

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БАРАНОВИЧСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Д. С. ЛУНДЫШЕВ,
Т. Т. БИЗЮКОВА

**КЛЕТОЧНОЕ СТРОЕНИЕ,
МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ
ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

**Практическое пособие
для аудиторной и практической работы
студентов педагогических
и сельскохозяйственных специальностей**

**Рекомендовано к печати
редакционно-издательским советом университета**

**Барановичи
РИО БарГУ
2014**

УДК 631.5(076)
ББК 41я73
Л82

А в т о р ы:

Д. С. Лундышев, Т. Т. Бизюкова

Р е ц е н з е н т ы:

С. М. Седловская, кандидат биологических наук,
доцент кафедры зоологии учреждения образования
«Витебский государственный университет им. П. М. Машерова»
(Витебск, Республика Беларусь);

А. В. Змоглядчук, кандидат биологических наук,
заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин
учреждения образования «Барановичский
государственный университет»
(Барановичи, Республика Беларусь)

Л82 **Лундышев Д. С.**
Клеточное строение, морфология и анатомия растений [Текст] :
практ. пособие для аудиторной и практ. работы студентов пед.
и с.-х. специальностей / Д. С. Лундышев, Т. Т. Бизюкова. — Барановичи :
РиО БарГУ, 2014. — 112, [8] с. — 73 экз. — ISBN 978-985-498-588-6.

Изложен материал по изучению особенностей строения растительной клетки, тканей, морфологических и анатомических закономерностей строения вегетативных и репродуктивных органов покрытосеменных растений. По каждому разделу составлены тестовые задания для самоконтроля.

Предназначено для студентов дневной и заочной формы получения образования и может быть использовано как при организации аудиторных занятий, так и для самостоятельного изучения соответствующих разделов.

УДК 631.5(076)
ББК 41я73

ISBN 978-985-498-588-6

© Лундышев Д. С., Бизюкова Т. Т., 2014
© БарГУ, 2014

Предисловие

Ботаника — наука о растениях, которая является древнейшим разделом биологии, не потерявшим своей актуальности и в современной жизни людей. Быстро растущее население планеты постоянно увеличивает нагрузку как на естественные, так и на искусственно созданные экосистемы. Растения, составляя базис существующих экосистем, являются главным источником питания для человека, сырьём для перерабатывающей промышленности и производства лекарственных препаратов. Проблема катастрофического снижения видового разнообразия флоры не может быть решена без популяризации знаний об исчезающих видах растений, об их видовой идентификации, которая основана на изучении морфологических и анатомических свойств.

Содержимое издаваемого пособия направлено на обеспечение студентов (при проведении лабораторных и практических занятий) методическим материалом по всестороннему изучению покрытосеменных растений, которые являются господствующим отделом во флоре планеты и нашей страны. Представители данного отдела составляют многообразие сельскохозяйственных культур пищевого, кормового и технического направлений. Результативная селекция на повышение продуктивности и потребительских свойств сельскохозяйственных растений возможна только при овладении глубокими знаниями их ботанических и экологических свойств.

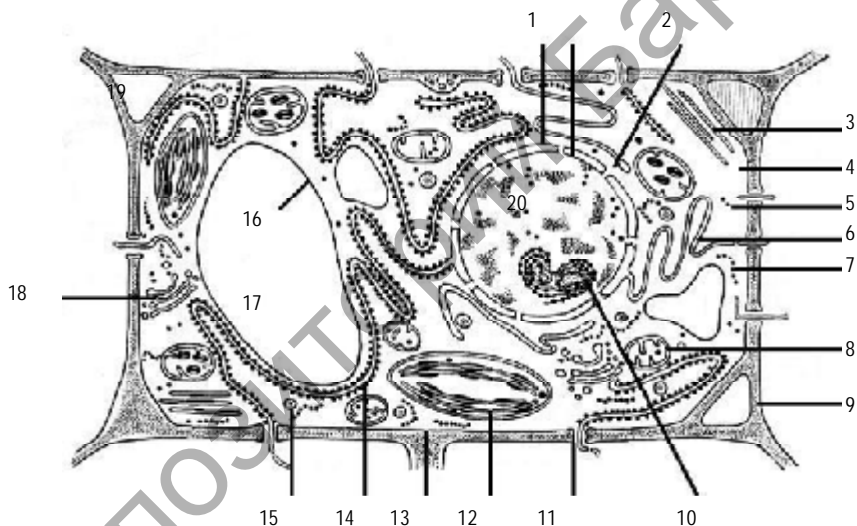
При написании пособия мы старались избежать подробного изложения теоретического материала, который будет даваться в ходе чтения лекций и осваиваться студентами в процессе самостоятельной работы с учебной литературой. В издании приводится множество рисунков и схем, что будет способствовать формированию зрительных ассоциаций у студентов и систематизации полученных знаний. Учебный материал излагается в соответствии с программами по «Естествознанию» для студентов факультета педагогики и психологии специальности «Начальное образование» и для студентов инженерного факультета специальности «Агрономия» по дисциплине «Ботаника». Данное пособие может быть использовано как для дневной, так и для заочной формы получения образования.

1 КЛЕТЧНОЕ СТРОЕНИЕ РАСТЕНИЙ

1.1 Общее строение растительной клетки

Растительная клетка имеет все органоиды, свойственные другим эукариотическим организмам: ядро, эндоплазматическую сеть, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи и т. д. (рис. 1.1). Вместе с тем она отличается от них наличием 1) прочной клеточной стенки; 2) пластид; 3) развитой системы постоянно существующих вакуолей.

Кроме того, в клетках большинства высших растений отсутствует клеточный центр с центриолями.



1 — ядерная оболочка; 2 — поры в ядерной оболочке; 3 — микротрубочки; 4 — гиалоплазма; 5 — рибосомы; 6 — гладкая эндоплазматическая сеть; 7 — полирибосомы (несколько связанных между собой рибосом); 8 — митохондрии; 9 — клеточная оболочка; 10 — ядрышко; 11 — плазмодесмы, проходящие сквозь оболочку; 12 — хлоропласты; 13 — плазмалемма; 14 — гранулированная эндоплазматическая сеть; 15 — лизосомы; 16 — тонопласт; 17 — вакуоль; 18 — аппарат Гольджи; 19 — межклеточные пространства; 20 — ядро

Рисунок 1.1 — Современная (обобщённая) схема строения растительной клетки, составленная по данным электронно-микроскопического исследования разных растительных клеток [20]

1.2 Клеточная стенка

Клеточная стенка (оболочка) — жёсткая оболочка клетки, расположенная снаружи от цитоплазматической мембраны и выполняющая структурные, защитные и транспортные функции.

Функции клеточной стенки: 1) обеспечивает механическую прочность; 2) защищает содержимое клеток от повреждений и избыточной потери воды; 3) препятствует разрыву клеток в гипотонической среде [23].

В состав клеточной стенки входит целлюлоза, компоненты матрикса (гемицеллюлоза, пектин, белки). Кроме того, в оболочке растительной клетки могут присутствовать инкрустирующие компоненты (лигнин, суберин) и вещества, откладывающиеся на поверхности оболочки (кутин и воск).

Молекулы целлюлозы за счёт водородных связей объединяются в пучки — микрофибриллы. Переплетаясь между собой, микрофибриллы образуют макрофибриллы, составляющие каркас клеточной оболочки.

На долю матрикса приходится до 60% сухого вещества клеточной оболочки. Матрикс оболочки не просто заполняет промежутки между микрофибриллами, а образует прочные химические (водородные и ковалентные) связи между макромолекулами и микрофибриллами, что обеспечивает прочность клеточной стенки, её эластичность и пластичность.

Основным инкрустирующим веществом оболочки клеток растений является лигнин — полимер с неразветвлённой молекулой, состоящей из ароматических спиртов.

Интенсивная лигнификация (пропитка слоёв целлюлозы лигнином) клеточных оболочек начинается после прекращения роста клетки. Лигнин скрепляет целлюлозные волокна и действует как очень твёрдый и жёсткий каркас, усиливающий прочность клеточных стенок на растяжение и сжатие. Он же обеспечивает клеткам дополнительную защиту от физических и химических воздействий, снижает водопроницаемость. Содержание лигнина в оболочке достигает 30%. Инкрустация им клеточных оболочек приводит к их одревеснению, которое часто влечёт за собой отмирание живого содержимого клетки.

Суберин откладывается на оболочку изнутри и делает её практически непроницаемой для воды и растворов. В результате протопласт клетки отмирает и клетка заполняется воздухом. Такой процесс называется опробковением. Наблюдается опробковение оболочки клеток в покровных тканях многолетних древесных растений — перидерме, корке, а также в эндодерме корня.

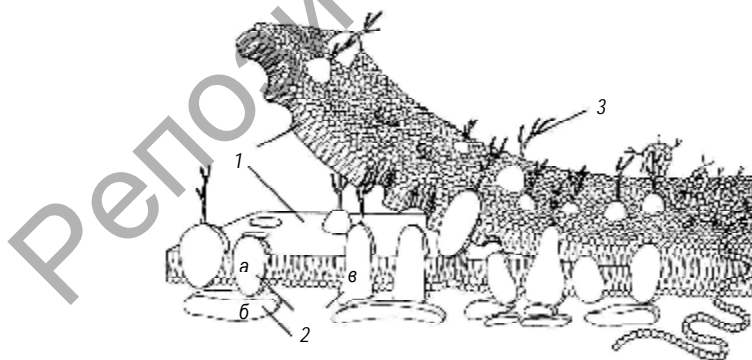
Поверхность эпидермальных клеток растений защищена гидрофобными веществами — кутином и восками. Предшественники этих соединений секретируются из цитоплазмы на поверхность, где и происходит их полимеризация. Слой кутина обычно пронизан полисахаридными компонентами (целлюлозой и пектином) и образует кутикулу. Воск часто откладывается в кристаллической форме на поверхности частей растений (листьев, плодов), образуя восковой налёт.

Кутикула и восковой налёт защищают клетки от повреждений и проникновения инфекции, уменьшают испарение воды с поверхности органов.

В оболочках эпидермальных клеток некоторых растений (злаков, осок и др.) накапливается большое количество минеральных веществ (минерализация), в первую очередь карбоната кальция и кремнезёма. При минерализации листья и стебли растений становятся жёсткими, твёрдыми и в меньшей степени поедаются животными [22].

1.3 Биологические мембраны

Плазматическая мембрана, или *плазмалемма*, — наиболее постоянная, основная, универсальная для всех клеток мембрана, представляющая собой тончайшую плёнку толщиной около 10 нм и состоящая из молекул белков и фосфолипидов (рис. 1.2).



1 — слой молекул липидов; 2 — белки (а — белок, погружённый в липидный слой, б — белок, примыкающий к липидному слою, в — белок, пронизывающий липидный слой); 3 — гликопротеины

Рисунок 1.2 — Схема строения мембраны [3]

Функции биологических мембран: 1) отграничивают содержимое клетки от внешней среды и содержимое органелл от цитоплазмы; 2) обеспечивают транспорт веществ в клетку и из неё, из цитоплазмы в органеллы и наоборот; 3) выполняют роль рецепторов (получение и преобразование сигналов из окружающей среды, узнавание веществ клеток и т. д.); 4) являются катализаторами (обеспечение примембранных химических процессов); 5) участвуют в преобразовании энергии.

1.4 Цитоплазма клетки

Цитоплазма клетки состоит главным образом из полужидкого содержимого (гиалоплазма), органелл и включений.

Гиалоплазма — сложная коллоидная система, образованная белками, нуклеиновыми кислотами, углеводами, водой и другими веществами.

Гиалоплазма не является однородной, состоит из двух фаз — жидкой и твёрдой. Жидкая фаза представляет собой коллоидный раствор различных белков и других веществ, в котором содержится система тонких (толщиной 2 нм) белковых нитей — микротрабекул, пересекающих цитоплазму в различных направлениях (это так называемая микротрабекулярная система). Последняя связывает все внутриклеточные структуры, с нею же связаны нитевидные белковые комплексы, или филаменты (тонкие нити), — микротрубочки и микрофиламенты.

Микротрубочки — цилиндрические структуры диаметром около 22 нм и различной длины, состоящие в основном из белка тубулина.

Микротрубочки, микрофиламенты и микротрабекулярная система образуют внутриклеточный цитоплазматический скелет (цитоскелет), который упорядочивает размещение всех структурных компонентов клетки [24].

Функции гиалоплазмы: 1) является внутренней средой клетки, в которой происходят многочисленные химические процессы; 2) объединяет все клеточные структуры и обеспечивает их взаимодействие; 3) обеспечивает перемещение органелл и внутриклеточный транспорт веществ.

Органеллы — клеточные структуры, имеющие определённое строение и выполняющие определённую функцию [7]. Органеллы (органойды) делятся на две группы: мембранные и немембранные. Мембранные, в свою очередь, представлены двумя видами: двумембранными и одномембранными (табл. 1.1).

Т а б л и ц а 1.1 — Классификация органоидов эукариотических клеток

Органоиды						
Одномембранные				Двумембранные		Немембранные
Вакуоли	Комплексе Гольджи	Эндоплазматический ретикулум	Лизосомы	Митохондрии	Пластиды	Рибосомы

Вакуоли — крупные полости в гиалоплазме, отделённые мембраной и заполненные клеточным соком, образуются из пузыревидных расширений эндоплазматического ретикулума или из пузырьков комплекса Гольджи. В меристематических клетках растений вначале возникает много мелких вакуолей. Увеличиваясь, они сливаются в центральную вакуоль, которая занимает до 70—90% объёма клетки и может быть пронизана тяжами цитоплазмы [23].

Функции вакуолей: 1) накопление запасных питательных веществ (сахара, аминокислоты, белки и др.); 2) регуляция осмотического давления в клетке; 3) накопление алкалоидов (атропин, стрихнин, кофеин, морфин и др.) — природных азотсодержащих органических соединений основного характера, имеющих сложный состав и обладающих сильным специфическим действием.

Комплекс (аппарат) Гольджи состоит из системы плоских дисковидных замкнутых цистерн, расположенных одна над другой в виде стопки, образуя диктиосому. Число диктиосом в клетках варьируется от одной до нескольких десятков, в зависимости от типа клеток и фазы их развития [23].

Функции комплекса Гольджи: 1) дозревание веществ, синтезируемых в эндоплазматическом ретикулуме; 2) пузырьки комплекса Гольджи участвуют в формировании цитоплазматической мембраны и стенок клеток растений после деления, а также в образовании вакуолей и первичных лизосом; 3) от цистерн комплекса Гольджи отшнуровываются пузырьки, выполняющие транспорт секретов внутри клетки или выводящие их за её пределы; 4) цистерны комплекса Гольджи активно извлекают моносахариды из цитоплазмы и синтезируют из них

олиго- и полисахариды (в результате этого образуются пектиновые вещества, гемицеллюлоза и целлюлоза, используемые для построения клеточной стенки, слизь корневого чехлика).

Эндоплазматический ретикулум — система плоских, разветвлённых каналов и цистерн, мембрана которых соединена с наружной мембраной ядра. В клетке существует два типа эндоплазматического ретикулума (табл. 1.2): гранулярный (шероховатый) и агранулярный (гладкий). Гранулярный эндоплазматический ретикулум густо усеян рибосомами, на которых осуществляется биосинтез белка. Синтезируемые белки проходят через мембрану в каналы и полости эндоплазматического ретикулума, изолируются от цитоплазмы, накапливаются там, созревают и перемещаются в другие части клетки либо в комплекс Гольджи в специальных мембранных пузырьках, которые отшнуровываются от цистерн эндоплазматического ретикулума [14].

Лизосомы — окружённые мембраной пузырьки величиной до 2 мкм, содержащие гидролитические ферменты [23].

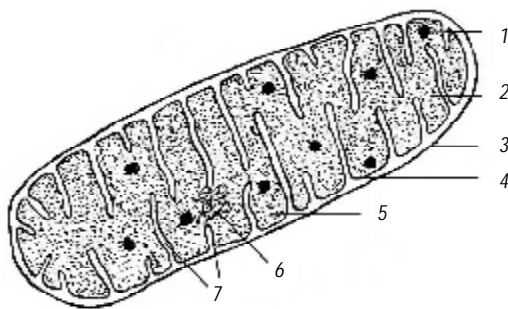
Функции лизосом: гидролитические ферменты лизосом способны переваривать белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты (например, гидролиз запасных питательных веществ при прорастании семян).

Митохондрии — неотъемлемый компонент всех клеток эукариотических организмов, имеют сферическую или нитевидную форму и отграничены от цитоплазмы двойной мембраной (рис. 1.3).

Митохондрии покрыты двумя мембранами. Наружная мембрана, отделяющая их от гиалоплазмы, — гладкая. Внутренняя митохондриальная мембрана ограничивает содержимое митохондрий (матрикс)

Т а б л и ц а 1.2 — Сравнительная характеристика двух типов эндоплазматического ретикула

Структура	Эндоплазматический ретикулум	
	Гранулярный (шероховатый)	Агранулярный (гладкий)
Наличие рибосом	+	–
Функции	1) накопление и изолирование белков; 2) синтез белков мембран клетки и некоторой части белков цитоплазмы; 3) образование оболочки ядра	Синтез липидов и некоторых углеводов



1 — фосфатная гранула (запас фосфата); 2 — матрикс;
3 — внешняя (наружная) мембрана; 4 — внутренняя
мембрана; 5 — рибосомы; 6 — кольцевая ДНК; 7 — кристы

Рисунок 1.3 — Схематическое строение митохондрии [25]

и образует многочисленные гребневидные выпячивания (кристы) внутрь митохондрий. Проницаемость внутренней мембраны очень мала, и через неё могут диффундировать только небольшие молекулы.

Матрикс содержит промежуточные продукты обмена, митохондриальную ДНК, которая способна к репликации и транскрипции, а также рибосомы и все виды РНК, за счёт чего в матриксе идёт синтез некоторых митохондриальных белков. Большинство же последних кодируется в хромосомах ядра и синтезируется на рибосомах цитоплазмы. ДНК митохондрий, как и ДНК прокариот, имеет кольцевидную форму [25].

Функции митохондрий — образование АТФ в процессе кислородного этапа клеточного дыхания.

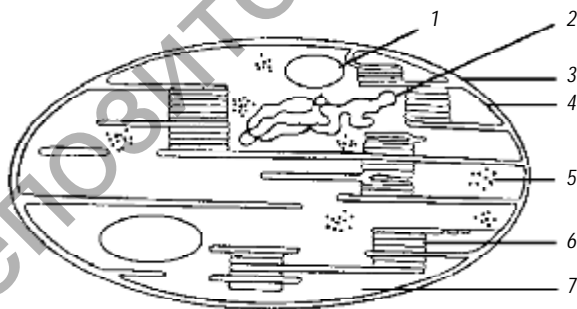
Пластиды — характерные органеллы автотрофных организмов; весьма разнообразны по окраске, форме и размерам. Различают хлоропласты, хромопласты и лейкопласты (табл. 1.3).

Хлоропласты — наиболее распространённые и наиболее функционально важные пластиды фотоавтотрофных организмов, осуществляют фотосинтетические процессы, приводящие к образованию органических веществ и выделению кислорода. Хлоропласты высших растений имеют сложное внутреннее строение (рис. 1.4).

Рибосомы — мельчайшие сферические гранулы, состоящие из двух неравных субъединиц. В состав рибосом входит множество различных белков и несколько молекул рРНК.

Т а б л и ц а 1.3 — Сравнительная характеристика различных типов пластид

Структура	Пластиды		
	Хлоропласты	Хромопласты	Лейкопласты
Цвет	Зелёный	Оранжевый, жёлтый	Бесцветный
Пигменты	Хлорофил (основной), каротиноиды (вспомогательные)	Каротиноиды	—
Форма	Овальные	Различная (дисковидная/ ромбическая)	Различная (эллипсовидная/ чашевидная)
Нахождение	В зелёных частях растений	Лепестки цветов, зрелые плоды, корнеплоды, листья осенью	В наибольшем количестве в запасяющих тканях
Функции	Осуществление фотосинтеза	Придание окраски	1) вторичный синтез и накопление запасных питательных веществ; 2) образование хлоропластов



1 — крахмальное зерно; 2 — ДНК хлоропласта; 3 — наружная мембрана хлоропласта; 4 — внутренняя мембрана хлоропласта; 5 — рибосомы; 6 — граны; 7 — строма (матрикс)

Рисунок 1.4 — Схематическое строение хлоропласта [11]

Малая субъединица имеет палочковидную форму, а большая субъединица похожа на полусферу с тремя торчащими выступами. При объединении в рибосому малая субъединица ложится одним концом на один из выступов большой субъединицы. В состав малой субъединицы входит одна молекула РНК, в состав большой — три.

В цитоплазме десятки тысяч рибосом расположены свободно (по одиночке или группами) или прикреплены к нитям микротрабекулярной системы, наружной поверхности мембраны ядра и эндоплазматической сети. Они имеются также в митохондриях и хлоропластах [11].

Функции рибосом — синтез белка из аминокислот.

Включения — непостоянные структуры, возникающие и исчезающие в процессе жизнедеятельности клетки (рис. 1.5 и 1.6). Могут быть в твёрдом или жидком состоянии, имеют вид кристаллов (соли), зёрен (белки, полисахариды) или капель (жиры).

Функции включений являются местом накопления запасных веществ и продуктов жизнедеятельности клетки.

1.5 Ядро

Ядро — центр регуляции активности клетки, содержащий наследственный материал в виде молекулы ДНК.

Функции ядра: 1) хранение наследственной информации и передача её дочерним клеткам во время деления; 2) регуляция биохимических и физиологических процессов в клетке.

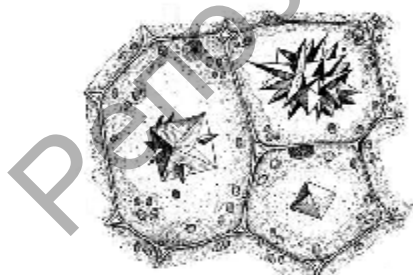
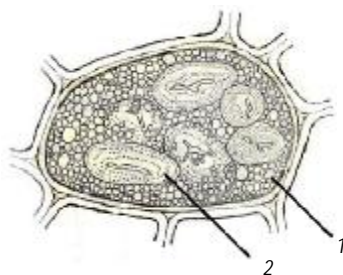


Рисунок 1.5 — Кристаллы щавелевокислого кальция в клетках [12]



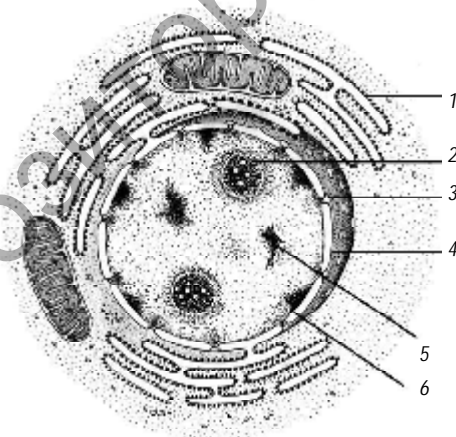
1 — простые алейроновые зёрна;
2 — крахмальное зерно

Рисунок 1.6 — Запасные вещества в клетке семени фасоли [9]

Большинство клеток имеют одно ядро, изредка встречаются двухъядерные и многоядерные (млечные сосуды растений) [23]. Некоторые клетки в зрелом состоянии не имеют ядра (например, клетки ситовидных трубок). Клеточное ядро состоит из ядерной оболочки, ядерного матрикса (нуклеоплазмы), хроматина и ядрышка (одного или нескольких) (рис. 1.7).

Ядерная оболочка (кариолемма) состоит из двух мембран, между которыми имеется перинуклеарное пространство, заполненное микроскопически рыхлой субстанцией. Наружная мембрана в некоторых местах переходит в каналы эндоплазматического ретикулума; к ней прикреплены рибосомы. Ядерная оболочка пронизана множеством пор диаметром около 90 нм. Поры участвуют в рецепции и переносе через ядерную оболочку белков и нуклеопротеидов.

Содержимое ядра представляет собой гелеобразный матрикс, называемый ядерным *матриksom* (*нуклеоплаzmой*), в котором располагаются хроматин и одно или несколько ядрышек. Ядерный матрикс содержит белки, РНК, участки ДНК, а также различные ионы и нуклеотиды [23].



- 1 — шероховатый эндоплазматический ретикулум;
- 2 — ядрышко; 3 — поры в ядерной оболочке;
- 4 — внешняя ядерная мембрана; 5 — хроматин;
- 6 — внутренняя ядерная мембрана

Рисунок 1.7 — Схема строения ядра клетки [10]

Хроматин на окрашенных препаратах клетки представляет собой сеть тонких тяжей (фибрилл), мелких гранул или глыбок. Основу хроматина составляют нуклеопротеины — длинные нитевидные молекулы ДНК (около 40%), соединённые со специфическими белками — гистонами (40%). В состав хроматина входят также РНК, кислые белки, липиды и минеральные вещества (ионы Ca^{2-} и Mg^{2+}), а также фермент ДНК-полимераза, необходимый для репликации ДНК. В процессе деления ядра нуклеопротеины спирализуются, укорачиваются, в результате уплотняются и формируются в компактные палочковидные хромосомы, которые становятся заметны при наблюдении в световой микроскоп.

Ядрышко — округлый, уплотнённый, не ограниченный мембраной участок клеточного ядра диаметром 1—2 мкм и более. Ядрышки содержат более 80% белка и около 15% рРНК, а также ядрышковый хроматин. Ядрышко является местом синтеза рРНК и самосборки рибосом.

1.6 Воспроизведение клетки

Деление клеток лежит в основе роста организма и регенерации. Основными способами деления клеток являются митоз, мейоз и амитоз.

Митоз, или кариокинез, или непрямоe деление, — процесс, в ходе которого происходит равномерное распределение дочерних хромосом между новыми клетками. Митоз имеет место главным образом в меристемах.

Совокупность последовательных и взаимосвязанных процессов в период подготовки клетки к делению и в период деления называется митотическим циклом.

Жизнь клетки от одного деления до следующего или до смерти называется *клеточным*, или *жизненным*, *циклом клетки*. У одноклеточных организмов клеточный цикл совпадает с жизнью особи. В непрерывно размножающихся клетках меристем клеточный цикл состоит из четырёх периодов со строгой последовательностью смен друг друга: постмитотического (G_1), синтетического (S), премитотического (G_2) и митоза (M). Первые три периода составляют интерфазу. По продолжительности она занимает большую часть митотического цикла клетки [19].

В периоде G_1 клетка растёт, в ней усиленно образуются РНК и белки, катализирующие образование нуклеотидов, синтез ДНК, РНК и строительных белков.

В S-периоде происходит репликация (самоудвоение) ДНК — синтез на материнских цепочках ДНК двух дочерних. Репликация ДНК является примером матричного синтеза, который обеспечивает точное воспроизводство копии материнской ДНК. В результате количество наследственной информации в клетке удваивается и каждая хромосома к концу S-периода состоит из двух хроматид. В клетке продолжается синтез РНК и белков, происходит удвоение центриолей [19].

В G₂-периоде завершается подготовка клетки к митозу, активно синтезируются различные белки и иРНК, накапливается энергия.

Митоз включает в себя четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Последовательное прохождение фаз митоза обеспечивает строго равномерное распределение наследственного материала между дочерними клетками, которые становятся копиями материнской [23].

Амитоз — прямое деление ядра клетки, сохраняющего интерфазную структуру. При этом хромосомы не выявляются, не происходит образования веретена деления и их равномерного распределения. Ядро делится путём перетяжки на относительно равные части. Цитоплазма может делиться, и тогда образуются две дочерние клетки, но может и не делиться, и тогда образуются двудерные или многоядерные клетки [25]. Амитоз обнаруживается в клетках отмирающих или временных тканей стенок завязи, нуцеллуса, эндосперма, в паренхиме клубней и т. д. [23].

Мейоз — особый способ деления клеток, в результате которого происходит редукция (уменьшение) числа хромосом вдвое и переход клеток из диплоидного состояния (2n) в гаплоидное (n). У растений мейоз лежит в основе спорогенеза — процесса формирования микро- и мегаспор.

Мейозом могут делиться только диплоидные клетки, из которых в результате двух последующих делений формируется четыре гаплоидных. Механизм прохождения мейоза обеспечивает формирование клеток, несущих различную генетическую информацию. Причиной этому является кроссинговер, проходящий в профазе мейоза I, и процесс деления бивалентов и равновероятностное расхождение хромосом в анафазе мейоза I. Образование генетически разнообразных спор обеспечивает увеличение комбинативной изменчивости у растений при половом размножении [19].

Тестовые задания для самопроверки

Задание с выбором ответов ДА или НЕТ

1. Основным инкрустирующим веществом оболочки клеток растений является кутин.

- Да.
- Нет.

Задания с выбором ответов

2. В отличие от клеток животных, в растительной клетке есть:

- а) митохондрии;
- б) клеточный центр;
- в) клеточная стенка;
- г) рибосомы.

3. Функция клеточной стенки:

- а) защищает содержимое клеток от повреждений и избыточной потери воды;
- б) осуществляет биосинтез белка;
- в) является местом хранения ДНК;
- г) осуществляет фотосинтез.

4. В ядре клеток образуются: а) ДНК; б) комплекс Гольджи; в) митохондрии; г) рРНК; д) белки-гистоны:

- а) а;
- б) б, в, з, д;
- в) а, з;
- г) а, д.

5. Восковой налёт, откладывающийся в кристаллической форме на поверхности частей растений (листьев, плодов):

- а) защищает клетки от повреждений и проникновения инфекции;
- б) маскирует плоды и корни растения;
- в) никогда не откладывается;
- г) способствует распространению плодов животными.

6. Формирование субъединиц рибосом в эукариотических клетках происходит в: а) митохондриях; б) кинетохоре; в) цитоплазме; г) ядрышке; д) центромере:

- а) а, б;
- б) в, г;
- в) б, д;
- г) г.

7. К немембранным органеллам относятся:

- а) митохондрии;
- б) лизосомы;
- в) пластиды;
- г) рибосомы.

8. Углеводы и липиды в эукариотической клетке синтезируются преимущественно в:

- а) рибосомах;
- б) митохондриях;
- в) эндоплазматическом ретикулуме;
- г) лизосомах.

9. Процесс секреции веществ из клетки осуществляется при помощи особых мембранных пузырьков, которые формируются в:

- а) комплексе Гольджи;
- б) ядре;
- в) митохондриях;
- г) лизосомах.

10. Наибольшую молекулярную массу имеют:

- а) РНК;
- б) ДНК;
- в) белки;
- г) фосфолипиды.

11. Коллоидная система, составляющая внутреннее содержимое эукариотической клетки, в которой находятся все клеточные органеллы, называется:

- а) гиалоплазмой;
- б) стромой;

- в) нуклеоплазмой;
- г) клеточным соком.

12. Основу хромосом эукариотических клеток составляют: а) РНК; б) ДНК; в) фосфолипиды; г) белки-гистоны; д) полисахариды:

- а) а, б, в;
- б) а, г;
- в) б, г;
- г) б, д.

13. Цитоплазматическая мембрана:

- а) обеспечивает транспорт веществ в клетку и из неё, из цитоплазмы в органеллы и наоборот;
- б) обеспечивает постоянство формы клетки;
- в) участвует в окислительно-восстановительных реакциях.

14. Вакуоль растительной клетки: а) имеет клеточную оболочку; б) окружена тонопластом; в) осуществляет биосинтез белка; г) может накапливать конечные продукты метаболизма; д) синтезирует АТФ:

- а) а, г;
- б) б, г;
- в) а, в, г;
- г) б, в, д.

15. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между особенностями организации клеточной органеллы и выполняемой ею функцией:

- а) двумембранная органелла — образование белково-липидного комплекса;
- б) органелла, имеющая кристы, — участие в фотосинтезе;
- в) одномембранные пузырьки — гидролиз запасных питательных веществ;
- г) двумембранная структура — участие в накоплении воды, минеральных веществ и продуктов жизнедеятельности.

16. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между особенностями организации клеточной органеллы и выполняемой ею функцией:

- а) состоит из системы цистерн — образование клеточного центра;

- б) содержит хлорофил — участие в фотосинтезе;
- в) содержит ДНК, рибосомы и ферменты — защита содержащего клеток от повреждений и избыточной потери воды;
- г) двумембранная структура — образование жгутиков и ресничек.

17. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между особенностями организации клеточной органеллы и выполняемой ею функцией:

- а) состоит из РНК и белков — участие в биосинтезе белка;
- б) состоит из системы микротрубочек, покрытых плазмалеммой, — участие в фотосинтезе;
- в) состоит из системы цистерн и пузырьков — переваривание митохондрий;
- г) содержит гидролитические ферменты — сборка субъединиц рибосом.

18. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между особенностями организации клеточной органеллы и выполняемой ею функцией:

- а) двумембранная органелла — выведение запасных питательных веществ;
- б) органелла, имеющая кристы, — образование белково-липидного комплекса;
- в) одномембранные пузырьки — хранение и передача наследственной информации;
- г) двумембранная структура — участие в фотосинтезе.

19. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между особенностями организации клеточной органеллы и выполняемой ею функцией:

- а) имеет тиллакоиды — запасание воды;
- б) одномембранные полости — запасание воды и других веществ;
- в) состоит из большой и малой субъединицы — хранение и передача наследственной информации;
- г) система микротрубочек, покрытых плазмалеммой, — энергетический и дыхательный центр клетки.

20. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между особенностями организации клеточной органеллы и выполняемой ею функцией:

- а) немембранные структуры клетки — поддержание осморегуляции;
- б) структура, содержащая в матриксе рибосомы и ферменты, — синтез АТФ;
- в) состоит из РНК и белков — хранение наследственного материала;
- г) двумембранная структура, имеющая поры в оболочке, — выведение продуктов фотосинтеза за пределы клетки.

21. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между особенностями организации клеточной органеллы и выполняемой ею функцией:

- а) двумембранная структура, содержащая 99% ДНК клетки, — осуществление процесса транскрипции;
- б) состоит из плоских одномембранных бобовидных трубочек — синтез АТФ клетки;
- в) содержит тилакоиды — синтез липидов и стероидов;
- г) двумембранная структура, имеющая кристы и ДНК, — осуществление световой фазы фотосинтеза.

Задания на соответствие

22. Соответствие между органеллой и выполняемой ею функцией:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1) митохондрия; | а) хранение и передача наследственной информации; |
| 2) эндоплазматический ретикулум; | б) образование структурных элементов биологических мембран; |
| 3) комплекс Гольджи; | в) образование лизосом; |
| 4) ядро; | г) образование АТФ клетки. |

23. Соответствие между органеллой и выполняемой ею функцией:

- | | |
|----------------------|---|
| 1) ядро; | а) хранение и передача наследственной информации; |
| 2) ядрышко; | б) образование лизосом; |
| 3) комплекс Гольджи; | в) место синтеза субъединиц рибосом; |

- 4) лизосомы; г) участие во внутриклеточном переваривании.

24. Соответствие между органеллой и выполняемой ею функцией:

- | | |
|----------------------------------|---|
| 1) эндоплазматический ретикулум; | а) структура, обеспечивающая синтез белков и липидов; |
| 2) митохондрии; | б) образование олиго- и полисахаридов; |
| 3) комплекс Гольджи; | в) обеспечение протекания кислородного этапа дыхания. |

25. Соответствие между структурой и выполняемой ею функцией:

- | | |
|--------------|---|
| 1) ядрышко; | а) цистерна, ограниченная тонопластом, часто содержащая пигменты; |
| 2) рибосомы; | б) состоят из микротрубочек покрытых плазмалеммой, обеспечивают передвижение клетки; |
| 3) реснички; | в) состоят из двух субъединиц (большой и малой); |
| 4) вакуоль; | г) структура, обеспечивающая образование немембранной структуры, состоящей из РНК и белков. |

26. Определите соответствие между органеллой и выполняемой ею функцией:

- | | |
|----------------------------|--|
| 1) вакуоль; | а) обеспечивают транспорт веществ в клетку и из неё, из цитоплазмы в органеллы и наоборот; |
| 2) биологическая мембрана; | б) формируют яркую окраску; |
| 3) хромопласты; | в) обеспечивает осморегуляцию, запасание воды; |
| 4) хлоропласты; | г) внутренняя мембрана образует тилакоиды, участвует в фотосинтезе. |

27. Соответствие между органеллами и их основными характеристиками:

- | | |
|--------------|--|
| 1) пластиды; | а) обеспечивает поддержание постоянной формы клетки; |
|--------------|--|

- 2) агранулярный эндоплазматический ретикулум; б) состоит из одномембранных цистерн, обеспечивает синтез липидов;
- 3) клеточная стенка; в) двумембранные структуры, содержат каратиноиды.

28. Соответствие между органеллами и их основными характеристиками:

- 1) митохондрии; а) присутствуют в клетках грибов, растений и животных;
- 2) ядро; б) структура с пористой оболочкой, содержит структуры, состоящие из цепочек нуклеотидов;
- 3) комплекс Гольджи; в) обеспечивают активное извлечение моносахаров из цитоплазмы клетки и образование олиго- и полисахаридов.

29. Соответствие между органеллами и их основными характеристиками:

- 1) пластиды; а) одномембранные пузырьки, отщеплённые от комплекса Гольджи, содержат гидролитические ферменты;
- 2) ядро; б) место хранения большей части наследственной информации клетки;
- 3) первичная лизосома; в) после деления клетки образует оболочки новых ядер;
- 4) эндоплазматический ретикулум; г) содержатся в клетках растений.

Задания с выбором ответов

30. Дважды верными положениями являются:

- а) прокариотические организмы образуют царство, включающее низшие растения и грибы;
- б) в хлоропластах клеток животных содержатся фотосинтезирующие пигменты;
- в) центриоли присутствуют только в клетках животных, а также у некоторых мхов и папоротников;

- г) резервный питательный углевод растений — гликоген;
- д) рибосомы — немембранные клетки про- и эукариотических организмов, принимающих участие в биосинтезе белка.

31. Двумя верными положениями являются:

- а) клеточная стенка растений состоит из целлюлозы;
- б) в состав гладкой эндоплазматической сети входит система микротрубочек;
- в) синтез белков и липидов осуществляется в двумембранной структуре, содержащей каратиноиды;
- г) гиалоплазма осуществляет межклеточный транспорт веществ и перемещение органелл между клетками в тканях многоклеточных организмов;
- д) плазмалемма состоит из молекул белков и фосфолипидов.

32. Тремя верными положениями являются:

- а) гиалоплазма — внутренняя среда клетки, в которой происходят многие химические процессы;
- б) пластиды — органеллы клеток автотрофных эукариотических организмов;
- в) лейкопласты — мелкие бесцветные пластиды клеток животных;
- г) внутренняя мембрана ядра образует множество впячиваний крист, на которых находятся ферменты, участвующие в кислородном дыхании;
- д) в состав эндоплазматического ретикулума входит гранулярный и агранулярный эндоплазматический ретикулум.

33. Верным является утверждение:

- а) клеточный сок — содержимое двумембранных органелл клеток прокариот;
- б) митохондрии принимают участие в аутофагии — разрушении органелл, утративших функциональную активность;
- в) мембраны пузырьков комплекса Гольджи могут включаться в плазматическую мембрану.

34. Верным является утверждение:

- а) в состав гладкой эндоплазматической сети входит несколько диктиосом;

- б) молекулы фосфолипидов в плазмалемме ориентированы гидрофобными хвостами наружу;
- в) центриоль является носителем наследственной информации;
- г) митохондрия — двумембранная органелла клетки.

35. Два верных положения являются:

- а) лизосомы образуются в гладкой эндоплазматической сети;
- б) интегральные белки плазмалеммы пронизывают насквозь билипидный слой;
- в) митохондрии и пластиды являются носителями генетической информации;
- г) ядро образуется в результате бинарного деления рибосом клетки;
- д) все растения имеют гетеротрофный тип питания.

Репозиторий БарГУ

2 ГИСТОЛОГИЯ

Выход растений на сушу и приспособление к наземно-воздушным условиям существования сопровождался не только внешней, но и внутренней дифференциацией органов растений. Таким образом, под воздействием изменения среды существования произошло формирование тканей. Максимального развития ткани получили у покрытосеменных растений.

Тканями называют системы клеток, структурно и функционально сходные друг с другом, имеющие общее происхождение и характеризующиеся определённым расположением в органах растений. Всё многообразие тканей можно разделить на две группы: *образовательные* и *постоянные*. Образовательные ткани обеспечивают рост растений. Постоянные — дифференцируются из образовательных и определённое время выполняют специфичные функции без особых изменений.

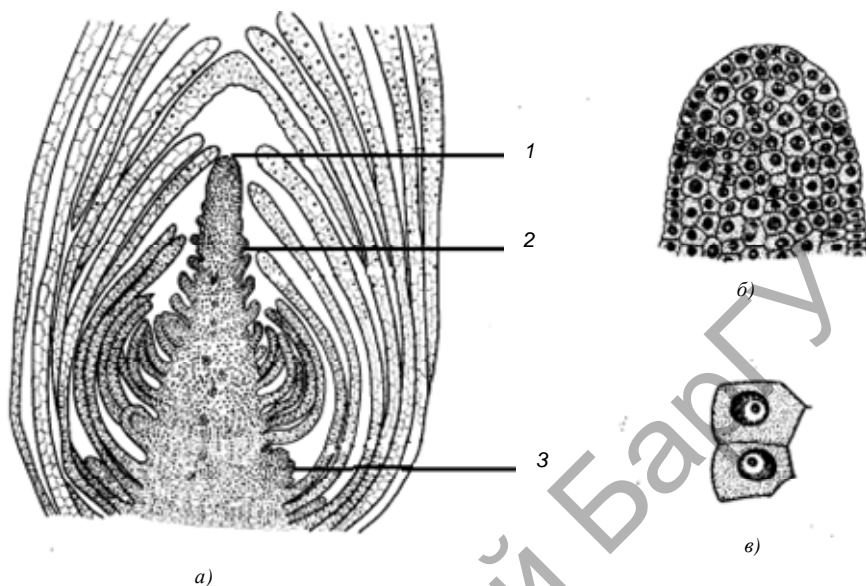
2.1 Образовательные ткани (меристемы)

Индивидуальное развитие высших растений начинается с формирования зародыша, который состоит в основном из клеток меристематической ткани. Среди них есть *инициальные* клетки, которые сохраняют способность к делению в течение всей жизни, и *производные инициальных* клеток, которые делятся один или несколько раз, приобретают специализацию и преобразуются в постоянные ткани.

Клетки образовательной ткани характеризуются небольшими размерами, наличием очень тонкой оболочки с низким содержанием целлюлозы, густой цитоплазмой и крупным, расположенным в центре ядром, отсутствием межклеточных пространств. Клетки меристемы обладают способностью к делению митозом и способностью к дифференцировке, которая заключается в качественных и количественных изменениях строения клеток и в переходе их в состав постоянных тканей.

По расположению образовательные ткани классифицируются на *верхушечные (апикальные)*, *боковые (латеральные)*, *вставочные (интеркалярные)* и *раневые*.

Верхушечные ткани расположены на кончиках побегов (рис. 2.1) и корней, обеспечивая рост органов в длину, по происхождению они являются первичными.



1 — конус нарастания; 2 — первичные бугорки (зачатки листьев); 3 — вторичные бугорки (зачатки пазушных почек)

Рисунок 2.1. — Строение точки роста элодеи канадской (а); конуса нарастания (б); клеток образовательной ткани (в) [21]

Боковые меристемы располагаются параллельно боковой поверхности осевых органов растений и обеспечивают преимущественно рост в толщину. Среди них первичными являются прокамбий и перидикл. Прокамбий формирует первичную проводящую систему во всех органах растений. Перидикл обеспечивает развитие в стебле склеренхимного слоя, а в корне он даёт начало боковым корням и участвует в формировании камбия у двудольных растений. Камбий и феллоген (пробковый камбий) являются вторичными по происхождению и обеспечивают рост стеблей и корней у двудольных и голосеменных растений в толщину.

Вставочные ткани первичны по происхождению и расположены у основания междоузлий и листовых пластинок, сохраняют свою меристематическую активность наиболее длительно у однодольных растений.

Раневые меристемы образуются в местах повреждений тканей и органов и обладают способностью формировать каллус.

2.2 Покровные ткани

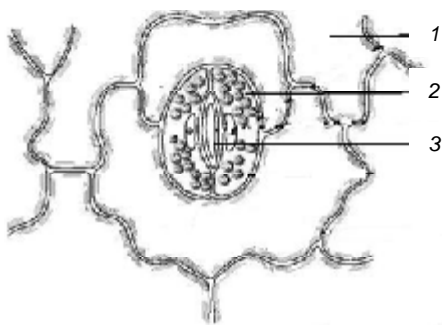
Покровные ткани расположены на поверхности органов растений. Они защищают растение от излишней потери влаги и обеспечивают его взаимодействие с внешней средой: регуляцию газообмена и транспирации, поглощение минеральных веществ и выделение продуктов обмена. К покровным тканям относятся первичные по происхождению — *эпидерма (кожица) и эпиблема (ризодерма)* — и вторичные по происхождению — *пробка (феллема) и корка (ритидом)*.

Эпиблема расположена на поверхности корня в зоне всасывания. Это однослойная ткань, состоящая из тонкостенных, лишённых кутикулы клеток с вязкой цитоплазмой. Клетки эпиблемы для увеличения всасывающей поверхности формируют корневые волоски за счёт вытягивания боковой стенки. Главная функция эпиблемы — поглощение воды и минеральных веществ из почвы. Продолжительность жизни клеток эпиблемы 15—20 дней.

Эпидерма покрывает листья и молодые зелёные побеги. Она состоит из одного слоя живых паренхимных клеток, имеющих извилистую стенку. Часть оболочки, обращённая к внешней среде, часто утолщённая, может покрываться слоем кутикулы, восковым налётом, инкрустироваться минеральными веществами и формировать выросты.

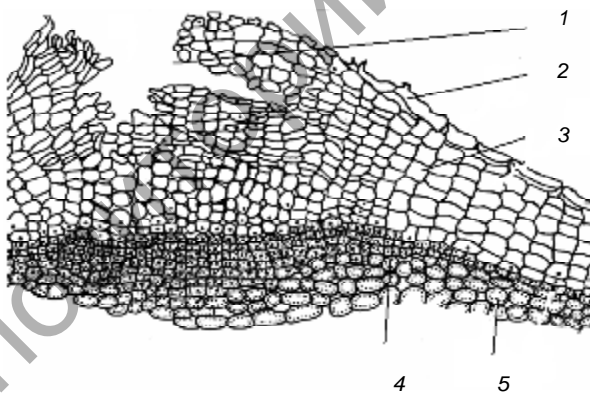
Среди основных клеток эпидермы расположены клетки устьичного аппарата (рис. 2.2), обеспечивающего газообмен и транспирацию. У двудольных растений устьица расположены преимущественно на нижней стороне листа, а у однодольных — с обеих сторон. Устьице состоит из двух замыкающих клеток, между которыми находится устьичная щель. К замыкающим клеткам прилегают две или более побочные клетки, вместе формируя устьичный аппарат. Устьица обеспечивают регуляцию интенсивности газообмена и транспирации путём изменения тургорного состояния замыкающих клеток. Замыкающие клетки, в отличие от основных и побочных, содержат хлоропласты, которые вместе с митохондриями обеспечивают активный транспорт ионов калия в клетку, что способствует формированию тургорного состояния.

Пробка (феллема) — вторичная покровная ткань, которая является составной частью комплекса перидермы (рис. 2.3). Последняя сменяет первичные покровные ткани осевых органов двудольных и голосеменных растений (на стебле у деревьев и кустарников). Клетки основной ткани, расположенные под эпидермой, приобретают меристематическую активность и формируют феллоген (пробковый камбий),



1 — основные клетки эпидермиса; 2 — замыкающие клетки устьичного аппарата с хлоропластами; 3 — устьичная щель

Рисунок 2.2 — Строение устьичного аппарата в эпидермисе листа герани [21]



1 — чечевичка; 2 — остатки эпидермы; 3 — пробка; 4 — пробковый камбий; 5 — пробковая паренхима

Рисунок 2.3 — Строение перидермы на поперечном срезе стебля бузины [28]

который, делясь параллельно боковой поверхности, наружу откладывает клетки феллемы (пробки), а внутрь — живые клетки феллодермы (пробковой паренхимы).

Пробка состоит из многих слоёв прямоугольных, плотно сомкнутых и быстро отмирающих клеток. Причиной отмирания протопласта является пропитывание оболочки суберином — жироподобным веществом, придающим оболочке воздухо- и водонепроницаемость. Это усиливает защитные свойства пробки. Для газообмена и транспирации в перидерме имеются чечевички — участки перидермы с округлыми, рыхло расположенными клетками пробки. Испарение воды и газообмен осуществляется по межклетникам.

Корка (ритидом) формируется на стволах большинства деревьев в возрасте 10—30 лет. Она состоит из множества отмерших комплексов перидермы, так как новые слои феллогена закладываются глубже предыдущих и в результате изоляции от проводящей системы наружные слои отмирают.

2.3 Основные ткани (паренхимы)

Основные ткани составляют большую часть тела растений. Они занимают пространства между другими постоянными тканями и присутствуют во всех органах растений. Основные ткани состоят из паренхимных тонкостенных клеток с хорошо развитыми межклетниками. Функции данных тканей связаны с синтезом, накоплением и использованием органических веществ. В зависимости от выполняемой функции выделяют ассимиляционную, запасающую, водоносную и воздухоносную основные ткани.

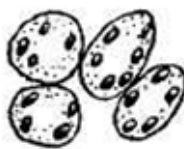
Ассимиляционная паренхима (хлоренхима) расположена под эпидермисом в листьях и молодых стеблях растений. В клетках присутствует большое количество хлоропластов, которые выполняют функцию фотосинтеза. В листьях двудольных растений выделяют столбчатую и губчатую паренхиму, а в хвоинке сосны присутствует складчатая паренхима (рис. 2.4).

Запасающая паренхима служит местом отложения питательных веществ. Она расположена в клубнях, корнеплодах, семенах, плодах, стеблях и других органах (рис. 2.5).

Водоносная паренхима развивается у суккулентов — растений, которые произрастают в засушливых условиях. Она представлена крупными клетками, в вакуолях которых находятся слизистые вещества, обладающие высокой водоудерживающей способностью.



a)



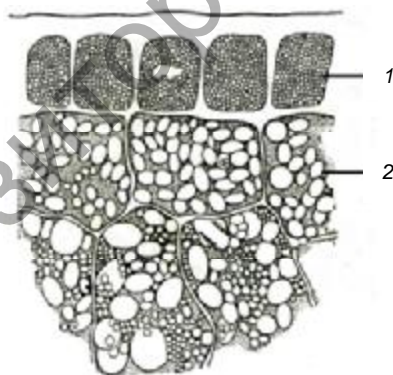
б)



в)

a — столбчатая хлоренхима; *б* — губчатая хлоренхима;
в — складчатая хлоренхима

Рисунок 2.4 — Клетки ассимиляционной паренхимы [21]



1 — алейроновый (белковый) слой;
2 — клетки с запасным крахмалом

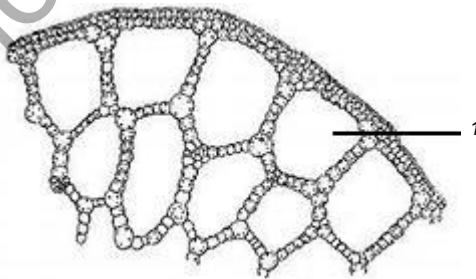
Рисунок 2.5 — Запасающая ткань в эндосперме зерновки пшеницы [26]

Воздухоносная паренхима (аэренхима) имеет хорошо выраженные межклеточные пространства. Развивается она в органах водных и болотных растений (рис. 2.6) и выполняет функцию подачи воздуха к погружённым в водную среду органам растений. Она способствует также повышению плавучести побегов и листьев.

2.4 Механические ткани

Механические (опорные) ткани обеспечивают прочность органов растений, играют роль скелета. Опорные ткани лучше развиты в наземных органах растений и прежде всего — в стебле. Они обеспечивают противостояние атмосферному воздействию на растение и противостоят силе тяжести. В стебле механические ткани располагаются на периферии в виде цилиндра или отдельных тяжей, а в корне они сосредоточены в центральной части органа. Прочность механической ткани обеспечивается утолщением клеточной оболочки, которое часто сопровождается пропитыванием её лигнином, а также прочным соединением клеток друг с другом. Различают два основных типа механической ткани: *колленхиму* и *склеренхиму*.

Колленхима состоит из живых клеток с неравномерно утолщённой клеточной стенкой (рис. 2.7). Она расположена под эпидермисом в стеблях и листьях преимущественно двудольных растений, являясь при этом первичной по происхождению. Тургорное состояние клеток колленхимы обеспечивает необходимую ориентацию в пространстве молодых стеблей и листьев. Клетки колленхимы могут содержать хлоропласты и участвовать в фотосинтезе.



1 — межклетники

Рисунок 2.6 — Аэренхима на поперечном срезе стебля рдеста [18]

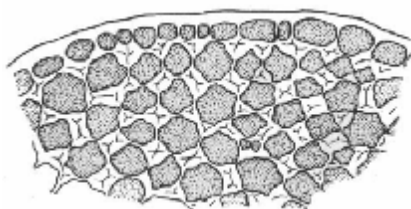


Рисунок 2.7 — Уголковая колленхима на поперечном срезе листового черешка свёклы [18]

В зависимости от характера утолщения, колленхима может быть уголковой, пластинчатой и рыхлой. Стенки уголковой колленхимы утолщены в уголках клеток, смыкаются с утолщениями соседних клеток (стебли тыквы, листовые черешки свёклы и др.). У пластинчатой колленхимы утолщаются противоположные стенки, расположенные тангентально (стебли подсолнечника, баклажана). Рыхлая колленхима имеет округлую форму клеток, и её оболочки утолщены на участках, примыкающих к межклеточным пространствам (черешки листа лопуха, ваточника).

Склеренхима представлена двумя группами тканей: волокна (рис. 2.8) и склереиды (рис. 2.9). Клетки склеренхимы имеют сильно утолщённые оболочки по всему периметру, и в процессе дифференциации протопласт отмирает. Для приобретения дополнительной прочности стенки клеток часто пропитываются лигнином.

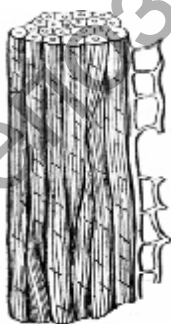
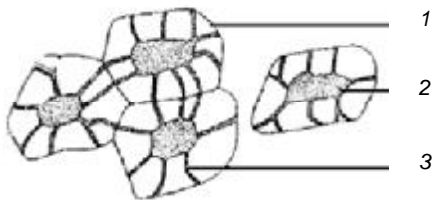


Рисунок 2.8 — Строение клеток склеренхимы [26]



1 — утолщённая стенка склереид;
2 — полость клетки; 3 — поровые каналы

Рисунок 2.9 — Клетки склереид плодов груши [1]

Волокна характеризуются прозенхимной формой клеток, сильно вытянутых в продольном направлении и имеющих заострённые концы. Различают волокна лубяные и древесинные. Лубяные волокна имеют целлюлозную клеточную стенку, которая сильно утолщена, и их длина может достигать до 60 мм у льна и до 420 мм у рами. Древесинные волокна пропитываются лигнином, но при этом они более короткие, чем лубяные. Их прочность близка к прочности стали.

Склерейды имеют паренхимную форму и толстую оболочку, пропитанную лигнином. В органах растений они могут располагаться как плотными группами, так и поодиночке. Среди склерейд выделяют каменистые клетки (встречаются в сочных плодах груши, айвы, в косточках вишни, сливы, персика) и ветвистые клетки (идиобласты), расположенные поодиночке в стеблях (хинное дерево).

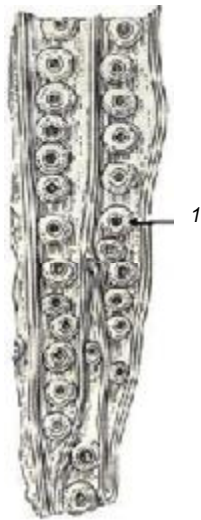
2.5 Проводящие ткани

Проводящие ткани сформировались в результате усиления поляризации в строении тела высших растений и обеспечения взаимодействия надземной и подземной части. Они создают условие для транспортировки продуктов фотосинтеза — нисходящего тока и перемещения воды и минеральных веществ (восходящего тока).

К тканям последнего относятся *трахеиды и сосуды*, которые являются главным гистологическим элементом ксилемы.

Трахеиды представлены мёртвыми прозенхимными клетками веретёновидной формы длиной 1—4 мм. Стенки трахеид одревесневают и несут на себе окаймлённые поры, через которые происходит фильтрация восходящего раствора (рис. 2.10). У большинства архегониальных растений они являются единственной проводящей тканью, обеспечивающей перемещение воды и минеральных веществ.

Сосуды являются более совершенной проводящей тканью и достигают максимального развития у покрытосеменных растений. Это полые трубки, состоящие из множества члеников, расположенных



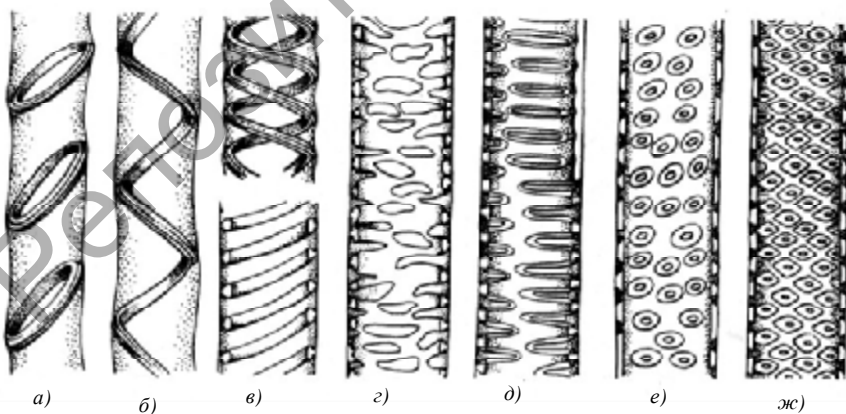
1 — окаймлённая пора

Рисунок 2.10 — Трахеиды на продольном срезе стебля сосны [21]

друг над другом. В процессе онтогенеза происходит частичное или полное разрушение поперечных перегородок между клетками, что обеспечивает беспрепятственное перемещение водного раствора. Боковые стенки сосудов имеют вторичные утолщения и пропитываются частично или полностью лигнином, что придаёт им прочность и способность противостоять сдавливанию. Утолщения боковых стенок происходит неравномерно, и в зависимости от характера утолщения различают кольчатые, спиральные, лестничные и пористые сосуды (рис. 2.11).

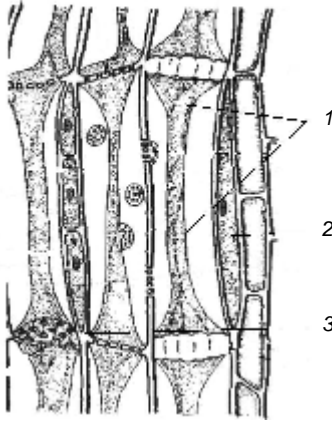
Перемещение органических веществ у покрытосеменных растений осуществляются по ситовидным трубкам, которые являются главным гистологическим элементом флоэмы.

Ситовидные трубки состоят из множества живых клеток, расположенных друг над другом (рис. 2.12). Поперечные перегородки клеток содержат ситовидные пластинки, пронизанные множеством пор и очень мелких перфораций, что обеспечивает тесный контакт между клетками. Клетка-членик трубки сохраняет протопласт, но при этом цитоплазма меняет свою структуру и смешивается с клеточным соком, исчезает ядро. Управляет жизнедеятельностью ситовидной трубки ядро клетки-спутницы, которая является сестринской по происхождению и образует единый физиологический комплекс с клеткой-члеником. Функционируют ситовидные трубки в течение одного-двух вегетационных периодов и отмирают.



a — кольчатый; *б, в* — спиральные; *г* — сетчатый; *д* — лестничный; *е, ж* — пористые

Рисунок 2.11 — Сосуды покрытосеменных растений [21]



1 — членок ситовидной трубки с тяжами содержимого; 2 — клетки-спутницы; 3 — ситовидные пластинки

Рисунок 2.12 — Ситовидные трубки покрытосеменных растений [21]

2.6 Проводящая система растений

Проводящие ткани у растений входят в состав сложных комплексных тканей под названием *ксилема* и *флоэма* (табл. 2.1). Каждая из них состоит из комплекса проводящей, механической и основной ткани. По происхождению они могут быть первичными и вторичными. Образование их протекает параллельно. Первичные флоэма и ксилема дифференцируются из клеток первичной боковой образовательной ткани прокамбия; вторичные флоэма и ксилема образуются из клеток камбия.

Исходя из гистологического состава, флоэма выполняет функцию проведения органических веществ в растениях, а ксилема проводит воду и растворённые в ней минеральные вещества, дополнительно обеспечивая механическую прочность органов растений.

Т а б л и ц а 2.1 — Гистологический состав флоэмы и ксилемы

Тип ткани	Флоэма (луб)	Ксилема (древесина)
Проводящая	Ситовидные трубки	Сосуды, трахеиды

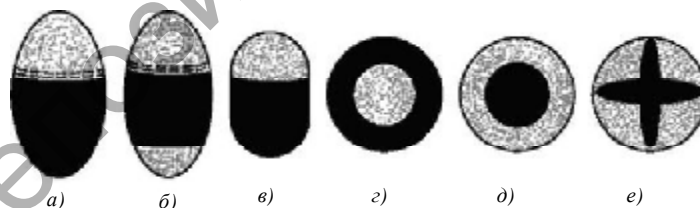
Окончание табл. 2.1

Тип ткани	Флоэма (луб)	Ксилема (древесина)
Механическая	Лубяные волокна	Древесинные волокна
Основная	Лубяная паренхима	Древесинная паренхима

Флоэма и ксилема в растениях могут располагаться сплошными тяжами, цилиндрами или в виде проводящих пучков, размещённых в определённой закономерности. В зависимости от взаимного расположения ксилемы и флоэмы, различают следующие типы проводящих пучков: коллатеральные, концентрические и радиальные (рис. 2.13).

Коллатеральные пучки характеризуются тем, что флоэма расположена снаружи от ксилемы. При наличии камбия между флоэмой и ксилемой их называют открытыми коллатеральными, а при его отсутствии — закрытыми коллатеральными. Открытые пучки встречаются наиболее часто у двудольных растений, а закрытые — у однодольных. У некоторых двудольных растений в пучке имеется два участка флоэмы: наружный и внутренний, расположенный к центру от ксилемы. Такие пучки называют биколлатеральными.

Концентрические пучки могут быть центроксилемные, когда ксилема окружена флоэмой, либо центрофлоэмные, когда флоэма окружена ксилемой.



a — открытый коллатеральный; *б* — биколлатеральный; *в* — закрытый коллатеральный; *г*, *д* — концентрические (*г* — центрофлоэмный, *д* — центроксилемный); *е* — радиальный (Ксилема зачернена, флоэма показана точками, камбий — штрихами)

Рисунок 2.13 — Типы проводящих пучков [21]

Радиальные пучки характерны для первичного строения корня. Ксилема в таком пучке расходится лучами от центра, а флоэма расположена участками между лучами. Радиальные пучки могут различаться количеством лучей ксилемы.

2.7 Выделительные ткани

Выделительные ткани — это разного рода структурные образования, которые выполняют функцию выделения из растения или изоляции в его тканях продуктов метаболизма (секретов). Структуры, которые выделяют метаболиты в окружающую среду, относят к тканям *внешней секреции*, а те, которые накапливают вещества внутри растения, — к тканям *внутренней секреции*.

К тканям *внешней секреции* относятся железистые волоски и железки, нектарники, осмофоры, гидатоды, переваривающие железки.

Железистые волоски и железки являются многоклеточными выростами эпидермиса, которые могут выделять эфирные масла (герань, мята, лаванда), мучнистый солевой налёт (марь, лебеда).

Нектарники чаще всего образуются на цветках растений. Нектар — водный раствор сахаров с небольшой примесью белков, спиртов и ароматических веществ, которые привлекают насекомых-опылителей.

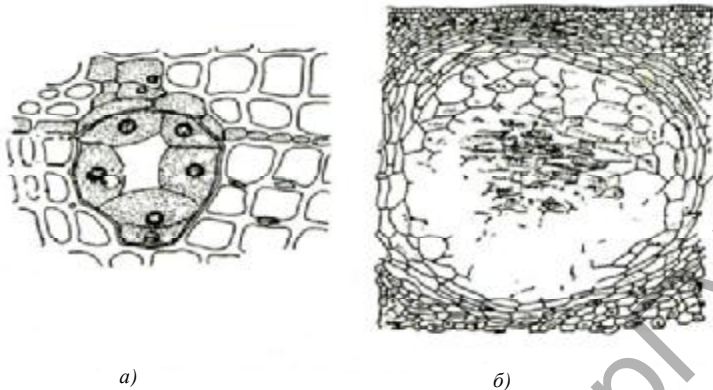
Осмофоры — специализированные клетки эпидермиса, секретующие ароматические вещества, в которых преобладают эфирные масла. Аромат цветков способствует ориентации насекомых-опылителей в пространстве во время цветения.

Гидатоды выделяют капельно-жидкую воду при её избытке в растении и ослабленной транспирации. Гидатоды располагаются на листьях и могут иметь вид многоклеточных волосков или водных устьиц.

Переваривающие железки располагаются на листьях насекомоядных растений и выделяют жидкость, содержащую пищеварительные ферменты и кислоты.

К тканям *внутренней секреции* относятся секреторные вместилища и млечники.

Секреторные вместилища, в зависимости от происхождения, делят на схизогенные и лизигенные (рис. 2.14). Схизогенные вместилища образуются вследствие расхождения клеток, к ним относятся смоляные ходы хвойных растений. Лизигенные вместилища формируются в результате растворения группы клеток в коже плодов цитрусовых.



a) — схизогенный смоляной канал древесины сосны; *б*) — лизигенное эфирноносное вместилище околоплодника мандарина

Рисунок 2.14 — Выделительные ткани внутренней секреции [26]

Млечники — живые клетки (членистые и нечленистые), пронизывающие всё растение и заполненные млечным соком (латексом). Последний представляет собой эмульсию белого, оранжевого или другого цвета, формируется на основе клеточного сока и может содержать углеводы, белки, эфирные масла, каучук и т. д.

Тестовые задания для самопроверки

Задания с выбором ответов

1. К образовательным тканям относится:
 - а) эпидермис;
 - б) перицикл;
 - в) флоэма;
 - г) ксилема.

2. Клетки образовательной ткани обладают свойствами:
 - а) способность поглощать воду и минеральные вещества;
 - б) защищать от излишней потери влаги;
 - в) формировать новые клетки различных тканей за счёт деления;
 - г) обеспечивать газообмен и транспирацию.

3. Вставочные образовательные ткани расположены:
 - а) на верхушке побега;
 - б) у основания междоузлия побега;
 - в) в зоне роста корня;
 - г) на верхушке листа.

4. Увеличение размеров листовой пластинки до оптимальных обеспечивается делением клеток:
 - а) вставочной меристемы;
 - б) перицикла;
 - в) камбия;
 - г) перицикла.

5. Рост стебля в толщину у двудольных растений обеспечивается делением клеток:
 - а) камбия;
 - б) верхушечной меристемы;
 - в) вставочной меристемы;
 - г) раневой меристемы.

6. Образование боковых корней у растений обеспечивается делением клеток:

- а) перицикла;
- б) верхушечной меристемы;
- в) вставочной меристемы;
- г) раневой меристемы.

7. К вторичным образовательным тканям относится:

- а) перицикл;
- б) прокамбий;
- в) эпидермис;
- г) камбий.

8. К первичным образовательным тканям относится:

- а) феллоген;
- б) прокамбий;
- в) эпидермис;
- г) камбий.

9. Название «покровные ткани» связано с:

- а) выполняемой функцией;
- б) особенностями строения;
- в) расположением в органах растений;
- г) происхождением.

10. Главной функцией покровных тканей является:

- а) фотосинтез;
- б) проведение веществ;
- в) рост органов растений;
- г) защита органов от внешнего воздействия.

11. К первичным покровным тканям относится:

- а) эпиблема;
- б) пробка;
- в) перидерма;
- г) корка.

12. Функцию поглощения воды и минеральных веществ из почвы выполняет:

- а) эпиблема;

- б) пробка;
- в) перидерма;
- г) эпидерма.

13. Газообмен и транспирацию с помощью устьиц обеспечивает:

- а) эпидерма;
- б) пробка;
- в) перидерма;
- г) корка.

14. Покровная ткань, которая состоит из одного слоя живых, плотно сомкнутых клеток, имеющих извилистую клеточную стенку, и наружная часть которой утолщена и часто покрыта кутином:

- а) эпидерма;
- б) пробка;
- в) перидерма;
- г) корка.

15. Ткань, состоящая из клеток, стенки которых пропитаны суберином:

- а) эпиблема;
- б) эпидерма;
- в) пробка;
- г) сосуды.

16. Структуры, которые обеспечивают газообмен в одревесневающих стеблях растений:

- а) гидатоды;
- б) осмофоры;
- в) чечевички;
- г) сосуды.

17. Перидерма формируется на:

- а) стеблях однодольных растений;
- б) листьях двудольных растений;
- в) корнях двудольных растений;
- г) корнях однодольных растений.

18. В состав перидермы входит:

- а) перицикл;

- б) феллоген;
- в) эпидермис;
- г) склеренхима.

19. К основным тканям относится:

- а) аэренхима;
- б) склеренхима;
- в) пробка;
- г) корка.

20. Фотосинтез характерен для:

- а) аэренхимы;
- б) склеренхимы;
- в) столбчатой ткани;
- г) выделительной ткани.

21. Механическая ткань, клетки которой остаются живыми:

- а) аэренхима;
- б) склеренхима;
- в) колленхима;
- г) хлоренхима.

22. Неравномерное и значительное утолщение клеточной стенки характерно для:

- а) аэренхимы;
- б) склеренхимы;
- в) колленхимы;
- г) хлоренхимы.

23. Прозенхимные мёртвые клетки механической ткани с равномерно утолщённой клеточной стенкой, которая часто одревесневает:

- а) аэренхима;
- б) склеренхима;
- в) колленхима;
- г) хлоренхима.

24. Проведение воды и минеральных веществ осуществляется по:

- а) ситовидным трубкам;
- б) сосудам;

- в) флоэме;
- г) перидерме.

25. Проведение продуктов фотосинтеза осуществляется по:

- а) ситовидным трубкам;
- б) сосудам;
- в) ксилеме;
- г) перидерме.

26. Проводящая ткань, состоящая из клеток с живым протопластом:

- а) ситовидные трубки;
- б) сосуды;
- в) трахеиды;
- г) перидерма.

27. Мёртвые, пропитанные лигнином, замкнутые клетки проводящей ткани с окаймлёнными порами:

- а) ситовидные трубки;
- б) волокна;
- в) трахеиды;
- г) перидерма.

28. Открытые проводящие пучки отличаются от закрытых наличием:

- а) ситовидных трубок;
- б) волокон;
- в) трахеид;
- г) камбия.

29. К тканям внешней секреции относятся:

- а) смоляные ходы;
- б) млечники;
- в) нектарники;
- г) ситовидные трубки.

30. К тканям внутренней секреции относятся:

- а) смоляные ходы;
- б) гидатоды;
- в) нектарники;
- г) ситовидные трубки.

Задания на соответствие

31. Соответствие между описанием особенностей строения клеток и тканью, для которой оно характерно:

- | | |
|---|---------------------------|
| 1) клетки мёртвые, сильно вытянутые, имеющие многогранную форму в поперечном сечении, клеточная оболочка равномерно утолщена, часто пропитываются лигнином; | а) образовательная ткань; |
| 2) клетки живые, мелкие, плотно сомкнутые, с крупным ядром, расположенным в центре, и очень тонкой клеточной стенкой; | б) пробка; |
| 3) клетки живые, округлые, с хорошо выраженными межклеточными пространствами, выполняют функцию накопления питательных веществ; | в) склеренхима; |
| 4) клетки живые, плотно сомкнутые, паренхимные, с неравномерно утолщённой клеточной стенкой, которая остаётся целлюлозной, в тургорном состоянии обладают упругостью; | г) колленхима; |
| 5) клетки мёртвые, многослойные, имеют прямоугольную форму, клеточная оболочка пропитана суберином; | д) основная ткань. |

32. Соответствие между названием ткани и выполняемой функцией:

- | | |
|-----------------------|---|
| 1) эпидерма; | а) проведение органических веществ; |
| 2) эпидеяма; | б) проведение воды и минеральных веществ; |
| 3) хлоренхима; | в) проведение воздуха; |
| 4) сосуды; | г) фотосинтез; |
| 5) ситовидные трубки; | д) защита от потери влаги; |
| 6) лубяные волокна; | е) поглощение воды и минеральных веществ; |
| 7) аэренхима; | ж) обеспечение прочности стебля. |

33. Соответствие гистологического состава следующим комплексным тканям:

- | | |
|---------------|---------------------------|
| 1) флоэма; | а) пробка; |
| | б) сосуды; |
| | в) лубяная паренхима; |
| 2) ксилема; | г) древесинная паренхима; |
| | д) ситовидные трубки; |
| | е) пробковый камбий; |
| 3) перидерма; | ж) лубяные волокна; |
| | и) пробковая паренхима; |
| | к) древесинные волокна. |

34. Соответствие групп и следующих видов тканей:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1) образовательные; | а) ситовидные трубки; |
| 2) покровные; | б) столбчатая паренхима; |
| 3) основные; | в) пробка; |
| 4) механические; | г) смоляные ходы; |
| 5) проводящие; | д) перицикл; |
| б) выделительные; | е) склеренхима. |

35. Соответствие между группами тканей и главной функцией, которую они выполняют:

- | | |
|---------------------|--|
| 1) образовательные; | а) накопление и изоляция продуктов обмена (метаболитов); |
| 2) покровные; | б) перемещение органических веществ к местам запаса и потребления; |
| 3) основные; | в) рост растения; |
| 4) механические; | г) защита органов от излишней потери влаги; |
| 5) проводящие; | д) фотосинтез; |
| б) выделительные; | е) функция скелета. |

3 ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ

3.1 Морфологическое и анатомическое строение корня

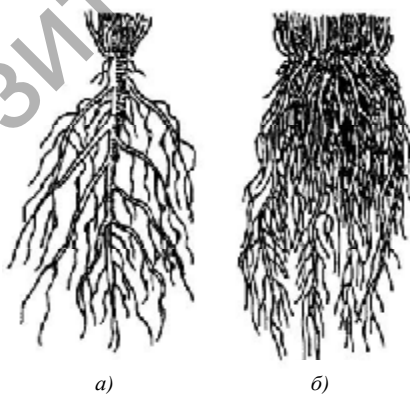
Корень — осевой орган растений, служащий для укрепления растения в субстрате и поглощения из него воды и растворенных минеральных веществ.

Функции корня:

- 1) закрепление растения в субстрате и поглощение из него растворённых минеральных веществ;
- 2) синтез различных органических веществ (гормоны роста, алкалоиды и др.);
- 3) место хранения запасных питательных веществ;
- 4) участие в вегетативном размножении у корнеотпрысковых растений (ива, малина, полевой осот и др.).

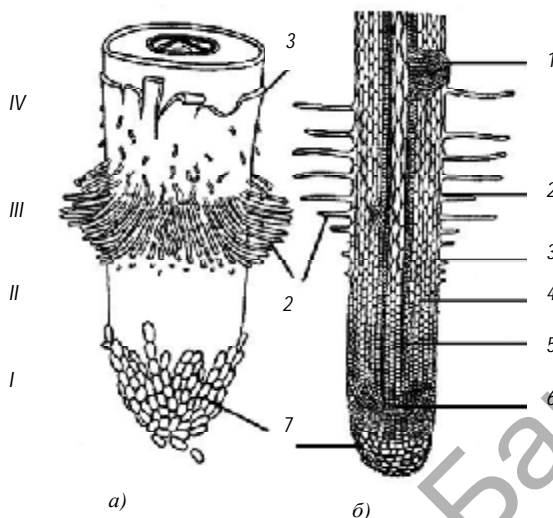
Корневая система — совокупность корней растения. Выделяют два типа корневых систем (рис. 3.1).

На продольном разрезе кончика корня можно выделить несколько зон: зону деления, роста, всасывания и проведения (рис. 3.2).



a — стержневая корневая система;
б — мочковатая корневая система

Рисунок 3.1 — Типы корневых систем [27]



a — общий вид, *б* — продольный срез; *I* — корневой чехлик; *II* — зона роста (растяжения); *III* — зона всасывания (корневых волосков); *IV* — зона проведения; *1* — закладывающийся боковой корень; *2* — корневые волоски (эпиблема); *3* — экзодерма; *4* — первичная кора; *5* — центральный цилиндр; *6* — апикальная меристема; *7* — клетки корневого чехлика

Рисунок 3.2 — Кончик корня высшего растения [4]

Зона деления. Является апикальной (верхушечной) меристемой корня длиной 1—2 мм. За счёт деления клеток этой зоны происходит постоянное образование новых клеток.

Апикальная меристема корня защищена *корневым чехликом*. Он образован живыми клетками, постоянно образующимися за счёт меристемы. Часто содержат зёрна крахмала (обеспечивают положительный геотропизм). Наружные клетки продуцируют слизь, которая облегчает продвижение корня в почве и проникновение симбиотических бактерий.

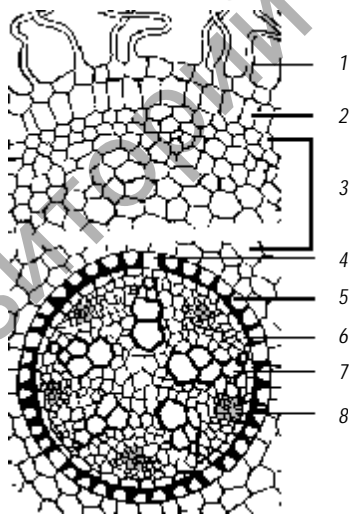
Зона роста, или растяжения. В этой зоне клеточные деления практически отсутствуют, клетки максимально растягиваются за счёт образования вакуолей.

Зона всасывания, или поглощения, корневых волосков. Протяжённость зоны — несколько сантиметров. Здесь происходит специализация клеток. Здесь уже различают наружный слой эпиблемы (ризо-

дермы) с корневыми волосками, слой первичной коры и центральный цилиндр. Корневой волосок представляет собой волосковидный вырост клетки ризодермы. Поверхность корневых волосков ослизняется и склеивается с частицами почвы, что облегчает поступление воды и минеральных веществ в растение. Поглощению способствует и выделение корневыми волосками кислот, растворяющих минеральные соли. Корневые волоски отмирают через 10—20 дней.

Зона проведения. Побуревшие участки корней составляют большую часть их протяжённости. Эпиблема и корневые волоски отмирают. Им на смену приходит экзодерма — периферийный слой первичной коры. В зоне проведения вода и минеральные соли, извлечённые из почвы, передвигаются от корней вверх к стеблю и листьям. Здесь же за счёт образования боковых корней происходит ветвление корня [6].

Первичное строение корня (в зоне всасывания) характеризуется наличием трёх систем тканей: эпиблемы, первичной коры и центрального осевого цилиндра (сте́ла) (рис. 3.3).



- 1 — корневые волоски (эпиблема);
 2 — экзодерма; 3 — паренхима
 первичной коры; 4 — пропускные
 клетки; 5 — эндодерма; 6 — перецикл;
 7 — ксилема; 8 — флоэма

Рисунок 3.3 — Поперечный срез кончика корня через зону всасывания [6]

Эпиблема, или кожица, — первичная покровная ткань корня, состоит из одного ряда плотно сомкнутых клеток, имеющих выросты — корневые волоски.

Первичная кора состоит из живых тонкостенных клеток в периферической части корня, представлена тремя чётко отличающимися друг от друга слоями: экзодермой, мезодермой и эндодермой. Экзодерма располагается непосредственно под эпиблемой и является наружной частью первичной коры однодольных растений. Её клетки многоугольные, плотно сомкнутые, располагаются в один или несколько рядов. По мере отмирания корневых волосков экзодерма оказывается на поверхности корня, выполняя роль покровной ткани. Мезодерма (паренхима первичной коры) состоит из рыхло расположенных клеток с системой межклетников. Здесь происходит синтез и передвижение в другие ткани пластических веществ, накапливаются питательные вещества и располагается микориза. Эндодерма — самый внутренний слой коры. На ранних этапах развития эндодерма корня состоит из живых тонкостенных клеток. Позднее на их радиальных стенках появляются особые утолщения — пояски Каспари, с помощью которых перекрывается передвижение растворов вдоль клеточных стенок. У многих двудольных растений образованием поясков Каспари обычно заканчивается дифференциация эндодермы. У однодольных в клетках эндодермы могут происходить дальнейшие изменения. Так, на внутренней поверхности первичных оболочек клеток откладывается суберин и далее — толстая вторичная целлюлозная оболочка, которая со временем одревесневает. Среди толстостенных отмирающих клеток эндодермы встречаются живые клетки с тонкими неодревесневшими стенками, несущие только пояски Каспари. Это пропускные клетки; через них осуществляется связь между первичной корой и центральным цилиндром.

Центральный цилиндр — осевой цилиндр, или стела. Наружный слой стелы, примыкающий к эндодерме, называется перицикл. Его клетки долго сохраняют способность к делению. Здесь происходит заложение боковых корешков. В центральной части осевого цилиндра находится сосудисто-волокнистый пучок. Для корней характерно чередование в стеле участков ксилемы и флоэмы. В самом центре цилиндра могут находиться склеренхима и тонкостенная паренхима [6].

Вторичное строение корня формируется благодаря появлению и функционированию вторичных боковых меристем — камбия и феллогена. Камбий образуется из перицикла над лучами первичной кси-

лемы и из прокамбия или паренхимы под флоэмой. Кнаружи делящийся камбий откладывает вторичную флоэму, а к центру — вторичную ксилему. Первичная ксилема оттесняется к оси корня, а первичная флоэма — к периферии центрального цилиндра. Вторичное строение корня может быть пучкового или беспучкового типа. Пучковый тип формируется в том случае, если межпучковый камбий, образовавшийся над лучами первичной ксилемы, продуцирует паренхиму сердцевинных лучей, а пучковый камбий, лежащий под флоэмой, — вторичную флоэму и ксилему коллатерального или биколлатерального проводящего пучка. При беспучковом типе — кольцо камбия образует сплошные кольца ксилемы и флоэмы. Кроме того, вторичные преобразования в корне связаны и с деятельностью феллогена. Если он возникает из перицикла, то пробка, образующаяся кнаружи, изолирует первичную кору и та отторгается и слущивается. Если феллоген образуется из паренхимы мезодермы, что встречается редко, то часть первичной коры, лежащая под феллогеном, сохраняется. Покровную тканью корней древесных может быть перидерма или корка. Наличие в центре органа радиального проводящего пучка, склеренхимы или сосудов первичной ксилемы отличает корень от стебля и корневища, у которых центральную часть занимает настоящая сердцевина.

Видоизменения корней. Вследствие выполнения, кроме основных, дополнительных функций, корни способны видоизменяться (рис. 3.4).

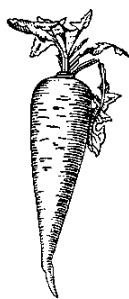
Корнеплод — утолщенный в результате откладывания питательных веществ главный корень (морковь, свёкла, репа и др.).

Корневые шишки (корневые клубни) — утолщения боковых или придаточных корней (георгины, чистяк, любка и др.).

Сократительные корни — корни, способные значительно сокращаться в продольном направлении. Они обеспечивают втягивание нижних частей стебля (луковицы, клубни) в почву, обеспечивая перенесение неблагоприятных условий.

Воздушные корни — корни, возникающие у растений на надземных побегах. Воздушные корни эпифитов являются собирателями атмосферной влаги, так как в силу своего обитания эти растения не получают достаточного количества воды от того субстрата (коры), к которому прикрепляются. Воздушные корни бывают снабжены особым губчатым покровом, всасывающим в себя воду по законам капиллярности.

Ходульные корни — корни, растущие от стебля растения и дающие растению дополнительную поддержку. Эти мощные надземные корни часто поддерживают ствол деревьев над уровнем воды и укрепляют



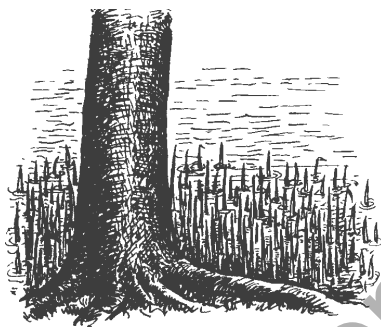
a)



б)



в)



г)



д)



е)

a — корнеплод; *б* — корневые шишки; *в* — воздушные корни; *г* — дыхательные корни;
д — корни-присоски; *е* — ходульные корни

Рисунок 3.4 — Видоизменения корней [2; 7; 8]

растения в иле или в песчаном грунте приливной полосы морских побережий. Встречаются у некоторых травянистых растений, например у маиса и у деревьев, таких, как мангровые.

Дыхательные корни — корни, растущие вертикально вверх и обеспечивающие корневое дыхание растений. Присутствуют у водяных и болотных растений, испытывающих дефицит кислорода в окружающей среде. Эти корни, подобно стеблям, обнаруживают ярко выраженный отрицательный геотропизм; вместо того чтобы углубляться в землю, они растут прямо вверх и выходят из илистой почвы непосредственно в атмосферу или (у водяных растений) перед этим проходят слой покрывающей почву воды. На верхушке такие дыхательные корни несут многочисленные отверстия, сквозь которые воздух проникает в мощно развитую по типу аэренхимы воздухоносную систему таких корней.

Корни-присоски — корни, позволяющие растениям паразитам и полупаразитам внедриться в проводящую систему растения-хозяина.

3.2 Морфологическое и анатомическое строение побега

Побег — надземный осевой орган растения, обладающий способностью неограниченного роста и отрицательным геотропизмом. Побег представляет собой стебель с расположенными на нём листьями и почками (рис. 3.5).

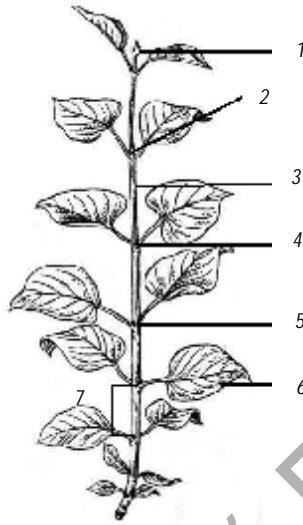
Функции побега: 1) воздушное питание (выполняют в типичном случае вегетативные побеги); 2) увеличение общей фотосинтезирующей поверхности растения за счёт ветвления; 3) накопление запасных питательных веществ; 4) вегетативное размножение.

По характеру расположения в пространстве побеги бывают прямостоячие, лазающие, вьющиеся, ползучие, стелющиеся (рис. 3.6).

Помимо листьев, на стеблях располагаются почки. Почка представляет собой укороченный зачаточный побег.

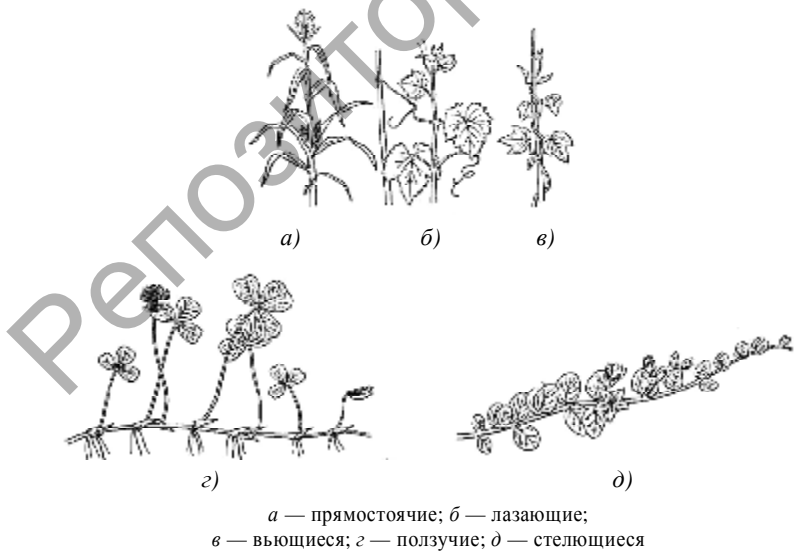
Типы почек по функциям (рис. 3.7):

- 1) вегетативная почка (состоит из конуса нарастания стебля, зачатков листьев и зачатков почек. Она покрыта почечными чешуями);
- 2) генеративная почка (цветочная) (заключает в себе зачаток соцветия или одиночный цветок, прикрытый почечными чешуями);



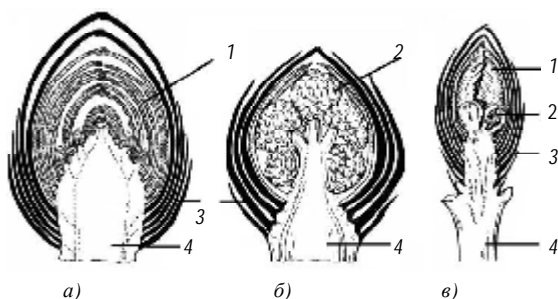
1 — верхушечная почка; 2 — пазуха
 листа; 3 — стебель; 4 — узел; 5 —
 пазушная почка; 6 — лист; 7 — меж-
 доузлие

Рисунок 3.5 — Строение побега [13]



a — прямостоячие; *б* — лазающие;
в — вьющиеся; *г* — ползучие; *д* — стелющиеся

Рисунок 3.6 — Строение побега [13]



a — вегетативная; *б* — генеративная; *в* — вегетативно-генеративная; 1 — зачаточные листья; 2 — зачаточные цветки; 3 — почечные чешуи; 4 — зачаточный стебель

Рисунок 3.7 — Типы почек по функциям [5]

3) вегетативно-генеративная почка (заключает в себе зачаточные листья и почки, а конус нарастания превращён в зачаточный цветок или соцветие).

По месту расположения на растении различают следующие типы почек:

1) верхушечные. Они располагаются на верхушке стебля. Из верхушечной почки образуется главный побег;

2) боковые (пазушные) почки. Они расположены по бокам стебля, над местом прикрепления листа (т. е. в пазухе листа). Из боковых почек формируются боковые побеги, происходит ветвление (т. е. образование системы побегов);

3) придаточные почки. Они располагаются на любой части стебля вне пазухи листа, а также на корнях и листьях. Благодаря придаточным почкам происходит образование побегов при вегетативном размножении.

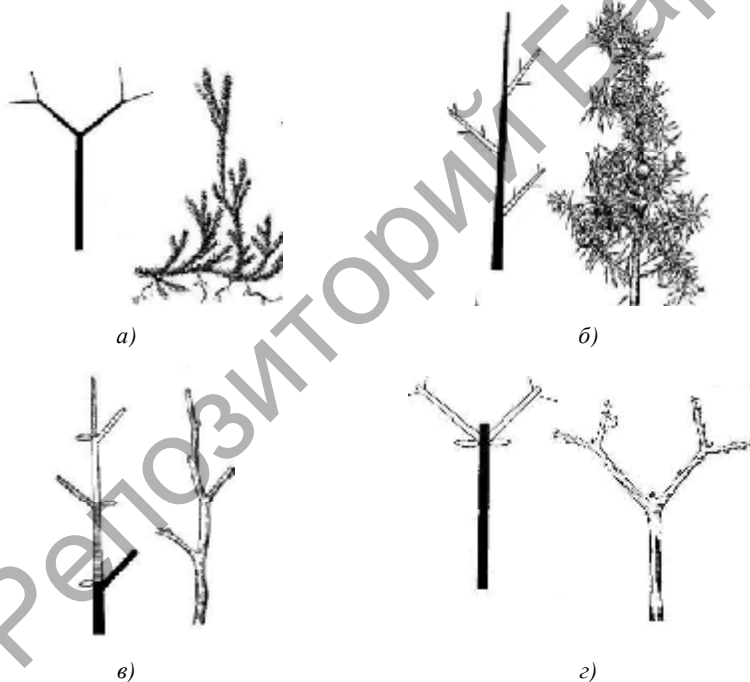
Типы почек по степени их активности:

1. Почки возобновления распускаются через год после формирования. Из них ежегодно образуются новые побеги (у деревьев, кустарников и многолетних трав).

2. Спящие почки — особая категория почек, характерная для деревьев, кустарников и многолетних трав. По происхождению они пазушные или придаточные. Спящие почки могут «спать» (не развиваться) в течение многих лет. Сигналом для «пробуждения» служит повреждение ствола или ветви.

Развитие побега из почки начинается с разрастания листовых зачатков и роста междоузлий. Почечные чешуи быстро засыхают и отпадают при развёртывании почки. От оснований чешуек на побегах остаются рубцы, так называемые почечные кольца. Они располагаются на границе годичных приростов.

Видоизменения побега. *Побег* — многофункциональный и изменчивый орган растения. Основной тип побега зелёного растения — надземный ассимилирующий побег. На своей оси он несёт нормальные зелёные листья. При смене функций может меняться внешний облик и характер роста побегов. Выделяют несколько типов ветвления побегов (рис. 3.8).



a — верхушечное дихотомическое; *b* — боковое моноподиальное;
в — боковое симподиальное; *г* — боковое симподиальное (ложнодихотомическое)

Рисунок 3.8 — Ветвление побегов [2]

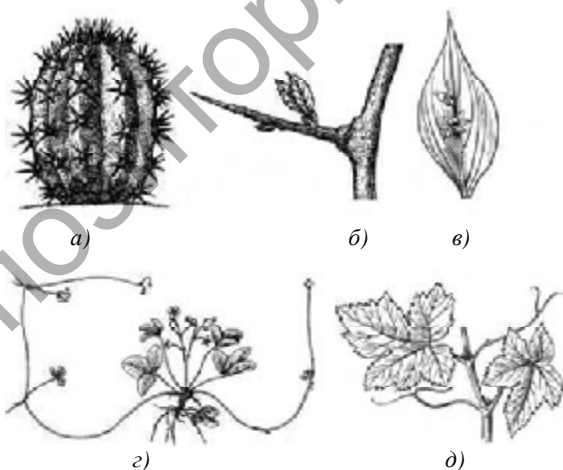
Видоизменения побега возникают в связи с приобретением им специальных, дополнительных функций. В основном видоизменения носят приспособительный характер и связаны с накоплением запаса питательных веществ, вегетативным размножением, защитой от поедания животными и др. Различают *надземные* и *подземные* видоизменения побегов.

Надземные видоизменения побегов (рис. 3.9). Столоны — побеги с длинными тонкими междоузлиями и чешуевидными бесцветными, реже — зелёными, листьями (костяника, лютик ползучий). Недолговечны, служат для вегетативного размножения и расселения. Столоны земляники называют усами.

Колючки выполняют главным образом защитную функцию. Могут быть простыми (неветвящимися) и сложными (ветвящимися) (тёрн, абрикос, облепиха, лимон, боярышник).

Усики развиваются у растений с тонким и слабым стеблем, не способным самостоятельно поддерживать вертикальное положение (арбуз, виноград, циссус).

Кладодии — боковые побеги с зелёными плоскими длинными стеблями, способными к неограниченному росту (спаржа, некоторые кактусы).



a — стеблевые суккуленты; *б* — колючка; *в* — филлокадия;
г — усы земляники; *д* — усики

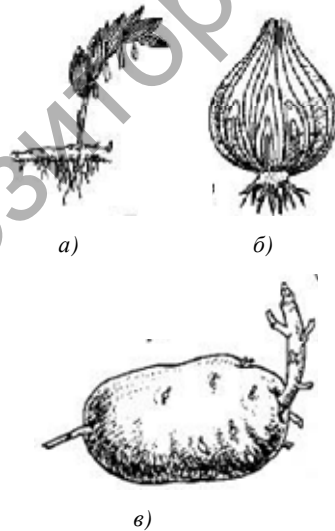
Рисунок 3.9 — Надземные видоизменённые побеги [4]

Филлокладии — боковые побеги с зелёными плоскими короткими стеблями (похожи на листья), имеющие ограниченный рост (иглица). На них образуются чешуевидные листья и соцветия.

Стеблевые суккуленты — мясистые побеги кактусов, молочаев. Выполняют водозапасающую и ассимиляционную функции. Стебли колонновидные, шаровидные или плоские (имеют вид лепёшек). Возникают в связи с редукцией или метаморфозом листьев.

Подземные видоизменения побегов (рис. 3.10). Корневище — многолетний подземный (иногда полупогружённый) побег (пырей ползучий, ландыш, аир и др.). Выполняет функции вегетативного размножения и накопления запаса питательных веществ. Внешне напоминает корень, имеет верхушечную и пазушные почки, редуцированные листья в виде бесцветных чешуй. Из узлов корневища развиваются придаточные корни.

Клубень — видоизменённый побег, состоящий из одного или нескольких метамеров, стебель сильно утолщён. Выполняет запасающую функцию, является органом вегетативного размножения. Клубень представляет собой утолщения подземного побега (картофель, топинамбур, настурция клубненосная).



a — корневище; *б* — луковица; *в* — клубень

Рисунок 3.10 — Подземные видоизменённые побеги [4]

Луковица — укороченный подземный побег (лук, чеснок, лилии и др.). Стеблевая часть луковицы (донце) с сильно укороченными междоузлиями несёт многочисленные сочные видоизменённые листья — чешуи. В чешуях откладываются запасные питательные вещества. В пазухах луковичных чешуй находятся почки, из которых формируются надземные побеги или новые луковицы. На донце образуются придаточные корни. Луковица может быть однолетней (лук, кандык) и многолетней (нарцисс, гиацинт).

Клубнелуковица — укороченный побег, внешне похожий на луковицу (гладиолус, шафран, безвременник). Является промежуточной формой между клубнем и луковицей. Основную массу клубнелуковицы составляет утолщённая стеблевая часть, покрытая чешуевидными сухими листьями. Фактически клубнелуковица — это облиственный клубень.

3.3 Морфологическое и анатомическое строение стебля

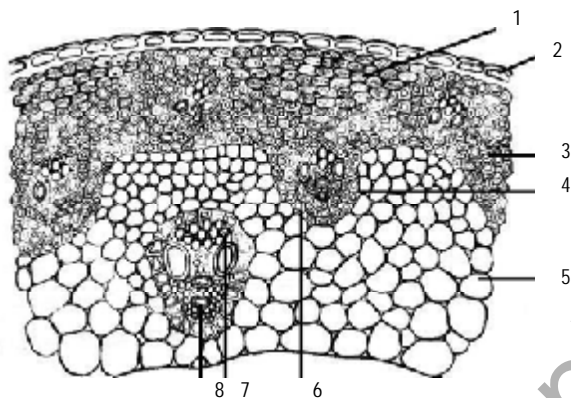
Стебель — это осевая часть побега, несущая листья, цветы, соцветия и плоды.

Функции стебля: 1) обеспечивает наиболее благоприятное для фотосинтеза расположение листьев; 2) является двусторонним проводником растворённых веществ (от корней к листьям, от листьев к другим органам); 3) служит местом хранения запасных питательных веществ; 4) может являться ассимиляционным органом; 5) защищает растение от поедания животными (колючки боярышника, дикой груши и др.); 6) участвует в вегетативном размножении.

Стебли делятся на два типа: *травянистые* (существуют один вегетационный период и имеют слабые утолщения) и *деревянистые* (многолетние, способны утолщаться неопределённо долго).

Строение стебля однодольных растений. В стеблях большинства злаков (однодольные растения) паренхима междоузлий разрушается в процессе роста и образуется крупная центральная полость. Формируется особый тип стебля — соломина — с полыми междоузлиями и узлами, выполненными паренхимой, где сливаются пучки, идущие из листа, пазушных почек и вышележащих междоузлий.

В полой соломине ржи, пшеницы и других злаков проводящие пучки оттеснены к периферии, где располагаются в шахматном порядке (рис. 3.11). Внутренние пучки более крупные, наружные — более



1 — хлорофиллоносная ткань; 2 — эпидерма; 3 — склеренхима; 4 — закрытый, коллатеральный сосудисто-волокнистый пучок; 5 — основная паренхима; 6 — склеренхимная обкладка пучка; 7 — флоэма; 8 — ксилема

Рисунок 3.11 — Схема строения соломины ржи [8]

мелкие, но окружённые мощной склеренхимой. Склеренхимные обкладки пучков сливаются со склеренхимой перицикла, образуя кольцо механической ткани. Хлорофиллоносная паренхима первичной коры с возрастом утрачивает хлоропласт, стенки клеток одревесневают. Одревесневают и эпидерма. Соломина из зелёной становится жёлтой, прочность её возрастает и достигает максимума к моменту созревания зерна, когда стебель выдерживает наибольшие нагрузки. Периферическое положение склеренхимы и одревесневшей паренхимы придаёт прочность полой соломине, обеспечивая её сопротивление на изгиб.

Для стеблей однодольных растений характерно резко выраженное пучковое строение: многочисленные закрытые (без камбия) проводящие пучки рассеяны по всей толще стебля. Пробковый камбий также не образуется, вследствие чего у однодольных растений нет перидермы.

Первичная кора однодольных растений развита слабо, преимущественно паренхимная. Часто здесь развивается и склеренхима. Клетки эндодермы обычно не отличаются от остальных клеток коры, но иногда имеют пятна Каспари на радиальных стенках или подковообразные утолщения. При сильной редукции первичной коры склеренхим-

ный перицикл превращается в субэпидермальные тяжи (в стеблях злаков). Из-за отсутствия камбия вторичное утолщение однодольным растениям несвойственно [8].

Стебли однодольных растений характеризуются первичным строением в течение всей жизни; наличием лишь первичной покровной ткани — эпидермы; слабо выраженной первичной корой; пучковым строением центрального цилиндра; разбросанным расположением коллатеральных проводящих пучков; отсутствием в пучках камбия (пучки закрытые).

Строение стебля двудольных растений. Стебли двудольных растений, в отличие от стеблей однодольных, характеризуются вторичным строением, которое возникает на ранних этапах развития стебля. Для строения стебля двудольных характерна хорошо развитая первичная кора, которая дифференцирована на хлорофиллоносную колленхиму, паренхиму и крахмалоносное влагалище (эндодерму), пучковое или непучковое расположение проводящей системы, наличие камбия и сердцевины.

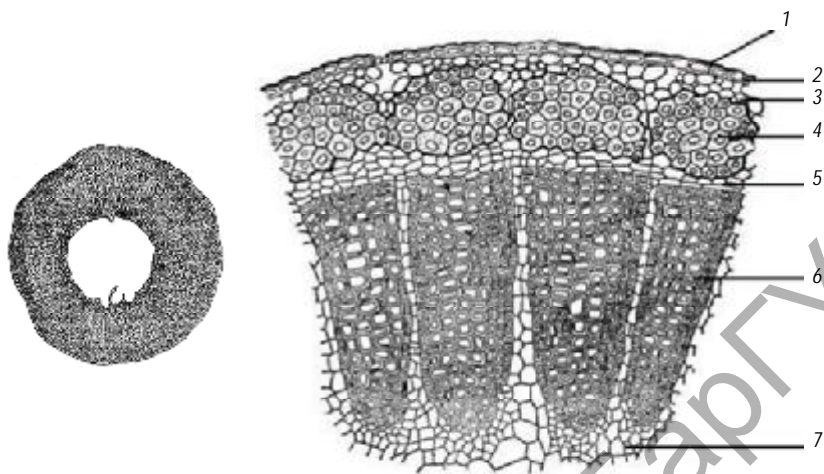
В зависимости от характера заложения в стебле прокамбия, а затем преобразования его в камбий и особенностей его дальнейшего функционирования, различают следующие типы строения стеблей двудольных:

1) непучковый тип — камбий закладывается в виде непрерывного кольца, откладывая сплошные слои вторичных проводящих тканей (стебель льна и липы);

2) переходный тип — закладывается как пучковый, так и межпучковый камбий. Последний образуется из паренхимы и дифференцируется в новые проводящие пучки, которые расположены между более крупными пучками (подсолнечник);

3) пучковый тип — закладывается пучковый и межпучковый камбий. Последний дифференцируется в паренхиму сердцевинных лучей (стебель кирказона).

Особенности *непучкового* строения стеблей трав можно рассмотреть на примере стебля льна (рис. 3.12). Стебель покрыт эпидермой, под которой располагается рыхлая хлорофиллоносная паренхима первичной коры. Большое количество устьиц в эпидерме и отсутствие колленхимы в первичной коре имеют существенное практическое значение, так как во время технической мочки льна вода не встречает препятствий и легко проникает внутрь стебля. Клетки эндодермы более крупные, содержат хорошо заметные крахмальные зёрна.



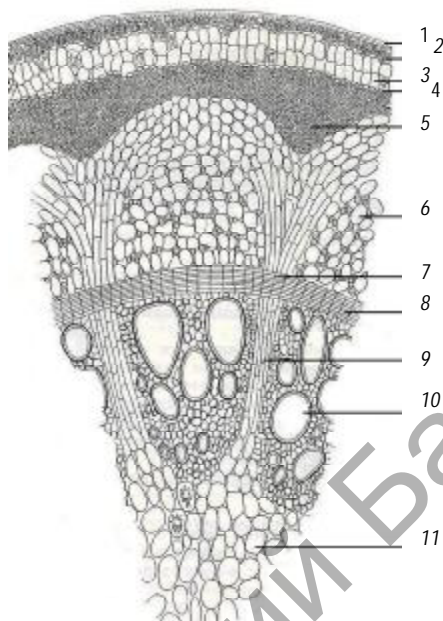
1 — кутикула; 2 — эпидермис; 3 — коровая паренхима; 4 — лубяные пучки; 5 — камбий;
6 — древесина; 7 — сердцевина

Рисунок 3.12 — Анатомическое строение стебля льна-долгунца
(поперечный разрез стебля) [15]

Примыкающий к эндодерме центральный цилиндр начинается группами лубяных волокон, между которыми расположены клетки паренхимы. Волокна возникают из перицикла и в составе первичной флоэмы и отличаются очень толстыми, обычно неодревесневшими стенками, состоящими на 75—90% из целлюлозы. Клетки, образующие одно техническое волокно, очень тесно соединены между собой благодаря большой площади сцепления.

За лубяными волокнами в последовательном порядке располагаются цилиндры (кольца) вторичной флоэмы, камбия, вторичной ксилемы с хорошо заметными сердцевинными лучами. Первичная ксилема расположена участками, примыкающими к сердцевине. Паренхима сердцевины быстро разрушается (в процессе удлинения стебля), образуя центральную полость.

Стебель кирказона имеет *пучковый* тип строения (рис. 3.13). Снаружи он покрыт эпидермисом, под которым расположена первичная кора, состоящая из колленхимы, паренхимы и эндодермы. В клетках колленхимы содержатся хлоропласты, в клетках паренхимы могут накапливаться продукты обмена или запаса, а в эндодерме — крахмальные зёрна.



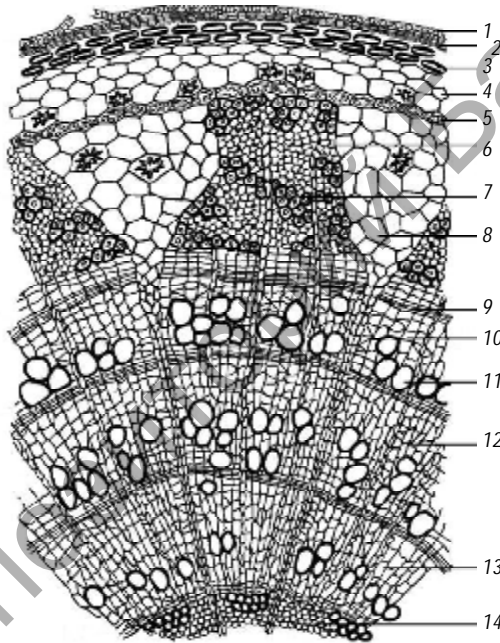
1 — эпидерма; 2 — колленхима; 3 — паренхима коры; 4 — эндодерма; 5 — склеренхима перицикла; 6 — флоэма; 7 — межпучковый камбий; 8 — пучковый камбий; 9 — сердцевинный луч; 10 — ксилема; 11 — паренхима сердцевины

Рисунок 3.13 — Стебель кирказона крупнолистного (поперечный срез) [21]

Центральный цилиндр начинается слоем древесинной склеренхимы перичиклического происхождения. Проводящая система кирказона представлена открытыми коллатеральными проводящими пучками, расположенными по кругу. Первичные флоэма и ксилема, имеющие прокамбиальное происхождение, расположены на периферии пучков. Камбий располагается сплошным слоем, в котором выделяются пучковые и межпучковые участки. Пучковый камбий образует вторичную флоэму и ксилему, а межпучковый камбий дифференцируется в паренхиму сердцевинных лучей.

В центре стебля расположена сердцевина, состоящая из клеток паренхимы, в которых накапливаются продукты обмена.

Стебель липы имеет непучковый тип строения, характерный для древесных растений (рис. 3.14). В стебле выделяют следующие части: перидерму, кору, древесину и сердцевину. Граница коры и древесины проходит по камбию. Кора многолетнего стебля древесного растения включает остатки первичной коры, группы механических элементов различного происхождения и всю массу флоэмы (вторичную флоэму — луб и остатки первичной флоэмы). Луб в стебле липы дифференцирован на мягкий луб, состоящий из ситовидных трубок и паренхимных клеток, и твёрдый луб, представляющий собой совокупность механических элементов вторичной флоэмы, которые пропитываются лигнином.



1 — остатки эпидермы; 2 — пробка; 3 — колленхима; 4 — паренхима коры; 5 — эндодерма; 6 — мягкий луб (ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяная паренхима); 7 — твёрдый луб (лубяные волокна); 8 — сердцевинный луч; 9 — камбий; 10, 12, 13 — первый, второй и третий годовичные приросты соответственно; 11 — весенняя древесина; 14 — паренхима сердцевины

Рисунок 3.14 — Поперечный разрез трёхлетней ветви липы [8]

Вторичную ксилему с несколькими кольцами прироста называют древесиной. Она расположена внутри от камбия и занимает большую часть стебля. Слой древесины, отложенный камбием за один вегетационный период, называется годичным кольцом. Как правило, в годичном кольце выделяют весеннюю и летне-осеннюю древесину.

Сердцевина представлена паренхимными клетками. В радиальном направлении стебель пронизан лубодревесинными (сердцевинными) лучами, первичными и вторичными, осуществляющими связь между всеми зонами стебля [21].

3.4 Морфологическое и анатомическое строение листа

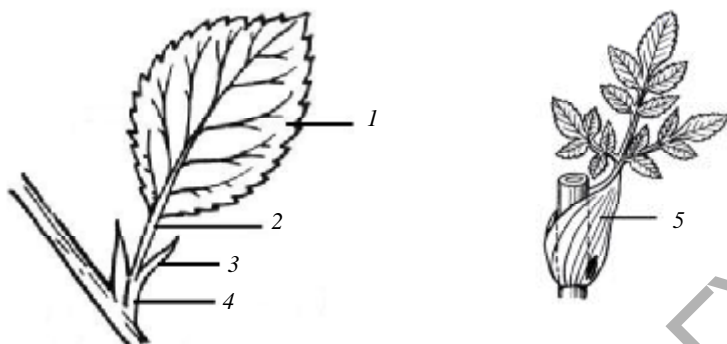
Лист — один из основных вегетативных органов растений, занимающий боковое положение на стебле.

Функции листа: 1) участие в фотосинтезе; 2) транспирация — испарение воды с поверхности листовой пластинки; 3) организация газообмена с окружающей средой через устьичный аппарат; 4) запасаящая (сочные чешуи луковицы); 5) вегетативное размножение (бегония); 6) защитная (колючки молочая, кактуса); 7) ловчая (ловчий аппарат непентеса).

Лист состоит из листовой пластинки, черешка и основания (рис. 3.15).

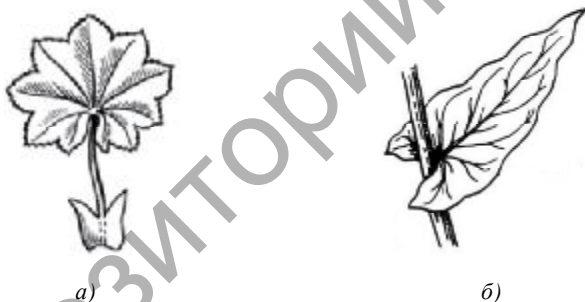
Листья могут прикрепляться к стеблю при помощи черешка (черешковый лист), или же последний может отсутствовать — тогда лист называется сидячим (рис. 3.16).

Листья разнообразны по форме листовой пластинки (рис. 3.17): *округлый* — его длина и ширина примерно одинаковы (осина, груша); *яйцевидный* — основание шире верхушки (крапива двудомная); *линейный* — длина более чем в 10 раз превышает ширину (ежа сборная, тимофеевка луговая); *игольчатый* — длинный и тонкий, твёрдый и колючий (ель, сосна); *ланцетный* — закруглён у основания и имеет наибольшую ширину, верхушка заострённая, по форме напоминает ланцет (некоторые виды гречихи и иван-чай); *ромбический* — имеет большую ширину, равномерно сужается у конца и у основания (амаранта); *стреловидный* — треугольный лист, у которого в нижней части имеются прямые острые лопасти (надводные листья стрелолиста); *копьевидный* — сходен со стреловидным, но нижние лопасти его отогнуты в стороны (у щавелька) и т. д.



1 — листовая пластинка; 2 — черешок; 3 — прилистники; 4 — основание листа; 5 — влагалище

Рисунок 3.15 — Строение листа [21]

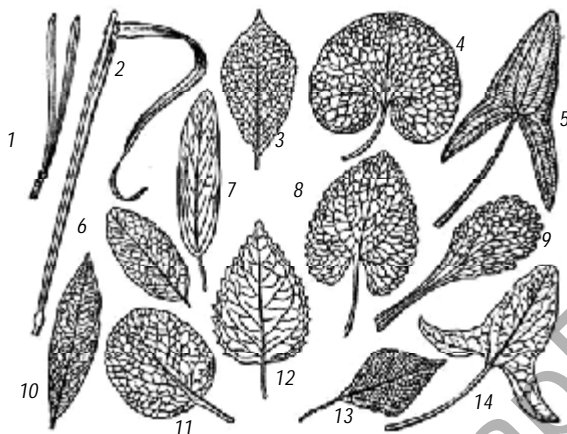


а — черешковый лист; б — сидячий лист

Рисунок 3.16 — Прикрепление листа к стеблю [21]

Листья бывают *простыми* и *сложными*. Простой лист имеет одну листовую пластинку, которая опадает осенью целиком. Сложный лист состоит из нескольких листовых пластинок, прикреплённых к общему черешку при помощи собственных черешочков. Благодаря этому у древесных растений осенью сложный лист опадает частями — вначале поодиночке листочки, потом черешок.








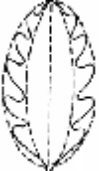
По надрезанности листовой пластинки цельные листья делятся на лопастные, раздельные и рассечённые (табл. 3.1).



1 — игольчатый; 2 — линейный; 3 — обратнояйцевидный;
 4 — почковидный; 5 — стреловидный; 6 — овальный; 7 —
 продолговатый; 8 — сердцевидно-яйцевидный; 9 —
 лопаточный; 10 — ланцетный; 11 — округлый; 12 — яйцевидный;
 13 — ромбический; 14 — копьевидный

Рисунок 3.17 — Различные формы простых листьев [21]

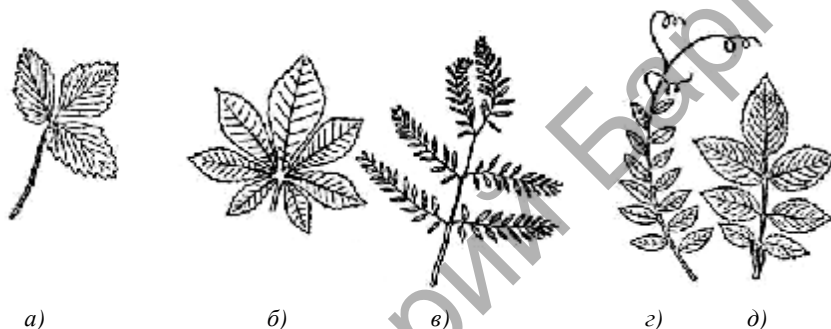
Т а б л и ц а 3.1 — Типы расчленения пластинок простых листьев и классификация сложных листьев

Сложные листья	Простые листья		
	рассечённые	раздельные	лопастные
Пальчато- сложные 			
Перисто- сложные 			

В зависимости от расположения листочков сложные листья делятся на перистосложные — листочки расположены по всей длине общего черешка (у гороха, желтой акации) и пальчатосложные — листочки прикреплены к верхушке общего черешка и расходятся радиально (у конского каштана, люпина, земляники) (рис. 3.18).

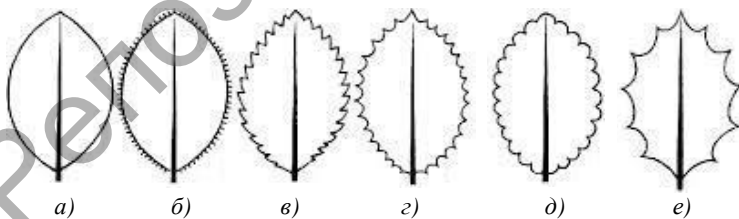
Классифицируются листья и по *форме края* листовой пластинки (рис. 3.19).

Листорасположение — порядок размещения листьев на оси побега (рис. 3.20).



a — тройчатосложный; *б* — пальчатосложный; *в* — двоякоперистосложный; *г* — парноперистосложный; *д* — непарноперистосложный

Рисунок 3.18 — Различные формы сложных листьев [13; 21]



a — цельнокрайный; *б* — реснитчатый; *в* — пильчатый; *г* — зубчатый; *д* — городчатый; *е* — выемчатый

Рисунок 3.19 — Форма края листовой пластинки [6]

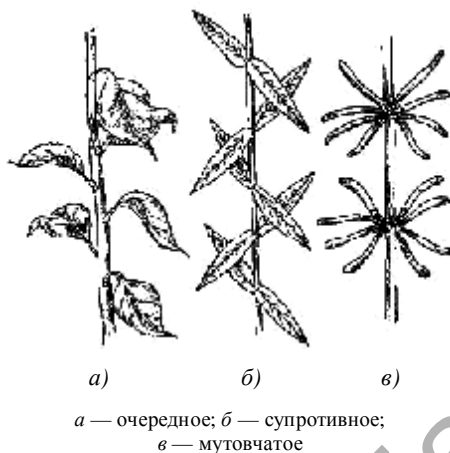
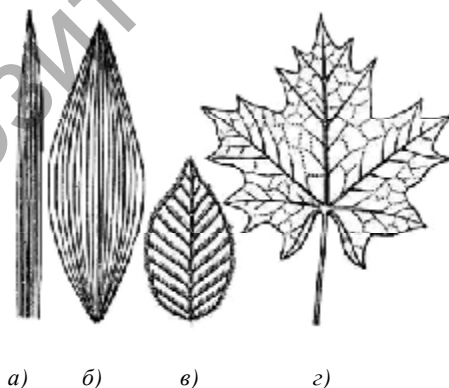


Рисунок 3.20 — Листорасположение [2]

Листовые пластинки в различных направлениях пронизаны многочисленными жилками (рис. 3.21), которые представляют собой сосудисто-волокнистые пучки. По жилкам осуществляется передвижение воды и растворённых в ней минеральных веществ, а также отток ассимиляторов.



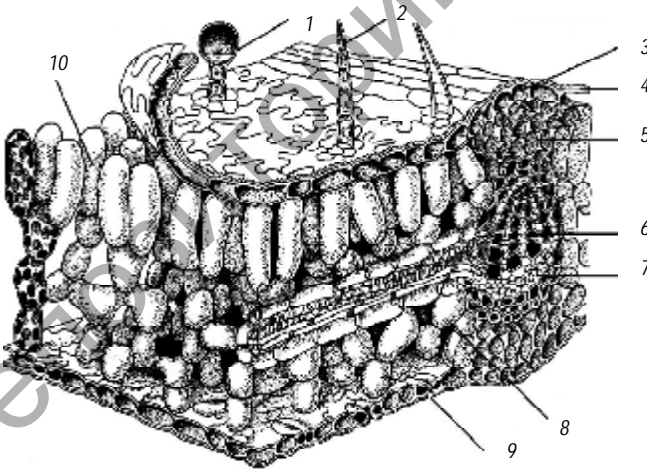
a — параллельное; *б* — дуговидное;
в — перистое; *г* — пальчатое

Рисунок 3.21 — Различные типы жилкования листьев [1]

Анатомическое строение листа отражает его приспособление к выполняемым функциям (рис. 3.22).

Эпидермис покрывает листовую пластинку, регулирует транспирацию и газообмен. В клетках отсутствуют хлоропласты для беспрепятственного проведения солнечного света к основным тканям листа. Эпидермис может покрываться кутикулом — воскоподобным веществом, предохраняющим от перегрева и излишнего испарения; устьица — обеспечивают обмен газами между листом и внешней средой.

Хлорофиллоносная паренхима (хлоренхима) — основная ткань листа (мезофилл), в клетках сосредоточены хлоропласты и происходит фотосинтез; дифференцируется на столбчатый и губчатый мезофилл. Столбчатый — располагается на верхней стороне листа и состоит из одного или нескольких (обычно 2-3) рядов плотно расположенных удлинённых клеток, основная функция которых — фотосинтез; губчатый мезофилл у большинства растений располагается с нижней стороны листа и отличается округлой формой клеток и рыхлым их



1 — железистый волосок; 2 — кроющий волосок; 3 — кутикула; 4 — эпидерма; 5 — колленхима; 6 — ксилема; 7 — флоэма; 8 — губчатая хлоренхима; 9 — устьица; 10 — столбчатая хлоренхима

Рисунок 3.22 — Поперечный срез листовой пластинки [6]

расположением из-за крупных межклетников. Основные функции: газообмен, транспирация, транспорт синтезируемых столбчатым мезофиллом органических веществ, в меньшей степени — фотосинтез.

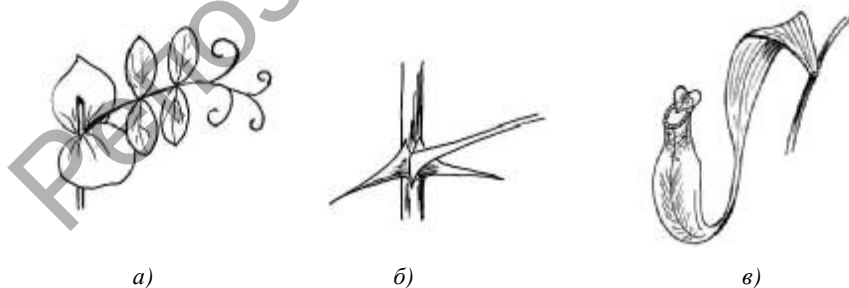
Ксилема и флоэма снабжают лист водой и минеральными веществами и обеспечивают отток продуктов фотосинтеза.

Колленхима и склеренхима, совместно с клетками мезофилла и эпидермиса, обеспечивают определённую структуру и высокую прочность листовой пластинки [16].

Видоизменения листа. Лист — один из самых пластичных органов растения. В процессе приспособления к условиям среды обитания у всего листа или его части может произойти смена главной функции. Это приводит к качественным изменениям во внешнем облике и внутреннем строении листа (рис. 3.23).

Колючки — видоизменение, в основном характерное для растений, обитающих в сухом и жарком климате. Колючки уменьшают транспирацию и защищают растения от поедания животными. Метаморфоз всего листа в колючку характерен для кактусов. У многих астрагалов, эспарцетов в колючку превращается рахис сложного листа, у белой акации — прилистники.

Усики — нитевидные образования, чувствительные к прикосновению и приспособленные для лазания. У вики, чечевицы, гороха в усик преобразуются верхняя часть рахиса и несколько верхних листочков. У чины безлистной все листочки редуцируются, а рахис представляет собой единственный усик (функцию фотосинтеза берут на себя прилистники).



а — усик чины безлистной; б — колючка молочая блестящего;
в — ловчий аппарат непентеса

Рисунок 3.23 — Видоизменения листа [5]

Ловчие аппараты встречаются у растений, произрастающих на бедных минеральными веществами почвах. При помощи ловчих аппаратов росянка в средней полосе, венерина мухоловка в Северной Америке, непентес в тропической Азии используют богатую азотом и фосфором органическую пищу, переваривая животных. Строение ловчих аппаратов различно, но все они способны улавливать и переваривать насекомых и других мелких животных с помощью ферментов, выделяемых особыми пищеварительными железками.

Репозиторий БарГУ

Тестовые задания для самопроверки

Задания с выбором ответов

1. Последовательность расположения тканей (структур) на поперечном срезе стебля липы на стадии первичного роста, начиная с наружной: а) паренхима первичной коры; б) колленхима; в) эпидерма; г) сердцевина; д) прокамбий:

- а) $г-д-б-а-в$;
- б) $в-г-а-б-д$;
- в) $в-а-б-д-г$;
- г) $а-д-б-в-г$.

2. Зона корня, клетки которой практически не делятся, но сильно увеличиваются в размерах:

- а) проведения;
- б) растяжения и дифференцировки;
- в) ассимиляции;
- г) всасывания.

3. Корневые волоски а) являются выростами покровной ткани корня; б) способствуют закреплению растения в почве; в) являются местом синтеза и накопления запасных питательных веществ; г) расположены в зоне поглощения; д) расположены в зоне проведения; е) поглощают органические вещества:

- а) $а, г, е$;
- б) $б, в, д$;
- в) $а, б$;
- г) $а, г$.

4. На продольном разрезе корня покрытосеменных растений выделяют ряд зон. Последовательность этих зон снизу вверх: а) зона роста; б) зона всасывания; в) зона проведения; г) зона корневого чехлика:

- а) $в-б-а-г$;
- б) $г-а-б-в$;
- в) $г-в-а-б$;
- г) $г-а-в-б$.

5. Верным является утверждение:
- а) корнеплод — это утолщённый в результате откладывания питательных веществ главный корень;
 - б) корни могут выполнять функцию фотосинтеза;
 - в) закрепление растения в почве и поглощение из неё растворённых минеральных веществ происходит при помощи воздушных корней;
 - г) по характеру расположения в пространстве побеги бывают прямостоячие, лазающие, вьющиеся, ползучие и летучие.

6. Правильно составленная пара, отражающая взаимосвязь между вегетативным органом и выполняемой им функцией:

- а) лист — организация фотосинтеза, транспирации и газообмена;
- б) десятилетний стебель сосны обыкновенной — вегетативное размножение;
- в) надземный побег лилии кудреватой — закрепление растения в субстрате.

7. Лист растений:

- а) выполняет функцию закрепления растения в субстрате;
- б) не имеет склеренхимных волокон;
- в) имеет устьица в составе столбчатого мезофилла;
- г) может быть покрыт слоем воскоподобного вещества — кутина.

8. Корень большинства цветковых растений а) имеет центральный цилиндр; б) может видоизменяться в колючки; в) обеспечивает размножение при помощи спор; г) осуществляет пластический обмен; д) имеет корневой чехлик:

- а) а, в, д;
- б) б, г, д;
- в) а, д;
- г) а, г.

9. Верным является утверждение:

- а) примером корневых шишек являются видоизменения корня моркови, георгины, репы;
- б) побег обладает ограниченным ростом и положительным геотропизмом;

- в) клевер пашенный обладает ползучим побегом;
- г) колючки являются видоизменением побега и выполняют функцию фотосинтеза.

10. Луковица:

- а) подземный укороченный побег с сочными листьями, прикреплёнными к короткому стеблю (донцу);
- б) видоизменённый побег с сильно утолщённым стеблем, в котором накапливаются запасные питательные вещества;
- в) вегетативный орган растения, занимающий боковое положение на стебле и выполняющий функции фотосинтеза, транспирации, газообмена;
- г) сердцевидная часть подземного побега, служащая для семенного размножения.

11. Верное утверждение, объединяющее нижеперечисленные растения: непентес, венерина мухоловка, росянка английская:

- а) запасные питательные вещества откладываются в видоизменённых листьях;
- б) встречаются на территории Южной и Центральной Америки;
- в) не участвуют в пластическом обмене;
- г) растения, произрастающие на субстратах, бедных минеральными веществами, и использующие богатую азотом и фосфором органическую пищу животного происхождения.

12. Стебель древесного цветкового растения: а) в состав луба входят трахеиды, выполняющие опорную и проводящую функции; б) растёт в толщину за счёт деления клеток камбия; в) является органом полового размножения; г) обеспечивает увеличение площади ассимилирующей поверхности растения путём ветвления; д) в сердцевине могут откладываться запасные питательные вещества:

- а) а, б, д;
- б) в, г, д;
- в) б, г, д;
- г) б, д.

13. Верным является утверждение:

- а) у растений в весенний период образуются исключительно вегетативные почки;

- б) корневище — многолетний подземный побег, выполняющий функцию вегетативного размножения;
- в) в побеге не происходит накопление запасных питательных веществ;
- г) стебель не может являться ассимиляционным органом.

14. Стебель цветковых растений а) является генеративным органом; б) участвует в проведении органических веществ; в) может содержать хлоропласты; г) имеет корневые волоски; д) имеет междоузлия:

- а) б, в, д;
- б) а, б, д;
- в) д;
- г) а, з.

15. У растений с мочковатой корневой системой а) хорошо выражен главный корень; б) главный корень не развит или слабо выражен; в) проведение воды осуществляется при помощи ситовидных трубок и клеток-спутниц; г) в сердцевине имеется колленхима; д) жилкование листьев может быть дуговидным:

- а) б, з, д;
- б) а, в, д;
- в) б, в;
- г) б, д.

16. Верным является утверждение:

- а) лист — это один из основных вегетативных органов растений, занимающий боковое положение на стебле и выполняющий исключительно функцию фотосинтеза;
- б) транспирация — одна из функций корня;
- в) стебель осуществляет двустороннее проведение растворённых веществ (от корней к листьям, от листьев к другим органам);
- г) листья по характеру прикрепления к стеблю подразделяются на черешковые, сидячие, висячие.

17. Верным является утверждение:

- а) лист — это один из основных генеративных органов растений;
- б) фотосинтез — один из физиологических процессов, протекающих в корне;

- в) стебель осуществляет проведение растворённых веществ от корней к листьям;
- г) листья по характеру прикрепления к стеблю подразделяются на черешковые, сидячие, прямостоячие.

18. На схеме анатомического строения древесного растения знаком «?» обозначена структура:



- а) эпидермис;
- б) сердцевина;
- в) камбиальное кольцо;
- г) пробковый камбий.

19. Суккуленты:

- а) растения, выделяющие ядовитые вещества межклетниками;
- б) побеги, не обладающие способностью к вегетативному размножению;
- в) растения, произрастающие в условиях недостаточного количества влаги и имеющие вегетативные органы, способные запасать воду.

20. Верным является утверждение:

- а) дихотомическое ветвление — ветвление, при котором верхушка главной оси побега делится на две точки роста, образуя два побега, каждый из которых, в свою очередь, делится ещё на два;
- б) по характеру расположения побега в пространстве земника лесная имеет прямостоячий побег;
- в) травянистый стебель существует на протяжении нескольких лет и способен утолщаться неопределённо долго;

- г) кочан белокочанной капусты представляет собой метаморфизированный гигантский корнеплод.

21. Последовательность расположения тканей в стебле древесного двудольного растения, начиная с наружной: а) пробка; б) первичная кора; в) пробковый камбий; г) ксилема; д) флоэма:

- а) $z-d-b-v-a$;
б) $a-b-v-z-d$;
в) $b-a-v-d-z$;
г) $a-v-b-d-z$.

22. Корень цветковых растений а) является вегетативным органом; б) участвует в проведении органических веществ; в) может содержать гаметы; г) имеет хлорофиллоносную паренхиму; д) принимает активное участие в фотосинтезе:

- а) б, в, д;
б) а, б, д;
в) а, б;
г) в, з.

23. Верным является утверждение:

- а) основной функцией корневых волосков является закрепление растения в субстрате;
б) на клубне, видоизменённом побеге с сильно утолщённым стеблем, могут развиваться верхушечные и боковые почки;
в) на поперечном срезе листа сирени можно выявить столбчатую (палисадную), губчатую и летучую паренхиму;
г) симподиальное ветвление — ветвление, при котором верхушка главной оси побега делится на две точки роста, образуя два побега, каждый из которых, в свою очередь, делится ещё на два.

24. Усики цветковых растений а) являются видоизменённым листом; б) присутствуют у подорожника; в) служат для образования гамет; г) присутствуют у лазящих растений; д) участвуют в поглощении воды и растворённых в ней минеральных веществ:

- а) б, в, д;
б) б, в, з;

- в) а, б;
- г) а, з.

25. Двумя верными утверждениями являются:

- а) у большинства растений корневые волоски поглощают органические вещества из субстрата;
- б) при очередном листорасположении один узел несёт один лист;
- в) годовые кольца образованы камбием в результате различной его сезонной активности;
- г) в цветочных почках имеются исключительно зачатки листьев.

26. Стебель древесного цветкового растения: а) в состав луба входят ситовидные трубки и клетки-спутницы; б) растёт в толщину за счёт деления клеток ксилемы; в) является органом вегетативного размножения; г) в состав сердцевины входят сосуды; д) в сердцевине могут откладываться продукты азотистого обмена:

- а) в, з, д;
- б) а, б, д;
- в) б, з, д;
- г) а, в.

27. Верным является утверждение:

- а) различают три основных типа корневых систем: стержневую, мочковатую, лохматую;
- б) на поперечном срезе ветки десятилетней липы можно выявить эпидермис;
- в) при округлой форме листовой пластинки её длина и ширина примерно одинаковы (осина, груша);
- г) дуговидное жилкование — жилкование, при котором многочисленные жилки тянутся от основания листовой пластинки параллельно друг другу и сближаются на верхушке (например, злаки).

28. Листья большинства цветковых растений а) располагаются супротивно; б) могут видоизменяться в луковицы; в) обеспечивают половое размножение; г) осуществляют транспирацию; д) имеют хитинизированную кутикулу:

- а) а, в, д;

- б) б, в, г;
- в) д;
- г) з.

29. Последовательность расположения тканей (структур) на поперечном срезе стебля трёхлетней липы, начиная с внутренней: а) луб; б) древесина; в) камбий; г) сердцевина; д) пробка:

- а) а—б—в—г—д;
- б) г—б—в—а—д;
- в) а—б—в—г—д;
- г) д—а—в—б—г.

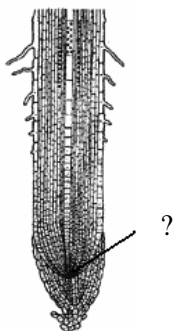
30. Двумя неверными утверждениями являются:

- а) у большинства цветковых растений функцию проведения воды осуществляют сосуды ксилемы;
- б) лист выполняет функцию прикрепления растения к субстрату;
- в) ползучие побеги прикрепляются к субстрату при помощи придаточных корней;
- г) в вегетативных почках формируются зачатки главного корня.

31. Верным является утверждение:

- а) супротивное расположение листьев на стебле — расположение, при котором из одного узла отходит не менее трёх листьев (например, вороний глаз, вербейник обыкновенный, хвощи);
- б) основной функцией сердцевины дерева является механическая;
- в) корневище — подземный укороченный побег с сочными листьями и донцем;
- г) для восполнения недостатка питательных веществ (главным образом — азота) у отдельных растений формируются ловчие аппараты при видоизменении листьев.

32. На схеме продольного строения кончика корня знаком «?» обозначена структура:



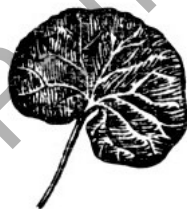
- а) корневые волоски;
- б) клетки корневого чехлика;
- в) апикальная меристема;
- г) клетки прокамбия.

33. Корневой чехлик а) защищает нежные клетки апикальной меристемы от механических повреждений; б) может видоизменяться в ксилему; в) способствует проникновению в корень полезных бактерий; г) осуществляет транспирацию; д) способствует продвижению корня в почве:

- а) б, в, з;
- б) а, в, д;
- в) з, д;
- г) д.

Задание на соответствие

34. Соответствие между формой листовой пластинки и её названием:



а)



б)



в)

- 1) округлый;
- 2) почковидный;
- 3) стреловидный.

35. Соответствие между структурами и их основными характеристиками:

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1) корневище; | а) узкая стеблевидная часть листа между листовой пластинкой и узлом побега; |
| 2) луковица; | б) мякоть листа, в клетках которой сосредоточены хлоропласты и происходит фотосинтез; |
| 3) хлорофиллоносная паренхима; | в) структура, отличающаяся от корня горизонтальным расположением, наличием чешуевидных листьев, почек и придаточных корней; |
| 4) черешок; | г) подземный укороченный побег с сочными листьями, прикрепленными к донцу. |

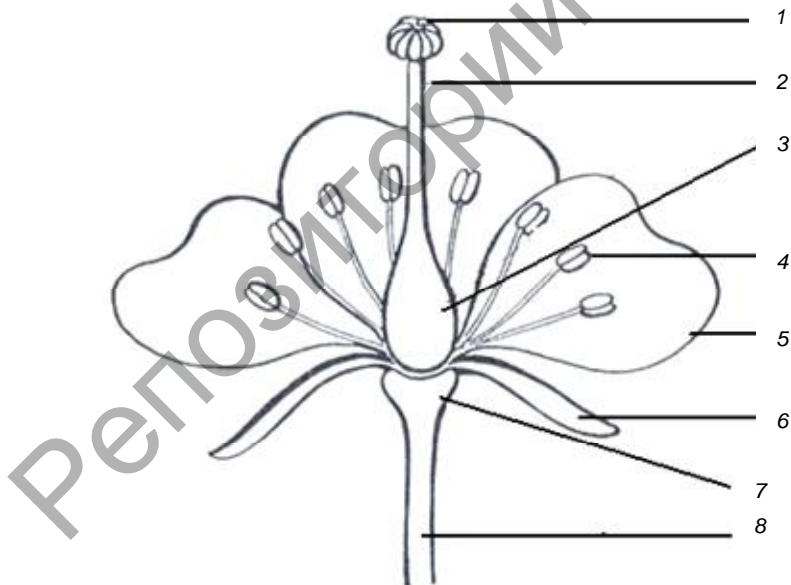
Репозиторий БГАТУ

4 РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ

4.1 Морфология цветка

Цветок — это репродуктивный орган покрытосеменных растений, в котором происходит образование спор и гамет, процессы опыления и оплодотворения с последующим формированием семян и плодов (рис. 4.1).

Цветок крепится к стеблю с помощью *цветоножки*, выходящей из пазухи прицветного листа, который называется *прицветником*. При отсутствии цветоножки цветок называют сидячим. Верхняя расширенная часть цветка, которая является его осью и на которой расположены все остальные его части, называется *цветоложем*. Оно может иметь различную форму: плоскую (пион), выпуклую (лютик). У представителей семейства розовых происходит срастание цветоложа с основаниями чашелистиков и тычинок, в результате чего формируется *гипантий*.



1 — рыльце; 2 — столбик; 3 — завязь; 4 — тычинки; 5 — лепестки;
6 — чашелистики; 7 — цветоложе; 8 — цветоножка

Рисунок 4.1 — Схема строения цветка [28]

Околоцветник является стерильной частью цветка и выполняет прежде всего защитную функцию для фертильной части цветка — тычинок и пестиков. Форма околоцветника, характер расположения и срастания его частей определяют симметрию цветка. Цветок может быть актиноморфным, или правильным, если через него можно провести две и более плоскости симметрии (капуста, яблоня, картофель). Неправильный, или зигоморфный, цветок имеет одну плоскость симметрии (горох, яснотка). Если через цветок нельзя провести ни одной плоскости симметрии, его называют асимметричным (валериана).

Околоцветник может быть двойным и простым. Двойной состоит из чашечки и венчика. Простой не дифференцирован на чашечку и венчик и состоит из однородных элементов. При этом он может состоять из зелёных листочков и называется чашечковидным (крапива) или его элементы могут быть окрашены в яркий цвет, и тогда его называют венчиковидным (тюльпан).

Чашечка образует наружный круг околоцветника и состоит из чашелистиков (см. рис. 4.1). Чашелистики окрашены, как правило, в зелёный цвет, и их размеры меньше лепестков. Чашелистики могут быть свободными (капуста) или могут срастаться, формируя при этом трубчатую (каланхоэ), колокольчатую (колокольчик), двугубую (шлемник) и другие формы. Иногда чашелистики могут располагаться в два круга, и наружный круг называют подчашием (земляника).

Чашечка защищает цветок до распускания бутона, в ней происходит фотосинтез, и она может сохраняться при плодах, защищая их (яснотка) или способствуя распространению (одуванчик, череда).

Венчик — самая заметная и привлекательная часть цветка, состоящая из лепестков, окрашенных в разнообразные цвета и имеющих различные размеры и формы. Окраску лепестков обеспечивает присутствие в них пигментов: антоциана (розовая, красная, синяя, фиолетовая), антохлора (лимонно-жёлтая), антофеина (коричневая) и каротиноидов (жёлтая, оранжевая). Венчик защищает тычинки и пестики цветка от неблагоприятных внешних воздействий и своей яркой окраской привлекает насекомых-опылителей.

Венчик может быть раздельнолепестным (лютик, яблоня) и сростнолепестным (картофель, шалфей). В сростнолепестных венчиках выделяют трубку (нижняя часть), отгиб (верхняя часть, расположенная перпендикулярно к трубке) и зев (место перехода трубки в отгиб). Лепестки в составе венчика могут иметь одинаковую форму и размеры, формируя актиноморфные цветки земляники, картофеля, или их

форма и размеры значительно различаются, образуя зигоморфный венчик у гороха или янотки.

Андроцей — это совокупность тычинок цветка, которые являются носителями мужской наследственности. Их может быть от одной (у представителей орхидных) до неопределённого количества (у лютиковых). Тычинки могут быть свободными или сросшимися. В зависимости от характера срастания различают андроцей однобратственный (все тычинки срастаются в одну группу (подсолнечник)); двубратственный (тычинки срастаются в две группы (у гороха девять тычинок срастаются, а одна свободная)); многобратственный (тычинки срастаются в несколько групп (огурец) или все тычинки свободные (лютик)). Тычинки могут иметь равные тычиночные нити или существенно различаться по длине. У янотковых две тычинки длиннее двух других и андроцей называется двусильным. У капустных из шести тычинок четыре более длинные, и поэтому андроцей у них называют четырёхсильным.

Гинецей — это совокупность плодолистиков, или карпелл, в цветке, которые в результате своего срастания образуют один или несколько пестиков. Пестик, образованный одним плодолистиком, называется апокарпным, а пестик, образованный двумя или более плодолистиками, — ценокарпным. Пестики являются носителями женской наследственности. В строении большинства пестиков можно выделить рыльце, столбик и завязь. Рыльце представлено самой верхней и расширенной частью пестика, предназначенной для улавливания пыльцы. Рыльце осуществляет сложное биохимическое взаимодействие с попадающей на него пыльцой, в результате чего стимулирует или ингибирует прорастание пыльцы.

Столбик соединяет завязь и рыльце. Он имеет цилиндрическую форму, а его размеры зависят от особенностей строения цветка и способа опыления. У некоторых растений (мак) столбик не выражен и рыльце называют сидячим.

Завязь — это нижняя расширенная часть пестика, в которой расположены семязачатки. Она является влажной камерой, предохраняя семязачатки от неблагоприятных внешних воздействий. По расположению относительно цветоложа различают верхнюю, нижнюю и полунижнюю завязи. Верхняя завязь крепится к цветоложу только своей нижней частью, не срастаясь с другими частями цветка (горох, вишня). Нижняя — характеризуется срастанием стенок завязи с цветоложем, основанием околоцветника и тычинок (огурец, яблоня). При полунижней — гинецей срастается с частями цветка до половины завязи (камнеломка, бузина).

Формула цветка — это краткое описание его строения с помощью букв латинского алфавита, цифр и символов. При написании формулы необходимо обозначить наличие тычинок и пестиков в цветке:

♂ — цветок мужской (содержит только тычинки);

♀ — цветок женский (содержит только плодолистики);

♂♀ — цветок обоеполый.

Затем обозначаем симметричность цветка:

* — у цветка есть несколько плоскостей симметрии (правильный, или актиноморфный, цветок);

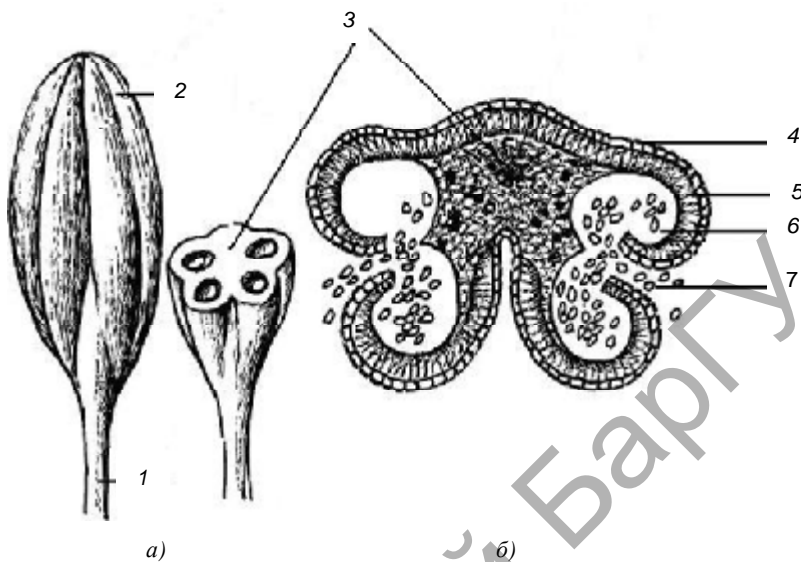
↑ — у цветка есть только одна плоскость симметрии (неправильный, или зигоморфный, цветок).

Чашечка (calyx) обозначается **Ca**, венчик (corolla) — **Co**, простой околоцветник (perigonium) — **P**, тычинки (androceum) — **A**, плодолистики (gynoecium) — **G**.

После буквенного обозначения частей цветка с помощью цифрового индекса необходимо отобразить количество элементов, входящих в их состав. Например, чашечка состоит из пяти чашелистиков: Ca_5 . Если элементы частей цветка сростаются, то цифровой индекс берётся в скобки. Если элементы, образующие часть цветка, значительно различаются по своим размерам или расположены в разных циклах (кругах), запись ведётся в виде суммы. Например, венчик гороха состоит из пяти лепестков, из которых один крупный (парус), два меньших размеров и свободных (вёсла) и два нижних сростаются (лодочка). В формуле такое строение венчика необходимо записывать следующим образом: $Co_{1+2+(2)}$. Тычинок в цветке гороха десять, девять сростаются своими тычиночными нитями, а одна свободная — $A_{1+(9)}$. Пестик один, и он образован одним плодолистиком с верхним положением завязи. В итоге формула цветка гороха будет выглядеть так: $\uparrow Ca_{(5)} Co_{1+2+(2)} A_{1+(9)} G_1$.

4.2 Строение тычинки и развитие пыльцы

Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника (рис. 4.2). *Тычиночная нить* соединяет пыльник и цветоложе, обеспечивая поступление питательных веществ по проводящему пучку, расположенному в её центре.



а — схема строения тычинки; б — строение пыльника в разрезе; 1 — тычиночная нить; 2 — пыльник; 3 — связник; 4 — эпидерма; 5 — фиброзный слой; 6 — пыльцевое гнездо; 7 — созревшая пыльца

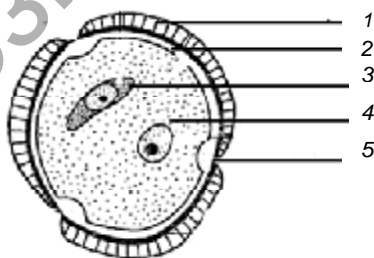
Рисунок 4.2 — Схема строения тычинки и пыльника [2]

Пыльник имеет две половинки (теки), соединённые связником, который является продолжением тычиночной нити. Каждая тека содержит по два пыльцевых гнезда. В пыльцевых гнёздах происходит микроспорогенез и микрогаметогенез. На ранних стадиях онтогенеза пыльник состоит из однородных клеток, покрытых эпидермой (см. рис. 4.2). Под эпидермой путём деления клеток и их дифференциации формируются три слоя клеток: фиброзный, дегенерирующий и тапетальный. Фиброзный слой расположен непосредственно под эпидермой, он состоит из крупных клеток со спирально утолщёнными стенками, что способствует вскрытию пыльника. Дегенерирующий слой состоит из тонкостенных клеток, содержимое которых идёт на питание развивающихся спор. Тапетальный, или выстилающий, слой расположен кольцом вокруг гнёзд пыльника, заполненных спорогенной тканью. К моменту созревания пыльцы дегенерирующий и тапетальный слои часто не обнаруживаются.

Микроспорогенез — это процесс формирования микроспор. Клетки спорогенной ткани после ряда митотических делений формируют микроспороциты. Диплоидные клетки микроспороцитов делятся мейозом, и в результате деления из каждой образуется четыре гаплоидных микроспоры. Последние обособляются друг от друга и формируют оболочки клеток — спородермы.

Микрогаметогенез — это процесс развития из микроспоры мужского гаметофита (пыльцевого зерна). Развитие пыльцевого зерна из микроспоры происходит без нарушения споровых оболочек. Ядро гаплоидной клетки делится митозом на два, а содержимое клетки распределяется неравномерно, и в результате формируется одна большая (клетка пыльцевой трубки) и вторая маленькая клетка (генеративная) (рис. 4.3). Пыльцевое зерно, которое является мужским гаметофитом, у большинства покрытосеменных состоит из двух клеток, покрытых спородермой. Из клетки пыльцевой трубки, которую называют вегетативной, при прорастании пыльцы формируется пыльцевая трубка, а генеративная клетка путём деления митозом образует два спермия. У некоторых видов растений образование спермиев путём деления генеративной клетки происходит в пыльцевых гнездах до опыления.

Спородерма пыльцевого зерна состоит из двух слоёв: экзины и интины. Экзина является наружным слоем, содержащим стойкие углеводы спорополленины, нерастворимые в кислотах и щелочах. Она придаёт пыльце различную форму, может формировать выросты, обеспечивая видоспецифичность строения пыльцевых зёрен. Для выхода пыльцевой



1 — экзина; 2 — интина; 3 — генеративная клетка; 4 — вегетативная клетка; 5 — апертура

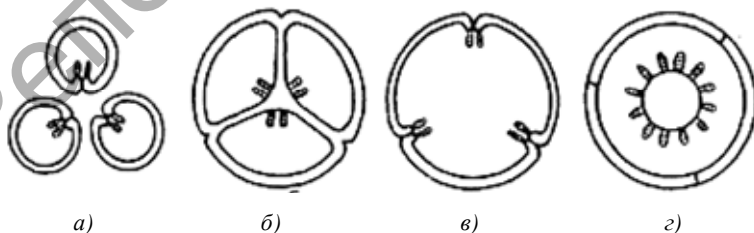
Рисунок 4.3 — Строение пыльцевого зерна [28]

трубки в экзине имеются апертур (проростковые поры). Интина — это внутренний слой спородермы, состоящий преимущественно из пектиновых веществ, достаточно тонкий по своей структуре и образующий пектиновые пробки в местах расположения апертур экзины.

4.3 Типы гинецеев и развитие семязачатка

Пестик, образованный одним плодолистиком, называется *апокарпным*. При этом пестик в цветке может быть один (цветок гороха), или пестиков может быть много (цветок магнолии). У значительного количества растений в цветках формируется по одному пестику, образованному несколькими плодолистиками, и гинецей при этом называют *ценокарпным*. Количество плодолистиков, которые участвовали в образовании пестика, можно определить по количеству столбиков, по количеству рылец или их лопастей, по количеству швов срастания на стенках завязи. В зависимости от характера срастания плодолистиков, различают несколько типов ценокарпных гинецеев: синкарпные, паракарпные и лизикарпные (рис. 4.4).

Синкарпный гинецей формируется в результате срастания каждого плодолистика своими краями и срастания друг с другом боковыми поверхностями. При этом образуется многогнездная завязь с количеством гнезд, соответствующим количеству плодолистиков. Семязачатки расположены в центре завязи во внутренних углах, в связи с чем диагностируется центрально-угловая плацентация (картофель, яблоня).



a — апокарпный; *б* — синкарпный; *в* — паракарпный; *г* — лизикарпный

Рисунок 4.4 — Типы гинецеев [2]

Паракарпный гинецей формируется в том случае, когда плодолистки прирастают друг к другу краями, не образуя отдельные камеры. Завязь при этом одногнёздная, с постенной плацентацией семязачатков (мак, тыква).

Лизикарпный гинецей начинает своё развитие как синкарпный, за счёт чего семязачатки перемещаются в центр, а затем радиальные перегородки лизируются (рассасываются). В результате формируется одногнёздная завязь с центрально-колончатой плацентацией семязачатков (первоцвет, дрёма).

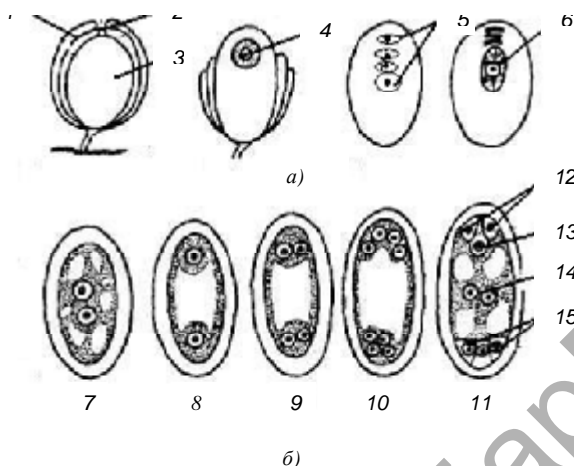
Семязачатки — это небольшие структуры, расположенные у покрытосеменных в завязи пестика, в которых происходит мегаспорогенез, мегагаметогенез, процесс оплодотворения с последующим развитием в семя. Место прикрепления семязачатка к плодолистку называется плацентой.

Семязачаток развивается из меристематического бугорка, возникающего на плодолистке. Вначале формируется *нуцеллус* (гомолог мегаспорангия), покрытый двумя *интегументами* (покровами) семязачатка, которые на верхушке образуют *пыльцевход* (микропиле) (рис. 4.5, а).

Развивающийся семязачаток имеет *семяножку*, посредством которой он крепится к плаценте, *халазу* — противоположную пыльцевходу часть семязачатка, *рубчик* — место прикрепления семязачатка к семяножке. В зависимости от взаимного расположения частей семязачатка, выделяют его следующие типы: прямой, обратный, полуповёрнутый, односторонне изогнутый, двусторонне изогнутый.

Мегаспорогенез начинается с обособления из нуцеллуса археспориальной клетки, которая имеет диплоидный набор хромосом и становится материнской клеткой мегаспор (см. рис. 4.5, а). В результате мейотического деления из неё образуется четыре гаплоидные мегаспоры, расположенные линейно от пыльцевхода к халазе. Четыре из них дегенерируют (рассасываются), а одна, расположенная обычно ближе к центру нуцеллуса, начинает делиться, формируя *зародышевый мешок* — женский гаметофит.

Процесс формирования зародышевого мешка называется гаметогенезом (рис. 4.5, б). Мегаспора разрастается, увеличиваясь в размерах. Гаплоидное ядро мегаспоры делится митозом с одновременной поляризацией клетки и смещением ядер к полюсам. У каждого полюса ядра делятся дважды, и у каждого полюса образуется по четыре гаплоидных ядра. С каждого полюса одно ядро перемещается в центр клетки, эти

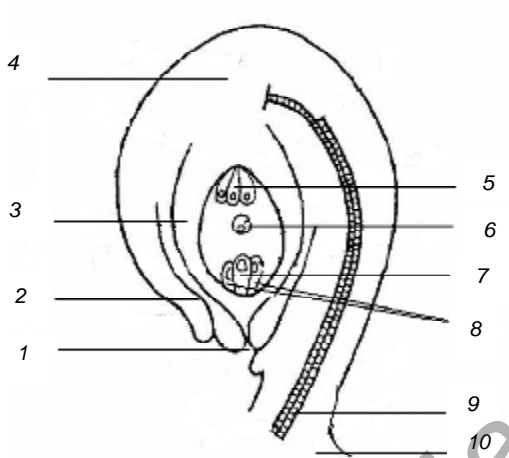


1 — покровы; 2 — пыльцевход; 3 — нуцеллус; 4 — археспориальная клетка; 5 — четыре мегаспоры; 6 — мегаспора; 7 — первое деление ядра мегаспоры; 8 — поляризация клетки; 9 — второе деление ядра мегаспоры; 10 — третье деление ядра мегаспоры; 11 — зародышевый мешок; 12 — синергиды; 13 — яйцеклетка; 14 — ядро центральной клетки; 15 — антиподы

Рисунок 4.5 — Начало развития семязачатка и мегаспорогенез (а); развитие зародышевого мешка (б) [2]

ядра называют полярными, после слияния они образуют диплоидное ядро центральной клетки зародышевого мешка. У каждого полюса зародышевого мешка остается по три ядра, которые обособляются и дифференцируются. Из трех клеток, расположенных ближе к пыльцевходу, выделяется более крупная — *яйцеклетка*, а две соседние становятся *синергидами*, которые выполняют вспомогательную функцию при оплодотворении. Яйцеклетка вместе с синергидами образуют яйцевой аппарат. На противоположной, хазальной, стороне зародышевого мешка три обособленные гаплоидные клетки составляют группу антипод, которые после оплодотворения рассасываются [2].

Таким образом, женский гаметофит покрытосеменных растений сильно редуцирован и представлен зародышевым мешком (рис. 4.6), состоящим из яйцевого аппарата (яйцеклетка и две синергиды), расположенного ближе к пыльцевходу; из трёх антипод, расположенных на хазальном полюсе; из ядра центральной клетки (вторичное ядро), расположенного в центре зародышевого мешка, и имеющего диплоидный набор хромосом, так как сформировалось в результате слияния двух гаплоидных полярных ядер.



1 — пыльцевход; 2 — интегументы; 3 — нуцеллус;
 4 — халаза; 5 — антиподы; 6 — ядро центральной клетки;
 7 — яйцеклетка; 8 — синергиды; 9 — проводящий
 пучок; 10 — плацента

Рисунок 4.6 — Строение семязачатки [2]

4.4 Соцветия

У многих растений цветки располагаются одиночно, и при этом они имеют, как правило, значительные размеры (магнолия, мак, тюльпан). У большинства покрытосеменных цветки расположены в соцветиях. **Соцветием** называют группу цветков, расположенных на одной ветви растений в строго определённом порядке вместе с несущими их осями. Биологическое значение соцветий состоит в том, что они повышают гарантию опыления растений в результате их компактного расположения, увеличивают продолжительность цветения в результате постепенного развития цветков в соцветии и несут большую привлекательность для насекомых-опылителей.

В зависимости от характера нарастания осей в соцветии, их делят на моноподиальные и симподиальные. У *моноподиальных* соцветий основу составляет ось первого порядка, апикальная меристема которой формирует оси последующих порядков. Цветение в таких соцветиях начинается с нижних цветков у вертикально развивающихся соцветий и с краевых цветков — у горизонтально расположенных соцветий.

У *симподиальных* соцветий ось каждого порядка заканчивается цветком и дальнейшее развитие соцветия обеспечивается формированием осей последующих порядков. Цветение в таких соцветиях начинается с верхушечного цветка или от центра к периферии.

Моноподиальные соцветия делят на простые и сложные. В простых соцветиях цветки расположены на осях первого или второго порядков, а в сложных — на осях первого или второго порядков расположены не цветки, а простые соцветия.

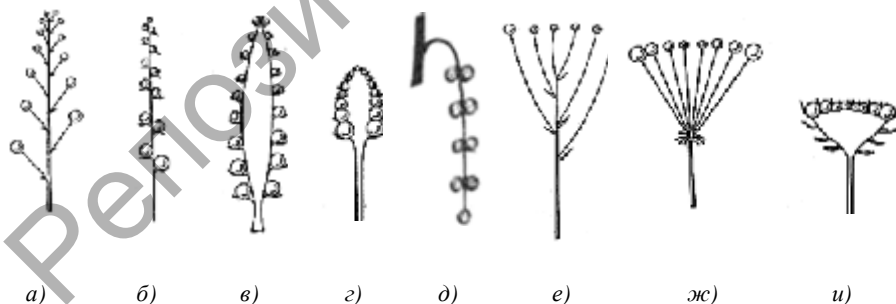
Простые моноподиальные соцветия (рис. 4.7). *Кисть* — соцветие, имеющее удлинённую ось первого порядка, на которой расположены оси второго порядка (цветоножки), имеющие приблизительно одинаковую длину и несущие цветки (черёмуха, капуста).

Щиток — соцветие, которое по структуре сходно с кистью, но оси второго порядка имеют разную длину (нижние длиннее верхних), в результате чего цветки расположены в одной плоскости (груша, спирея средняя).

Зонтик — соцветие, в котором оси второго порядка и прицветники расположены на верхушке укороченной оси первого порядка. Цветоножки имеют приблизительно одинаковую длину (лук, примула).

Колос — соцветие, состоящее из оси первого порядка, на которой расположены сидячие цветки (подорожник, ятрышник).

Серёжка — повислый колос, несущий однополые цветки (ива, тополь).



а — кисть; б — колос; в — початок; г — головка; д — серёжка; е — щиток; ж — зонтик; и — корзинка

Рисунок 4.7 — Схемы строения простых моноподиальных соцветий [2]

Початок — соцветие, характеризующееся мясистым разрастанием оси первого порядка в виде цилиндра, на котором расположены сидячие цветки (аир). Початок часто окружён листом разной формы и окраски (белокрыльник, антуриум).

Головка — соцветие, у которого ось первого порядка разрастается, приобретая округлую форму. Цветоножка у цветков отсутствует или очень короткая (клевер).

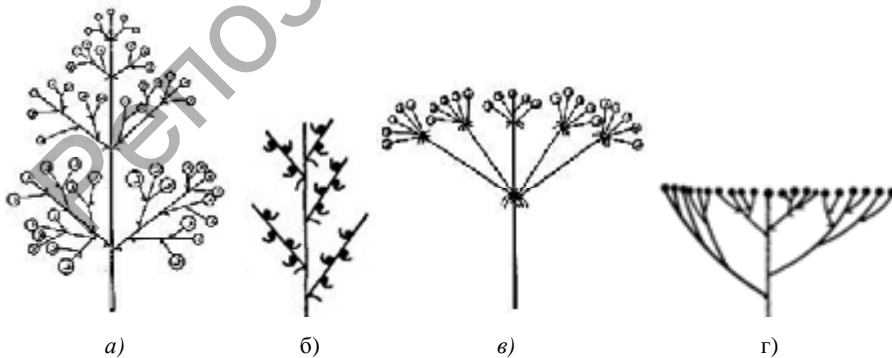
Корзинка — соцветие, имеющее укороченную и разросшуюся в виде диска или конуса ось первого порядка, на которой расположены сидячие цветки. Соцветие имеет обёртки, состоящие из прицветных листьев различного размера и формы. Обёртки корзинки внешне напоминают чашелистики цветка, выполняя при этом защитную функцию или способствуя распространению плодов (лопух).

Сложные моноподиальные соцветия (рис. 4.8). *Сложная кисть* — соцветие, в котором на главной оси расположены небольшие простые кисти (донник, хрен).

Сложный колос — соцветие, которое характеризуется расположением на главной оси небольших простых колосков (рожь, пшеница, пырей).

Метёлка — соцветие, которое формируется в результате более сильного ветвления осей, расположенных в нижней части соцветия. В связи с этим соцветие имеет пирамидальную форму (овёс, сирень).

Султан (ложный колос) — соцветие, которое по своей структуре занимает промежуточное положение между сложным колосом и метёлкой. В отличие от сложного колоса, цветки в султানে расположены на коротких цветоножках.



а — метёлка; б — сложный колос; в — сложный зонтик; г — сложный щиток

Рисунок 4.8 — Схемы строения сложных моноподиальных соцветий [21]

Сложный зонтик — соцветие, в котором оси второго порядка формируют основу большого зонтика, а на них расположены простые зонтики. Прицветники, которые находятся у основания большого зонтика, называются обёртками, а те, которые расположены у основания маленьких зонтиков, называются обёрточками. Сложный зонтик характерен для представителей семейства сельдерейных (морковь, укроп).

Сложный щиток — соцветие, в котором оси второго порядка расположены в виде щитка, и на них расположены простые щитки (бузина, рябина).

Симподиальные соцветия. Среди симподиальных соцветий различают три основных типа: монохазий, дихазий и плейохазий (рис. 4.9).

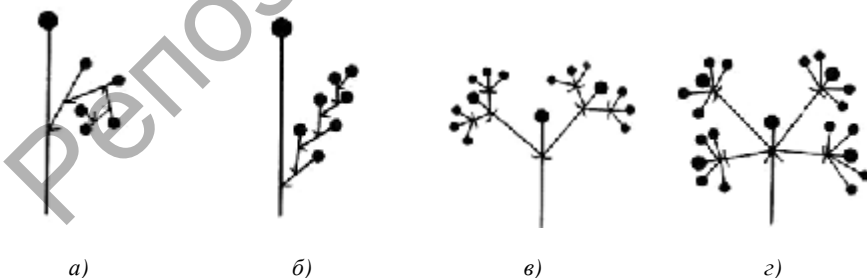
Монохазий — соцветие с осью первого порядка, заканчивающейся цветком, под которым формируется только одна ось последующего порядка. В зависимости от направления осей различают два типа монохазиев: завиток и извилина.

Завиток характеризуется тем, что все оси направлены в одну сторону (незабудка, окопник).

Извилина отличается тем, что оси формируются попеременно то в одну, то в другую сторону.

Дихазий — соцветие, у которого каждая ось предыдущего порядка несёт две оси последующего порядка (звездчатка, ясколка).

Плейохазий (ложный зонтик) — соцветие, у которого главная ось заканчивается цветком, а под ней формируется три и более осей последующего порядка (радиола).



a — завиток; *б* — извилина; *в* — дихазий; *г* — плейохазий

Рисунок 4.9 — Схемы строения симподиальных соцветий [21]

Ложная мутовка является укороченным плейохазием. Цветки в соцветии расположены вокруг стебля, образуя более или менее замкнутое кольцо (яснотка, пустырник).

Тирс — соцветие, у которого главная ось нарастает моноподиально, а боковые оси характеризуются симподиальным способом формирования. Степень разветвления соцветия уменьшается от основания к верхушке, придавая тирсу пирамидальную форму (коровяк, конский каштан).

Агрегатные соцветия. Агрегатные (составные) соцветия (рис. 4.10) отличаются от предыдущих тем, что ветвление главной оси отличается от ветвления парциальных. В результате формируются соцветия, вмещающие в себе как минимум два типа развития осей соцветий.

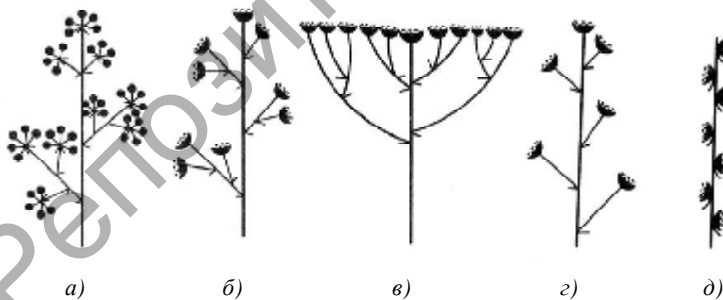
Метёлка корзинок — соцветия, имеющие метельчатое ветвление, конечные оси заканчиваются корзинками (полынь).

Щиток корзинок — соцветия, основу которых составляет сложный щиток и конечные оси заканчиваются корзинками.

Метёлка зонтиков — соцветие, основу которого составляет метёлка, а конечные оси заканчиваются простыми зонтиками (аралия высокая).

Кисть корзинок — основу соцветия составляет кисть, а на осях второго порядка расположены корзинки (черёда пониклая).

Колос корзинок — колосовидное соцветие, на главной оси которого расположены сидячие корзинки (сушеница лесная).



а — метёлка зонтиков; б — метёлка корзинок; в — щиток корзинок; г — кисть корзинок; д — колос корзинок

Рисунок 4.10 — Схемы строения агрегатных соцветий [28]

4.5 Цветение, опыление и оплодотворение

Цветок развивается на кончике цветоносного побега и находится в состоянии бутона до начала цветения. Цветение, как правило, начинается с распускания бутонов и перехода к открытому околоцветнику. Сущность цветения состоит во вскрытии пыльников, которое делает возможным участие пыльцы в процессе опыления и функционирования рылец пестиков как органов, воспринимающих пыльцу.

Продолжительность цветения одного цветка может составлять от одного дня (хлопчатник) до восьмидесяти (орхидея). Растения, которые цветут и плодоносят один раз в жизни, называют *монокарпиками*. Среди них — все однолетние растения (пшеница, лён), двулетние (морковь, свёкла) и некоторые многолетние (агава, бамбуки). Большинство многолетних растений цветут и плодоносят многократно, и их называют *поликarpиками*.

Опыление — это перенос пыльцы с тычинок на рыльце пестика. Опыление может проходить в пределах одного цветка или в пределах одного растения, и это называется самоопылением. **Самоопыление** может происходить при закрытом цветении (фиалка, пшеница), а также в раскрытых цветках (сельдерейные). В результате самоопыления усиливается гомозиготация растений, что ограничивает наследственную изменчивость. У некоторых растений в процессе эволюции сформировались приспособления, ограничивающие самоопыление: двудомность, диогогамия, гетеростилия, самонесовместимость.

Двудомность — наличие раздельнополюх растений, у которых на женских экземплярах развиваются цветки, имеющие пестики, а на мужских — цветки, несущие только тычинки (облепиха, ива).

Диогогамия — одновременное созревание пыльцы и рыльца в одном цветке. Более раннее вскрытие пыльников, когда рыльце ещё не способно воспринимать пыльцу, называют протерандрией (бобовые, астровые). Более раннее созревание рыльца в сравнении с пыльцой называют протерогинией (белена, гладиолус).

Гетеростилия (разностолбчатость) состоит в том, что имеются растения с цветками двух типов: у одних — короткие столбики пестиков и длинные тычиночные нити, а у других — наоборот. Посещение таких растений насекомыми-опылителями способствует переносу пыльцы с цветков, имеющих длинные тычиночные нити, на рыльце пестиков с длинными столбиками и, соответственно, с тычинок с короткими тычиночными нитями — на короткостолбчатые пестики.

Самонесовместимость выражается в подавлении прорастания пыльцы на рыльце пестика цветка того же растения (некоторые сорта яблонь).

Под **перекрёстным опылением** следует понимать перенос пыльцы с цветка одного растения на рыльце пестика другого растения того же вида. Перенос пыльцы может осуществляться насекомыми, и это явление называется *энтомофилией*. К группе энтомофильных растений относится около 70% покрытосеменных. Цветки энтомофильных растений имеют ярко окрашенный околоцветник, выделяют эфирные масла с помощью осмофоров; пыльцевые зёрна крупные, шероховатые, клейкие.

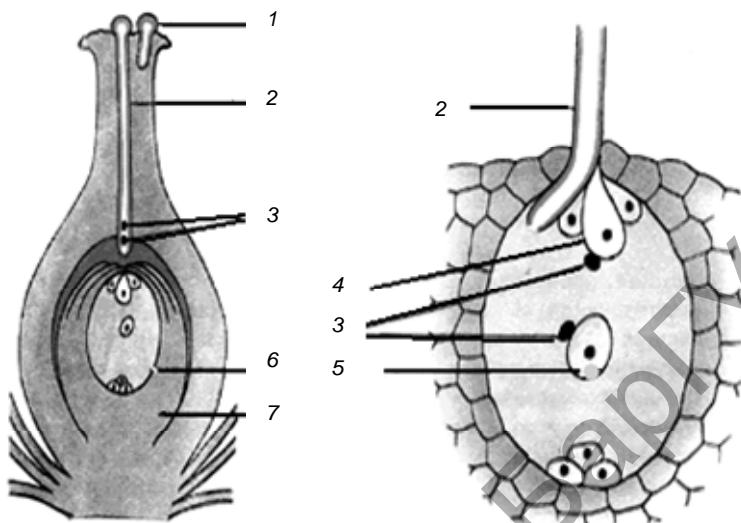
Анемофилия — перенос пыльцы с помощью ветра. Цветки анемофильных растений мелкие, с редуцированным невзрачным околоцветником (рожь, свёкла). Тычиночные нити длинные, выносящие пыльники за пределы цветка, пыльца мелкая, лёгкая, и её формируется очень много. Анемофильные деревья и кустарники цветут до распускания листьев (ольха, береза).

Гидрофилия — перенос пыльцы с помощью воды. К гидрофильным растениям относятся водные растения, цветки которых погружены в воду. Пыльца этих растений имеет нитевидную форму, лишена экзины.

Орнитофилия — перенос пыльцы птицами. Опыление птицами распространено в тропиках, цветки имеют ярко красную окраску и лишены аромата.

Большинство растений покрытосеменных в процессе эволюции приспособилось к перекрёстному опылению, так как способствует увеличению комбинативной изменчивости, предоставляя материал для естественного отбора. Даже у растений, приспособившихся к самоопылению, всегда небольшая часть цветков опыляется перекрёстно, что способствует поддержанию гетерозиготности популяций.

Оплодотворение. Между процессом опыления и оплодотворением, в зависимости от вида растений, может проходить от нескольких минут до трёх-четырёх месяцев. У большинства растений оплодотворение происходит в течение двух суток после опыления. В результате взаимодействия пыльцы с рыльцем пестика начинается её прорастание (рис. 4.11). Вегетативная клетка формирует пыльцевую трубку, в которую перемещается её ядро и два спермия, которые сформировались в результате деления репродуктивной клетки на две. Пыльцевая трубка прорастает в завязь, а затем — в семязачаток через пыльцевход. Достигнув зародышевого мешка, кончик трубки разрывается, и содержимое попадает внутрь. Один из спермиев сливается



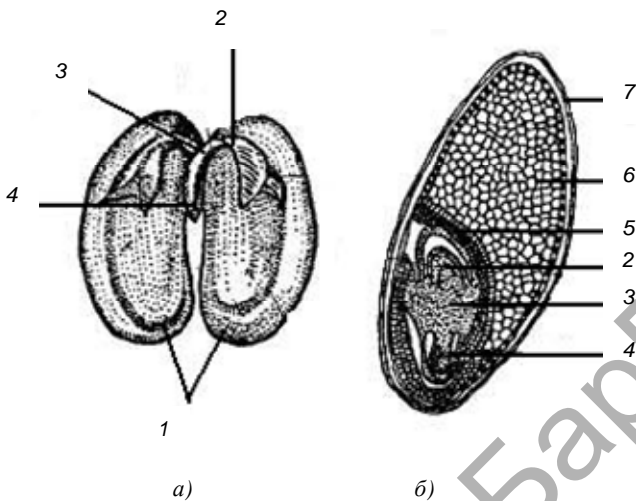
1 — пыльцевое зерно; 2 — пыльцевая трубка; 3 — спермии; 4 — яйцеклетка;
5 — ядро центральной клетки; 6 — зародышевый мешок; 7 — семязачаток

Рисунок 4.11 — Оплодотворение у цветковых растений [27]

с яйцеклеткой, а второй — с ядром центральной клетки (вторичным ядром). Таким образом, в оплодотворении участвуют два спермия, и образуется две зиготы: одна диплоидная — от слияния спермия и яйцеклетки, а вторая триплоидная — от слияния второго спермия с диплоидным ядром центральной клетки. Поэтому оплодотворение у покрытосеменных называется двойным. После оплодотворения синергиды и антиподы, входящие в состав зародышевого мешка, дегенерируют.

4.6 Развитие и строение семян

Семя — это репродуктивный орган, который развивается из семязачатка и выполняет функцию размножения и распространения растений. Сформированное семя состоит из зародыша, запаса питательных веществ и семенной кожуры (рис. 4.12). Развитие семени начинается в большинстве случаев после двойного оплодотворения. Первой начинает делиться триплоидная зигота, формируя *эндосперм*, который является



1 — семядоли; 2 — почка зародыша; 3 — зародышевый стебелёк; 4 — зародышевый корешок; 5 — щиток; 6 — эндосперм; 7 — семенная и плодовая оболочки

Рисунок 4.12 — Строение семени двудольного растения (а) и однодольного растения (б) [17]

основным источником питания для развивающегося зародыша. Главная функция триплоидного эндосперма — обеспечить развитие зародыша, после чего он теряет свою активность и превращается в питательную ткань семени (злаковые) или полностью исчезает (бобовые).

Диплоидная зигота, которая сформировалась при слиянии спермия и яйцеклетки, после периода покоя начинает делиться, формируя вначале предзародыш — слабо дифференцированное шарообразное тело. Дальнейшее развитие зародыша может проходить по принципу симметричности с развитием двух равноценных семядолей у двудольных растений или асимметрично, с преимущественным развитием одной из них — у однодольных. Кроме семядолей (зачатков листьев), в составе зародыша дифференцируется стеблевая часть с верхушечной почкой и зародышевый корешок.

В зависимости от того, где накапливаются запасные питательные вещества, различают следующие типы семян: без эндосперма и перисперма (тыква, фасоль, лён); с эндоспермом (злаки, томат, морковь);

с периспермом (свёкла, шпинат, куколь); с эндоспермом и периспермом (кубышка). *Перисперм* — питательная ткань, развивающаяся на основе нуцеллуса, который окружает зародышевый мешок и является, по сути, мегаспорангием у покрытосеменных. У семян без эндосперма и перисперма питательные вещества накапливаются в самом зародыше, т. е. в семядолях.

Снаружи семя покрыто *семенной кожурой (спермодермой)*, которая развивается из *покровов семязачатки (интегументов)*. Спермодерма многослойна, оболочка клеток может пропитываться суберином, лигнином, кутином, или клетки заполняются смолистыми веществами, усиливая её защитные свойства.

4.7 Плоды

Плод — репродуктивный орган покрытосеменных, состоящий из одного или нескольких семян, заключённых в околоплодник. Околоплодник защищает семена от неблагоприятных внешних воздействий и способствует распространению семян. Последний развивается чаще всего из стенок завязи или других частей цветка, иногда из частей соцветия. При развитии плода из стенок завязи пестика в нём выделяют три зоны: наружную (экзокарпий), среднюю (мезокарпий) и внутреннюю (эндокарпий).

В зависимости от консистенции (содержания воды) околоплодника, плоды делятся на *сухие и сочные*. Если в цветке имеется один пестик, то развивается *простой плод*, если пестиков несколько, то формируется *сборный плод*, и если в образовании плода участвует соцветие или его часть, то развивается *соплодие*.

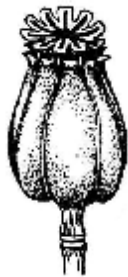
Простые коробочковидные плоды (рис. 4.13) имеют сухой околоплодник, который вскрывается или распадается на членики, так как в нём заключено много семян.

Листовка — одногнёздный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывающийся одним швом. Семена прикрепляются вдоль брюшного шва (сокирки полевые).

Боб — одногнёздный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывающийся двумя швами. Семена крепятся к брюшному шву (люпин, горох). Бобы могут быть спирально закрученные (люцерна посевная), членистые (арахис, сераделла), односемянные невскрывающиеся (донник, клевер луговой).



a)



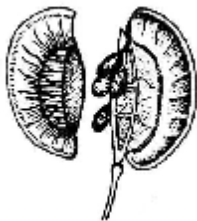
в)



д)



ж)



б)



з)



е)



и)

a — листовка; *б* — стручочек (ярутка); *в* — коробочка (мак); *з* — боб (горох); *д* — стручок (рапс); *е* — коробочка (белена);
ж — коробочка (дурман); *и* — членистый стручок (редька дикая)

Рисунок 4.13 — Коробочковидные плоды [17]

Стручок — двугнёздный плод, образованный паракарпным гинецеом, состоящим из двух плодолистиков, и его длина более чем в четыре раза превосходит ширину. В центре плода расположена ложная перегородка, к которой крепятся семена. Стручок вскрывается двумя створками у рапса, сурепицы или распадается на членики у редьки дикой (членистый стручок). Стручочек отличается от стручка тем, что его длина незначительно превосходит ширину по размеру (ярутка полевая, пастушья сумка).

Коробочка — плод, образованный двумя и большим количеством плодолистиков, вскрывающийся зубчиками (примула, мак), крышечкой (подорожник, белена) и створками (фиалка, тюльпан). В зависимости от типа гинецея, коробочка может быть синкарпной (лук, табак), паракарпной (мак, ива) и лизикарпной (звездчатка, куколь).

Простые ореховидные плоды (рис. 4.14) имеют сухой невскрывающийся околоплодник; односемянные. Развиваются они из синкарпного, паракарпного и лизикарпного гинецея, в котором формируется один семязачаток.

Орех имеет деревянистый околоплодник, не сросшийся с кожурой семени. У лещины орехи заключены в листовидную обёртку — плюску, образованную тремя сросшимися прицветниками.

Крылатка — орех, снабжённый крылом, который формируется из сросшихся прицветников (берёза, ольха).

Жёлудь имеет тонкокожистый или тонкодеревянный околоплодник, не срастающийся с семенем (дуб, бук); плод крепится с помощью блюдцевидной плоски, образованной видоизменёнными веточками соцветия.

Семянка имеет кожистый, не срастающийся с семенной оболочкой околоплодник (астровые, ворсянковые). Семянки многих растений снабжены летучками, развивающимися из элементов чашечки (одуванчик, осот).

Зерновка имеет тонкий плёнчатый околоплодник, который сростается с семенной оболочкой (злаковые).

Простые ягдовидные плоды (рис. 4.15) характеризуются хорошо развитым сочным околоплодником; преимущественно многосемянные.

Ягода — многосемянный плод с сочными, мясистыми эндокарпием и мезокарпием и тонким плёнчатым экзокарпием. Семена погружены в мякоть. В формировании сочной части околоплодника могут принимать участие цветоложе, плаценты и семенная кожура. Синкарпная ягода формируется у винограда, томата, хурмы; паракарпная ягода — у крыжовника и смородины.

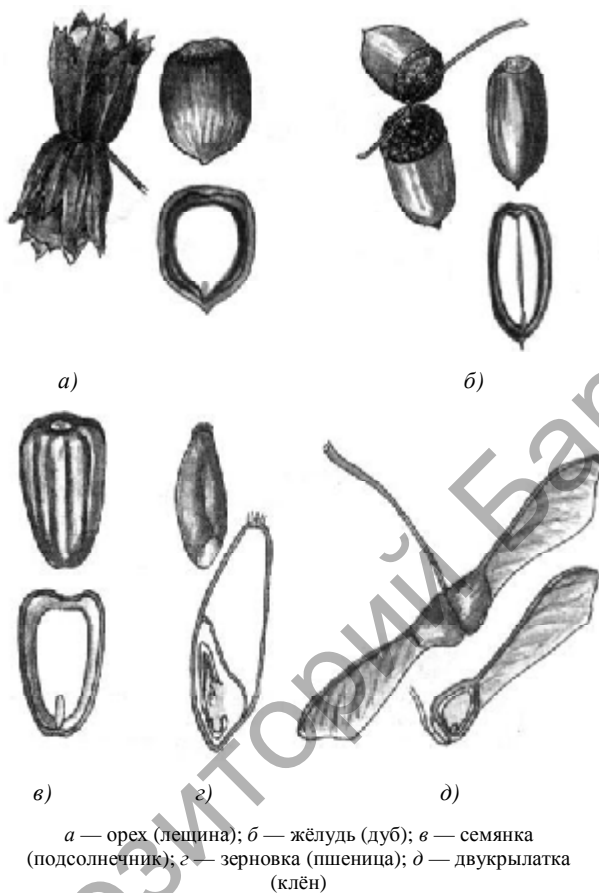
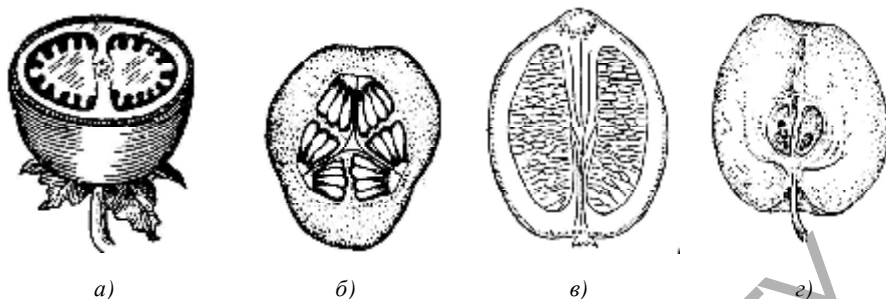


Рисунок 4.14 — Сухие ореховидные (односемянные) плоды [28]

Тыквина — многосемянный плод, имеет одревесневающий или кожистый экзокарпий, образуется из паракарпного гинецея. Мякоть плода образуется мезокарпием и эндокарпием (тыква, дыня) или разросшимися плацентами (арбуз).

Померанец — плод цитрусовых, образованный из синкарпного гинецея. Экзокарпий формирует покровную ткань жёлтого или оранжевого цвета, мезокарпий — рыхлую безвкусную белую ткань, а съедобная мякоть плода — соковые мешочки.



а — ягода (картофель); б — тыква (огурец); в — померанец (лимон); г — яблоко (яблоня)

Рисунок 4.15 — Сочные многосемянные плоды [17; 28]

Яблоко — многосемянный плод, развивающийся из пестика с нижним положением завязи, которая срастается с цветоложем, гипантием и другими частями цветка, принимающими участие в формировании сочной части околоплодника. Эндокарпий формирует хрящеватые кожистые стенки гнезд у яблони, груши, рябины, ирги. Яблоко костянквидное характерно для боярышника и мушмулы германской. Мякоть плода образуется из гипантия, а эндокарпий формирует деревянистый слой вокруг каждого семени.

Гранатина развивается из многогнездной завязи, и околоплодник представлен твёрдой кожистой кожурой. Сочная съедобная часть плода — это наружный слой семенной кожуры (пульпы).

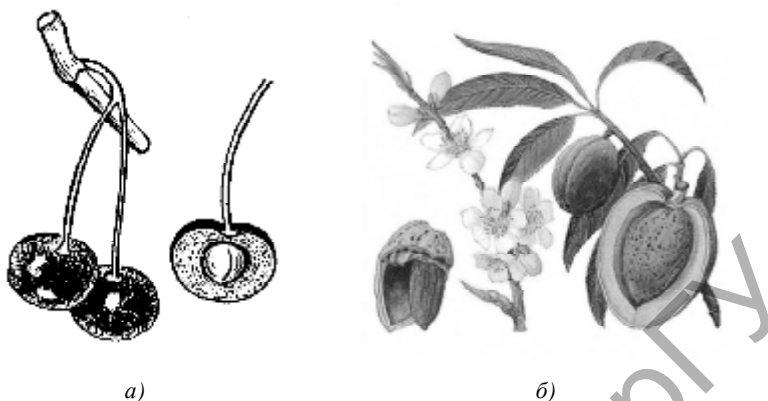
Простые костянквидные плоды (рис. 4.16) характеризуются наличием деревянистого эндокарпия, одного семени и сочной части.

Сочная костянка имеет хорошо развитый, сочный мезокарпий и одревесневший эндокарпий (косточку). Данный плод характерен для сливы, вишни, абрикоса, персика.

Сухая костянка отличается от сочной тем, что мезокарпий в начале формирования плода мясистый, а к моменту созревания — полусухой или сухой. Съедобным у таких плодов является только семя (миндаль, грецкий орех, фисташка).

Сборные плоды (рис. 4.17) формируются из цветков с множеством пестиков.

Сборная листовка (многолистовка) — это совокупность нескольких листовок, каждая из которых развивается из отдельного пестика (магнолия, живокость высокая, калужница болотная).



a — сочная костянка (вишня); *б* — сухая костянка (миндаль)

Рисунок 4.16 — Сочные костянковидные (односемянные) плоды [17; 28]



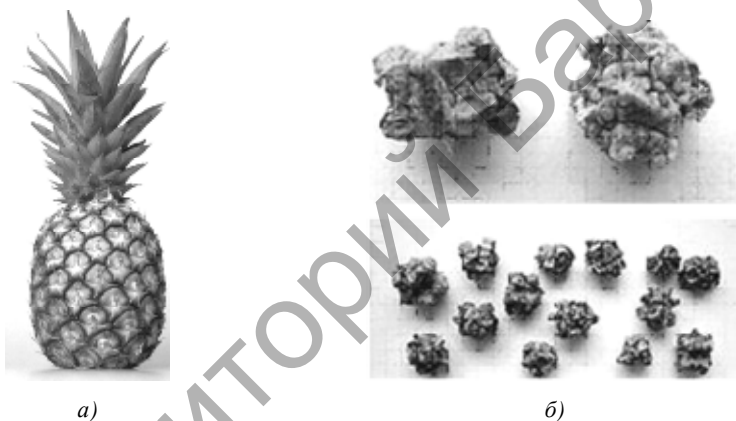
a — сборный орешек (земляника); *б* — сборная костянка (малина)

Рисунок 4.17 — Сборные плоды [13]

Сборный орешек (многоорешек) — совокупность орешков, формирующихся из обособленных пестиков (лютик, лапчатка, гравилат). Многоорешек шиповника расположен в разросшемся бокальчатом сочном гипантии. Многоорешек земляники состоит из выпуклого сочного цветоложа, на котором расположены мелкие орешки. Иногда такой плод называют «земляничина».

Соплодия формируются из нескольких цветков или из всего соцветия. У ананаса (рис. 4.18) ось соцветия срастается с многочисленными завязями и основаниями прицветников в мясистую сочную ткань. Соплодие шелковицы состоит из семянок, которые окружены плотно расположенными сочными окрашенными элементами околоцветника. У инжира семянки расположены внутри сочного вместилища, стенки которого представляют разросшиеся оси соцветия.

Клубочек — это сухое соплодие свёклы, которое формируется путём срастания нескольких цветков своими околоцветниками и плодов, которые из них образуются.



а) — сочное соплодие ананаса; *б)* — сухое соплодие клубочек у свёклы

Рисунок 4.18 — Соплодия [5]

Тестовые задания для самопроверки

Задания с выбором ответов

1. Цветоножка выполняет функцию:
 - а) привлечения насекомых-опылителей;
 - б) прикрепления цветка к стеблю;
 - в) формирования соцветия;
 - г) формирует цветоложе.

2. Цветки, у которых отсутствует цветоножка:
 - а) однодомные;
 - б) однополые;
 - в) сидячие;
 - г) клейстогамные.

3. Цветоложе является:
 - а) женской частью цветка;
 - б) мужской частью цветка;
 - в) несущей все части цветка;
 - г) редуцированной частью цветка.

4. Чашечка является:
 - а) женской частью цветка;
 - б) мужской частью цветка;
 - в) несущей все части цветка;
 - г) стерильной частью цветка.

5. Чашечка выполняет функцию:
 - а) вегетативного размножения;
 - б) генеративного размножения;
 - в) входит в состав корня;
 - г) защитную.

6. Венчик цветка является:
 - а) женской частью цветка;
 - б) мужской частью цветка;
 - в) ярко окрашенной частью цветка;
 - г) репродуктивной частью цветка.

7. Тычинки являются:
- а) женской частью цветка;
 - б) мужской частью цветка;
 - в) несущей все части цветка;
 - г) стерильной частью цветка.
8. В состав гинецея входят:
- а) чашелистики;
 - б) лепестки;
 - в) тычинки;
 - г) пестики.
9. В состав андроеца входят:
- а) чашелистики;
 - б) лепестки;
 - в) тычинки;
 - г) пестики.
10. Однодомные растения имеют:
- а) обоеполые цветки;
 - б) раздельнополые цветки, расположенные на одном растении;
 - в) только женские цветки;
 - г) только мужские цветки.
11. Простой чашечковидный околоцветник имеют цветки:
- а) лютика;
 - б) свёклы;
 - в) тюльпана;
 - г) лилии.
12. Простой венчиковидный околоцветник имеют цветки:
- а) лютика;
 - б) свёклы;
 - в) тюльпана;
 - г) розы.
13. Актинomorфный околоцветник имеют цветки:
- а) гороха;
 - б) яснотки;

- в) свёклы;
- г) одуванчика.

14. Тычинки цветка выполняют функцию:

- а) привлечения насекомых-опылителей;
- б) микроспорогенеза;
- в) мегаспорогенеза;
- г) формирования яйцеклеток.

15. Пыльца:

- а) мужской гаметофит;
- б) женский гаметофит;
- в) мужская половая клетка покрытосеменных растений;
- г) микроспора покрытосеменных растений.

16. Пыльца развивается из клеток:

- а) спорогенной ткани;
- б) семязачатка;
- в) микроспор;
- г) связника.

17. В составе пыльцы вегетативная и генеративная клетки имеют:

- а) одинаковый гаплоидный набор хромосом;
- б) одинаковый диплоидный набор хромосом;
- в) вегетативная клетка диплоидна, а генеративная гаплоидна;
- г) вегетативная клетка гаплоидна, а генеративная диплоидна.

18. Пестики в цветке являются:

- а) женской частью цветка;
- б) мужской частью цветка;
- в) несущей все части цветка;
- г) стерильной частью цветка.

19. Внутри пестика развиваются:

- а) пыльцевые зёрна;
- б) микроспоры;
- в) семязачатки;
- г) пыльники.

20. Завязь является частью:
- а) тычинки;
 - б) околоцветника;
 - в) семязачатка;
 - г) пестика.
21. В синкарпном гинецее плацентация семязачатков:
- а) постенная;
 - б) наружная;
 - в) центрально-угловая;
 - г) центрально-колончатая.
22. Паракарпный гинецей характерен для:
- а) огурца;
 - б) картофеля;
 - в) яблони;
 - г) шиповника.
23. Зародышевый мешок является:
- а) мужским гаметофитом;
 - б) женским гаметофитом;
 - в) частью зародыша семени;
 - г) частью тычинки.
24. В состав зародышевого мешка входят:
- а) семь клеток гаплоидных, а одна диплоидная;
 - б) семь клеток диплоидных, а одна гаплоидная;
 - в) все клетки диплоидные;
 - г) семь клеток диплоидных, а одна триплоидная.
25. В процессе двойного оплодотворения участвуют:
- а) два спермия и две гаплоидные клетки;
 - б) один спермий и две гаплоидные клетки;
 - в) два спермия и две диплоидные клетки;
 - г) два спермия, одна гаплоидная и одна диплоидная клетки.
26. Монокарпики — это растения, у которых:
- а) из цветка формируется один простой плод;
 - б) на растении развивается один простой плод;

- в) плодоношение происходит один раз в жизни;
- г) плодоношение происходит один раз за вегетационный период.

27. В результате двойного оплодотворения формируются:

- а) три зиготы: две диплоидные и одна триплоидная;
- б) две зиготы: одна диплоидная и одна гаплоидная;
- в) две диплоидные зиготы;
- г) две зиготы: одна диплоидная и одна триплоидная.

28. Зародыш семени развивается из:

- а) гаплоидной зиготы;
- б) диплоидной зиготы;
- в) триплоидной зиготы;
- г) диплоидной зиготы у двудольных растений и из гаплоидной — у однодольных.

29. Эндосперм у покрытосеменных имеет набор хромосом:

- а) гаплоидный;
- б) диплоидный;
- в) триплоидный;
- г) тетраплоидный.

30. Запасные питательные вещества могут накапливаться в семенах покрытосеменных растений непосредственно в:

- а) зародыше семени;
- б) эндосперме;
- в) лепестках;
- г) клубнях.

Задания на соответствие

31. Соответствие между характеристикой строения моноподиального соцветия и его названием:

- 1) сидячие цветки расположены на оси первого порядка, которая разрастается в виде диска; а) кисть;
- 2) цветки расположены в одной плоскости за счёт различной длины цветоножек, которые крепятся поочередно на вытянутой оси первого порядка; б) колос;

- | | |
|---|--------------|
| 3) цветки расположены на примерно одинаковых по длине цветоножках, которые крепятся поочередно к вытянутой оси первого порядка; | в) корзинка; |
| 4) сидячие цветки расположены на тонкой вытянутой оси первого порядка; | г) щиток; |
| 5) цветки расположены в одной сферической плоскости на цветоножках одинаковой длины, которые крепятся к верхушке оси первого порядка; | д) головка; |
| 6) сидячие цветки расположены на оси первого порядка, которая разрастается в виде округлого образования; | е) зонтик. |

32. Соответствие между характеристикой строения симподиального соцветия и его названием:

- | | |
|--|----------------|
| 1) ось каждого порядка заканчивается цветком, а под ним развиваются две оси последующего порядка; | а) извилина; |
| 2) ось каждого порядка заканчивается цветком, под которым развивается только одна ось последующего порядка, при этом все оси направлены в одну сторону; | б) плейохазий; |
| 3) под осью, которая заканчивается цветком, развиваются три и более осей последующего порядка; | в) завиток; |
| 4) ось каждого порядка заканчивается цветком, и под ним развивается одна ось последующего порядка, при этом оси возникают попеременно то с одной, то с другой стороны; | г) дихазий. |

33. Соответствие между структурами семязачатка и составными частями семени, которые из них развиваются:

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| 1) нуцеллус; | а) эндосперм; |
| 2) диплоидная зигота; | б) зародыш семени; |
| 3) триплоидная зигота; | в) семенная кожура; |
| 4) покровы семязачатка; | г) перисперм. |

34. Соответствие между названием соцветия и растением, у которого оно развивается:

- | | |
|--------------------|---------------|
| 1) метёлка; | а) яблоня; |
| 2) сложный зонтик; | б) ромашка; |
| 3) завиток; | в) морковь; |
| 4) щиток; | г) картофель; |
| 5) корзинка; | д) просо. |

35. Соответствие между названием плода и растением, у которого он развивается:

- | | |
|----------------------|---------------|
| 1) стручок; | а) белена; |
| 2) боб; | б) картофель; |
| 3) коробочка; | в) капуста; |
| 4) ягода; | г) люпин; |
| 5) костянка; | д) малина; |
| 6) сборный орешек; | е) слива; |
| 7) сборная костянка; | ж) земляника. |

КЛЮЧИ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ

1 Клеточное строение растений

1. нет. 2. в. 3. а. 4. в. 5. а. 6. г. 7. г. 8. в. 9. а. 10. б. 11. а. 12. в. 13. а. 14. б. 15. в. 16. б. 17. а. 18. г. 19. б. 20. б. 21. а. 22. 1 г, 2 б, 3 в, 4 а. 23. 1 а, 2 в, 3 б, 4 г. 24. 1 а, 2 в, 3 б. 25. 1 г, 2 в, 3 б, 4 а. 26. 1 в, 2 а, 3 б, 4 г. 27. 1 в, 2 б, 3 а. 28. 1 а, 2 б, 3 в. 29. 1 г, 2 б, 3 а, 4 в. 30. в, д. 31. а, д. 32. а, б, д. 33. в. 34. г. 35. б, в.

2 Гистология

1. б. 2. в. 3. в. 4. а. 5. а. 6. а. 7. г. 8. б. 9. в. 10. г. 11. а. 12. а. 13. а. 14. а. 15. в. 16. в. 17. в. 18. б. 19. а. 20. в. 21. в. 22. в. 23. б. 24. б. 25. а. 26. а. 27. в. 28. г. 29. в. 30. а. 31. 1 в, 2 а, 3 д, 4 г, 5 б. 32. 1 д, 2 е, 3 г, 4 б, 5 а, 6 ж, 7 в. 33. 1 в, д, ж; 2 б, г, и; 3 а, е, и. 34. 1 д, 2 в, 3 б, 4 е, 5 а, 6 г. 35. 1 в, 2 г, 3 д, 4 е, 5 б, 6 а.

3 Вегетативные органы покрытосеменных растений

1. в. 2. б. 3. г. 4. б. 5. а. 6. а. 7. г. 8. в. 9. г. 10. а. 11. г. 12. в. 13. б. 14. а. 15. г. 16. в. 17. в. 18. в. 19. в. 20. а. 21. г. 22. в. 23. б. 24. г. 25. б, в. 26. г. 27. в. 28. г. 29. б. 30. б, г. 31. г. 32. в. 33. б. 34. 1 в, 2 а, 3 б. 35. 1 в, 2 г, 3 б, 4 а.

4 Репродуктивные органы

1. б. 2. в. 3. в. 4. г. 5. г. 6. в. 7. б. 8. в. 9. в. 10. б. 11. б. 12. в. 13. в. 14. б. 15. а. 16. в. 17. а. 18. а. 19. в. 20. г. 21. в. 22. а. 23. б. 24. а. 25. г. 26. в. 27. г. 28. б. 29. в. 30. б. 31. 1 в, 2 г, 3 а, 4 б, 5 е, 6 д. 32. 1 г, 2 в, 3 б, 4 а. 33. 1 г, 2 б, 3 а, 4 в. 34. 1 д, 2 в, 3 г, 4 а, 5 б. 35. 1 в, 2 г, 3 а, 4 б, 5 е, 6 ж, 7 д.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анатомия и морфология растений [Электронный ресурс] // Академик. — 2001. — Режим доступа: http://plant_anatomy.academic.ru. — Дата доступа: 10.12.2013. — Загл. с экрана.
2. *Андреева, И. И.* Ботаника / И. И. Андреева. — М. : Колос, 1999. — 488 с.
3. Биологические мембраны, их свойства и функции [Электронный ресурс] // Вся биология. — 2006. — Режим доступа: <http://sbio.info/page.php?id=15>. — Дата доступа: 20.12.2013. — Загл. с экрана.
4. Ботаника в схемах и рисунках. Корень [Электронный ресурс] // Ботаника. — 2003. — Режим доступа: <http://distutor.info/mod/book/view.php?id=28491&chapterid=1609> — Дата доступа: 25.12.2013. — Загл. с экрана.
5. *Гамаева, С. В.* Ботаника [Электронный ресурс]. — 2008. — Режим доступа : <http://www.pandia.ru/text/77/308/50331.php>. Дата доступа : 10.01.2014.
6. *Гончаров, О. В.* Пособие по биологии для поступающих в вузы [Электронный ресурс] / О. В. Гончаров. — Минск : [б. и.], 2001. — Режим доступа: <http://moytext.ru/docs/index-198019.html?page=5>. — Дата доступа: 21.12.2013. — Загл. с экрана.
7. *Грин, М.* Биология : в 3 т. / М. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. — М. : Мир, 1990. — [Т. ?]. — 1 325 с.
8. *Зайчикова, С. Г.* Анатомия стебля [Электронный ресурс] / С. Г. Зайчикова, Е. И. Барабанов // Ботаника. — 2013. — Режим доступа: http://vmede.org/sait/?page=4&id=Biologiya_botanika_zai4ikova_2013&menu=Biologiya_botanika_zai4ikova_2013. — Дата доступа: 16.01.2014. — Загл. с экрана.
9. Запасные вещества растительной клетки [Электронный ресурс] // Большой практикум по анатомии растений. — 2007. — Режим доступа: http://e-lib.gasu.ru/erosobia/rapina/bolprak/R_2_6.html. — Дата доступа: 10.01.2014. — Загл. с экрана.
10. Клетка — основная структурно-функциональная единица ткани [Электронный ресурс] // Биология. — 2013. — Режим доступа: <http://moydocs.ru/biolog/43961/index.html>. — Дата доступа: 11.12.2013. — Загл. с экрана.
11. Комбинированная схема строения эукариотической клетки [Электронный ресурс] // Строение клетки. — 2013. — Режим доступа: <http://pochit.ru/istoriya/28403/index.html>. — Дата доступа: 11.12.2013. — Загл. с экрана.
12. Кристаллические включения растительной клетки [Электронный ресурс] // Большой практикум по анатомии растений. — 2007. — Режим доступа: http://e-lib.gasu.ru/erosobia/rapina/malprak1/R_2_7.html. — Дата доступа: 11.12.2013. — Загл. с экрана.
13. *Лазаревич, С. В.* Ботаника : учеб. пособие для учреждений высш. образования по агроном. специальностям / С. В. Лазаревич — Минск : ИВЦ Минфина, 2012. — 480 с.
14. *Лемеза, Н. А.* Биология : учеб. пособие / Н. А. Лемеза, Л. В. Камлюк, Н. Д. Лисов. — Минск : [б. и.], 2007. — 624 с.
15. Лён как культура [Электронный ресурс] // ХитАгро.ru. — М. : [б. и.], 2013. — Режим доступа: <http://hitagro.ru/len-kak-kultura>. — Дата доступа: 15.01.2014. — Загл. с экрана.
16. *Лисов, Н. Д.* Ботаника с основами экологии / Н. Д. Лисов. — Минск : [б. и.], 1998. — 98 с.
17. Морфология плодов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://geum.ru/next/refit-6334>. — Дата доступа: 23.12.2013. — Загл. с экрана.
18. Основные ткани [Электронный ресурс] // Удивительный мир растений. — Режим доступа: <http://www.valleyflora.ru/osnovnyye-tkani.html>. — Дата доступа: 10.12.2013. — Загл. с экрана.

19. Размножение клетки [Электронный ресурс] // Вся биология. — 2006. — Режим доступа: <http://sbio.info/page.php?id=17>. — Дата доступа: 20.12.2013. — Загл. с экрана.
20. Растительная клетка [Электронный ресурс] // Растения. — 2001. — Режим доступа: <http://plant.geoman.ru/books/item/f00/s00/z0000000/st001.shtml>. — Дата доступа: 12.12.2013. — Загл. с экрана.
21. *Собчак, Р. О.* Большой практикум по анатомии растений [Электронный ресурс] / Р. О. Собчак, О. Н. Папина. — Режим доступа: http://e-lib.gasu.ru/eposobia/parina/bolprak/R_2_6.html. — Дата доступа: 10.01.2014. — Загл. с экрана.
22. *Собчак, Р. О.* Клеточная стенка [Электронный ресурс] / Р. О. Собчак, О. Н. Папина // Вся биология. — 2006. — Режим доступа: <http://sbio.info/page.php?id=14>. — Дата доступа: 20.12.2013. — Загл. с экрана.
23. *Собчак, Р. О.* Органеллы клетки и их функции [Электронный ресурс] / Р. О. Собчак, О. Н. Папина // Вся биология. — 2006. — Режим доступа: <http://sbio.info/page.php?id=17>. — Дата доступа: 20.12.2013. — Загл. с экрана.
24. *Собчак, Р. О.* Цитоплазма [Электронный ресурс] / Р. О. Собчак, О. Н. Папина // Вся биология. — 2006. — Режим доступа: <http://sbio.info/page.php?id=16>. — Дата доступа: 20.12.2013. — Загл. с экрана.
25. Структурно-функциональная организация клеток [Электронный ресурс] / СтГМА. Российская Федерация. — Ставрополь : [б и.], 2012. — Режим доступа: <http://shkoleniy.ru/docs/477/index-795829.html?page=2>. — Дата доступа: 5.12.2012. — Загл. с экрана.
26. Ткани и органы [Электронный ресурс] // Презентации по биологии. — Режим доступа: <http://900igr.net/fotografii/presentacii-po-biologii.html>. — Дата доступа: 20.12.2013. — Загл. с экрана.
27. *Третьяков, Н. Н.* Органы цветковых растений [Электронный ресурс] / Н. Н. Третьяков // Ботаника и физиология растений. — 2006. — Режим доступа: <http://astersoft.net/botanika-i-fiziologija-rastenij-tretjakov-nn-organy-tsvetkovyih-rastenij>. — Дата доступа: 21.12.2013. — Загл. с экрана.
28. *Яковлев, Г. П.* Ботаника для учителя / Г. П. Яковлев, Л. В. Аверьянов. — М. : Просвещение, 1996. — 224 с.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
1 КЛЕТОЧНОЕ СТРОЕНИЕ РАСТЕНИЙ	4
1.1 Общее строение растительной клетки	4
1.2 Клеточная стенка	5
1.3 Биологические мембраны	6
1.4 Цитоплазма клетки	7
1.5 Ядро	12
1.6 Воспроизведение клетки	14
Тестовые задания для самопроверки	16
2 ГИСТОЛОГИЯ	25
2.1 Образовательные ткани	25
2.2 Покровные ткани	27
2.3 Основные ткани	29
2.4 Механические ткани	31
2.5 Проводящие ткани	33
2.6 Проводящая система растений	35
2.7 Выделительные ткани	37
Тестовые задания для самопроверки	39
3 ВЕГЕТАТИВНЫЕ ОРГАНЫ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ	46
3.1 Морфологическое и анатомическое строение корня	46
3.2 Морфологическое и анатомическое строение побега	52
3.3 Морфологическое и анатомическое строение стебля	58
3.4 Морфологическое и анатомическое строение листа	64
Тестовые задания для самопроверки	72
4 РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОРГАНЫ	82
4.1 Морфология цветка	82
4.2 Строение тычинки и развитие пыльцы	85
4.3 Типы гинецея и развитие семязачатка	88
4.4 Соцветия	91
4.5 Цветение, опыление и оплодотворение	96
4.6 Развитие и строение семян	98
4.7 Плоды	100
Тестовые задания для самопроверки	107
Ключи к тестовым заданиям	114
Список использованных источников	115

Производственно-практическое издание

Лундышев Денис Сергеевич,
Бизюкова Татьяна Тимофеевна

**КЛЕТОЧНОЕ СТРОЕНИЕ,
МОРФОЛОГИЯ И АНАТОМИЯ
ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

**Практическое пособие
для аудиторной и практической работы
студентов педагогических
и сельскохозяйственных специальностей**

Заведующий РИО *Е. Г. Хохол*

Технический редактор *В. В. Кукреш*
Корректор *Г. А. Пискун*
Компьютерная вёрстка *В. В. Кукреш*

Подписано в печать 13.06.2014.
Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Отпечатано на ризографе.
Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 3,67.
Заказ 193. Тираж 73 экз.

ЛИ 02330/0552803 от 09.02.2010

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования
«Барановичский государственный университет»,
225404, г. Барановичи, ул. Войкова, 21.

Инженерный

факультет

БарГУ

Специальности:

- ✓ **Технология машиностроения;**
- ✓ **Технологическое оборудование машиностроительного производства;**
- ✓ **Информационные системы и технологии;**
- ✓ **Автоматизация технологических процессов и производств;**
- ✓ **Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственно-го производства;**
- ✓ **Экономика и организация производства (машиностроение);**
- ✓ **Агроинженер;**
- ✓ **Зооинженер.**

Ведущие промышленные предприятия г. Барановичи являются базовыми: станкостроительный завод «Атлант», завод автоматических линий, автоагрегатный завод, завод торгового машиностроения, завод станкопринадлежностей и др. На них студенты проходят производственные и преддипломные практики. Лаборатории, конструкторские бюро и производственные участки предприятий, оснащенные современными техническими средствами, используются для проведения лабораторных работ и научных исследований.

Выпускники распределяются на предприятия республики с учетом уровня теоретической и практической подготовленности.

**РЕДАКЦИОННО-
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ
ОТДЕЛ БарГУ**

- √ Учебные пособия
- √ Учебно-методические комплексы
- √ Практические пособия
- √ Практические руководства
- √ Монографии
- √ Сборники научных статей
- √ Материалы конференций
- √ «Вестник БарГУ»

