуют.

Для организованного роста растения необходимо, чтобы клетки в меристемах делились в определённой плоскости и в определённое время. Плоскость деления клетки обуславливается строением её цитоскелета и структурой полярности* (клетки, ткани, органа). Форма различных морфогенетических структур растения определяется вариациями в относительных соотношениях плоскостей деления клеток, в сочетании с растяжением клеток в определённом направлении. Различают три типа деления клеток относительно условной оси клетки или части растения: поперечное, периклиналильное, антиклиналильное.

Поперечное деление – деление, перпендикулярное продольной оси клетки или данной части растения. Приводит к удлинению структуры, т.е. её росту в длину.

Периклиналильное деление (греч. peri – вокруг; clino – выгибаю, наклоняю) – деление клетки, параллельное окружности или ближайшей поверхности органа. Способствует утолщению структуры.

Антиклиналильное деление (греч. anti – против; clino – выгибаю, наклоняю) – деление клетки, перпендикулярное к ближайшей поверхности органа. Благодаря данному делению происходит увеличение площади поверхности структуры.



Три плоскости деления клеток в типичном органе высшего растения.

1 – продольная ось органа, 2 – поверхность органа, а – поперечное деление (увеличение органа в длину), b – периклиналильное деление (увеличение органа в толщину), c – антиклиналильное деление (увеличение поверхности органа).

При характеристике осевых структур (корня, стебля, оси цветка или соцветия) часто вместо термина "периклиналильное" деление используют термин **тангентальное** деление (лат. tangens – касающийся) – деление, перпендикулярное радиусу, а антиклиналильное деление называют **радиальным** (лат. radius – луч), происходящим параллельно радиусу.

* Полярность (лат. polaris) – ориентация в пространстве морфологических процессов и структур организмов, приводящая к возникновению морфофизиологических различий на противоположных полюсах клеток, тканей, органов и организма в целом.

Морфологическая и функциональная неоднородность меристем позволяет использовать для их классификации различные признаки.

I. Типы меристем по ориентации плоскостей деления клеток:

1) пластинчатые – однослойные, плоскости деления клеток антиклинальные, очертания клеток на поперечных разрезах таблитчатые (например, протодерма – меристема, формирующая эпидерму);

2) колончатые, или стержневые – многослойные, с продольными рядами клеток, плоскости деления клеток поперечные, форма клеток кубическая или призматическая (например, меристема, формирующая сердцевину стебля);

3) массивные – плоскости деления различные, форма клеток многоугольная.

II. Типы меристем по происхождению:

1) первичные – ткани зародыша и их сохранившиеся участки в точках роста побега и корня взрослого растения, а также меристемы, производные точек роста – протодерма, основная меристема, прокамбий.

2) вторичные – ткани, возникающие из первичных меристем (например, камбий из прокамбия) или из немеристематических тканей (например, феллоген).

III. Типы меристем по расположению:

1) апикальные (верхушечные) – первичные меристемы, расположенные в точках роста побега и корня. Осуществляют рост органа в длину.

2) латеральные (боковые) – вторичные меристемы, расположенные параллельно боковой поверхности органа, в котором они расположены. Осуществляют рост органа в толщину. К латеральным меристемам относятся камбий и феллоген.

3) маргинальные (краевые) – первичные меристемы, расположенные параллельно оси зачатка листовой пластинки. Осуществляют образование листовых пластинок.

IV. Меристемы, выделяемые по другим критериям:

– полумеристемы (не содержат инициалей) – действуют ограниченное время, превращаясь в постоянные ткани (например, протодерма в эпидерму; прокамбий в первичную ксилему и флоэму; основная меристема в механические ткани, хлоренхиму, основную паренхиму; маргинальная меристема в ткани листовой пластинки);

– васкулярные (от лат. vascularis – сосудистый) – меристемы, образующие проводящие ткани растений (прокамбий и камбий);

– раневые, или травматические – вторичные меристемы, возникающие из немеристематических тканей вблизи пораженного участка. Обычно это феллоген, формирующий пробку;

– интеркалярные, или вставочные – группы или зоны первичных меристематических клеток, удаленные от апикальных меристем и окруженных постоянными тканями. Не содержат инициалей и могут содержать в разной степени дифференцированные элементы. Выполняют разнообразные дополнительные ростовые процессы: удлинение междоузлий побегов (особенно у злаков), рост листовых зачатков и черешков и др.

2.3 ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

Эпидерма – первичная однослойная сложная покровная ткань. Функционирует, чаще всего, в течении одного сезона. Помимо основной функции защиты, выполняет функции газообмена и транспирации. В состав эпидермы входят три типа разнородных по форме, строению и функциям клеток: основные клетки эпидермы, замыкающие и побочные клетки, волоски (трихомы).

Основные клетки эпидермы различны по форме и размерам. Наружные стенки их утолщены, боковые чаще тоньше, извилистые. На наружные стенки выделяется кутин и воск, образующие кутикулу.

Устьица (от русск. уста, от лат. stoma – рот) осуществляют газообмен и транспирацию. Они состоят из двух клеток бобовидной формы, с неравномерно утолщенными оболочками, с крупным ядром и хлоропластами. Такие клетки называются замыкающими, а межклетник между ними – устьичной щелью. Устьице часто сопровождают вспомогательные, побочные клетки. Этот комплекс называется устьичным аппаратом. Он специфичен для разных систематических групп растений и довольно постоянен.

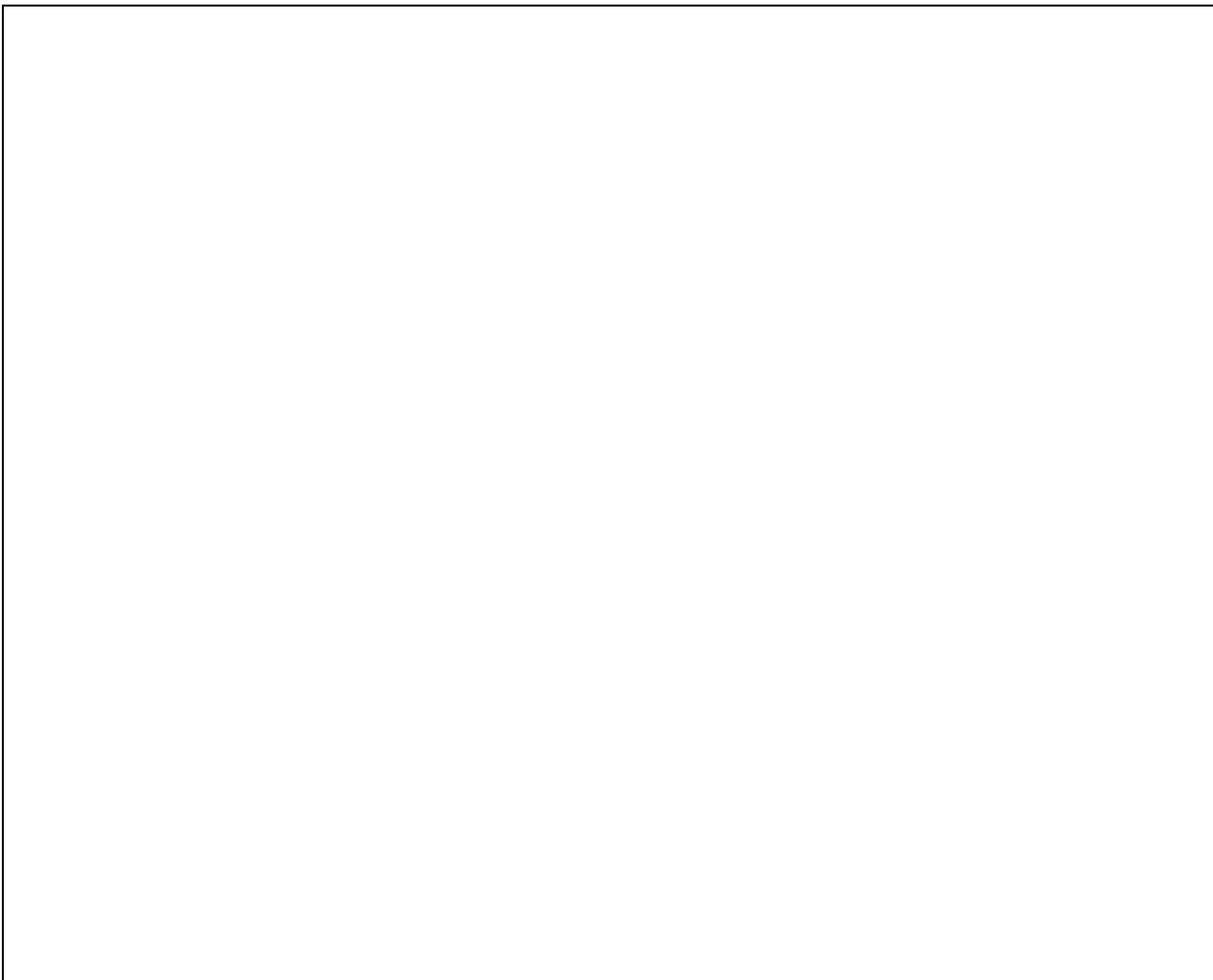
Третья составляющая эпидермы – волоски (трихомы) – являются выростами основных клеток эпидермы. Трихомы чрезвычайно разнообразны по своей структуре. Кроющие трихомы выполняют функцию защиты от температурных перепадов, излишней транспирации, механических повреждений. Железистые трихомы относят к категории выделительных или секреторных структур. Их функция – выделительная и защитная.



Задание №1. Эпидерма.

Изучите временный или постоянный препарат: нижняя эпидерма листа пеларгонии (*Pelargonium sp.*). Зарисуйте фрагмент эпидермы и обозначьте:

1 – основные клетки эпидермы, 2 – замыкающие клетки, 3 – кроющий волосок, 4 – железистый волосок.





Задание №2. Устьичные аппараты.

Изучите различные типы устьичных аппаратов с помощью таблицы и зарисуйте.

<p>Актиноцитный (от греч. aktis – луч). Распространен только у цветковых.</p>	
<p>Анизоцитный (от греч. anisos – неравный). Распространен только у цветковых.</p>	
<p>Аномоцитный (от греч. anomos – беспорядочный). Распространен во всех группах высших растений за исключением хвощей.</p>	
<p>Диацитный (от греч. dia – врозь, через). Распространен у папоротников и цветковых.</p>	
<p>Парацитный (от греч. para – рядом). Распространен у папоротников, хвощей, гнетовых и цветковых.</p>	
<p>Тетрацитный (от греч. tetra – четыре). Распространен у цветковых, главным образом у цветковых.</p>	

**Самостоятельная работа №1.**

Выполните рисунки различных трихом (подпишите название волоска и представителя)

Перидерма – вторичная сложная многослойная покровная ткань. Она покрывает многолетние стебли древесных растений и их основания у травянистых многолетников, подземные побеги, старые части корня, некоторые плоды. Образована вторичной латеральной меристемой – пробковым камбием (феллогеном), который помимо пробки (феллемы) образует еще 2-3 слоя живой фотосинтезирующей ткани – феллодермы. Весь комплекс: пробка (феллема), пробковый камбий (феллоген), феллодерма называют перидермой. Пробка представляет собой несколько рядов мертвых, часто пустых, заполненных воздухом клеток с опробковевшими (суберинизированными) оболочками. Клетки пробки обладают водо- и газонепроницаемостью и теплоизолирующими свойствами.

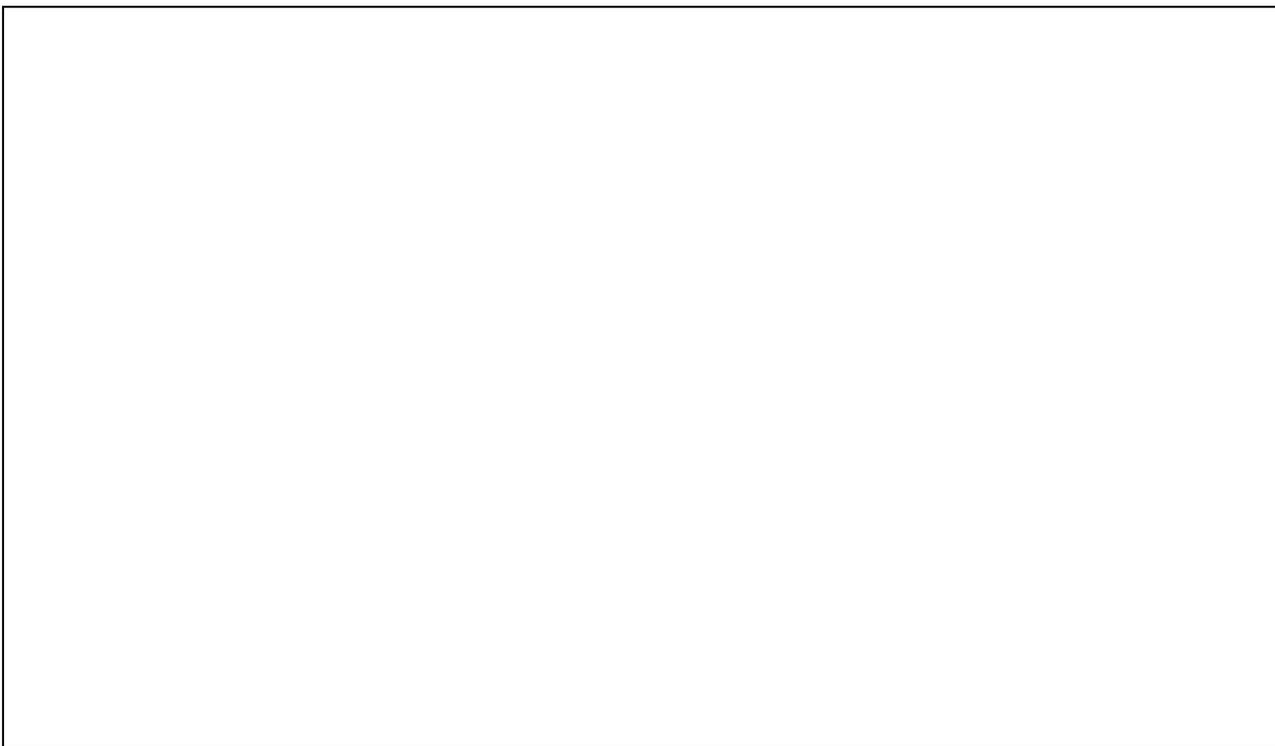
Связь живых тканей с внешней средой, расположенных под пробкой, осуществляется с помощью чечевичек – разрывов в пробке, заполненных паренхимой и возникающих на месте устьиц. Феллоген чечевички формирует комплекс паренхимных клеток, которые вначале приподнимают пробку, а затем разрывают её. Через межклетники паренхимы чечевички и происходит газообмен. Обычно чечевички похожи на мелкие бородавочки. Однако их форма и размеры у разных растений специфичны.



Задание №3. Перидерма и чечевичка.

Изучите постоянный препарат поперечного среза ветки бузины (*Sambucus nigra*). Зарисуйте перидерму с чечевичкой и обозначьте:

1 – феллема (пробка), 2 – феллоген (пробковый камбий), 3 – феллодерма 4 – выполняющая ткань (паренхима) чечевички, 5 – феллоген чечевички.



Ритидом (корка) – вторичная сложная многослойная покровная ткань, защищающая многолетние стебли и корни древесных растений. В корке слои пробки чередуются со слоями отмершей паренхимы. Возникает корка в результате деятельности феллогена (пробкового камбия), который закладывается многократно в начале в тканях первичной, а затем вторичной коры. В составе корки кроме основной паренхимы и пробки присутствуют склерейды (лигнифицированные клетки паренхимы), лубяные волокна, кристаллоносные клетки, ситовидные трубки и пр.

Различают корку кольцевую и чешуйчатую. В первом случае заложение феллогена происходит по всей окружности стебля, и каждое новое кольцо меристемы практически параллельно предыдущему. В такой корке слои пробки и основной паренхимы чередуются правильными рядами (например, стебли винограда).

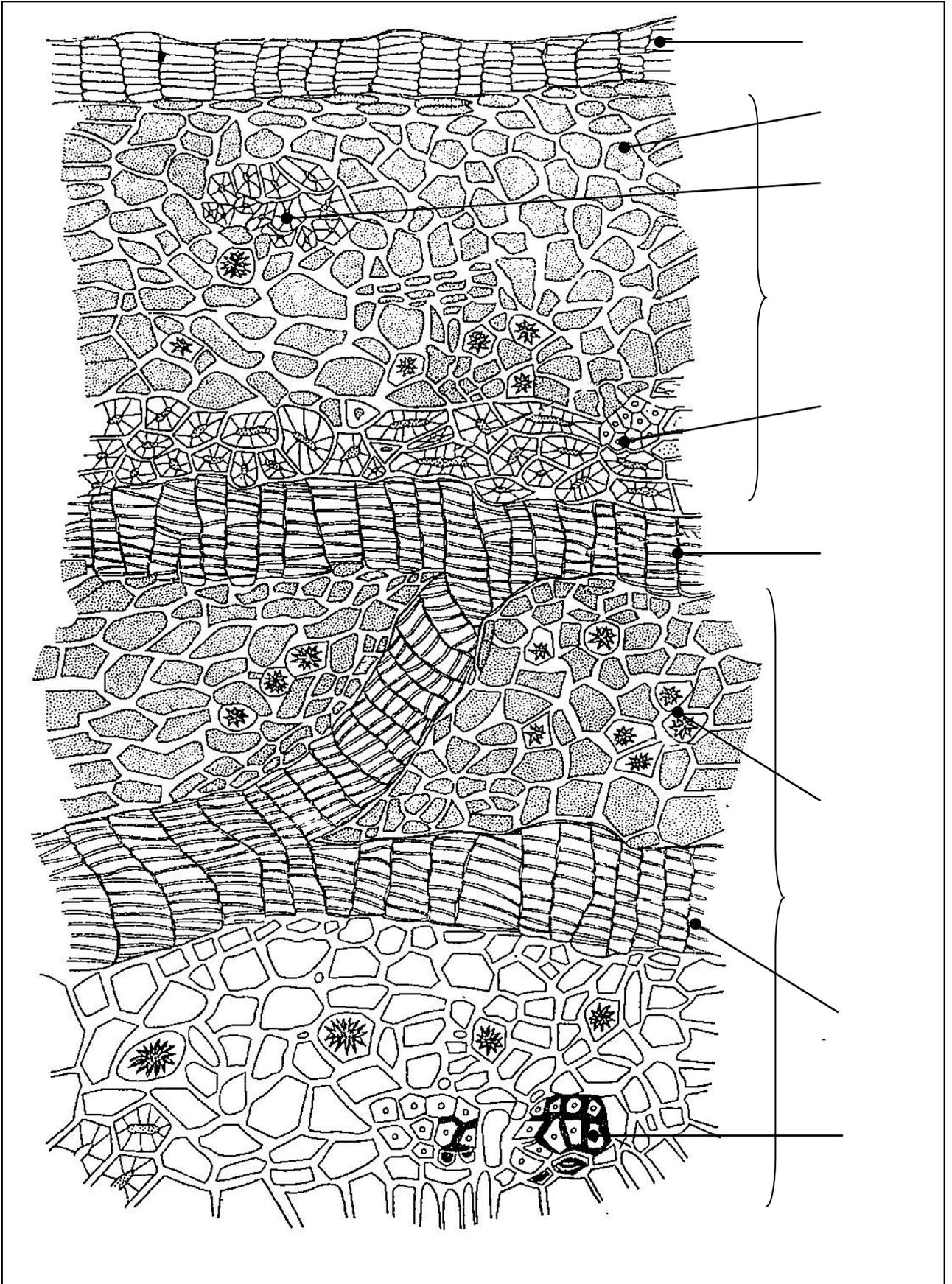
Чешуйчатая пробка образуется, если феллоген закладывается отдельными пластинами и формирует пластины пробки. Пластины пробки смыкаются, заключая между собой островки основной паренхимы, которая в итоге отмирает. Стебли покрытые чешуйчатой коркой имеют трещиноватый вид (стебли сосны, дуба, липы, клёна и др.).



Самостоятельная работа №2.

На рисунке чешуйчатой корки дуба (*Quercus robur*) обозначьте следующие структуры:

1 – первичная кора, 2 – вторичная кора, 3 – перидерма, 4 – паренхима первичной коры, 5 – склереиды (каменистые клетки), 6 – волокна.



2.4 ОСНОВНЫЕ ТКАНИ

Основная ткань или основная паренхима – постоянная ткань, состоящая из относительно мало специализированных клеток. Основная ткань в осевых органах формирует мощные клеточные комплексы – первичную кору, сердцевину и сердцевинные лучи, окружающие проводящие ткани. Также она входит в состав ксилемы и флоэмы в виде тяжей и лучей. В листьях из паренхимы формируется мезофилл. Мякоть многих плодов и семян также представляет паренхиму.

Клетки основной паренхимы разнообразны по форме: округлые, овальные, призматические, цилиндрические, таблитчатые, звездчатые, угловатые. В основном для них характерны первичные оболочки, но могут встречаться и вторичные. По происхождению они первичны в сердцевине, мезофилле, первичной коре; в проводящих тканях они могут быть первичными и вторичными. В типичном случае они представляют живые клетки, способные к росту и делению. В них обычны разнообразные включения.

В зависимости от положения в растении функции паренхимы могут быть самые различные.

1) запасаящая (паренхима сердцевины стебля, запасящих тканей семян, подземных органов, околоплодника плодов);

2) проводящая (паренхима первичной коры корня, радиальных лучей стебля и корня (ближний транспорт));

3) фотосинтезирующая (хлоренхима фотосинтезирующих частей, феллодерма перидермы);

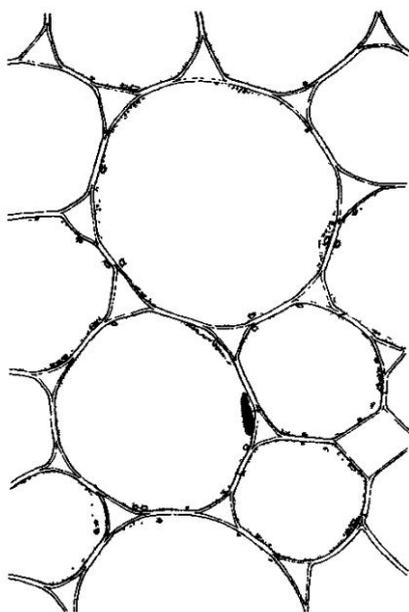
4) образовательная (формирование вторичных образовательных тканей: камбия в центральном цилиндре корня и стебля, феллогена под эпидермой, раневых меристем);

5) механическая (во всех частях растения благодаря, тургорному давлению в клетках, а тем более в случае утолщения и одревеснения ее клеточных оболочек);

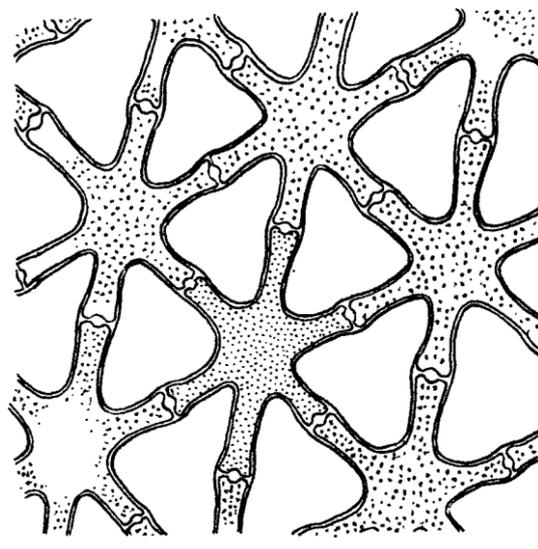
6) выделительная (различные типы секреторных клеток: кристаллоносные, эфиромасляные, слизевые, таниновые и др.);

7) газообмен (развитие из тканей первичной коры аэренхимы – модификации паренхимы с большим количеством межклетников);

8) регуляции прохождения воды в корне (первичная кора корня).



А



Б

А – паренхима из стебля кукурузы (*Zea mays*), Б – аэренхима из стебля ситника (*Juncus effusus*)

2.5 МЕХАНИЧЕСКИЕ ТКАНИ

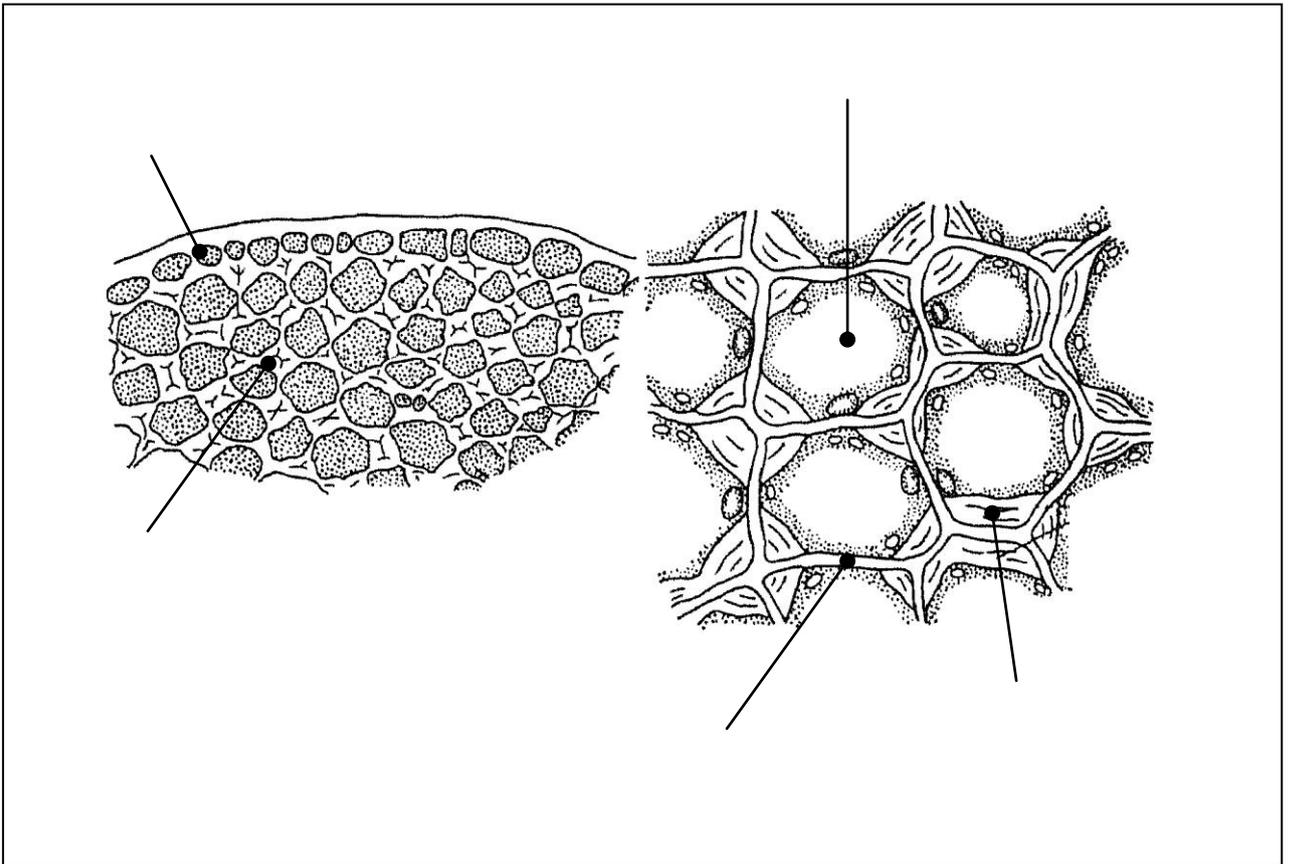
Механические (арматурные) ткани. Прочность растений обеспечивают все живые ткани растения в состоянии напряжения (тургора). Кроме того, существуют специализированные типы тканей, постоянно обеспечивающие механическую функцию за счет сильно утолщенных клеточных оболочек.

Колленхима – живая фотосинтезирующая механическая ткань. Форма клеток паренхимная или прозенхимная. Оболочки клеток первичные, неравномерно утолщенные, неодревесневшие. Ткань способна удалять утолщения оболочек клеток. По характеру утолщения оболочек клеток различают угловую, пластинчатую и рыхлую колленхиму. Эта ткань характерна для двудольных растений, располагается под эпидермой в стеблях, черешках, листовых пластинках. Корни редко содержат колленхиму. Способна фотосинтезировать и выполнять механическую функцию только в тургесцентном состоянии.

**Задание №4. Колленхима.**

Изучите строение колленхимы из черешка свёклы (*Beta vulgaris*) и обозначьте на рисунке:

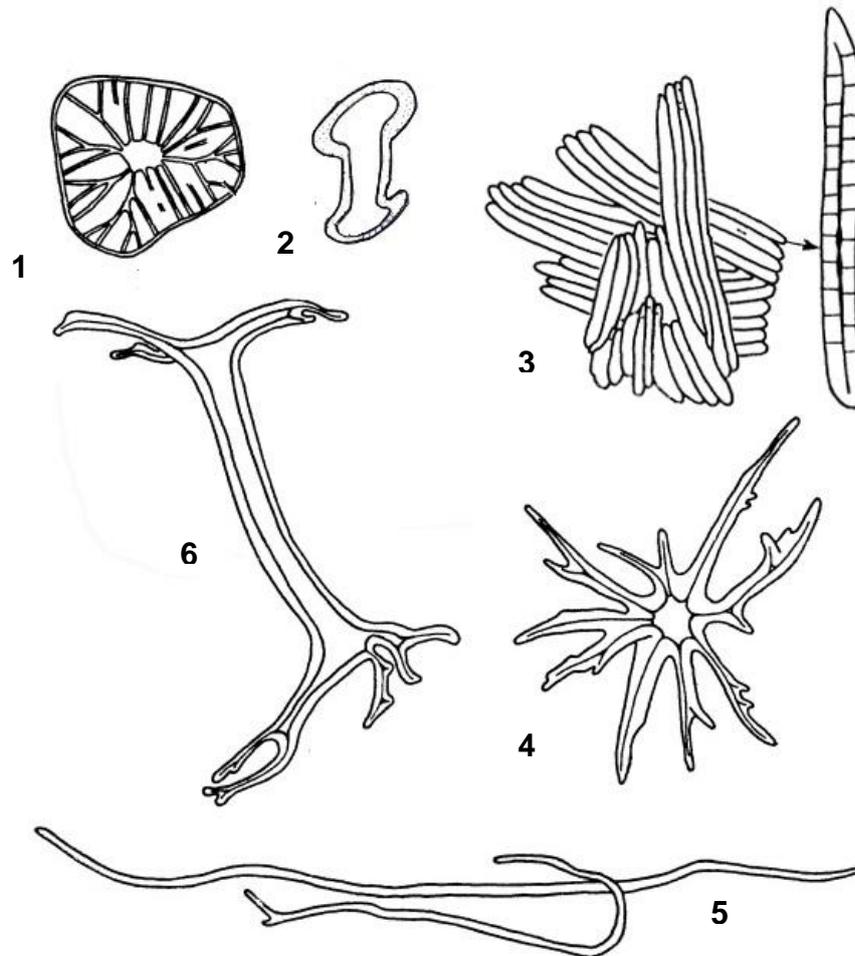
1 – эпидерма, 2 – угловая колленхима, 3 – протопласт, 4 – утолщённый участок оболочки, чечевички, 5 – тонкий участок оболочки.



Склеренхима – основной тип механической ткани. Форма клеток прозенхимная и паренхимная. Оболочки клеток вторичные, равномерно утолщенные, часто лигнифицированные. Протопласты в большинстве случаев отсутствуют. Различают две группы структур – волокна и склереиды. Волокна – прозенхимные клетки, сильно вытянутые в длину и заострённые на концах. Имеют толстые оболочки и очень узкую полость. Поры простые и немногочисленные. Образуются волокна из перицикла, прокамбия и камбия. Волокна подразделяют на ксилемные (древесные), возникающие в ксилеме, и экстраксиллярные, образующиеся вне ксилемы. Последние иногда называют лубяными или флоэмными. Для ксилемных и некоторых экстраксиллярных волокон характерна лигнификация оболочек.

Склерейды – паренхимные или прозенхимные клетки разнообразной формы: округлой, овальной, палочковидной, звёздчатой, иногда неправильной. Многие могут сильно ветвиться. Оболочки толстые, одревесневшие, с многочисленными простыми порами. Образуются склерейды в результате склерификации паренхимы. По классификации К.Эзау различают:

- а) каменные клетки (брахисклерейды) – изодиаметрические (в плодах груши, шиповника, рябины, коре дуба, крушине);
- б) макросклерейды – палочкообразной формы (в семенах бобовых);
- в) остеосклерейды – вытянутые, расширенные на концах клетки, напоминающие трубчатую кость (листья чая);
- г) астросклерейды – по форме сходные со звездой (в листьях кубышки, камелии);
- д) нитевидные склерейды – клетки длинные, тонкие, напоминающие волокна (листья маслины);
- е) трихосклерейды – ветвистые, тонкостенные, напоминающие волоски. Ответвления этих склерейд часто проникают в межклеточные пространства.



Склерейды

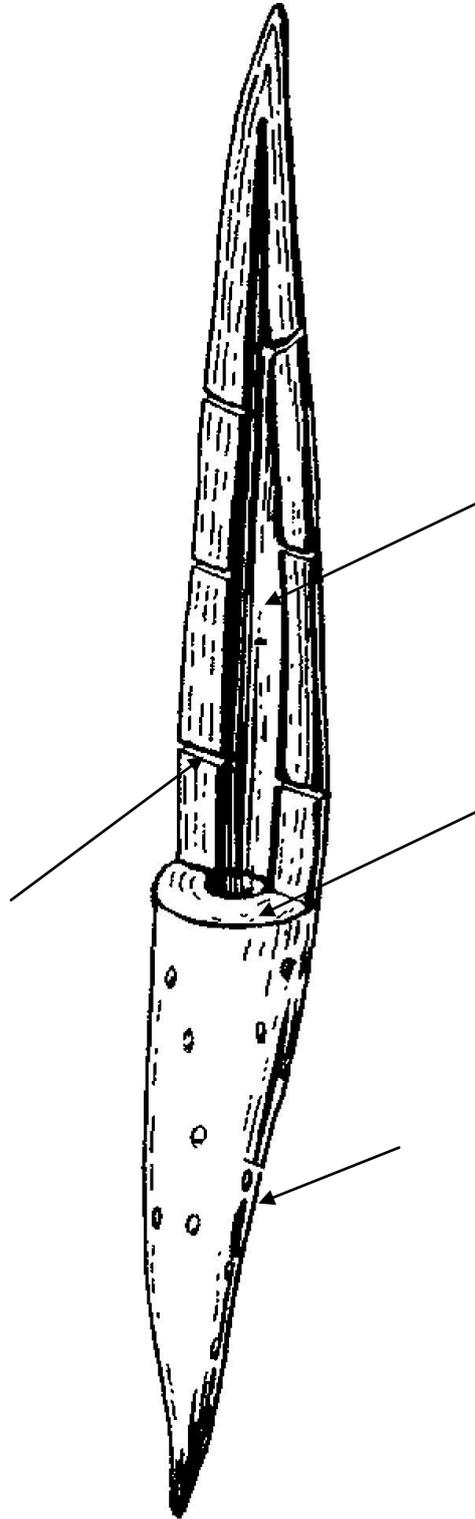
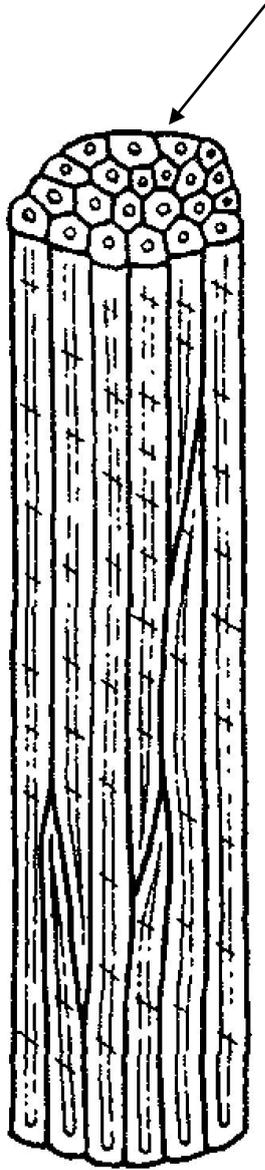
1 – брахисклерейда из паренхимы плода груши (*Pyrus*), 2 – остеосклерейда из семенной кожуры гороха (*Pisum*), 3 – макросклерейды эндосарпия плода яблони (*Malus*), 4 – астросклерейда из первичной коры троходендрона (*Trochodendron*), 5 – нитевидные склерейды из мезофилла листа маслины (*Olea*), 6 – трихосклерейда из палисадного мезофилла хакеи (*Hakea*).

Склерейды могут встречаться в виде слоёв или групп клеток, или в виде идиобластов в других тканях. Они присутствуют в эпидерме, основной и проводящих тканях вегетативных (корень, стебель, лист) и генеративных (семя, плод) органов. Кроме механической выполняют защитную функцию.

 **Задание №5. Волокна.**

Изучите строение волокна и обозначьте на рисунке:

1 – пучок волокон, 2 – первичная оболочка, 3 – вторичная оболочка, 4 – полость клетки, 5 – канал простой поры.

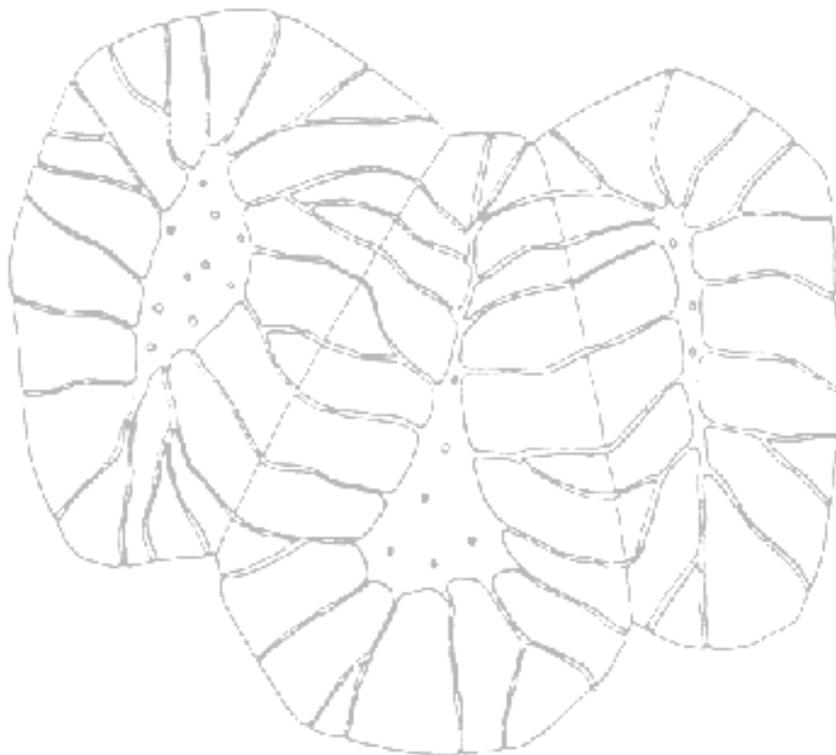


**Задание №6.** Склерейды.

Изучите строение склерейд на временном препарате: паренхима плода груши (*Pyrus* sp.). Зарисуйте склерейды и обозначьте:

1 – группа склерейд, 2 – паренхимные клетки,

3 – первичная оболочка, 4 – вторичная оболочка, 5 – полость клетки, 6 – канал простой поры, 7 – наружное отверстие поры, 8 – внутреннее отверстие поры.




Самостоятельная работа №3.

Заполните таблицу «Механические ткани»

Признак	Колленхима	Склеренхима
1. Происхождение		
2. Цитологические особенности:		
2.1 Форма клеток		
2.2 Клеточная оболочка (происхождение, толщина, химические видоизменения)		
2.3 Состояние протопласта		
3. Виды тканей и элементов		
4. Выполняемые		
5. Расположение в растении		
6. Распространение в систематических группах растений		

2.6 ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Проводящая система растений состоит из ксилемы (древесины), осуществляющей восходящий ток воды и растворенных в ней минеральных веществ от корней к листьям, и флоэмы – ткани, проводящей пластические вещества (нисходящий ток) от листьев к корням. Это сложные ткани, т.к. включают различные по структуре и функциональному значению анатомические элементы.

Проводящие ткани по происхождению могут быть первичными и вторичными. Первичные образуются в результате деятельности прокамбия, а вторичные - камбия.

Флоэма – сложная многослойная ткань, проводящая пластические вещества. Основные элементы флоэмы – ситовидные трубки с сопровождающими клетками (клетками-спутницами). По ситовидным трубкам от листьев к корням движется раствор органических веществ, образующихся в хлоропластах листьев в процессе фотосинтеза. Ситовидные трубки состоят из цепочки вытянутых клеток (члеников). Связь между члениками ситовидной трубки осуществляется через ситовидные канальцы. Участок клеточной стенки членика с ситовидными канальцами называется ситовидным полем. На боковых стенках членика ситовидные поля неспециализированные (узкие ситовидные канальцы), а на поперечных стенках (общих) – высокоспециализированные (широкие ситовидные канальцы). Поперечные стенки членика с высокоспециализированными полями носят название ситовидные пластинки. В члениках разрушаются ядра, вся мембранная система (кроме плазмалеммы), но клетки остаются живыми. Существуют они, как правило, лишь один сезон, а к концу вегетации ситовидные канальцы закупориваются полисахаридом-каллозой. Клетки-спутницы сохраняют строение, типичное для живых растительных клеток, имеют многочисленные митохондрии, вырабатывают ферменты и руководят деятельностью ситовидных трубок.

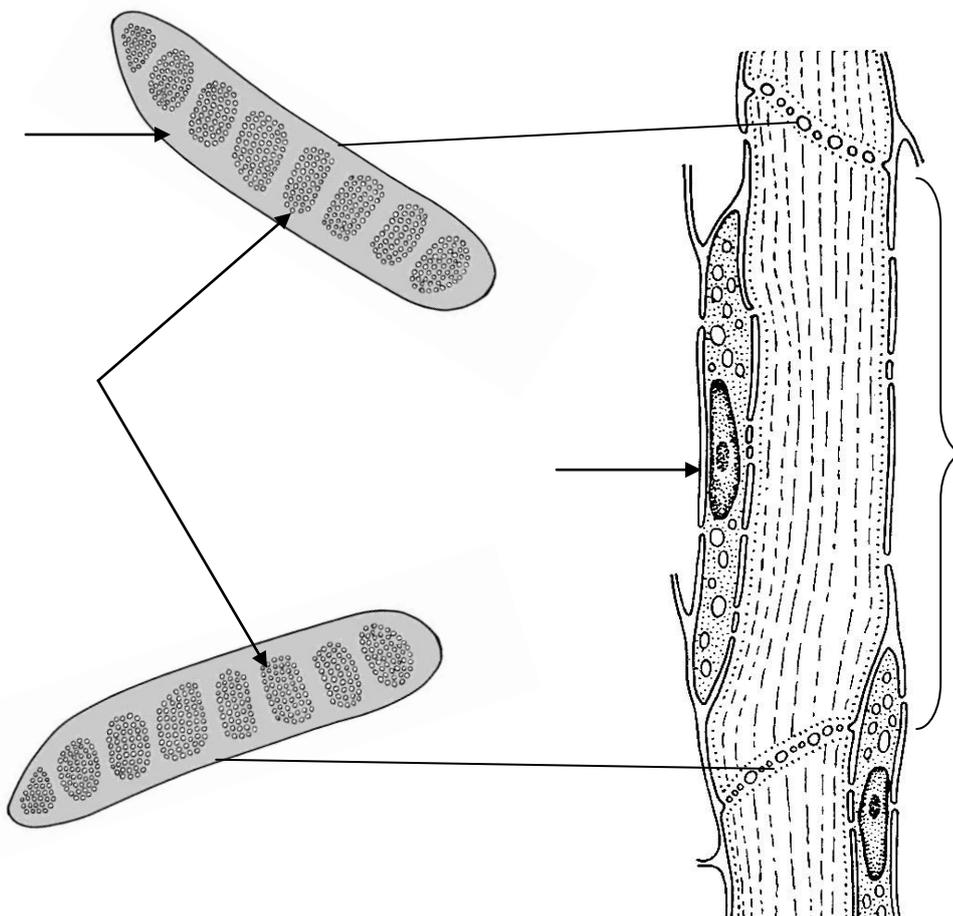
Вспомогательные элементы флоэмы: лубяная паренхима и лубяные волокна. Лубяная паренхима состоит из живых клеток, которые выполняют функции запаса, хранения отбросов, транспортировки растворов (ближний транспорт). Волокна осуществляют опорную роль.



Задание №7. Ситовидная трубка.

Изучите строение ситовидной трубки и обозначьте на рисунке:

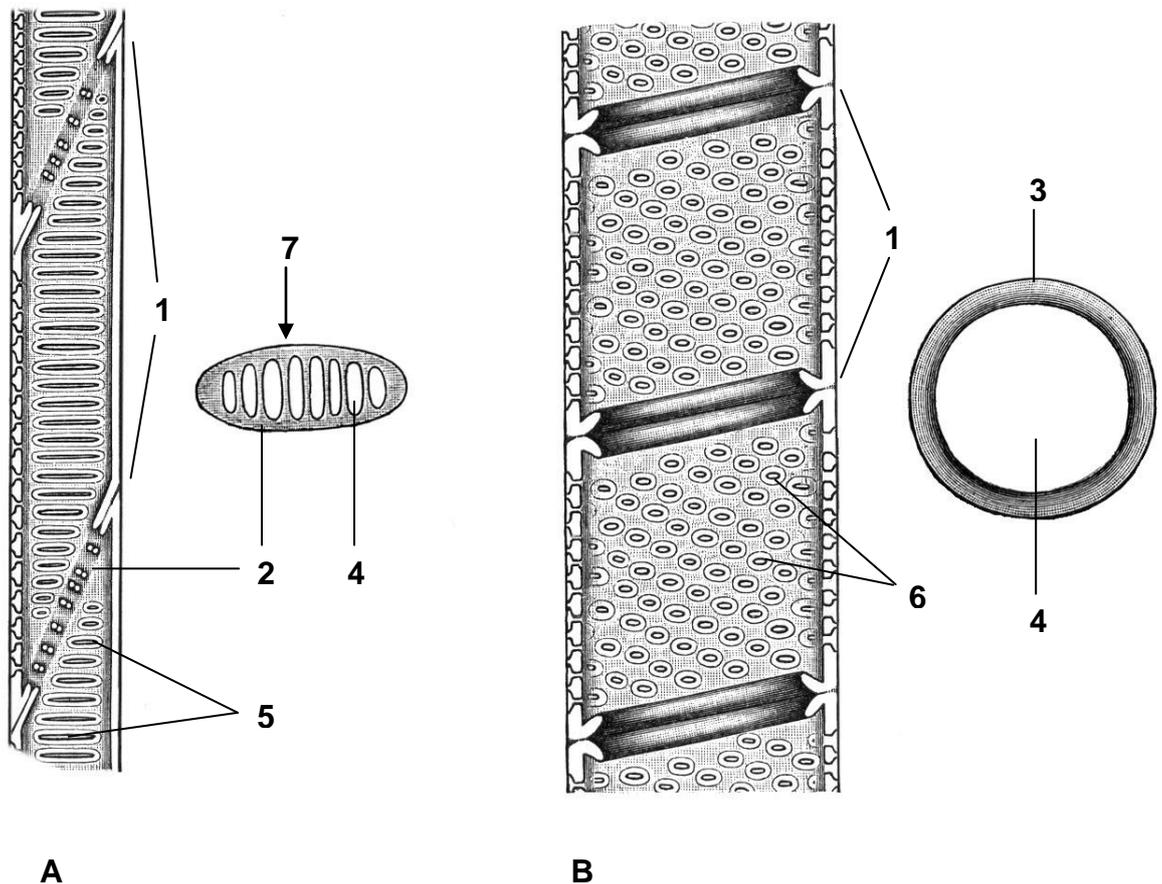
1 – членик ситовидной трубки, 2 – клетка-спутница, 3 – ситовидная пластинка, 4 – ситовидные поля.



Ксилема – сложная многослойная водопроводящая ткань. Основные элементы ксилемы – трахеиды и сосуды – осуществляют передвижение воды и растворенных в ней минеральных веществ от корней к листьям. Трахеиды – это прозенхимные мёртвые клетки с толстыми лигнифицированными вторичными оболочками. Оболочки имеют местные утолщения различной формы: кольчатые, спиральные, лестничные, точечные. Сообщение между трахеидами осуществляется посредством окаймлённых пор с торусом и без торуса. Длина трахеид составляет несколько миллиметров, а ширина – десятые и сотые доли миллиметра.

Сосуды – длинные трубки, образованные путём соединения клеток (члеников сосуда) в непрерывные ряды. Формируется сосуд из ряда живых паренхимных клеток, между которыми постепенно разрушаются поперечные (общие) клеточные стенки, образуются сквозные отверстия – перфорации и распадаются протопласты. Форма члеников сосудов различна: от длинных и узких с наклонными поперечными стенками (мало специализированные сосуды), до широких и коротких с одной перфорацией в поперечной стенке (высокоспециализированные сосуды). Поперечные стенки сосуда с отверстиями называются перфорационные пластинки. По характеру утолщений стенок члеников сосудов различают: кольчатые, спиральные, лестничные, сетчатые, точечные сосуды. В боковых стенках сосудов расположены поры простые или окаймлённые.

Вспомогательные элементы ксилемы: древесинная паренхима и древесные волокна (либриформ) осуществляют ту же роль, что и вспомогательные элементы флоэмы.



Сосуды на продольных разрезах

А – лестничный сосуд; В – точечный сосуд.

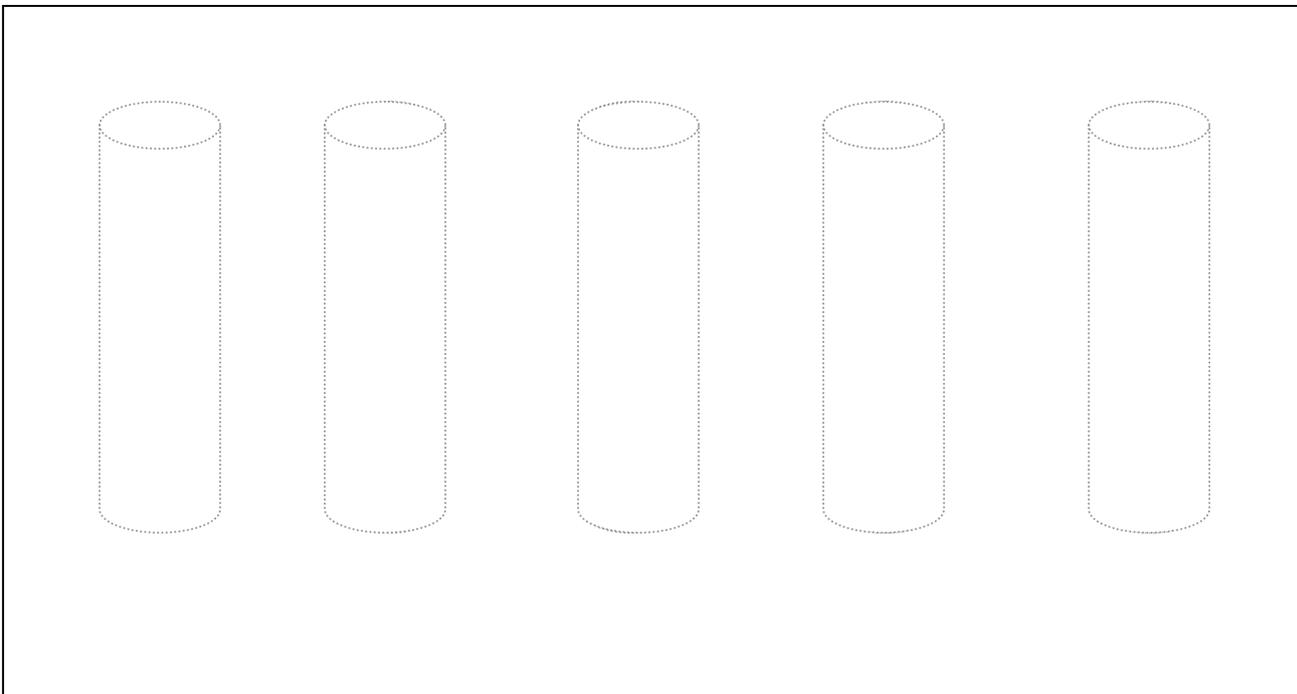
1 – членик сосуда, 2 – сложная перфорационная пластинка, 3 – простая перфорационная пластинка, 4 – перфорация, 5 – простые поры, 6 – окаймлённые поры, 7 – сложная перфорационная пластинка.

 **Задание №8.** Типы сосудов.

Изучите строение сосудов на постоянном препарате: продольный срез стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*). Зарисуйте и обозначьте:

Сосуды: 1 – кольчатый, 2 – спиральный, 3 – лестничный, 4 – сетчатый, 5 – точечный;

Структуры: 6 – первичная оболочка, 7 – вторичная оболочка, 8 – простая пора, 9 – окаймленная пора.



Проводящие ткани располагаются вертикальными тяжами и сопровождаются, как правило, механическими тканями, образуя сосудисто-волокнистые пучки. Пучки, состоящие только из ксилемы и флоэмы, называются неполными. Пучки, содержащие камбий и способные к вторичному росту – открытыми, не имеющие камбия – закрытыми.

В зависимости от взаиморасположения флоэмы и ксилемы различают несколько типов пучков.

1. Коллатеральные, или бокобочные.

Флоэма и ксилема граничат друг с другом непосредственно, располагаясь по одному радиусу. В осевых органах флоэма обращена к периферии органа, а ксилема – к центру. В листьях ксилема обращена к верхней стороне, а флоэма – к нижней. Самый распространённый тип пучков у всех семенных растений. Коллатеральные пучки могут быть открытыми (с камбием между ксилемой и флоэмой) и закрытыми (без камбия).

2. Биколлатеральные, или двубокобочные.

В пучке имеется два участка флоэмы – наружный и внутренний. Наружный участок мощнее внутреннего. Встречаются в стеблях растений из семейств тыквенные, паслёновые, колокольчиковые, сложноцветные. У некоторых представителей семейства маревых встречаются биколлатеральные пучки с двумя участками ксилемы (наружной и внутренней) и расположенной в середине пучка флоэмой. Данный тип пучков имеет небольшое распространение.

3. Концентрические.

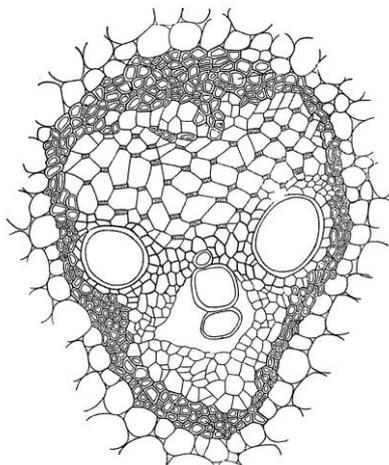
В пучке одна из проводящих тканей окружает другую непрерывным кольцом. Амфикириальный пучок состоит из кольца флоэмы, окружающей ксилему. Амфиазальный пучок состоит из кольца ксилемы, окружающей флоэму. Данный тип пучков встречается в корневищах папоротников, в подземных побегах однодольных растений, во вторичном приросте стебля у древесных однодольных.



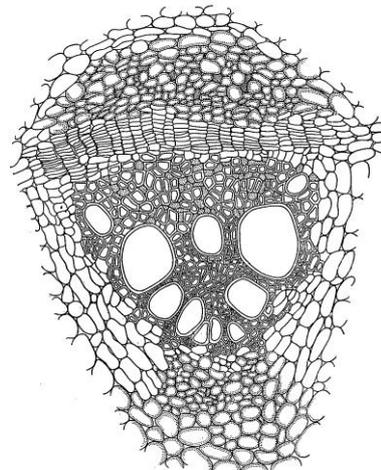
Задание №9. Типы сосудисто-волокнистых пучков.

Изучите строение сосудисто-волокнистых пучков и обозначьте на рисунках:

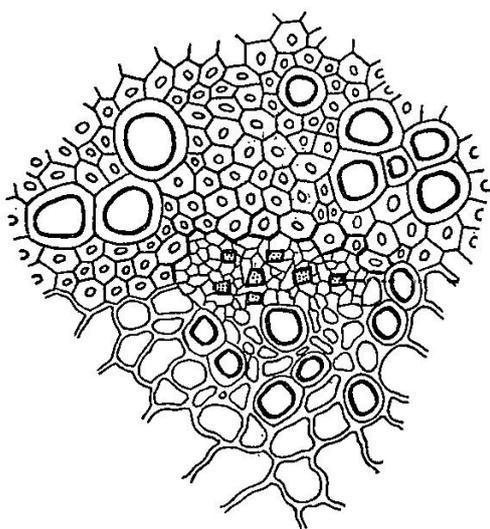
1 – ксилема, 2 – флоэма, 3 – камбий.



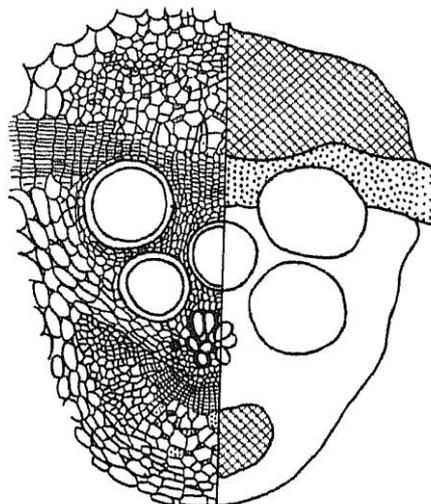
Коллатеральный закрытый из стебля кукурузы (*Zea mays*)



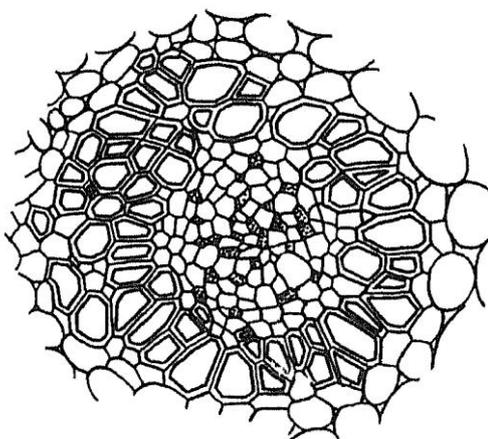
Коллатеральный открытый из стебля кирказона (*Aristolochia iberica*)



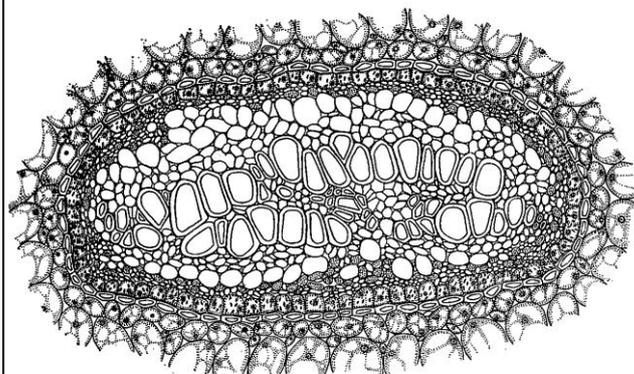
Биколлатеральный закрытый из стебля солероса (*Salicornia europea*)



Биколлатеральный открытый из стебля тыквы (*Cucurbita sp.*)



Концентрический амфивазальный из корневища ландыша (*Convallaria majalis*)



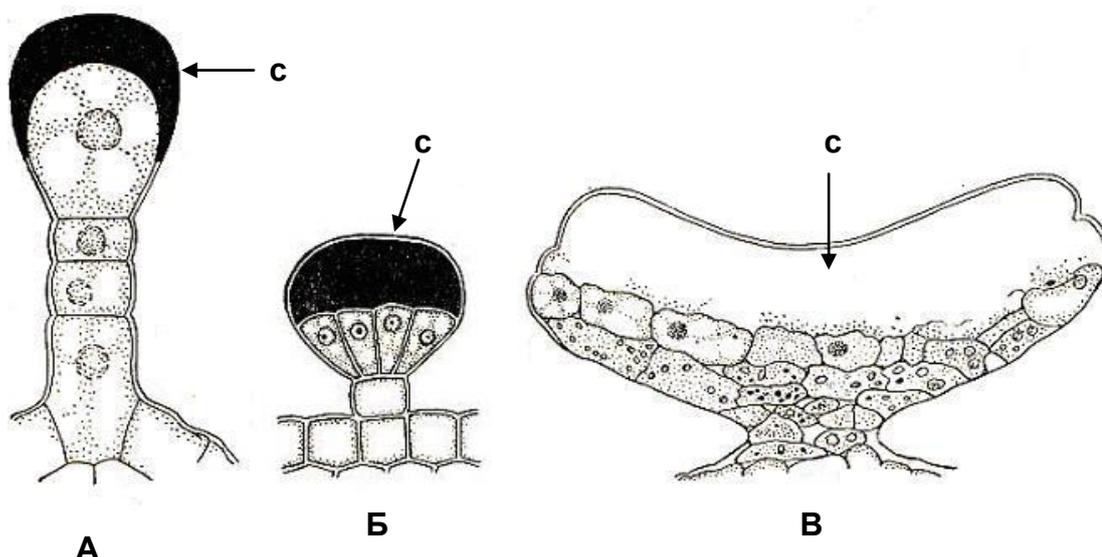
Концентрический амфирибральный из корневища орляка (*Pteridium aquilinum*)

2.7 ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ

Выделительные (секреторные) структуры – образования различной структуры, продуцирующие, накапливающие и (или) выделяющие вещества, исключенные, как правило, из обмена веществ. Клетки, выделяющие вещества, называют железистыми. Систему выделения растений составляют образования, совершенно разные как по строению, так и по происхождению. Объединение этих очень различных структур в ткань условно и имеет только физиологическое значение. Применительно к выделительным структурам растений «секреция» понимается в широком значении и означает синтез, изоляцию и выход веществ, которые являются функционально специализированными, либо предназначены для хранения или удаления.

Выделительные структуры условно подразделяют на наружные и внутренние.

Наружные выделительные структуры. Железистые трихомы – производные эпидермы. Состоят из головки (одна или несколько железистых клеток) и несекреторной ножки (одноклеточной или многоклеточной). Железки – высокодифференцированные структуры, состоящие из большого числа эпителиальных клеток. Часто в состав железки входят субэпидермальные ткани, формирующие выросты – эмергенцы.



Железистые трихомы и железка

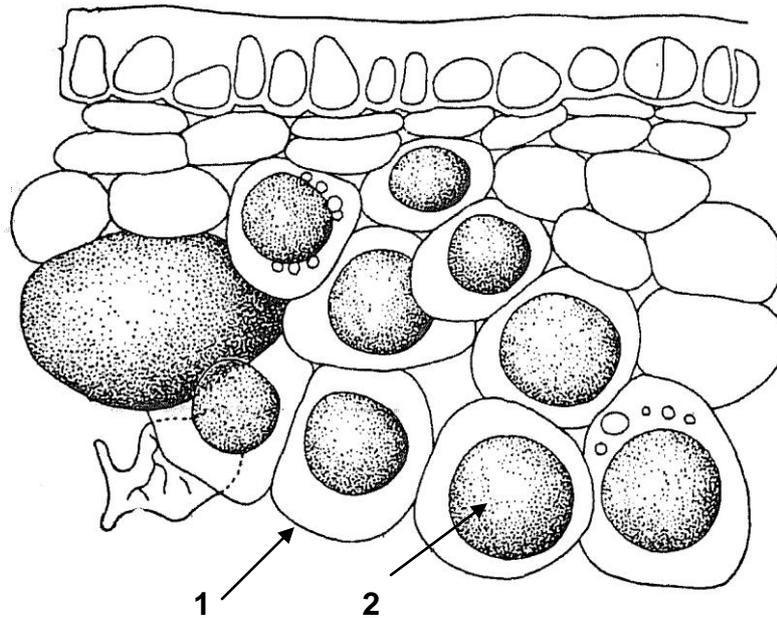
А – трихом пеларгонии (*Pelargonium* sp.), Б – трихом розмарина, В – железка чёрной смородины (*Ribes nigrum*): с – секрет, расположенный между оболочкой клетки и кутикулой.

Железистые трихомы и железки выделяют различные эфирные масла (мята, герань), соли, (марь, лебеда, гребенщик), мукополисахариды и протеолитические ферменты (насекомоядные растения).

Нектарники – железистые структуры, выделяющие раствор сахаров в цветках или на вегетативных частях растений. Секреторная ткань нектарника может иметь только эпидермальное происхождение или включать и субэпидермальные слои клеток. Многие нектарники могут включать проводящие пучки.

Гидатоды – выделяют наружу капельно-жидкую воду и растворённые в ней соли. В структурном плане гидатоды представляют собой модифицированные участки, обычно расположенные по краю листа или на его верхушке. Гидатода содержит проводящий пучок, окружённый модифицированным участком безхлорофильного мезофилла (эпитемой). Вода выделяется через отверстие в эпидерме, просвет которого остается постоянным.

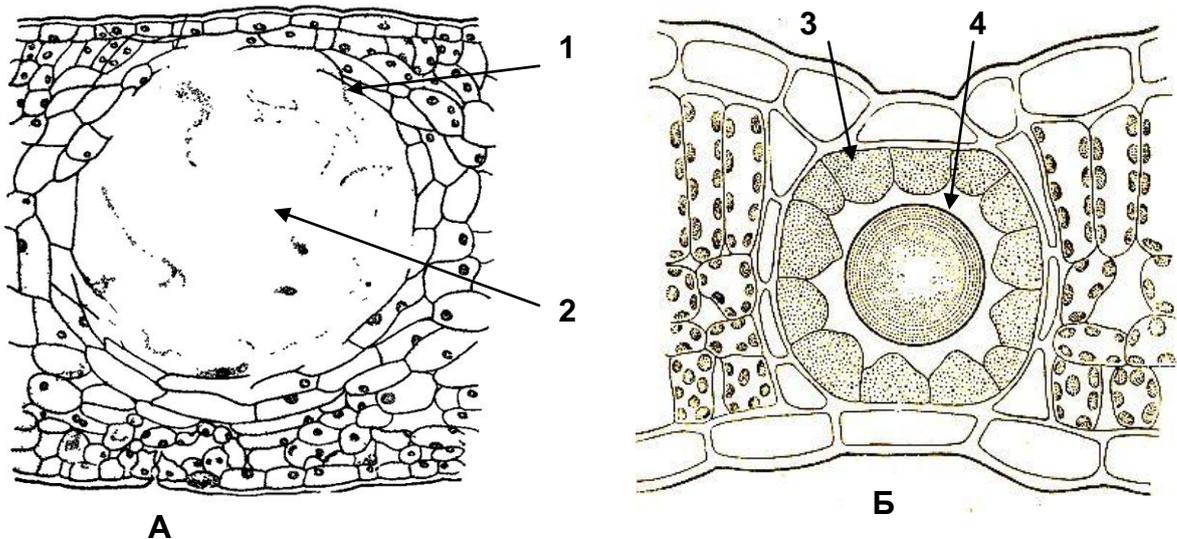
Внутренние выделительные структуры. Наиболее простыми структурами являются секреторные клетки, представляющие собой различные типы секреторных идиобластов. Иногда их размер сильно увеличен и тогда их называют мешками или трубками. Известны кристаллоносные, масляные, таниновые, смоляные, слизевые клетки.



Масляные секреторные клетки в околоплоднике европейской маслины (*Olea europaea*)
1 – паренхимная клетка, 2 – капля масла.

Секреторные полости и каналы представляют собой межклетники различного происхождения. В лизигенных секреторных полостях секрет накапливается в клетках, которые постепенно разрушаются и освобождают секрет в образовавшуюся полость (околоплодник цитрусовых). По периферии полости встречаются частично разрушенные клетки. Вместителища содержат слизи, камеди, бальзамы, эфирные масла и др. Они могут иметь разнообразную окраску – белую, жёлтую, оранжевую, зелёную, синюю, красную. Встречаются у аралиевых, зонтичных, зверобойных, эвкалиптовых, цитрусовых и др.

Схизогенные полости и каналы формируются в процессе расхождения клеток при мацерации, и образовавшийся межклетник становится выстланным эпителиальными клетками, выделяющими в полость секрет. Часто такие межклетники образуют сложную разветвленную сеть. Характерны для зонтичных, аралиевых, хвойных, некоторых сложноцветных.



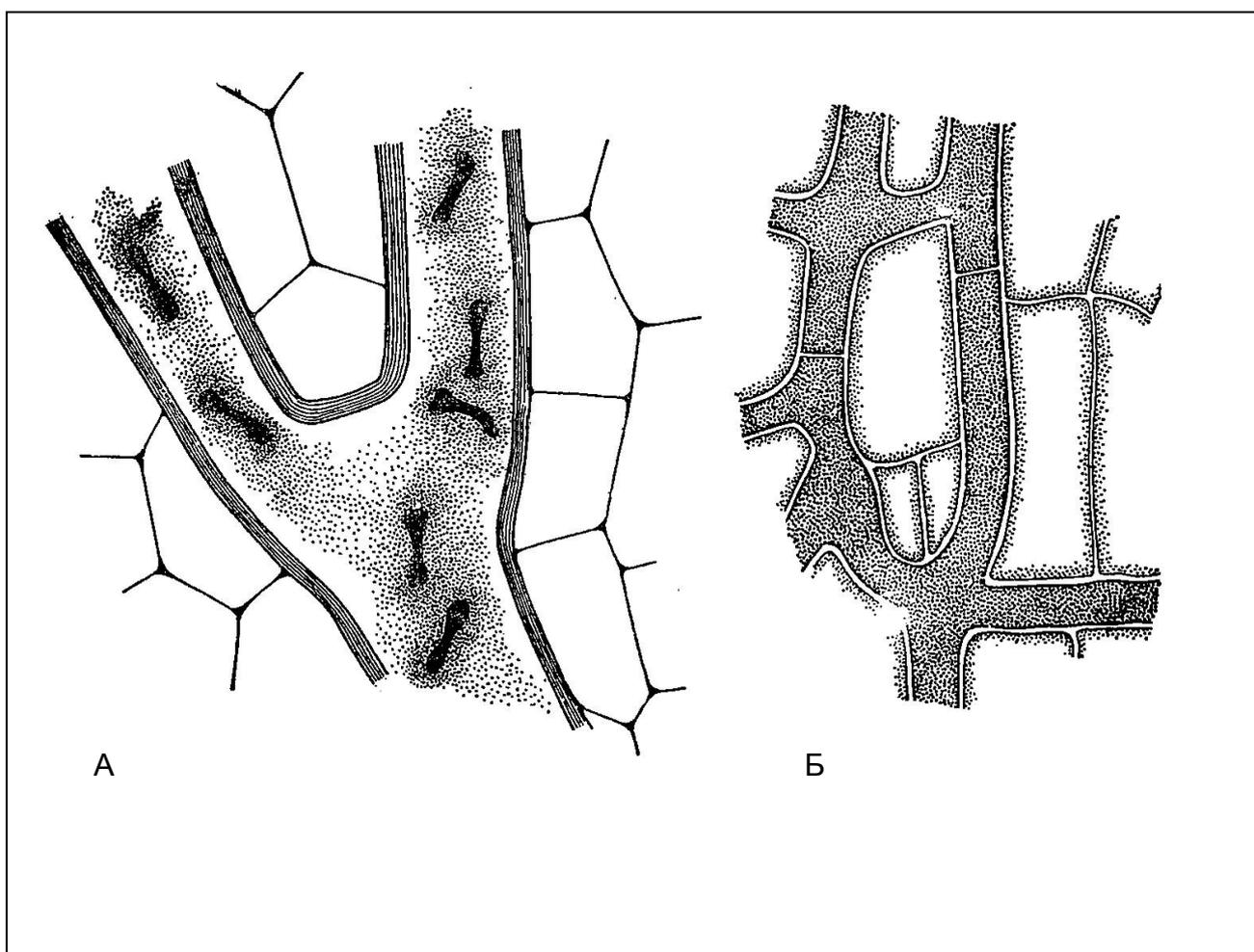
Секреторныеместилища
А – лизигенное из околоплодника лимона (*Citrus medica*), Б – схизогенное из листа зверобоя (*Hypericum perforatum*): 1 – разрушающиеся клетки, 2 – межклетник с секретом, 3 – эпителиальные клетки, 4 – межклетник с каплей масла.

Млечники представляют собой идиобласты или комплексы связанных клеток, содержащие водную эмульсию различных соединений, называемую латексом (млечным соком). Термин «латекс» означает жидкость, которая может быть извлечена из млечника. Вид и состав содержимого млечников варьируют. Чаще латекс белого цвета, но может быть прозрачным и бесцветным, а иногда коричневым или оранжевым. В латексе обнаружено множество разнообразных соединений: терпеноиды, алкалоиды, сахара, воска, белки, ферменты, пигменты, кристаллы, танины и крахмал.

По происхождению различают нечленистые млечники, образованные одной клеткой и членистые, состоящие из рядов клеток с разрушенными смежными клеточными стенками. Млечники обоих типов могут быть ветвистыми и неветвистыми.

 **Задание №10.** Строение млечников.

Изучите строение млечников: А – нечленистый млечник молочая (*Euphorbia* sp.), Б – членистый млечник латука (*Lactuca tatarica*). Обозначьте на рисунках: 1 – стенка млечника, 2 – латекс, 3 – крахмальные зерна.





Самостоятельная работа №4.

Характеристика тканей растений. Заполните таблицу.

Название ткани	Особенности строения клеток (форма, оболочка, содержимое)	Расположение в растении	Функции
Эпидерма			
Ризодерма (эпibleма)			
Вела'мен			
Перидерма			
Ритидо'м (корка)			
Основная паренхима			
Экзодерма			
Эндодерма			

Название ткани	Особенности строения клеток (форма, оболочка, содержимое)	Расположение в растении	Функции
Колленхима			
Склеренхима			
Флоэма			
Ксилема			
Выделительные структуры			

2.8 СЛОВАРЬ

- Аэренхима – паренхимная ткань с крупными межклетниками.
- Амфивазальный проводящий пучок – концентрический проводящий пучок, в котором ксилема окружает флоэму.
- Амфикибральный проводящий пучок – концентрический проводящий пучок, в котором флоэма окружает ксилему.
- Биколлатеральный проводящий пучок – пучок, в котором одна проводящая ткань с двух сторон окружена другой проводящей тканью.
- Веламен – многослойная покровная водопоглощающая ткань корней, состоящая из мертвых клеток.
- Волокно – элемент склеренхимы, прозенхимная клетка с заостренными концами и толстой вторичной оболочкой.
- Выполняющая ткань – рыхлая паренхима, откладываемая феллогеном чечевички наружу.
- Гидатода (водяное устье) – структура, выделяющая капельножидкую воду.
- Гиперплазия – чрезмерное увеличение числа клеток ткани, приводящее к увеличению диаметра стебля или корня.
- Гиподерма – ткань, состоящая из 1-3 слоёв клеток, расположенных под эпидермой, и выполняющая различные функции (защитную, механическую, запасную).
- Дилатация – разрастание паренхимы за счёт деления клеток или роста их объёма.
- Железистый трихом – волосок, имеющий одноклеточную или многоклеточную головку из секреторных клеток и ножку, состоящую из нежелезистых клеток.
- Желёзка – эпидермальная многоклеточная секреторная структура.
- Идиобласт – клетка ткани, отличающаяся от окружающих её клеток по форме, размеру или содержанию.
- Инициаль – делящаяся клетка меристемы.
- Интина – внутренняя оболочка спор и пыльцевых зёрен высших растений.
- Каллус – 1) наплыв в местах травмирования тела семенного растения, возникающий путём деления и роста клеток повреждённых тканей; 2) образование, закупоривающее просвет канальца ситовидной трубки флоэмы.
- Камбий – вторичная латеральная меристема, клетки которой делятся периклинально, откладывая производные в двух взаимно противоположных направлениях.
- Ксилема (древесина) – сложная многослойная водопроводящая ткань, состоящая из проводящих элементов, механической и основной тканей.
- Коллатеральный проводящий пучок – пучок, в котором флоэма располагается только со стороны ксилемы.
- Колленхима – первичная опорная ткань, состоящая из живых клеток с неравномерно утолщенными нелигнифицированными оболочками.
- Кора – комплекс тканей, лежащих снаружи от камбия.
- Кора первичная – зона основной первичной ткани в осевых органах (стебле и корне) между покровной тканью и проводящей системой (стелой).
- Кора вторичная – совокупность вторичных тканей корня или стебля, образованных камбием наружу. Включает в себя участки вторичной флоэмы, разделённые радиальными тяжами паренхимных лучей.
- Латекс (млечный сок) – эмульсия, содержащаяся в млечниках и состоящая из каучука, гуттаперчи, политерпенов, а также органических кислот, сахаров, алкалоидов, танинов. Состав специфичен для каждого вида растений.
- Либриформ – механические волокна ксилемы.
- Лубяное волокно – любое экстраксиллярное волокно.
- Мацерация – естественное или искусственное разъединение клеток ткани в результате разрушения межклеточного вещества.
- Меристема – образовательная ткань, клетки которой дают начало новым клеткам.
- Меристема апикальная (верхушечная) – группа меристематических клеток в точке роста побега или корня, обеспечивающая их рост в длину.
- Меристема боковая (латеральная) – группы меристематических клеток, расположенных вдоль осевых органов и обеспечивающих их рост в толщину.
- Меристема вставочная (интеркалярная, остаточная) – первичная меристема, возникающая из апикальной меристемы и располагающаяся между постоянными тканями.
- Меристема травматическая (раневая) – вторичная образовательная ткань, возникающая в местах травмирования органов растений из латеральных меристем (обычно – камбия) или из постоянных тканей, обеспечивающая зарастание имеющихся повреждений.
- Млечник – клетка или группа клеток с частично разрушенными общими стенками, содержащие латекс.
- Нектарники – секреторные структуры, выделяющие раствор сахаров (нектар).
- Паренхима – малоспециализированная постоянная ткань, состоящая из клеток изодиаметрической формы.
- Перидерма – вторичная сложная покровная ткань, замещающая эпидерму.
- Перицикл – первичная боковая меристема, периферическая часть проводящего цилиндра стебля и корня.
- Прокамбий – первичная боковая меристема, дифференцирующаяся в первичные проводящие ткани.
- Протодерма – первичная меристема, дающая начало эпидерме.
- Ризодерма (эпиблема) – однослойная поглощающая ткань, находящаяся на поверхности молодых корней.
- Ритидом (корка) – третичный покровный комплекс, состоящий из мертвых тканей. Образуется в результате деятельности феллогена, который закладывается во всё более глубоких слоях сначала первичной, а затем и вторичной коры стебля. Представляет собой слои пробки с заключёнными между ними слоями вынужденно отмерших тканей первичной и вторичной коры.

- Склерейда – паренхимная или прозенхимная клетка с очень толстой вторичной лигнифицированной клеточной оболочкой, пронизанной многочисленными поровыми каналами.
- Склерэнхима – механическая ткань, состоящая из склеренхимных клеток
- Смоляной канал или ход – схизогенные секреторные вместилища (система разветвленных межклетников), полость которых изнутри выстлана вытянутыми вдоль эпителиальными клетками, синтезирующими смолы, вязкие бальзамы и эфирные масла.
- Сосудисто-волокнистый пучок – тяж проводящей системы, состоящий из проводящих тканей и механических волокон.
- Спородёрма — оболочка спор высших растений.
- Ткань – комплекс клеток и межклеточного вещества, имеющий общее происхождение, строение, местоположение в теле растения и выполняемые функции.
- Трахеиды – одноклеточные проводящие элементы ксилемы, прозенхимные клетки веретеновидной формы с отмершим протопластом; клеточная стенка одревесневшая, с окаймлёнными порами (у хвойных – поры с торусом).
- Трихомы – разнообразные выросты эпидермы.
- Устьице – отверстие в эпидерме (межклетник), окруженное двумя замыкающими клетками.
- Устьичный аппарат (комплекс) – устьице и околоустьичные (побочные, сопровождающие) клетки.
- Феллёма (пробка) – вторичная покровная ткань, состоящая из мёртвых клеток с опробковевшими клеточными стенками; образуется пробковым камбием – феллогеном.
- Феллогён – вторичная латеральная меристема, обычно образующаяся в стебле из клеток эпидермы и субэпидермальных клеток хлоренхимы, реже – в более глубоких слоях постоянных тканей, в корне – из перицикла. Клетки феллогена, делясь, образуют в центробежном направлении несколько слоев клеток феллемы (пробки), в центростремительном – 1-3 слоя клеток фотосинтезирующей паренхимы – феллодермы, т. е. феллоген образует вторичный покровный комплекс – перидерму, в состав которого и входит.
- Феллодёрма – 1-3 слоя клеток фотосинтезирующей паренхимы, образуемой феллогеном. Входит в состав вторичного покровного комплекса – перидермы.
- Флоэма (луб) – проводящий комплекс тканей, обеспечивающий передвижение органических веществ из листьев к корням – нисходящий ток. Состоит из проводящих тканей: ситовидных клеток и ситовидных трубок с клетками-спутницами, а также из паренхимы и склеренхимы, представленной лубяными волокнами.
- Хлорэнхима (фотосинтезирующая паренхима) – паренхимная ассимилирующая ткань, т.е. ткань клетки которой содержат хлоропласты.
- Чечевичка – структуры в перидерме, представляющие собой разрывы пробки и служащие для газообмена.
- Экзйна — наружная оболочка спор и пыльцевых зёрен высших растений.
- Экстраксиллярные волокна – волокна, образующиеся вне ксилемы.
- Эмергёнец – выросты на поверхности тела растений, в образовании которых принимают участие не только клетки эпидермы, но и более глубоко расположенные ткани.
- Эпидёрма – первичная покровная сложная ткань, располагающаяся на поверхности листьев и стебля молодых побегов.



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Лотова Л.И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений: учебник для студ. вузов, обуч. по биол. спец. / Л.И. Лотова.– М. : КомКнига, 2007. – 510 с.
2. Негрбов В.В. Растительная клетка : учебное пособие / В.В. Негрбов. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010. – 171 с.

Дополнительная:

3. Ботаника : Морфология и анатомия растений : учебное пособие для студ. пед. ин-тов по биол. и хим. специальностям / А. Е. Васильев [и др.]. – М. : Просвещение, 1988. – 479 с.
4. Ботаника : в 2-х т. Т. 1. Анатомия и морфология растений : учебник для пед. ин-тов и ун-тов / Л. И. Курсанов [и др.]. – М. : Просвещение, 1966. – 424 с.
5. Раздорский В.Ф. Анатомия растений : учебник для гос. ун-тов / В.Ф. Раздорский, – М. : Сов. наука, 1948. – 524 с.
6. Рейвн П. Современная ботаника : в 2-х т. Т. 1. / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. – М. : Мир, 1990. – 348 с.
7. Рейвн П. Современная ботаника : в 2-х т. Т. 2 / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. – М. : Мир, 1990. – 344 с.
8. Тимонин А.К. Ботаника : в 4 т. Т. 3. Высшие растения : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. К. Тимонин. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ К РАЗДЕЛУ: I. ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

1. Перечислите главные особенности строения и функционирования растительных клеток высших растений.
2. Перечислите структурные компоненты растительной клетки, относящиеся к протопласту и производным протопласта (продуктам его жизнедеятельности).
3. Охарактеризуйте многообразие форм и размеров растительных клеток.
4. Что такое протопласт и протоплазма?
5. В чём особенности строения и функций ядра клетки?
6. Что такое органоиды клетки? Как классифицируют органоиды растительных клеток?
7. Что такое пластиды? Каково их строение и функции в клетке? В чём сходство и различие между хлоропластами высших растений и хроматофорами водорослей?
8. Какую роль выполняют в клетке митохондрии?
9. Что такое вакуоль? Каковы её функции?
10. Какие органоиды входят в вакуолярную систему клетки? Каковы их главные функции?
11. Охарактеризуйте немембранные органоиды растительной клетки.
12. Что такое производные протопласта?
13. Что называется клеточной оболочкой, и какие функции она выполняет?
14. Охарактеризуйте химический состав и особенности организации клеточной оболочки.
15. Какие химические видоизменения клеточной оболочки существуют в природе?
16. В чём различие между первичной и вторичной оболочками клетки?
17. Что такое эргастические вещества клетки?
18. Запасные вещества клетки и особенности их локализации.
19. Кристаллы и вторичные метаболиты клетки, их многообразие и локализация.
20. В чём особенности химического состава клеточного сока?
21. Что такое плазмодесмы? Каково их строение?
22. Что такое поры? В чём различие между простой и окаймлённой порой?
23. В чём различие между перфорацией и ситовидным канальцем?
24. Что называется межклетниками и каковы их функции? Какие существуют способы образования межклетников?

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ: II. ОСНОВЫ ГИСТОЛОГИИ РАСТЕНИЙ

1. Что такое ткань? Какие классификации тканей существуют?
2. Что называется меристемами? Какие их главные признаки?
3. Какие типы меристем существуют?
4. Почему эпидерму называют первичной сложной тканью? Каковы особенности структуры её клеток?
5. Из каких компонентов состоит устьичный аппарат? Назовите типы устьичных аппаратов.
6. Как устроены перидерма и чечевичка?
7. Что такое корка и как она образуется?
8. Из каких клеток состоит основная ткань? Каковы функции основной ткани?
9. Какие особенности характерны для клеток колленхимы? В каких частях растения встречается эта ткань?
10. Каковы особенности структуры ксилемных и экстраксилемных волокон?
11. Что такое склереиды?
12. Почему флоэму называют сложной тканью? Какие элементы флоэмы транспортируют пластические вещества?
13. В чём отличие сосудов от трахеид?
14. В чём различие открытого и закрытого сосудисто-волокнистого пучка? Как классифицируют пучки по расположению флоэмы и ксилемы?
15. Какие из выделительных структур относят к тканям внешней секреции, а какие к внутренней?
16. Что такое латекс? Какие типы млечников существуют?

III. ОРГАНОГРАФИЯ

3.1 ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ЦВЕТКОВОГО РАСТЕНИЯ

Вегетативное тело современных представителей высших растений характеризуется несколькими типами организации:

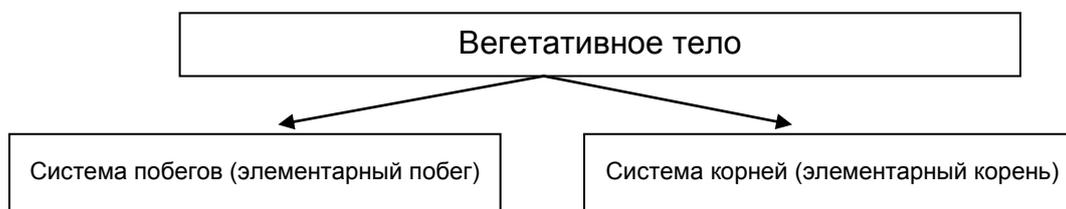
1. Талломный тип — тело не дифференцировано на вегетативные органы. Рост таллома может происходить в одной плоскости (нить), в двух (сеть) и трех плоскостях (пластинка). Тело гаметофитов споровых и семенных растений, молодых гаметофитов мхов.

2. Побеговый тип — тело с оформленной побеговой системой, но без дифференциации корневой системы. Прикрепление к субстрату происходит за счет ризоидов. Тело гаметофитов листостебельных мхов, спорофиты псилотовых.

3. Корнепобеговый тип — тело с дифференцированными побеговой и корневой системами. Тело спорофитов высших споровых и семенных растений.

Вегетативными органами называют части тела растения, обеспечивающие поддержание его индивидуальной жизни. **Вегетативное развитие растения** – совокупность процессов заложения, роста и развития вегетативных органов, обусловленная прохождением растением его онтогенеза.

Строение тела растения корнепобегового типа организации можно представить следующим образом:



Корень – осевой радиально-симметричный безлистный вегетативный орган, обладающий эндогенным ветвлением и выполняющий функцию водного и минерального питания. К основным признакам невидоизмененного корня относятся:

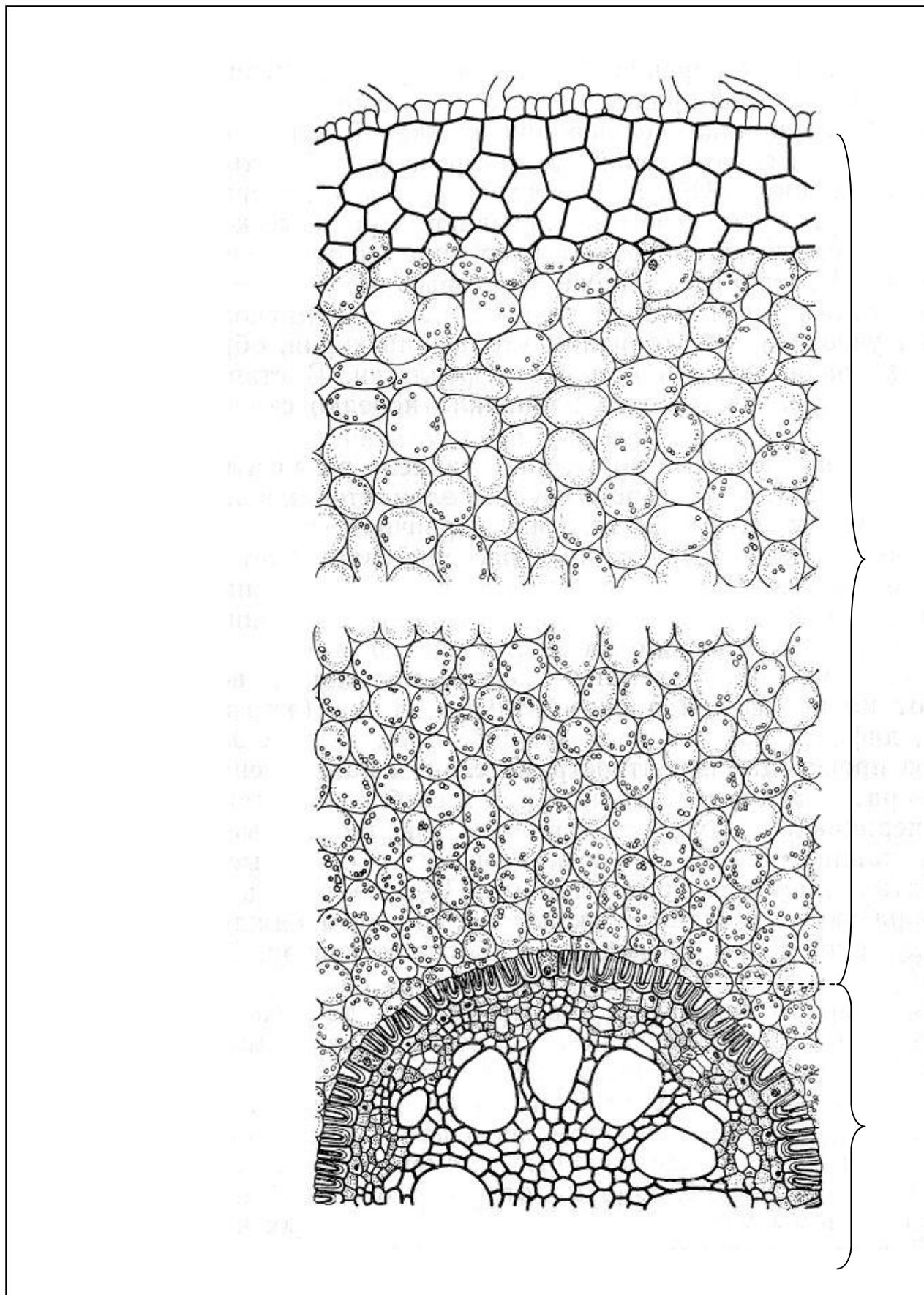
- 1) безлистность, т.е. отсутствие способности к образованию боковых выростов листьев;
- 2) эндогенное заложение боковых корней из корнеродной ткани центрального цилиндра – перицикла;
- 3) радиальная симметрия;
- 4) открытая система роста, т.е. потенциально неограниченный рост в длину за счет деятельности апикальной меристемы;
- 5) наличие корневого чехлика (исключение: корни водных и паразитических растений);
- 6) наличие особой водопоглощающей ткани ризодермы (эпibleмы);
- 7) наличие особых регуляторных тканей – экзодермы и эндодермы;
- 8) центральное расположение проводящих тканей и отсутствие сердцевины (у большинства корней);
- 9) преобладание по объему первичной коры над проводящим цилиндром;
- 10) отсутствие первичной коры при вторичном строении;
- 11) отсутствие вставочного (интеркалярного) роста;
- 12) положительный гео- и гидротропизм, отрицательный фототропизм;
- 13) функции удержания тела в субстрате, поглощения воды с минеральными веществами, синтез специфических веществ и накопление запасных продуктов, симбиотические взаимодействия с грибами.

Корневая система – совокупность всех корней растения. Различают различные типы корней:

- по положению в пространстве: вертикальный, горизонтальный, косой;
- по происхождению: главный (корень, возникающий из зародышевого корешка), придаточный (возникающий эндогенно на стебле или листе), боковой (корень любого порядка, закладывающийся эндогенно вблизи апекса главного или придаточного корня);
- по продолжительности существования: однолетний, многолетний;
- по функции: скелетный, сосущий, опорный, цепляющийся, контрактильный, размножения и др.

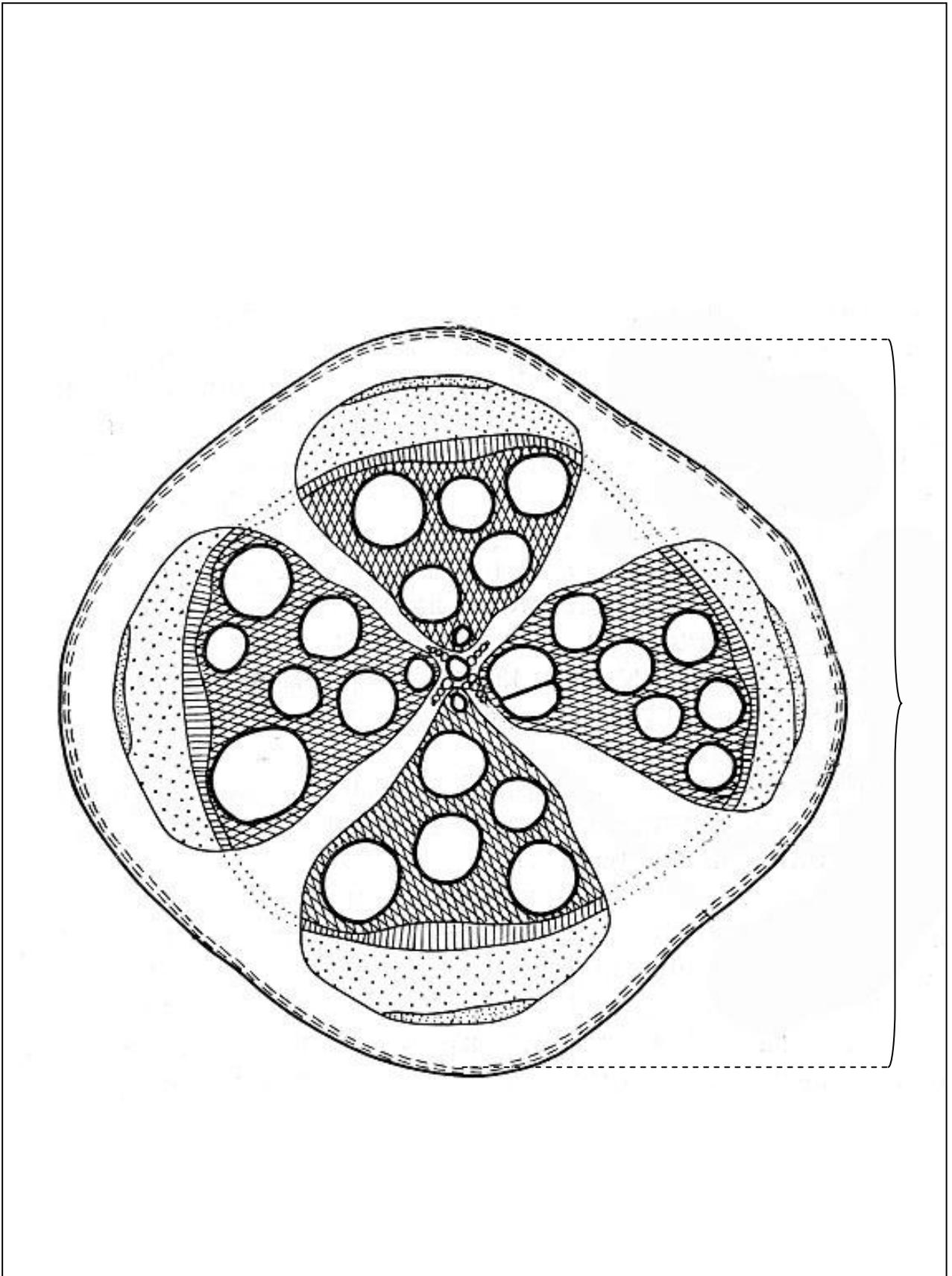
 **Задание 1. Первичное строение корня.**

Изучите препарат: поперечный разрез корня ириса (*Iris* sp.). Обозначьте на рисунке: I – ризодерма (эпиблема), II – первичная кора, III – проводящий цилиндр (стела), 1 – экзодерма, 2 – запасаящая паренхима, 3 – эндодерма, 4 – перицикл, 5 – первичная флоэма, 6 – первичная ксилема.



 **Задание 2. Вторичное строение корня.**

Изучите препарат: поперечный разрез корня тыквы (*Cucurbita* sp.). Обозначьте на рисунке: I – перидерма, II – проводящий цилиндр (стела), 1 – коровая паренхима, 2 – камбий, 3 – первичная флоэма, 4 – вторичная флоэма, 5 – первичная ксилема, 6 – вторичная ксилема, 7 – радиальный луч.



Вегетативный побег – неразветвленный стебель, несущий почки и листья. Также его можно определить как осевой радиально-симметричный метамерный олиственный вегетативный орган, обладающий экзогенным ветвлением и выполняющий функцию воздушного питания.

Побег включает несколько элементов: стебель, листья и почки. Стебель представляет собой ось побега, состоящую из узлов и междоузлий. Узлом называют участок стебля, от которого отходит лист (или листья). Участок стебля между двумя соседними узлами называют междоузлиями. В зависимости от степени развития междоузлий различают два типа побегов:

– **ауксибласты** или удлиненные побеги – побеги с выраженными междоузлиями, т.е. длина междоузлий превышает их ширину;

– **брахибласты**, или укороченные побеги – побеги со сближенными узлами, т.е. длина междоузлий значительно меньше их ширины.

Чередование узлов и междоузлий определяет метамерность стебля и побега в целом.

Главная особенность, отличающая побег от корня — наличие боковых выростов листьев. Угол, образующийся между стеблем и листом, называют **пазухой листа**. На побегах, особенно многолетних, можно наблюдать образование **листовых рубцов** – следов, остающихся на стебле после отделения от него листьев. В каждом листовом рубце отчетливо заметны характерные точки – **листовые следы** – представляющие собой сосудисто-волокнистые пучки, соединяющие проводящую систему стебля с проводящей системой листа. В местах сочленения листьев со стеблем могут формироваться утолщенные участки – **листовые подушки**.

Порядок расположения листьев на стебле называется листорасположением, или **филлотаксисом**.

Обязательными элементами побега являются почки, обеспечивающие его ветвление. Почка – зачаток побега. Существуют различные классификации почек:

– по расположению: верхушечные (апикальные, терминальные), боковые (латеральные, пазушные) сериальные, боковые коллатеральные, придаточные;

– по строению: закрытые, открытые;

– по происхождению: вегетативные (листовые), генеративные (цветочные), вегетативно-генеративные (смешанные);

– по продолжительности периода покоя: обогащения, возобновления, спящие.

Основной функцией невидоизмененного вегетативного побега является функция воздушного питания.

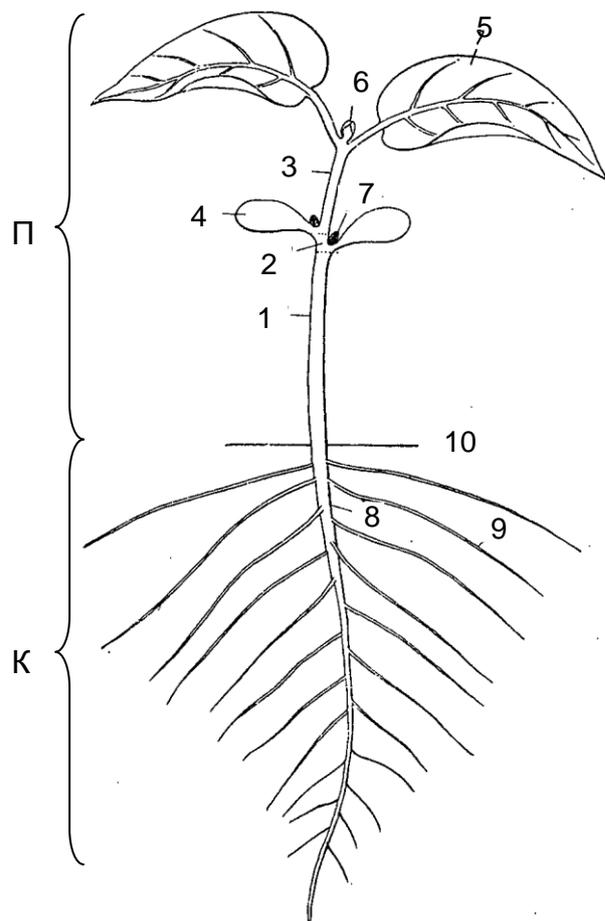


Схема строения проростка.

П – побег. Междоузлия: 1 – гипокотиль (подсемядольное колено), 2 – мезокотиль, 3 – эпикотиль (надсемядольное колено).

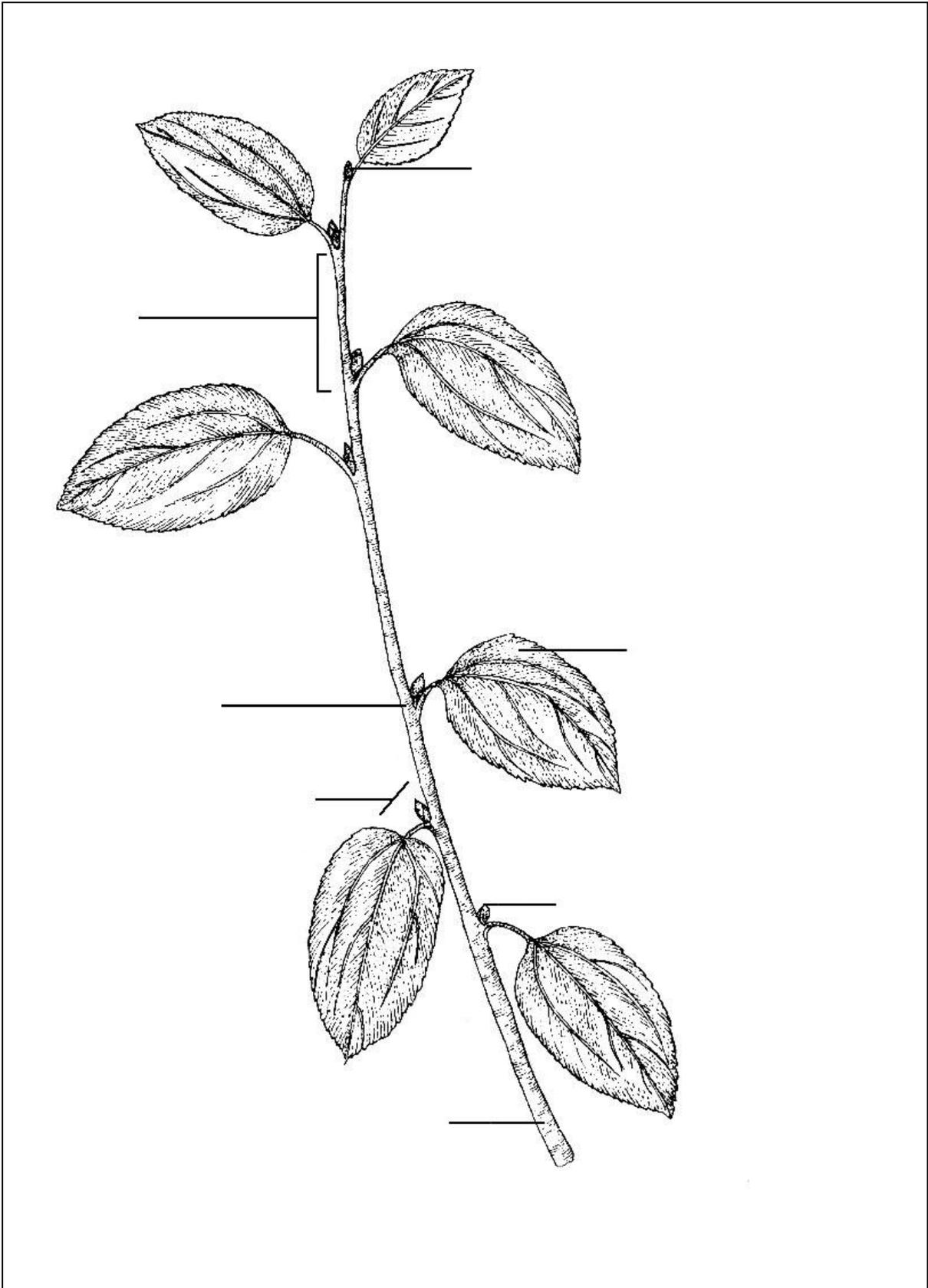
4 – семядоли, 5 – развитый лист.

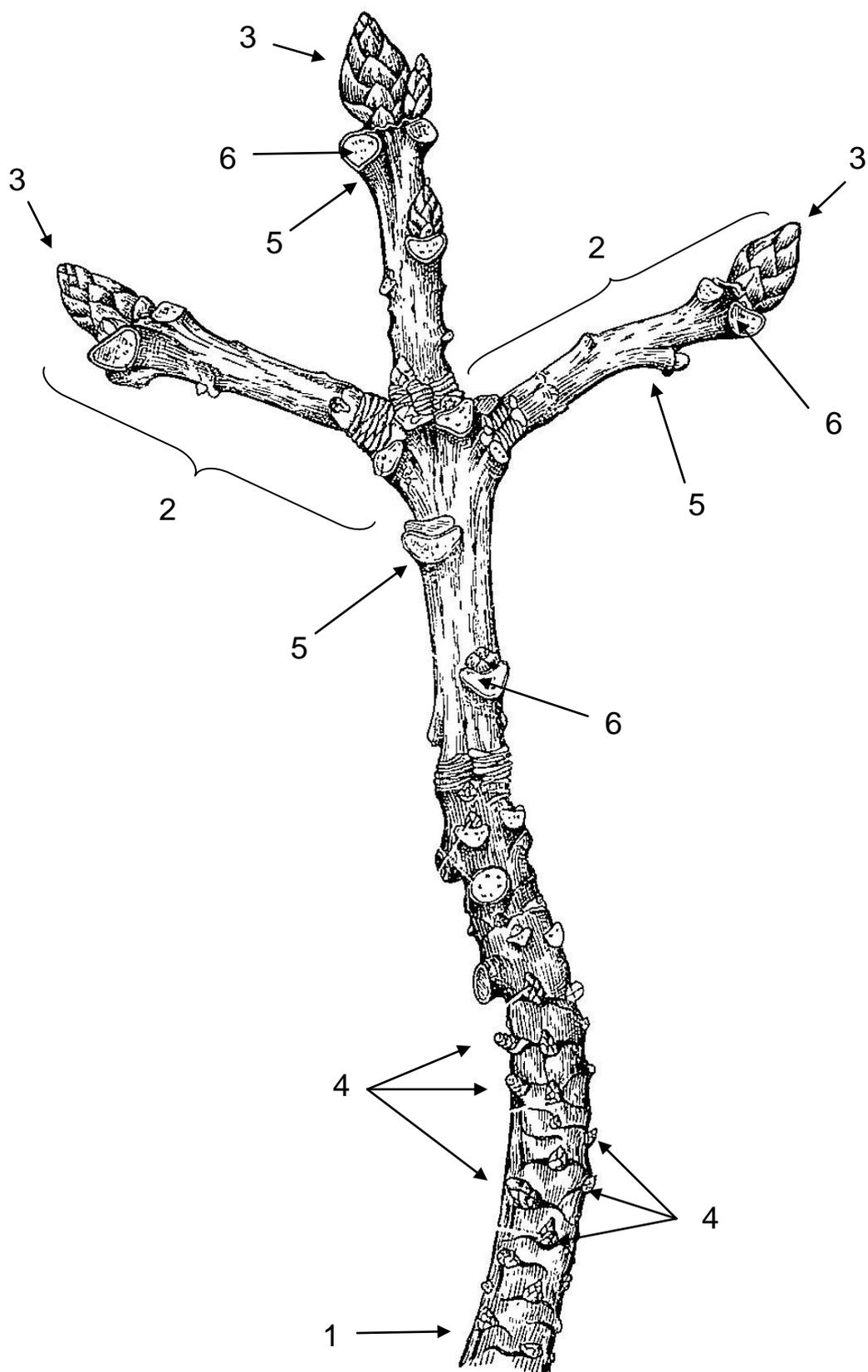
6 – верхушечная почка, 7 – боковая почка.

К – корень. 8 – главный корень, 9 – боковые корни, 10 – корневая шейка.

**Задание 3. Строение удлиненного побега (ауксибласта).**

Изучите строение вегетативного побега. Обозначьте на рисунке: 1 – стебель, 2 – узел, 3 – лист, 4 – междоузлие, 5 – верхушечная почка, 6 – пазуха листа, 7 – боковая почка.



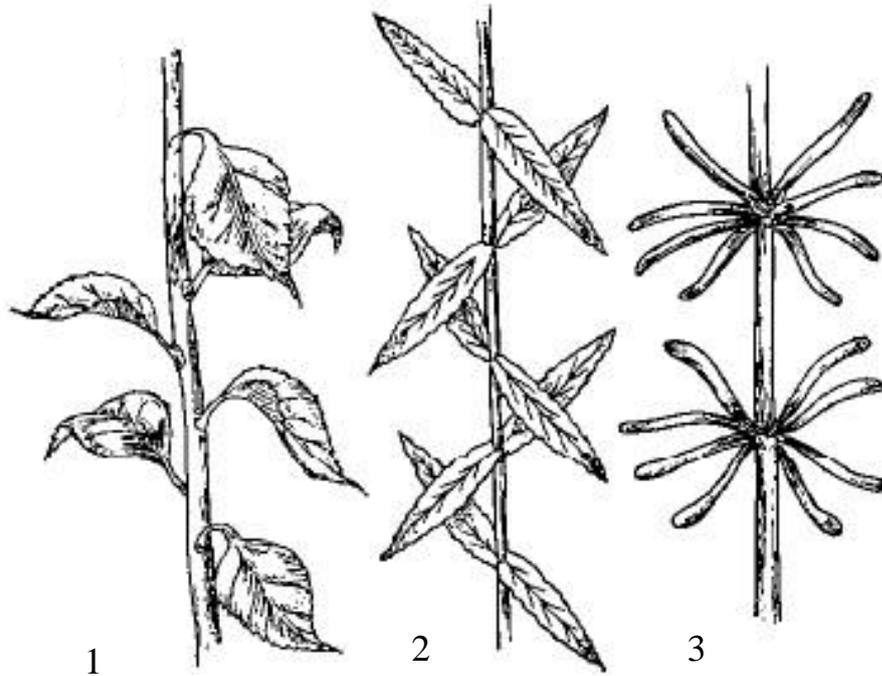


Строение укороченных побегов (брахибластов) древесного растения в безлистном состоянии: 1 – главный побег, 2 – боковые побеги, 3 – верхушечные почки, 4 – спящие почки (боковые и придаточные), 5 – листовые подушки, 6 – листовые рубцы с листовыми следами.

Лист – боковой придаток стебля, характеризующийся детерминированным ростом и выполняющий функции ассимиляции, транспирации и газообмена. Закладывается лист в определенной периферической зоне апекса побега. Зачаток листа называется примордием.

Сформированный лист состоит из листовой пластинки и основания, которые могут быть соединены черешком. Различают листья простые (с одной листовой пластинкой) и сложные (с несколькими листовыми пластинками).

По мере роста стебля листья располагаются в определенном порядке, который называется листорасположением или филлотаксисом. Листорасположение определяется порядком заложения листовых примордиев. Различают несколько типов листорасположения: очередное, супротивное и мутовчатое.



Типы листорасположения.

1 – очередное, 2 – супротивное, 3 – мутовчатое.

Листовой черешок связывает листовую пластинку со стеблем. По нему по проводящим пучкам идет ток веществ в листовую пластинку и обратно.

Прилистники могут выполнять различные функции и иметь разнообразное строение: в виде листочков, колючек, усиков, чешуек.

Невидоизмененная листовая пластинка имеет большую фотосинтезирующую поверхность и характеризуется огромным разнообразием форм. Листовая пластинка, как и другие части листа, покрыта эпидермой. В горизонтально ориентированных листьях верхняя и нижняя эпидерма различаются. В верхней эпидерме в типичном случае сильнее развиты кутикулярные слои, а опушение приурочено, главным образом, к нижней стороне листа. В нижней эпидерме также обычно располагаются устьица. У водных растений, с плавающими листьями, устьица расположены в верхней эпидерме. Типичная эпидерма однослойная. Многослойные варианты связаны обычно с особыми экологическими условиями (как у *Ficus*).

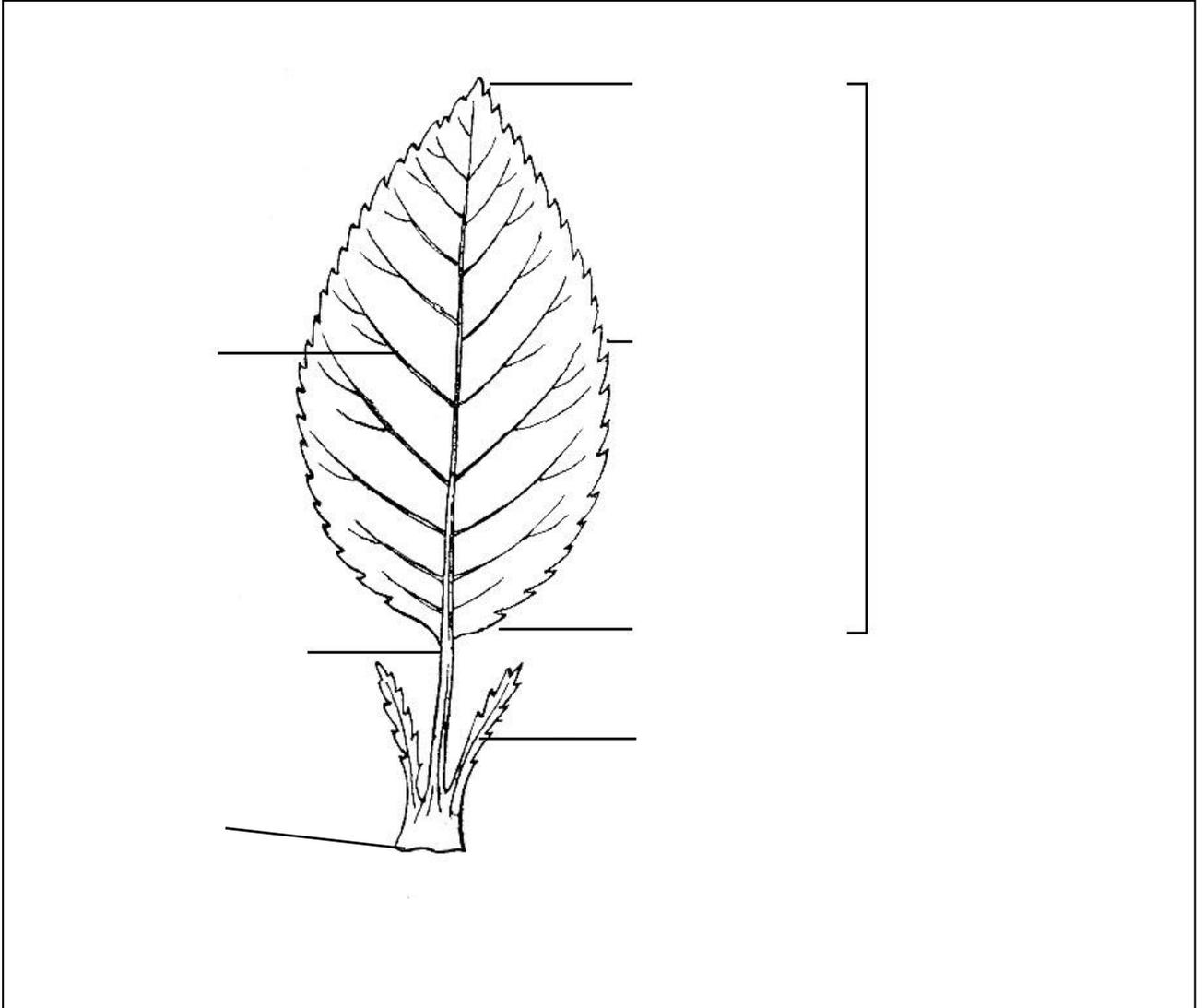
Под эпидермой находится основная хлорофиллоносная ткань – мезофилл. У большинства растений хлоренхима дифференцирована на столбчатую (палисадную) и рыхлую (губчатую) ткани. В типичном случае к верхней эпидерме примыкает столбчатый мезофилл, к нижней – губчатый.

Проводящая система в листе представлена жилками – сосудисто-волокнистыми коллатеральными пучками. Характерно расположение проводящих тканей: ксилема располагается в верхней части пучков, флоэма – в нижней.



Задание 4. Внешнее строение простого листа.

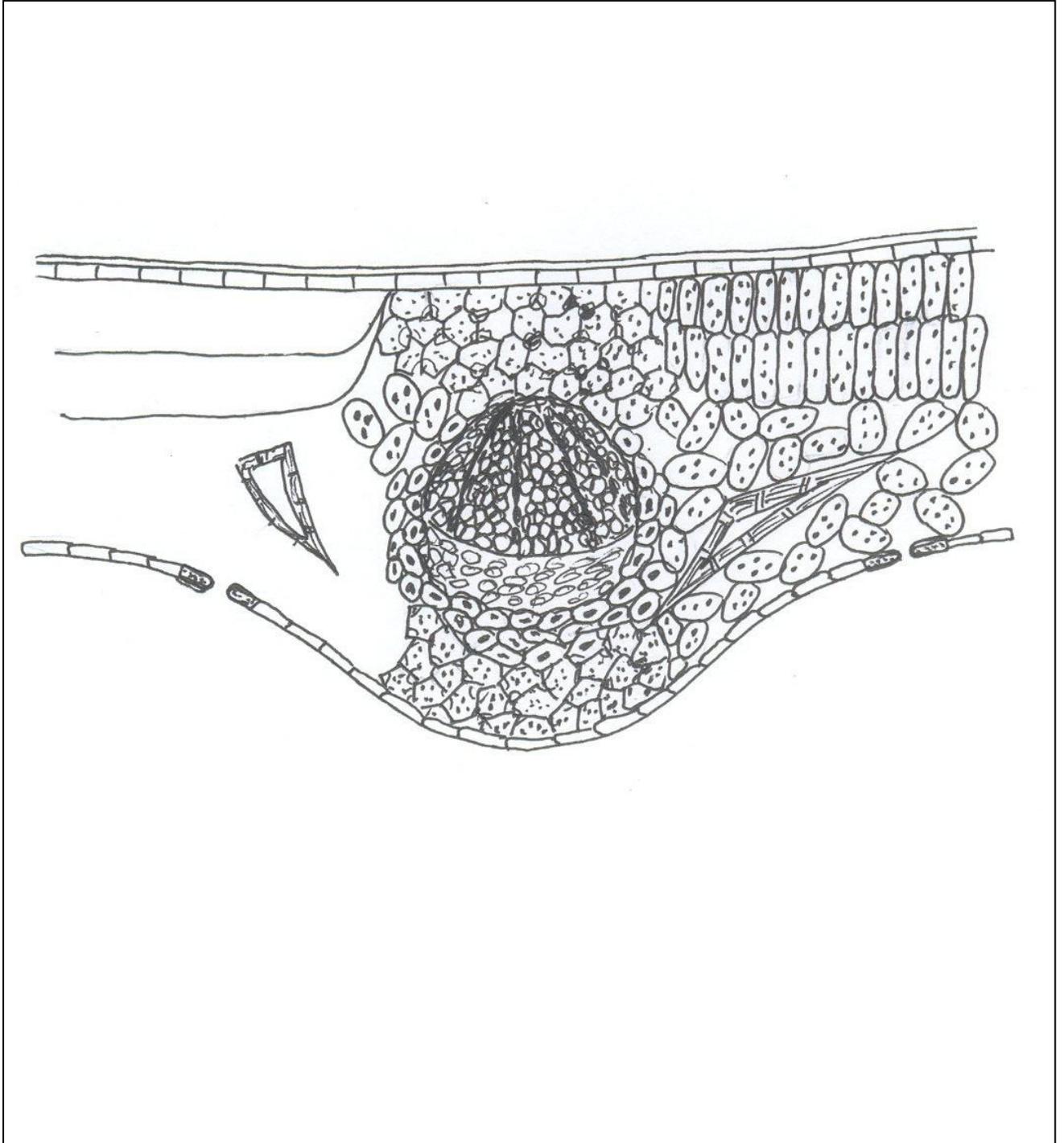
Изучите внешнее строение листа и обозначьте на рисунке: 1 – основание листа, 2 – прилистник, 3 – черешок, 4 – листовая пластинка; 5 – верхушка, 6 – край, 7 – основание, 8 – жилки.



Расположение жилок в листовой пластинке называется жилкованием. В зависимости от размещения жилок в листовой пластинке различают: 1) жилки выпуклые или выступающие (нимфейные); 2) жилки погруженные в мезофилл – вдавленные. По количеству жилок в пластинке листа различают: 1) листья с одной жилкой – однонервные (элодея, ель); 2) листья со многими жилками – многонервные. В многонервных листовых пластинках жилки имеют определенные обозначения. Главная жилка (средняя, медиальная, первого порядка) – жилка берущая начало от сосудисто-волокнистого пучка черешка. Различает несколько типов главных жилок: 1) проходящая – пронизывает листовую пластинку от основания до верхушки; 2) теряющаяся или исчезающая – на достигает верхушки листовой пластинки; 3) расщепленная – расщепляется или загибается не достигая верхушки листовой пластинки. Боковая жилка (латеральная, второго порядка) – жилка берущая начало от главной жилки.

 **Задание 5. Анатомическое строение листа.**

Изучите препарат: разрез листа камелии (*Camellia* sp.) и обозначьте на рисунке: 1 – верхняя эпидерма, 2 – нижняя эпидерма, 3 – устьице, 4 – палисадный (столбчатый) мезофилл, 5 – губчатый (рыхлый) мезофилл, 6 – межклетник, 7 – склереида (опорная клетка), 8 – склеренхимная обкладка жилки, 9 – ксилема, 10 – камбий, 11 – флоэма, 12 – колленхима.



Строения стебля травянистых двудольных

Первичное строение.

Анатомическое строение стебля характеризуется высокой специализацией тканей и их расположением в виде трех анатомо-топографических зон: покровной, первичной коры и центрального цилиндра.

Покровная ткань представлена эпидермой.

Первичная кора в типичном случае состоит из трех тканей: колленхимы, основной паренхимы и эндодермы. Колленхима располагается под эпидермой по всему периметру или отдельными участками (например, в ребристых и гранистых стеблях). Количество рядов клеток может варьировать от 1-2 до 5-8 и более. В стебле могут быть представлены все известные виды колленхимы: уголковая, пластинчатая и рыхлая. Основная паренхима обычно представлена хлоренхимой. В ней могут также встречаться клетки с кристаллами, эфирными маслами и другими продуктами. У многих представителей в первичной коре развиты млечники и смоляные ходы. Эндодерма развита слабо. Состоит из мелких клеток с крахмальными зёрнами вторичного крахмала.

Центральный цилиндр (стела) включает перицикл, проводящие ткани и сердцевину. Перицикл образует кольцо делящихся клеток примыкающих к эндодерме или дифференцируется в постоянные ткани. В этом случае наружная часть перидицического кольца состоит из склеренхимы, а внутренняя из паренхимы, или эти ткани чередуются в кольце по радиусам. Проводящие ткани образуют пучки, расположенные в виде кольца. Межпучковые зоны называются сердцевинными лучами и представлены паренхимой. У некоторых двудольных проводящие ткани располагаются сплошным кольцом, т.к. образующий их прокамбий закладывается не отдельными тяжами, а непрерывно. Сердцевина состоит из паренхимы.

Вторичное строение.

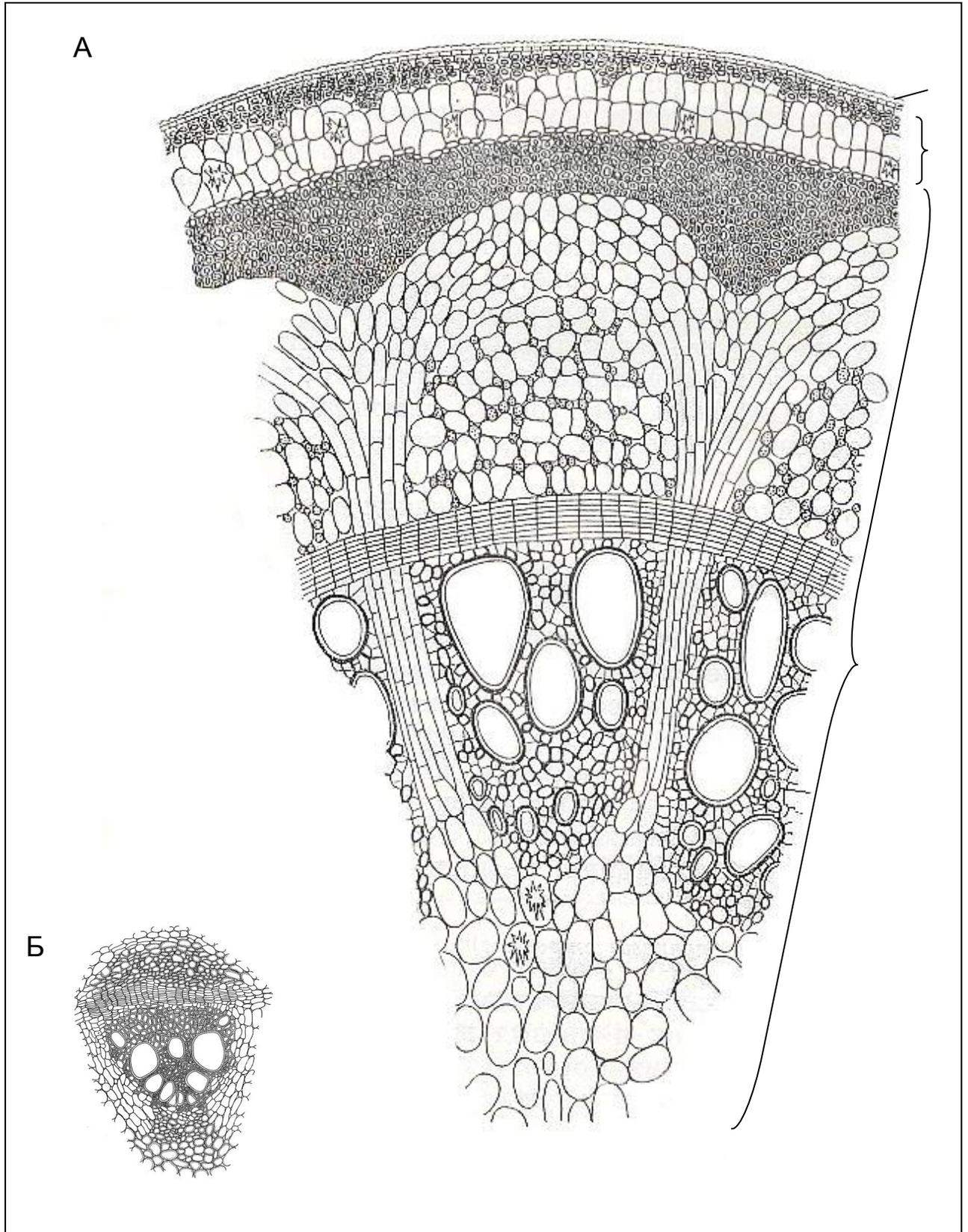
Вторичные изменения в стебле двудольного растения связаны с заложением и дальнейшей деятельностью камбия, который на поперечном срезе стебля имеет вид кольца. Клетки камбия прозенхимные, расположены параллельно оси стебля. При образовании новых клеток они делятся тангентально. В связи с утолщением осевого органа кольцо камбия непрерывно удлиняется, за счет периодических радиальных делений клеток. Кроме прозенхимных клеток в камбий входят паренхимные клетки – материнские клетки сердцевинных лучей.

 **Задание 6.** Стебель травянистого двудольного растения (пучковый тип).

Изучите препарат: поперечный срез стебля кирказона (*Aristolochia* sp.). Обозначьте на схематических рисунках:

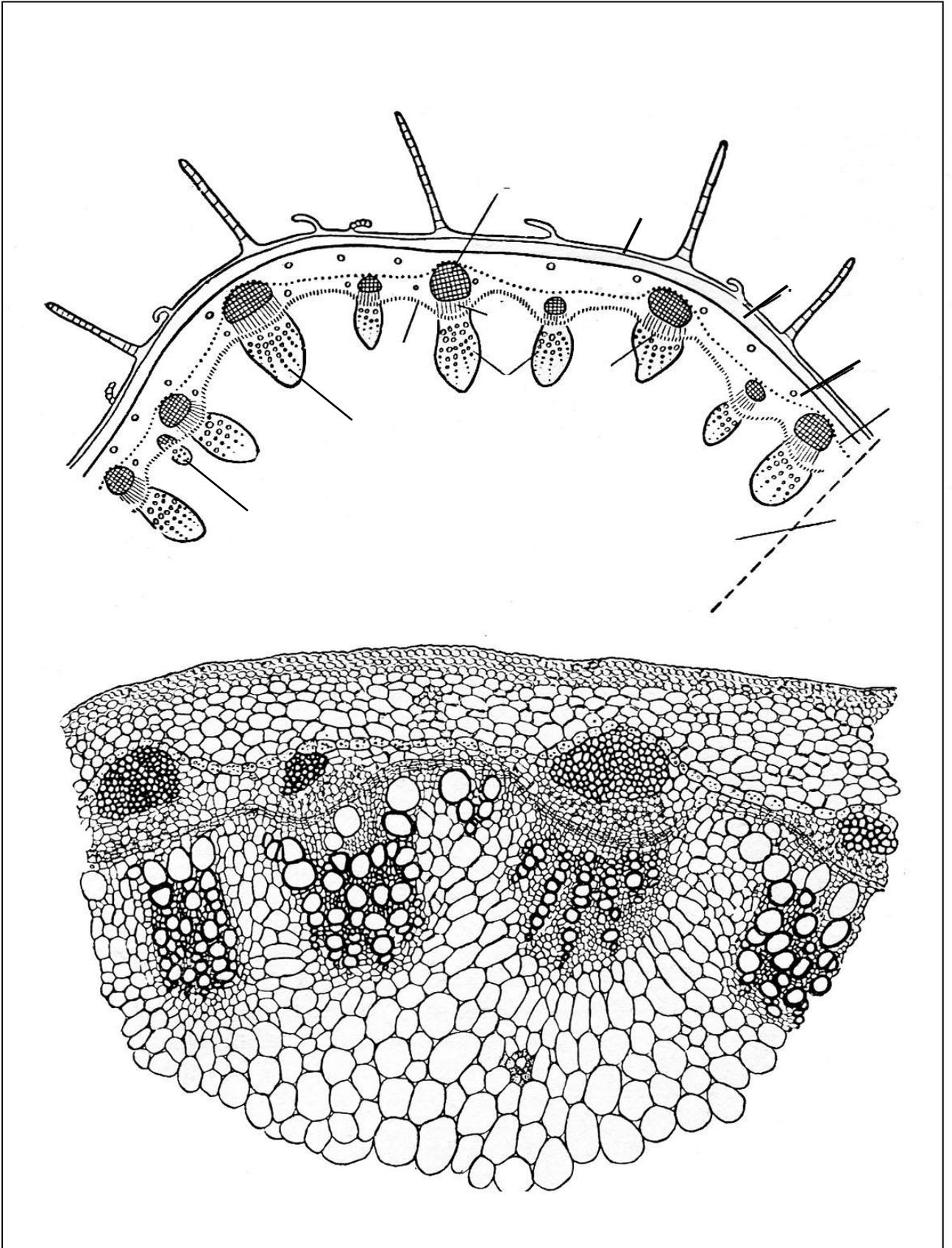
А: I – эпидерма, II – первичная кора, III – проводящий цилиндр, 1 – колленхима, 2 – хлоренхима, 3 – эндодерма, 4 – склеренхима перицикла, 5 – паренхима перицикла, 6 – коллатеральный проводящий пучок, 7 – межпучковый камбий, 8 – седцевидный луч, 9 – сердцевина.

Б: 1 – пучковый камбий, 2 – первичная флоэма, 3 – первичная ксилема, 4 – вторичная флоэма, 5 – вторичная ксилема.



 **Самостоятельная работа №1.** Стебель травянистого двудольного растения (переходный тип).

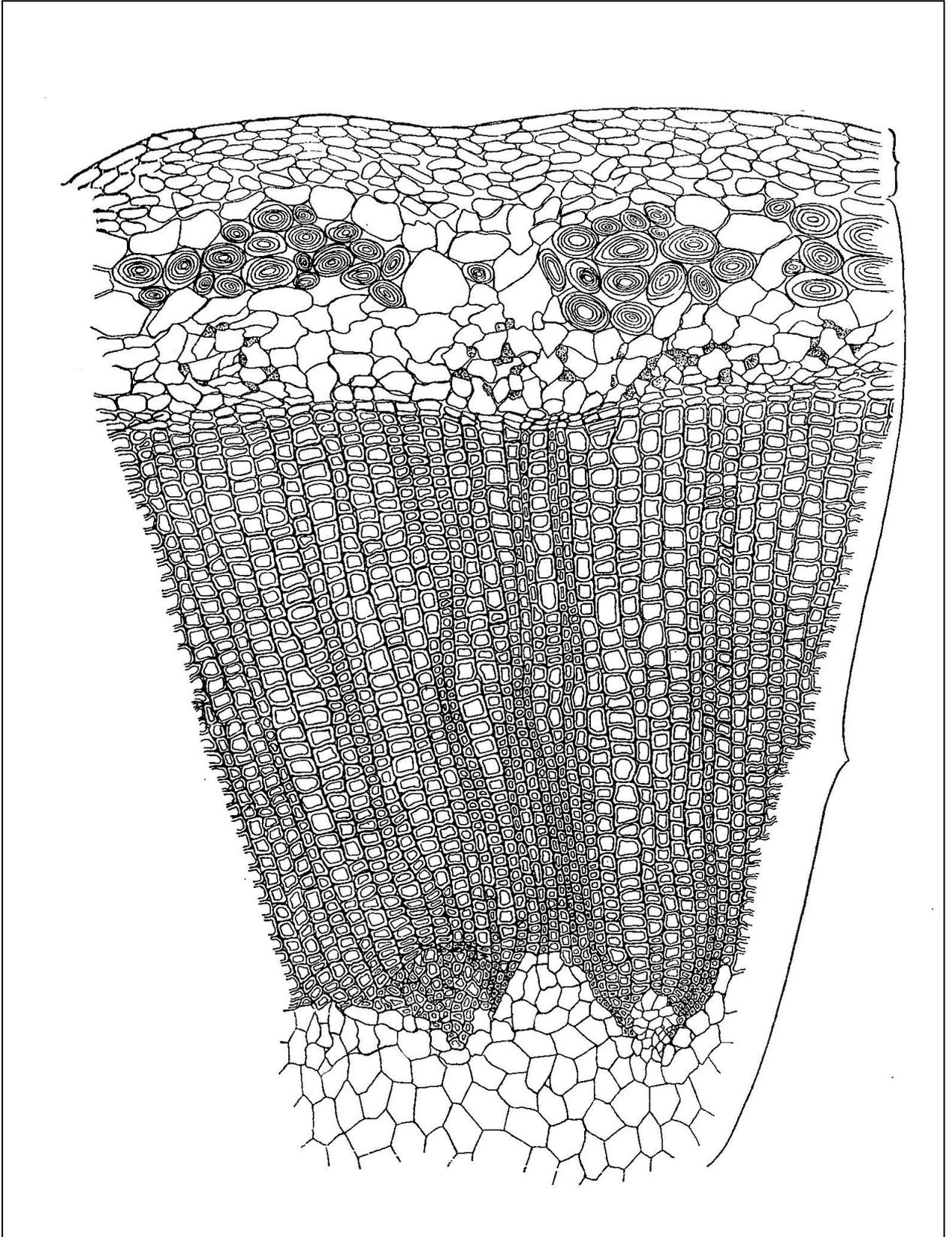
Изучите схему строения стебля переходного типа: поперечный срез стебля подсолнечника (*Helianthus annuus* L.). Обозначьте на нижнем рисунке: 1 – эпидерма, 2 – колленхима, 3 – хлоренхима, 4 – эндодерма, 5 – склеренхима, 6 – флоэма, 7 – пучковый камбий, 8 – межпучковый камбий, 9 – ксилема, 10 – сердцевина, О – основной проводящий пучок, Д – добавочный проводящий пучок.





Задание 7. Стебель травянистого двудольного растения (непучковый тип).

Изучите таблицу: поперечный срез стебля льна (*Linum* sp.). Обозначьте на схематических рисунках: I – эпидерма, II – первичная кора, III – проводящий цилиндр, 1 – колленхима, 2 – хлоренхима, 3 – эндодерма, 4 – склеренхима (лубяные волокна), 5 – флоэма, 6 – камбий, 7 – вторичная ксилема, 8 – первичная ксилема, 9 – сердцевина.



Строения стебля травянистых однодольных

Стебли травянистых однодольных не обладают вторичным утолщением и сохраняют на протяжении всей жизни только первичную структуру. Для их стеблей характерно резко выраженное пучковое строение, обилие пучков, в большинстве представляющих **листовые следы**, изогнутость пучков при их прохождении по междоузлиям, полное отсутствие в стебле камбия, часто отсутствие отчетливых границ между первичной корой и проводящим цилиндром.

Форма коллатеральных пучков однодольных очень характерна. В основном распространены коллатеральные пучки разнообразного строения, но в подземных стеблях (в корневищах спаржи, ландыша) и узлах некоторых наземных стеблей, часто встречаются пучки с ксилемой, окружающей флоэму со всех сторон, т.е. концентрические (амфибазальные).

В качестве основных типов строения стебля травянистых однодольных можно выделить два: с первичной корой и без первичной коры.

1. Так же как у двудольных, у представителей семейств лилейные, ирисовые, амариллисовые и некоторых других в наземных стеблях хорошо выражены три анатомо-топографические зоны: покровная ткань, первичная кора и проводящий цилиндр.

Покровная ткань представлена эпидермой, а в многолетних утолщенных стеблях может развиваться перидерма. Эпидермальные клетки имеют типичное строение, но у некоторых представителей может наблюдаться утолщение клеточных оболочек и их одревеснение.

Первичная кора представлена многослойной паренхимой, в которой обычно получают развитие склеренхима и хлоренхима, реже колленхима (например, у традесканции). Нередко внутренний слой первичной коры дифференцируется в эндодерму с поясками Каспари (лианы, корневища).

Проводящий цилиндр начинается склеренхимой перициклического происхождения в виде широкого кольца волокон. Остальное пространство занято тонкостенной паренхимой и многочисленными проводящими пучками. Некоторые пучки могут находиться в склеренхиме перицикла и даже первичной коре.

2. У представителей семейств пальмы, злаки и других, первичная кора не выражена. Под эпидермой располагается кольцо одревесневших тканей: склеренхимы перицикла, склерефицированной паренхимы и склеренхимы проводящих пучков. Иногда в нём располагаются участки хлоренхимы, прилегающие к эпидерме. Внутри от одревесневшего кольца располагается основная паренхима, в которой размещаются проводящие пучки. Все проводящие пучки окружены склеренхимной обкладкой, которая наиболее мощная у периферических пучков, расположенных вблизи эпидермы.

Если проводящие пучки в обоих типах стебля смещаются к периферии проводящего цилиндра, то в них хорошо выражена сердцевина, состоящая из паренхимы или аэренхимы. Если сердцевина разрушается, то в междоузлиях образуется крупная центральная полость, представляющая воздухоносный канал (как в соломинах злаков) или несколько каналов (как, например, у камышей, у ситников). В этих случаях все сосудистые пучки оказываются сдвинутыми к периферии, но располагаются также разбросанно: более мелкие – ближе к периферии, более крупные – ближе к полости.

Строения стебля древесных однодольных

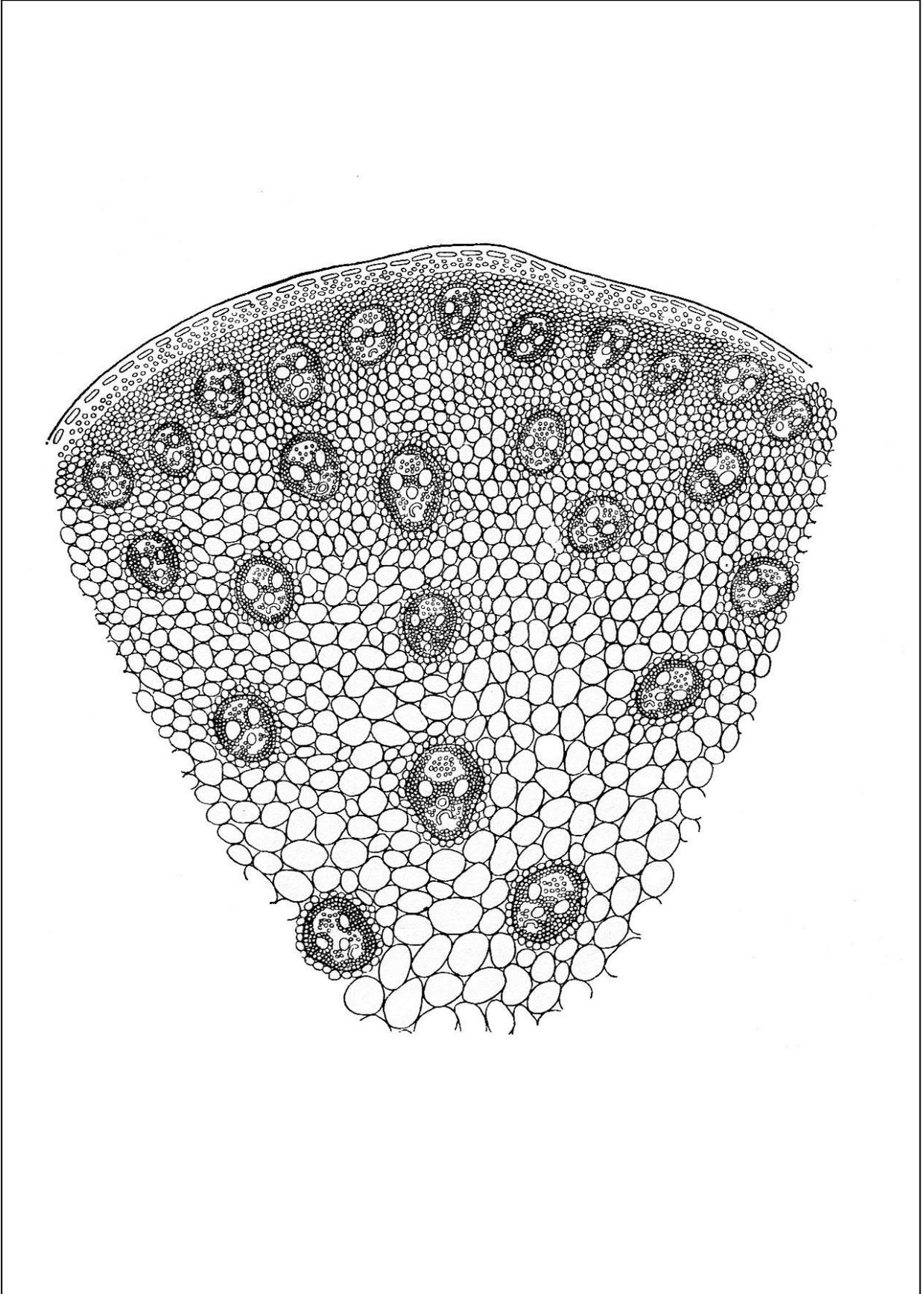
Для стеблей древесных однодольных из семейств агавовые, асфodelовые, ксанторреевые, драценовые и др. характерен вторичный рост, который обусловлен деятельностью меристематической зоны, расположенной по периферии стебля (ствола). Данная зона закладывается в паренхиме первичной коры снаружи от первичных коллатеральных проводящих пучков. В результате деятельности ее клеток внутрь откладывается кольцо концентрических (драцена) или коллатеральных (пальма) проводящих пучков и межпучковая паренхима, а наружу небольшое количество паренхимы. Далее вновь закладывается кольцо пучков и стебель утолщается. Число колец утолщений не совпадает с календарным возрастом растения, а зависит от климатических факторов, почвенного питания, возраста особи и её видовых характеристик.

Межпучковая паренхима обычно одревесневает или превращается в склереиды. Покровная ткань представлена перидермой (как у двудольных) или ярусной пробкой (суберинизированные слои паренхимы первичной коры).



Задание 8. Стебель травянистого однодольного растения (бескоровый тип).

Изучите таблицу: поперечный срез стебля кукурузы (*Zea mays* L.). Обозначьте на схематическом рисунке: 1 – эпидерма, 2 – кольцо склеренхимы перицикла, 3 – закрытый коллатеральный проводящий пучок, 4 – межпучковая паренхима.



Строения стебля древесных двудольных

У древесных двудольных, а также у хвойных вторичные утолщения стебля могут продолжаться многие годы. В стебле хорошо выражены три зоны тканей: вторичная покровная ткань (перидерма или корка), первичная кора и проводящий цилиндр с сердцевинной. Часто при рассмотрении стебля древесного растения выделяют кору – совокупность всех тканей, расположенных снаружи от камбия. Кора многолетнего стебля древесного растения включает перидерму, остатки первичной коры, группы механических элементов различного происхождения, располагающихся на границе остатков первичной коры и флоэмы, и всю массу флоэмы (вторичную флоэму и остатки первичной). У ряда древесных растений с возрастом на смену перидерме формируется корка (ретидом). Луб дифференцируют на мягкий луб, состоящий из проводящих и паренхимных элементов. Совокупность механических элементов флоэмы получила название твердого луба.

Вторичную ксилему с несколькими кольцами прироста называют древесиной. Она расположена внутрь от камбия и занимает большую часть стебля. Слой вторичной древесины, отложенный камбием за один вегетационный период, называется **годовичным кольцом**. Как правило, в годовичном кольце выделяют весеннюю (широкие и тонкостенные сосуды трахеиды) и летне-осеннюю древесину (узкие и толстостенные проводящие элементы).

Сердцевина представлена паренхимными клетками. Клетки обычно неоднородные, различающиеся по размерам и характеру содержимого. Некоторые, более крупные, не имеют живого содержимого, стенки их одревесневают. Вокруг располагаются еще живые клетки, но обычно с темным содержимым, богатым дубильными веществами. Ближе к древесине расположены более мелкие клетки сердцевины, обычно богатые крахмалом. Это так называемая перимедуллярная зона.

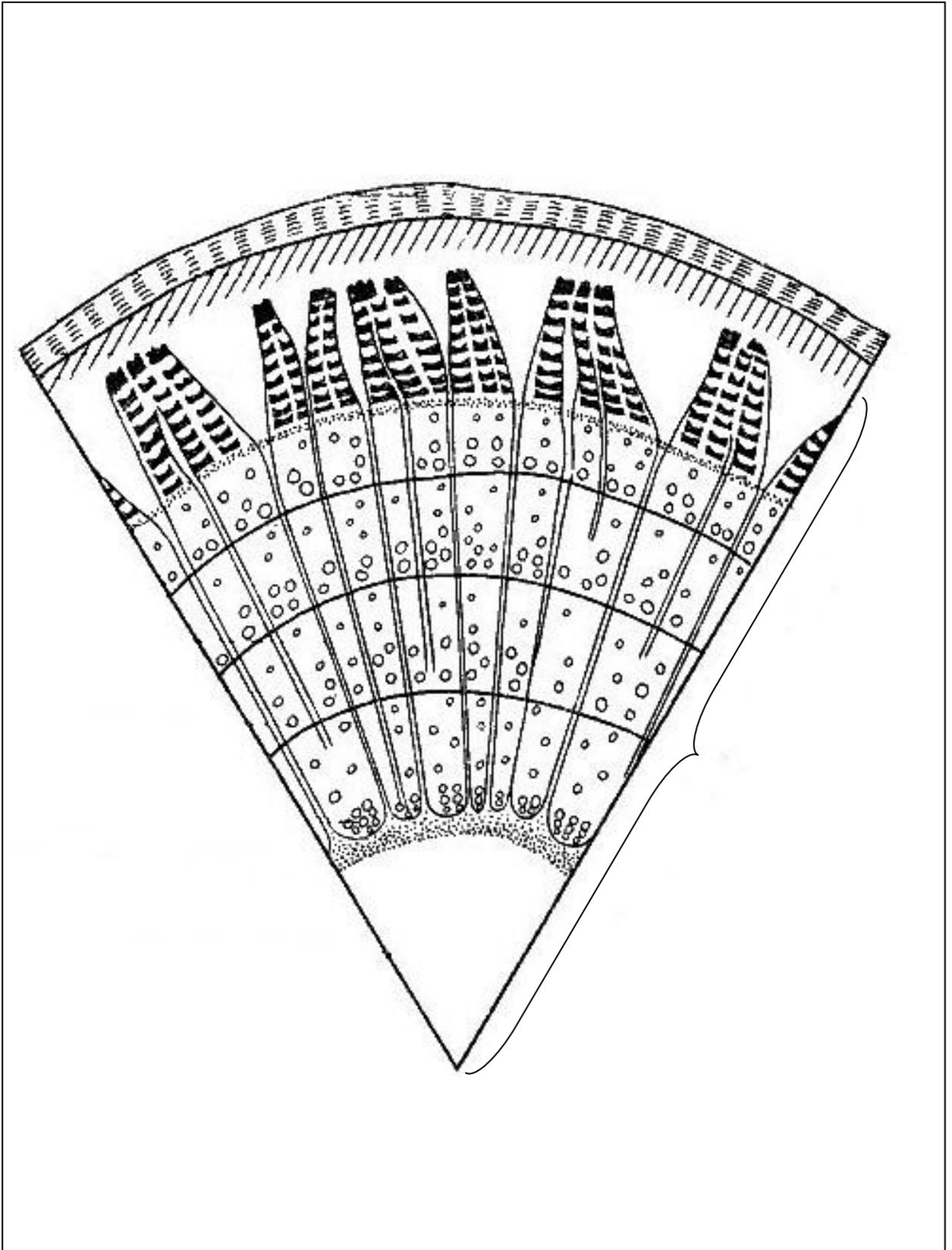
В радиальном направлении стебель пронизан лубодревесинными (сердцевинными) лучами, первичными и вторичными, осуществляющими связь между всеми зонами стебля.

В стебле голосеменных растений имеются смоляные каналы. Проводящая система в древесине у них представлена только трахеидами с большим числом окаймленных пор. Ситовидные элементы флоэмы представлены ситовидными клетками, не сопровождающимися клетками-спутницами. Либриформ (древесинные волокна) отсутствует.



Задание 9. Стебель древесного двудольного растения (непучковый тип).

Изучите препарат: поперечный срез ветки липы (*Tilia* sp.) Обозначьте на схематическом рисунке: I – перидерма, II – первичная кора, III – проводящий цилиндр, 1 – твердый луб, 2 – мягкий луб, 3 – камбий, 4 – вторичная ксилема (годичные кольца), 5 – первичная ксилема, 6 – сердцевина, 7 – первичный сердцевинный луч, 8 – вторичный сердцевинный луч.



3.2 Генеративные органы

Генеративные органы – органы, обеспечивающие генеративное размножение растений. Вместе с органами вегетативного размножения они относятся к репродуктивной системе растения. У цветковых растений можно выделить следующие генеративные органы: семязачаток, семя, цветок и плод.

Семязачаток – мегаспорангий семенных растений, окруженный специальными покровами – интегументами. Обычно состоит из наружного и внутреннего покровов (интегументов), которые не смыкаются, оставляя узкое отверстие – пыльцевход (микропиле). Покровы прикрывают многоклеточный замкнутый слой – нуцеллус (мегаспорангий), в который заключён зародышевый мешок, образованный в результате развития мегаспоры. Он в свою очередь состоит из яйцевого аппарата – сосредоточенных на ближайшем к пыльцевходу конце трёх клеток. Одна из них, с более крупным ядром – яйцеклетка (женская гамета), две другие – вспомогательные клетки, или синергиды. На противоположном пыльцевходу полюсе развиваются 3 клетки-антиподы. В середине зародышевого мешка находится центральная (вегетативная) диплоидная клетка. Яйцеклетка и центральная клетка участвуют в оплодотворении.

У цветковых растений семязачатки располагаются в завязи пестика. Их число колеблется от одного (пшеница, слива) до нескольких миллионов (у архидных). Функции семязачатка - мегаспорогенез (создание мегаспор) и мегагаметогенез (формирование женского гаметофита, процесс оплодотворения). Оплодотворенный семязачаток развивается в семя. Плацента - место прикрепления семязачатка к плодолистку.

Нуцеллус возникает в типичных случаях в виде бугорка из клеток плаценты мегаспорофилла (плодолистика). Интегумент закладывается в виде кольцевого валика в основании нуцеллуса и обрастает развивающийся нуцеллус, оставляя над его вершиной узкий канал - микропиле, или пыльцевход, под которым у большинства голосеменных находится пыльцевая камера. Семяножка (фуникулус) соединяет с плацентой базальную часть, от которой отходит семяножка, называемая халазой.

Семя – зрелый семязачаток, содержащий дочерний спорофит (зародыш) и запас питательных веществ, защищенные специальным покровом – семенной кожурой. Обеспечивает размножение и распространение растений. Зародыш — это зачаточное растение, имеющее корешок, стебелек, почку и семядоли (первые листья зародыша). У однодольных растений семядоля одна, у двудольных — две.

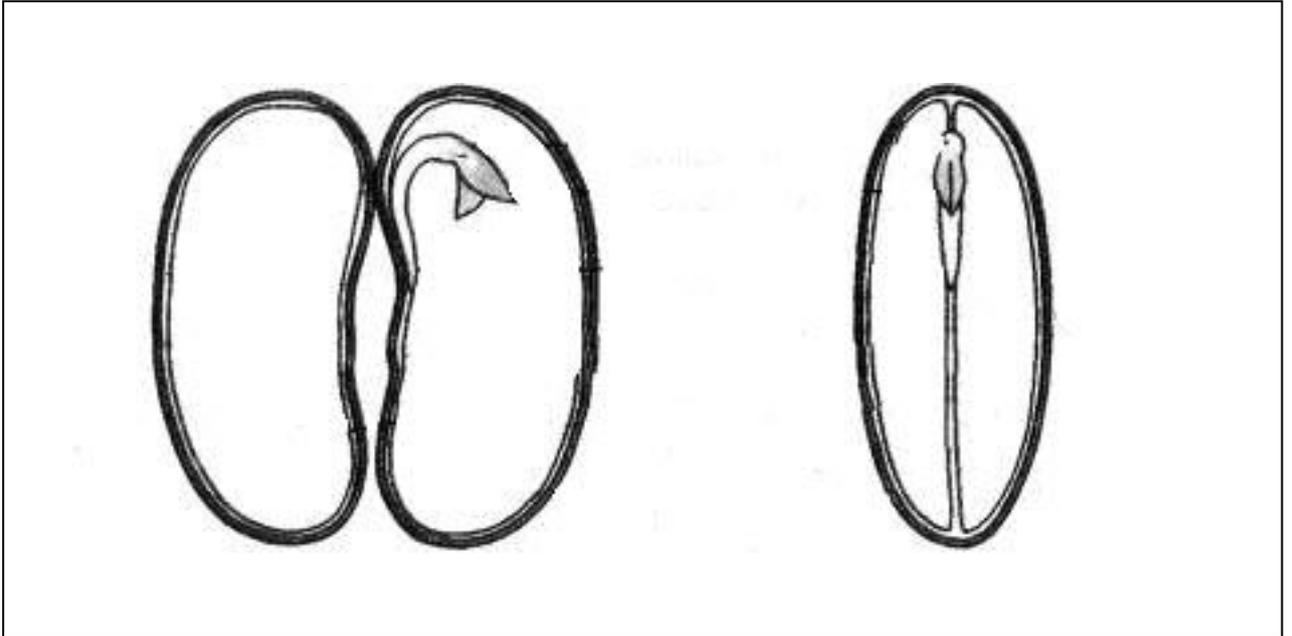
Цветок – ограниченный в росте детерминированный генеративный побег несущий спорофиллы – тычинки и плодолистики. Цветок включает следующие части: цветоножку, на которой могут быть прицветники (листья, сопровождающие цветки), расширенное цветоложе, чашечку, венчик, тычинки и пестик, состоящий из одного или нескольких сросшихся плодолистиков. Чашечка и венчик образуют околоцветник. У многих ветроопыляемых растений околоцветник мелкий, невзрачный, в то время как у растений, опыляемых насекомыми, он хорошо развит, белый или ярко окрашенный. Тычинки состоят из тычиночной нити и пыльника. В пыльнике образуется большое количество пыльцы (мужской гаметофит). Пестик состоит из нижней расширенной части — завязи и верхней суженной — столбика и рыльца. Внутри завязи находится семяпочка (семязачаток), в которой формируется зародышевый мешок (женский гаметофит). Столбик выносит из цветка рыльце, что способствует лучшему улавливанию пыльцы. Цветки часто собраны в соцветия – систему генеративных побегов.

Плод – зрелый цветок, обеспечивающий защиту семян и способствующий их распространению. Плод состоит из околоплодника – перикарпия, который образуется в основном из стенок завязи пестика и семян. Околоплодник может иметь сочную или сухую консистенцию. В перикарпии обычно различают три слоя: наружный — экзокарпий или эпикарпий, средний — мезокарпий и внутренний — эндокарпий. Семена формируются из семяпочек.

Все три слоя, обычно, хорошо различимы. Например, в плоде вишни тонкий кожистый наружный слой — экзокарпий, съедобная сочная мякоть плода — мезокарпий, твёрдая косточка из каменистых клеток (склерейд), окружающая единственное семя — эндокарпий. Нередко слои околоплодника различаются слабо, даже при анатомическом исследовании, что связано с деформацией и сдавливанием клеток при созревании плода.

 **Задание 1.** Строение семени фасоли.

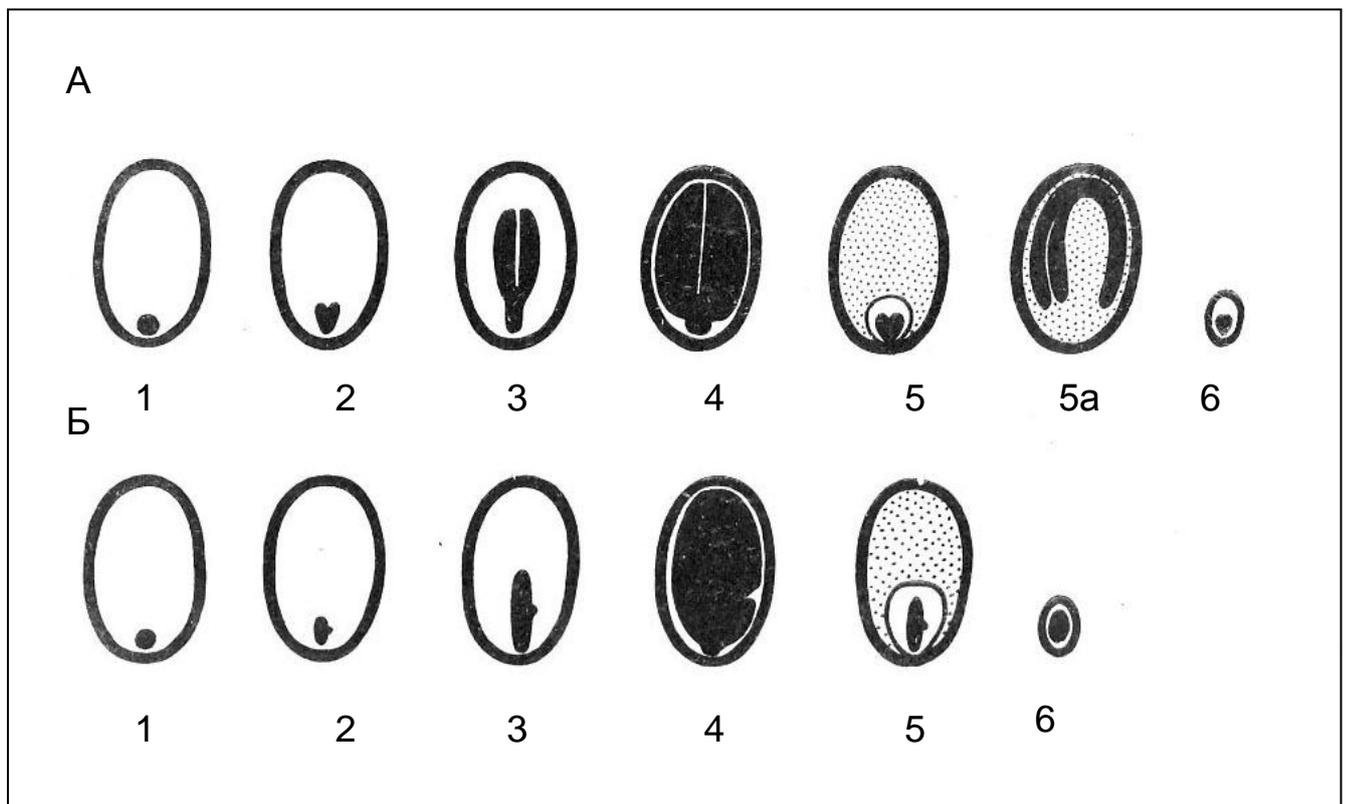
Изучите строение цветка и обозначьте: 1 – семенная кожура, 2 – семядоли, 3 – корешок, 4 – стебелек, 5 – почка.



 **Задание 2.** Типы семян двудольных и однодольных.

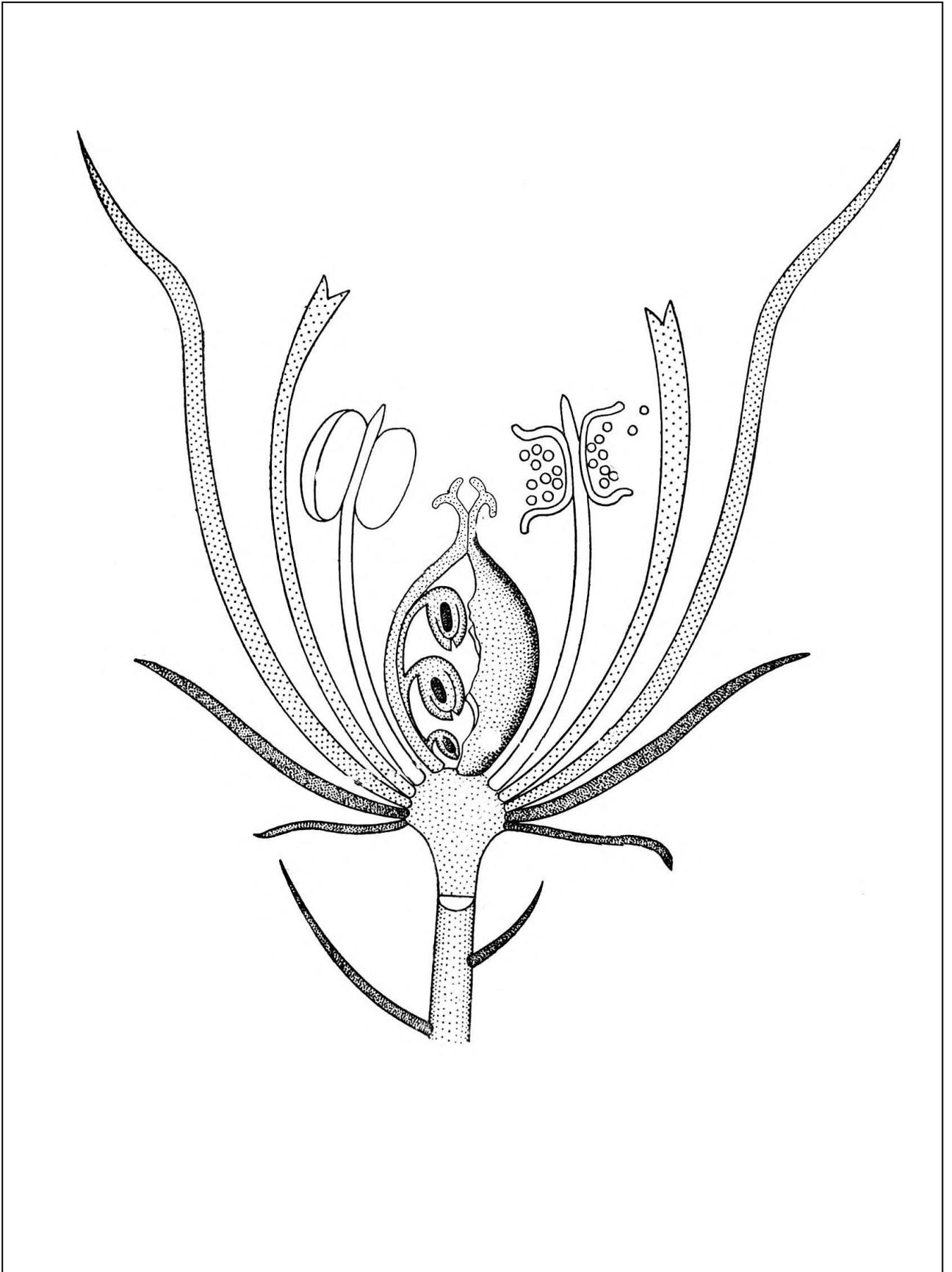
Изучите строение семян и обозначьте разными цветом запасные ткани: эндосперм – желтый цвет, перисперм – красный цвет.

А – семена двудольных, Б – семена однодольных, 1-3 – семена с эндоспермом, 4 – семена без эндосперма, 5 – семена с эндоспермом и периспермом, 5а – семя с периспермом, 6 – семена с редуцированным зародышем и запасной тканью.



 **Задание 3.** Строение цветка.

Изучите строение цветка и обозначьте: 1 – цветоножка, 2 – прицветник, 3 – прицветничек, 4 – цветоложе, 5 – подчашие, 6 – чашечка, 7 – венчик, 8 – тычинка, 9 – стаминодий, 10 – пестик.

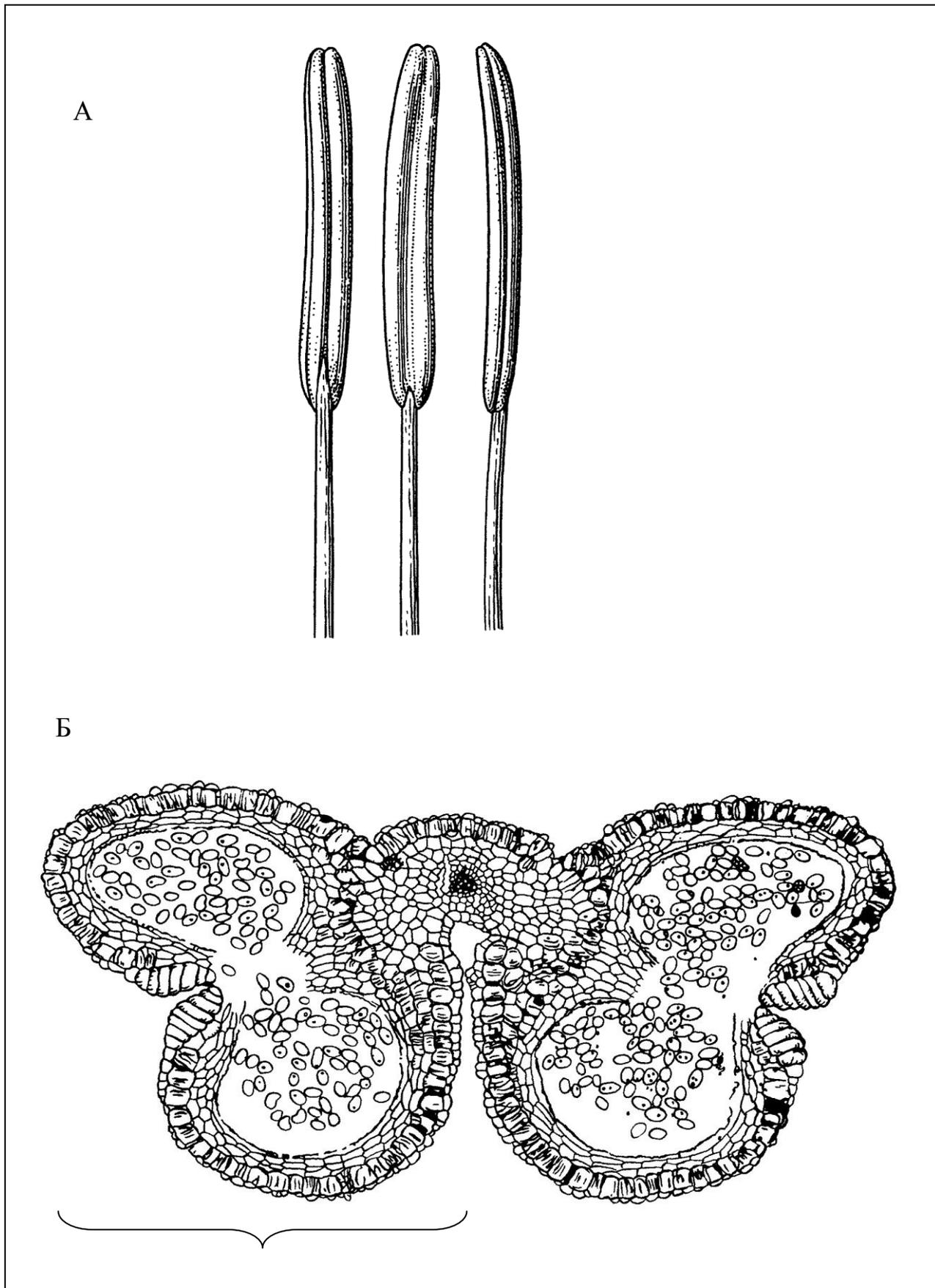


 **Задание 4.** Строение тычинки лилии (*Lilium* sp.).

Изучите строение тычинки и сделайте обозначения на рисунках.

А – внешний вид тычинки: 1 – тычиночная нить, 2 – связник, 3 – пыльник, 4 – цветоложе, 5 –

Б – пыльник на поперечном разрезе: 6 – эпидерма, 7 – эндотеций, 8 – средние слои, 9 – тапетум, 10 – пыльцевые зерна, 11 – паренхима связника, 12 – проводящий пучок, 13 – пыльцевое гнездо, 14 – тека..

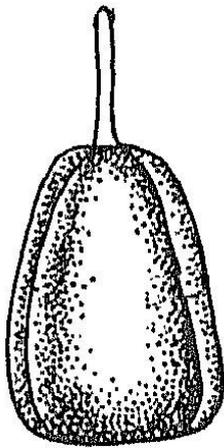


 **Задание 5.** Строение пестика и завязи пролески (*Scilla* sp.).

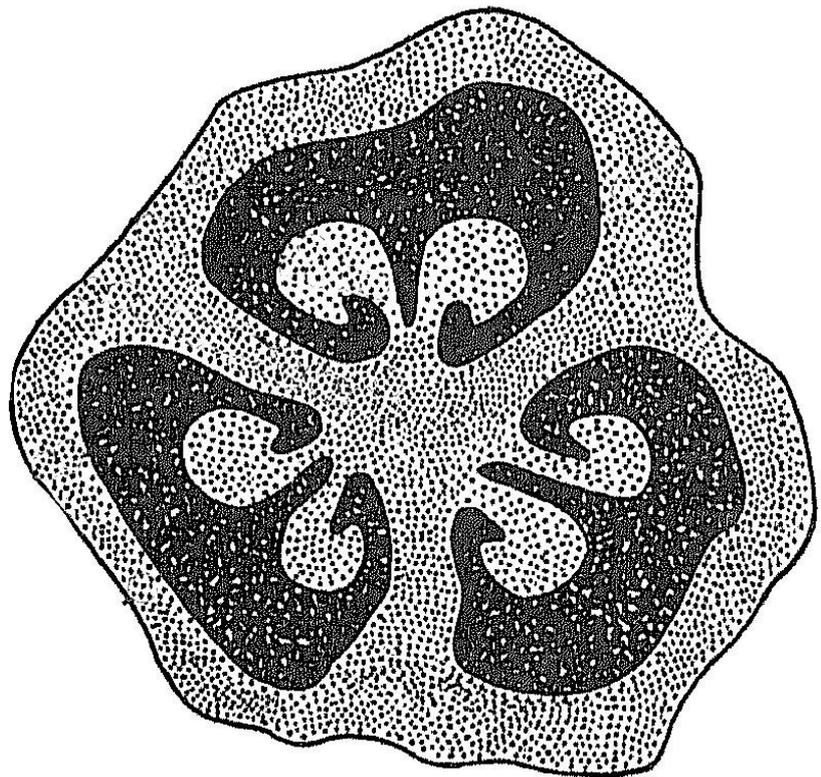
Изучите строение пестика и завязи, сделайте обозначения на рисунках.

А – внешний вид пестика: 1 – завязь, 2 – столбик, 3 – рыльце,

Б – завязь на поперечном разрезе: 4 – стенка завязи, 5 – гнездо завязи, 6 – семязачаток, 7 – центральный семяносец.



А

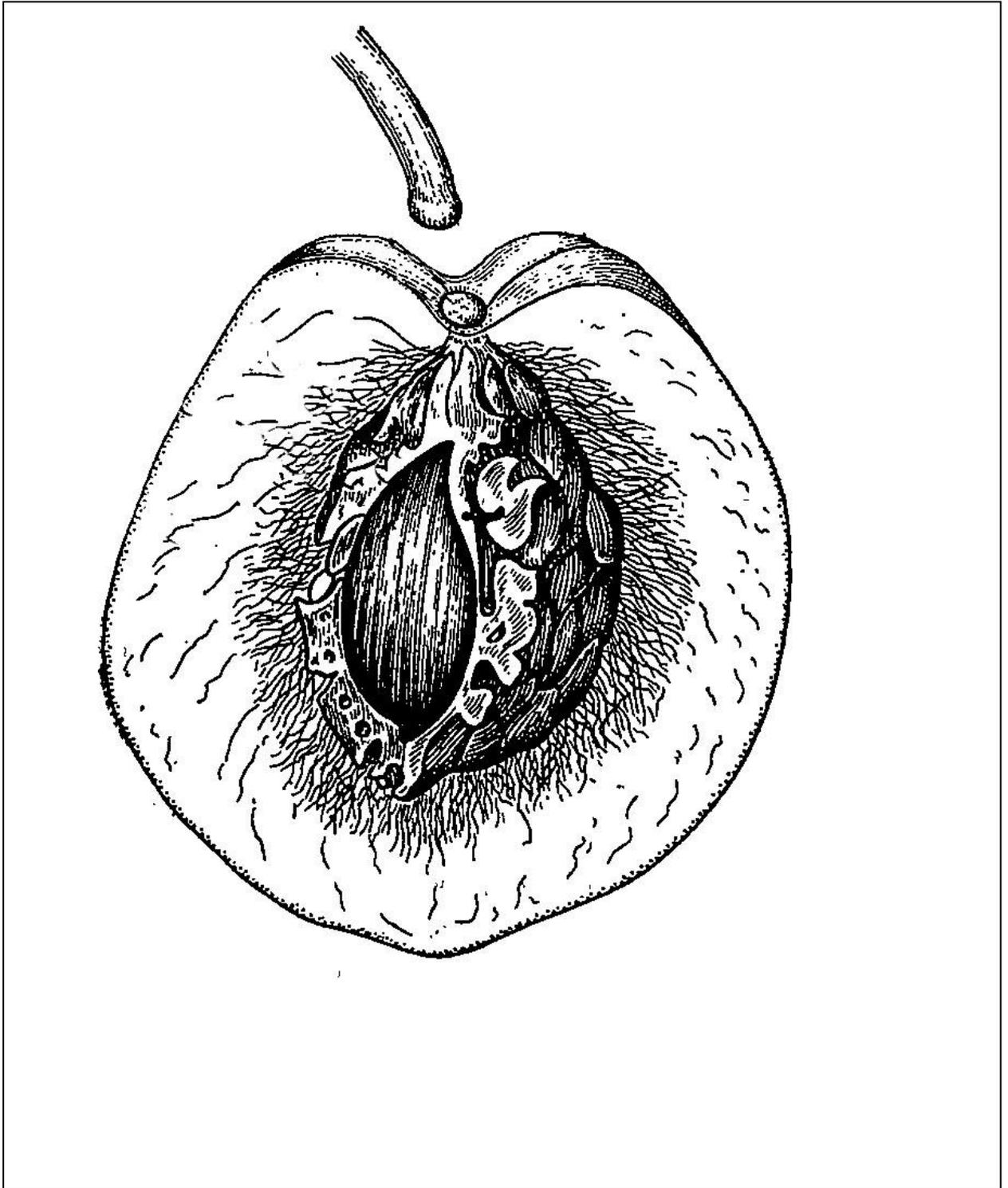


Б

 **Задание 6.** Строение плода-костянки персика (*Persica vulgaris* Mill.).

Изучите строение плода и сделайте обозначения на рисунке.

1 – плодоножка, 2 – след от плодоножки, слои околоплодника: 3 – экзокарпий, 4 – мезокарпий, 5 – эндокарпий, 6 – семя.





РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Негроров В.В. Растительная клетка : учебное пособие / В.В. Негроров. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010. – 171 с
2. Лотова Л.И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений: учебник для студ. вузов, обуч. по биол. спец. / Л.И. Лотова.– М. : КомКнига, 2007. – 510 с.

Дополнительная:

3. Ботаника : Морфология и анатомия растений : учебное пособие для студ. пед. ин-тов по биол. и хим. специальностям / А. Е. Васильев [и др.]. – М. : Просвещение, 1988. – 479 с.
4. Ботаника : в 2-х т. Т. 1. Анатомия и морфология растений : учебник для пед. ин-тов и ун-тов / Л. И. Курсанов [и др.]. – М. : Просвещение, 1966. – 424 с.
5. Раздорский В.Ф. Анатомия растений : учебник для гос. ун-тов / В.Ф. Раздорский, – М. : Сов. наука, 1948. – 524 с.
6. Рейвн П. Современная ботаника : в 2-х т. Т. 1. / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. – М. : Мир, 1990. – 348 с.
7. Рейвн П. Современная ботаника : в 2-х т. Т. 2 / П. Рейвн, Р. Эверт, С. Айкхорн. – М. : Мир, 1990. – 344 с.
8. Тимонин А.К. Ботаника : в 4 т. Т. 3. Высшие растения : учебник для студ. высш. учеб. заведений /А. К. Тимонин. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 352 с.