

Министерство образования Республики Беларусь

**Учреждение образования
«Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»**

АНАТОМИЯ И МОРФОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
для студентов специальности 1 – 31 01 01-02
«Биология (научно-педагогическая деятельность)»**

Гомель 2008

УДК 581.8 + 581.4 (075.8)
ББК 28.56 я73
А 643

Авторы: Н.М. Дайнеко, Ю.М. Бачура, С.В. Жадько,
А.Г. Цуриков, Н.В. Лашкевич

Рецензенты:

Л.А. Евтухова, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук;
кафедра ботаники и физиологии растений учреждения образования
«Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
учреждения образования «Гомельский государственный университет
имени Франциска Скорины»

А 643 Анатомия и морфология растений: практическое пособие для
студентов специальности 1 – 31 01 01-02 «Биология (научно-
педагогическая деятельность)» / Н. М. Дайнеко [и др.]; М-во
образов. РБ, Гомельский государственный университет имени
Франциска Скорины. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2007. –
153 с.

ISBN 978-985-439-288-2

Практическое пособие состоит из 22 занятий. Последовательно рассматриваются
программные вопросы анатомии и морфологии растений: растительная клетка, ткани
растений, вегетативные (корень, побег) и генеративные (цветок, соцветия, плод, семя)
органы, даны методические указания по проведению лабораторных занятий, вопросы
для самоконтроля.

Практическое пособие подготовлено для студентов специальности 1 – 31 01 01-
02 «Биология научно-педагогическая деятельность)»

УДК 581.8 + 581.4 (075.8)
ББК 28.56 я73

ISBN 978-985-439-288-2

© Дайнеко Н.М., Бачура Ю.М.,
Жадько С.В., Цуриков А.Г.,
Лашкевич Н.В., 2008
© УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2008

Содержание

Тема 1. Устройство светового микроскопа.....	5
Тема 2. Пластиды.....	11
Тема 3. Запасные вещества клетки.....	16
Тема 4. Образовательная ткань – меристема.....	22
Тема 5. Покровные ткани.....	28
Тема 6. Механические ткани.....	36
Тема 7. Проводящие ткани.....	42
Тема 8. Морфологическое строение побега.....	49
Тема 9. Морфология корня.....	57
Тема 10. Специализация и метаморфоз корня.....	63
Тема 11. Строение стебля травянистых двудольных и однодольных растений	70
Тема 12. Многолетний стебель древесных растений.....	80
Тема 13. Морфология листа.....	85
Тема 14. Анатомическое строение листа.....	92
Тема 15. Метаморфоз побега.....	100
Тема 16. Андроцей. Гинецей.....	105
Тема 17. Цветок.....	113
Тема 18. Составление формул и диаграмм цветка.....	128
Тема 19. Строение соцветий и их типы.....	133
Тема 20. Плоды, классификация плодов.....	138
Тема 21. Семя и проросток.....	144
Тема 22. Морфологическое описание и определение растений.....	151

Введение

Морфология растений – один из фундаментальных биологических курсов. Знание морфологии необходимо для изучения систематики, филогении растений и экологии. Без достаточно глубокого знания морфологии невозможно квалифицированно решать вопросы рационального использования растительных ресурсов и охраны природного растительного покрова, успешно проводить работы по интродукции растений.

Изучение морфологии растений дает представление о происхождении высших растений, их приспособленности к жизни на суше, проявляющейся во внешнем облике и внутреннем строении растений, а также в особенностях их размножения. На лабораторных занятиях студенты знакомятся с общими принципами организации растений, овладевают ботаническими терминами и понятиями. На занятиях пользуются свежим материалом, гербарными образцами растений, материалом, фиксированным в спирте, и готовыми микропрепаратами.

Закрепление пройденного материала и его дополнение осуществляются во время летней полевой практики, на которой студенты знакомятся не только с большим разнообразием морфологических структур, встречающихся у высших растений, но и с их приспособлениями к жизни в определенных экологических условиях.

В предлагаемом руководстве перечню и описанию объектов, используемых на занятиях, предшествует краткое изложение теоретического материала, в котором обобщены сведения, имеющиеся в специальной литературе. Это значительно облегчает работу студентов и сокращает время, отводимое на объяснения.

Результаты исследования морфолого-анатомических особенностей растений студенты оформляют в виде рисунков, которым следует предъявить строгие требования, считая зарисовку объектов одним из важнейших методов исследования. Графический рисунок, выполненный с предельной точностью и аккуратностью, дает наглядное представление о том, насколько правильно и полно исследован объект.

Изложение материала построено в соответствии с программой курса. В разделах анатомии и морфологии растений даны сведения по строению растительной клетки, ее основным структурным элементам, по растительным тканям, их строению и функциям. Особо уделяется внимание морфологии и анатомии вегетативных органов растений (корень, побег, стебель, лист).

Студенты, отработавшие лабораторные занятия, приобретают достаточную теоретическую подготовку и навыки, необходимые для их будущей самостоятельной работы.

Тема 1 Устройство светового микроскопа

- 1 Правила работы с микроскопом
- 2 Приготовление препаратов
- 3 Строение клетки листа элодеи канадской

Основные понятия по теме

Микроскоп — оптико-механический прибор, позволяющий увеличивать рассматриваемый объект и изучать отдельные его детали размером менее 0,15 мм, что недоступно невооруженному глазу даже при хорошем освещении.

При работе с лучшими оптическими приборами расстояние между двумя точками или линиями, на котором они четко видны, равняется десятым долям микрометра. Способность микроскопа давать отдельные изображения двух соседних элементов называется его разрешающей способностью. Она в 300—500 раз выше разрешающей способности глаза.

Увеличение микроскопа ограничено пределом полезного увеличения, который у современных микроскопов достигает 1400 раз. Проецируя изображение объекта под микроскопом на экран, можно получить увеличение предмета в десятки тысяч раз. Это так называемое бесполезное увеличение, поскольку никакие новые детали строения объекта при этом не проявляются.

Оптическая система микроскопа состоит из двух частей: осветительной и наблюдательной.

Осветительная часть микроскопа (рисунок 1.1) состоит из конденсора 14 с ирисовой диафрагмой и зеркала 15.

Конденсор располагается на кронштейне 16, который перемещается с помощью рукоятки 17, состоит из двух линз в цилиндрической оправе и служит для наилучшего освещения объекта.

Подъем кронштейна с конденсором ограничен упором. В крайнем верхнем положении конденсора между его фронтальной линзой и плоскостью предметного столика остается зазор 0,03–0,2 мм. Откидная рамка в нижней части оправы конденсора предназначена для светофильтра дневного света или для матового стекла.

Ирисовая диафрагма двухлинзового конденсора представляет собой систему многочисленных тонких пластинок, подвижно укрепленных в круглой оправе. С помощью рукоятки можно изменять размеры отверстия диафрагмы и регулировать пучок света, идущий от зеркала в конденсор. Под диафрагмой находится дополнительная откидная линза 18 в оправе. Ее включают при работе с объективами малого увеличения.

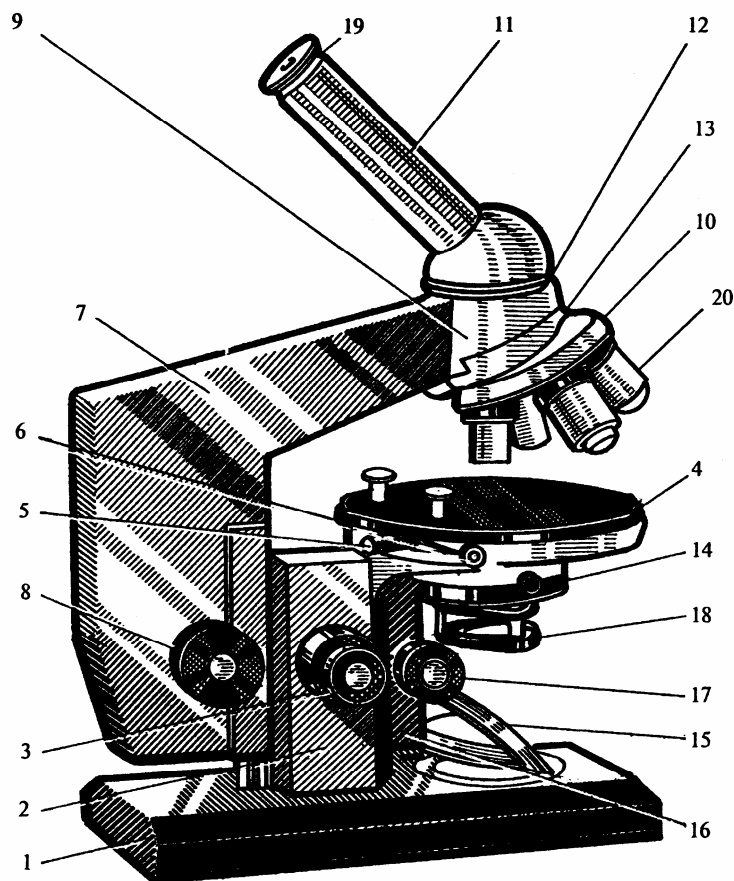


Рисунок 1.1 – Устройство микроскопа: 1 – основание штатива, 2 – коробка с механизмом микрометрической фокусировки, 3 – микровинт, 4 – предметный столик, 5 и 6 – винты предметного столика, 7 – тубусодержатель, 8 – макровинт, 9 – головка, 10 – револьвер, 11 – тубус, 12 – гнездо для моно- или бинокулярной насадки, 13 – винт фиксации тубуса, 14 – конденсор, 15 – зеркало, 16 – кронштейн, 17 – рукоятка кронштейна, 18 – откидная линза, 19 – окуляр, 20 – объектив (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Зеркало 15 в оправе устанавливается под конденсором. Оно подвижно соединено со штативом микроскопа при помощи вилки и имеет две отражающие поверхности: плоскую и вогнутую. Его назначение — направлять лучи, идущие от источника света, в конденсор. Плоская сторона зеркала используется при работе с объективами большого увеличения ($60\times$, $90\times$), которые дают малые поля зрения и всегда требуют применения конденсора. Вогнутая сторона используется при работе без конденсора с объективами малых увеличений ($8\times$, $10\times$, $20\times$, $40\times$). Лучи света, пройдя через конденсор и преломившись в его линзах, освещают препарат, размещенный на предметном столике, проходят сквозь него и входят в объектив.

Наблюдательная часть микроскопа представлена следующими элементами (рисунок 1.1):

Объектив 20 – важнейший элемент оптической системы микроскопа. Он состоит из нескольких линз, вправленных в металлическую гильзу, и дает обратное изображение предмета, выявляя особенности его строения, недоступные невооруженному глазу. Оптические свойства объектива зависят от количества и качества линз. Большое значение имеет и его рабочее положение, т.е. расстояние от нижней (фронтальной) линзы до верхней поверхности предметного стекла. Поэтому при работе рекомендуется пользоваться покровными стеклами, толщина которых меньше рабочего расстояния объектива (0,17-0,18 мм).

Окуляр 19 состоит из линз и диафрагмы, заключенных в цилиндрическую оправу. Верхняя линза служит для наблюдения, нижняя («коллектив») – фокусирует изображение; переданное объективом.

Диафрагма определяет границы поля зрения.

Оптическая система микроскопа строго центрирована и вмонтирована в штатив, представляющий собой **механическую часть микроскопа** (рисунок 1.1).

Штатив состоит из основания *1* прямоугольной формы, на котором снизу расположены три опорные площадки (обеспечивают устойчивость микроскопа на рабочем столе). Сверху к основанию крепится коробка *2* с механизмом микрометрической фокусировки. С одной стороны коробки располагается направляющая, по которой перемещается кронштейн конденсора, а с другой – паз для перемещения направляющей с тубусодержателем.

Механизм микрометрической (тонкой) фокусировки состоит из системы зубчатых колес и рычага, приводящихся в действие вращением рукояток *3*. Справа на оси рукояток укреплен барабан со шкалой, состоящей из 50 делений. Каждое пятое деление обозначено цифрами – от «0» до «9». Один оборот барабана соответствует перемещению тубуса на 0,1 мм. Общее расстояние перемещения тубуса от упора до упора 2 мм.

С помощью механизма микрометрической фокусировки тубус вместе с механизмом грубой фокусировки может перемещаться. При вращении рукояток по часовой стрелке тубус опускается, против часовой стрелки – поднимается.

Сменные предметные столики фиксируются на кронштейне, укрепленном на коробке механизма микрометрической фокусировки. Верхний диск круглого предметного столика *4* можно вращать рукой, взявшись за накатанную часть, для чего необходимо опустить винт *5*. При помощи винтов *5* и *6* столик можно центрировать, что позволяет привести в поле зрения нужный участок препарата. На столиках имеются механизм координатного перемещения препарата, а также отверстия для установки

пружинных клемм (прижимают препарат) и для крепления накладного препаратоводителя.

Тубусодержатель (дуга) 7 имеет прямоугольную форму. В нижней его части находятся направляющая и трубка с двумя рукоятками 8 для грубой фокусировки микроскопа. В верхней части тубусодержателя укреплена головка 9 с направляющей типа «ласточкин хвост» для револьвера 10 и с гнездом для наклонной моно- или бинокулярной насадки, которая крепится винтом 12.

На *револьвере* есть четыре отверстия с резьбой для ввинчивания объективов. Центрированное положение объективов обеспечивается фиксатором (защелкой), расположенным внутри револьвера. Правильное положение револьвера относительно оси тубуса фиксируется винтом 13, закрепленным контргайкой.

Тубус (труба) 11 представляет собой полый цилиндр, в верхнее отверстие которого вставляются окуляры, в нижнем – закреплен револьвер.

Во время **работы с микроскопом** необходимо соблюдать следующие правила:

- работают с микроскопом всегда сидя. Сидеть следует на удобном стуле или табурете, не напрягаясь;

- микроскоп устанавливается напротив левого плеча, чтобы было удобно рассматривать объект левым глазом. С правой стороны на столе располагают инструменты (оборудование), необходимые для занятия, и альбом для зарисовок;

- для подготовки микроскопа к работе следует: а) протереть зеркало и оптические линзы; б) фронтальную линзу конденсора установить на 5 мм ниже столика микроскопа; в) отодвинуть кольцо со светофильтром, находящееся под конденсором; г) открыть ирисовую диафрагму; д) установить объектив малого увеличения на расстоянии 1 см от предметного столика; е) глядя в окуляр левым глазом, не закрывая правый, движением зеркала направить свет на объектив и добиться равномерного освещения поля зрения;

- положить препарат на предметный столик так, чтобы объект изучения находился напротив фронтальной линзы конденсора, опустить объектив до предметного стекла (не касаясь его!) и, глядя в окуляр, осторожно вращать кремальеру на себя до появления четкого изображения;

- для работы при большом увеличении необходимо объект или нужную для изучения часть его расположить в центре поля зрения и с помощью микровинта добиться четкого изображения. Затем, не поднимая тубуса, повернуть револьвер для смены объектива. О правильной установке последнего судят по легкому щелчку. Ясность изображения фокусируют вращением макровинта, резкость регулируют с помощью диафрагмы;

– по окончании работы микроскоп снова переводят на малое увеличение и после этого снимают препарат с предметного столика;

Следует помнить, что микроскоп – тонкий оптический прибор. Переносить его следует двумя руками (одной – берут микроскоп за «ручку», другой – поддерживают основание). Ни в коем случае нельзя пытаться силой устранить какие-либо затруднения. Части микроскопа (особенно линзы) необходимо вытирать только мягкой хлопчатобумажной тряпочкой. Хранить микроскоп следует в футляре или под чехлом, стеклянным колпаком.

Практическое занятие 1

Цель: ознакомиться с устройством светового микроскопа и правилами работы с ним. Изучить строение клеток листа элодеи канадской.

Материалы и оборудование: листья элодеи канадской, микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Строение клетки листа элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.)

Ход работы

1 Снять пинцетом лист с веточки элодеи, положить его верхней стороной на предметное стекло в каплю воды, накрыть покровным стеклом.

2 Под микроскопом при малом увеличении изучить форму листа, выявить среднюю жилку, обратить внимание на общую конфигурацию клеток листа и межклетников. В клетках хорошо видны беспорядочно располагающиеся хлоропласты, погруженные в бесцветную цитоплазму. Схематично зарисовать внешний вид листа (рисунок 1.2, А), передать на рисунке его форму, зубчики по краям, прозенхимные клетки жилки и паренхимные – мякоти, а также межклетники, заполненные воздухом.

3 При большом увеличении рассмотреть и зарисовать краевую клетку-зубчик (рисунок 1.2, Б). На рисунке отметить клеточную оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоль, пластиды. Обратить внимание на форму и положение ядра в клетке.

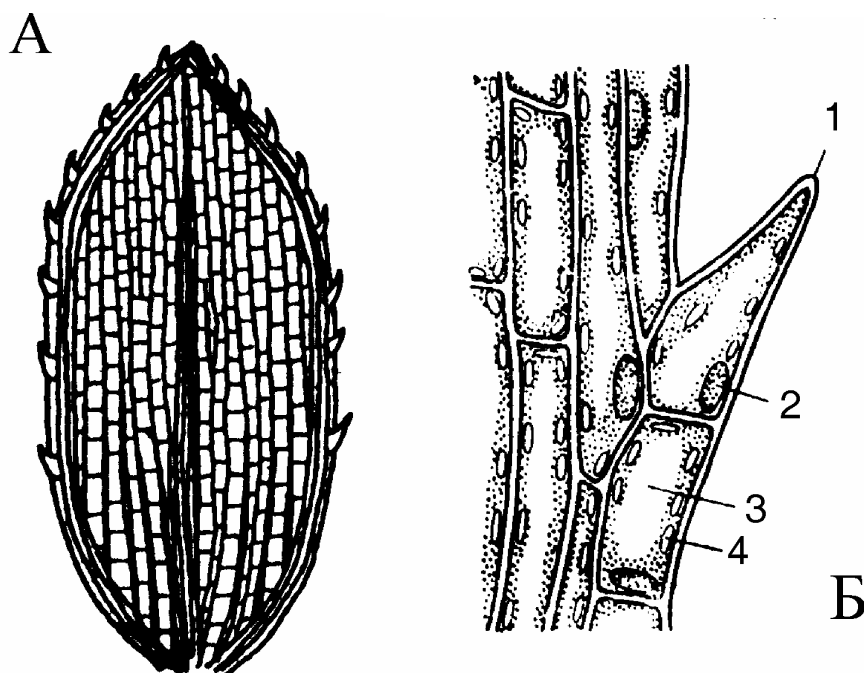


Рисунок 1.2 – Лист элодеи канадской (*Elodea canadensis*). А – общий вид листа при малом увеличении; Б – клетка-зубчик (1 – зубчик, 2 – ядро, 3 – вакуоль, 4 – хлоропласт) (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Каковы основные системы микроскопа?
- 2 Каков порядок настройки микроскопа на свет?
- 3 Как вы понимаете выражение «рассмотрите объект в оптическом сечении»?

Литература

- 1 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 5 – 28.
- 2 Хржановский, В. Г. Практикум по курсу общей ботаники: учеб. пособие / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М. : Высш. школа, 1979. – С. 5 – 15.

Тема 2 Пластиды

1 Хлоропласты в клетках листа элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.)

2 Хромопласты в клетках плодов рябины (*Sorbus aucuparia* L.) и шиповника (*Rosa canina* L.)

3 Лейкопласты в клетках кожицы листа традесканции (*Tradescantia virginiana* L.)

Основные понятия по теме

Пластиды – органоиды, содержащиеся только в растительной клетке. Каждая пластида ограничена двумя элементарными мембранами. Пластиды разнообразны по форме, строению и функциям. В зависимости от окраски, различают три основных типа пластид: хлоропласты – зеленые, хромопласты – желто-оранжевые или красные, лейкопласты – бесцветные.

Пластиды имеют единое происхождение от пропластид меристематических клеток. Возможны взаимные превращения пластид в онтогенезе вида. Обычно в клетке содержится только один из типов пластид.

Хлоропласты широко распространены у низших и высших растений. Зеленая окраска хлоропластов обусловлена присутствием зеленого пигмента – хлорофилла. В хлоропластах при участии солнечной энергии идет фотосинтез – процесс образования органических веществ из воды и углекислого газа.

Кроме хлорофилла в состав хлоропластов входят каротиноиды: каротин – пигмент оранжево-красный; ксантофилл – желтый. В зеленых листьях они маскируются хлорофиллом и становятся заметными при его разрушении (например, осенью или при заболеваниях). Форма относительно постоянна – линзообразная. Чаще всего хлоропласты равномерно располагаются по цитоплазме, но способны к движению. Они меняют своё положение в зависимости от условий освещения так, чтобы наилучшим образом улавливать свет.

Хромопласты – пластиды желтого или красно-оранжевого цвета. Хромопласты встречаются в созревающих плодах (томаты, шиповник, рябина, арбуз), в клетках лепестков (роза, лютик, одуванчик), в корнеплодах (морковь), в осенних листьях.

В отличие от хлоропластов форма хромопластов очень изменчива: глобулярная, фибриллярная, кристаллическая. Например, в плодах рябины хромопласты имеют вытянутую, заостренную, слегка изогнутую форму, в клетках плодов шиповника и перца красного – овальную.

Лейкопласты пигментов не содержат. Это обычно довольно мелкие пластиды. Встречаются в клетках корней, корневищ и клубней, а также в семенах, других органах, скрытых от солнечного света. Лейкопласты не имеют строго определенной формы: они бывают округлые, яйцевидные, веретенообразные, палочковидные, амебовидные, чашевидные и т.д.; причем форма их даже в одной клетке может меняться несколько раз. В клетке они скапливаются вокруг ядра.

Практическое занятие 2

Цель: изучить строение и разнообразие пластид.

Материалы и оборудование: листья элодеи канадской, традесканции (виды с красновато-фиолетовыми листьями); зрелые плоды рябины обыкновенной, розы собачьей (шиповника); 3-5 %-ный раствор сахарозы; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Хлоропласты в клетках листа элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.)

Ход работы

1 Приготовить препарат: снять пинцетом лист с молодой ветки элодеи, поместить на предметное стекло в каплю воды верхней стороной вверх, накрыть покровным стеклом.

2 Рассмотреть препарат при малом и большом увеличении. Изучить и зарисовать типичную клетку листа элодеи (рисунок 2.1). Отметить на рисунке оболочку, хлоропласты, цитоплазму, вакуоль, ядро.

Работа 2 Хромопласты в клетках плодов рябины (*Sorbus aucuparia* L.) и шиповника (*Rosa canina* L.)

Ход работы

1 Приготовить препараты: иглой взять немного мякоти из-под кожицы плода и тщательно распределить ее на предметном стекле в капле воды, после чего накрыть покровным стеклом.

2 Рассмотреть препарат при малом и большом увеличении микроскопа. Найти и изучить хромопласты. Обратить внимание на их форму, цвет, их относительные размеры, положение в клетке.

3 Зарисовать клетку с хромопластами (рисунок 2.2) каждого изученного растения. Отметить на рисунке оболочку клетки, цитоплазму,

ядро, хромопласты. Сравнить форму хромопластов плодов рябины и шиповника.

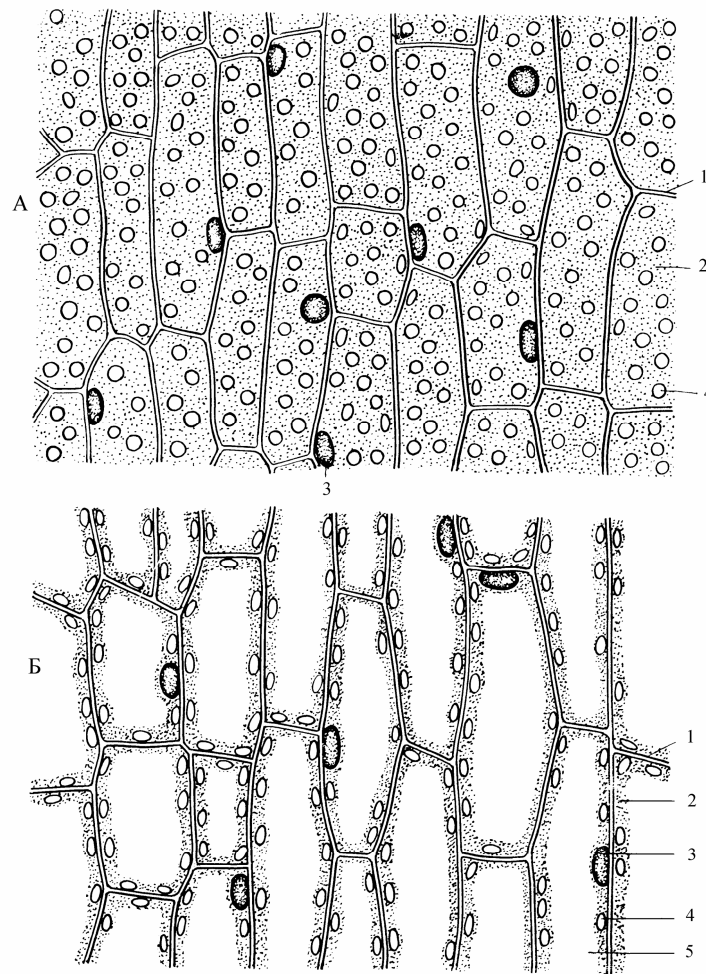


Рисунок 2.1 – Хлоропласты в клетках листа элодеи канадской (*Elodea canadensis*) : А – вид сверху, Б – в оптическом разрезе : 1 – оболочка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – хлоропласты, 5 – вакуоля (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

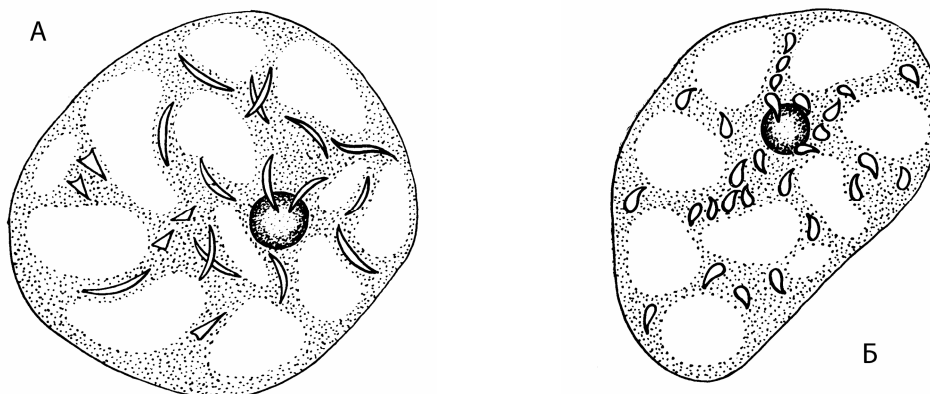


Рисунок 2.2 – Хромопласты в клетках плодов А – рябины (*Sorbus aucuparia*), Б – шиповника (*Rosa canina*) (из Г. А. Бавтуто, 2001)

Работа 3 Лейкопласты в клетках кожицы листа традесканции (*Tradescantia virginiana* L.)

Ход работы

1 Приготовить препарат: обвернуть лист традесканции вокруг указательного пальца левой руки так, чтобы нижняя сторона была обращена наружу. Правой рукой при помощи иглы надорвать эпидерму над средней жилкой ближе к основанию листа и пинцетом снять кусочек ее. При этом захватить и часть мякоти листа. Сорванный кусочек поместить на предметное стекло в каплю слабого раствора сахарозы и накрыть покровным стеклом.

2 Рассмотреть препарат сначала при малом, затем при большом увеличении микроскопа. Найти клетки с лейкопластами (рисунок 2.3). Лейкопласты лучше видны в околоустьичных клетках. Обратить внимание на форму лейкопластов, их относительный размер, положение в клетке. Нарисовать несколько клеток с лейкопластами. На рисунке отметить клеточную оболочку, цитоплазму, ядро, лейкопласты.

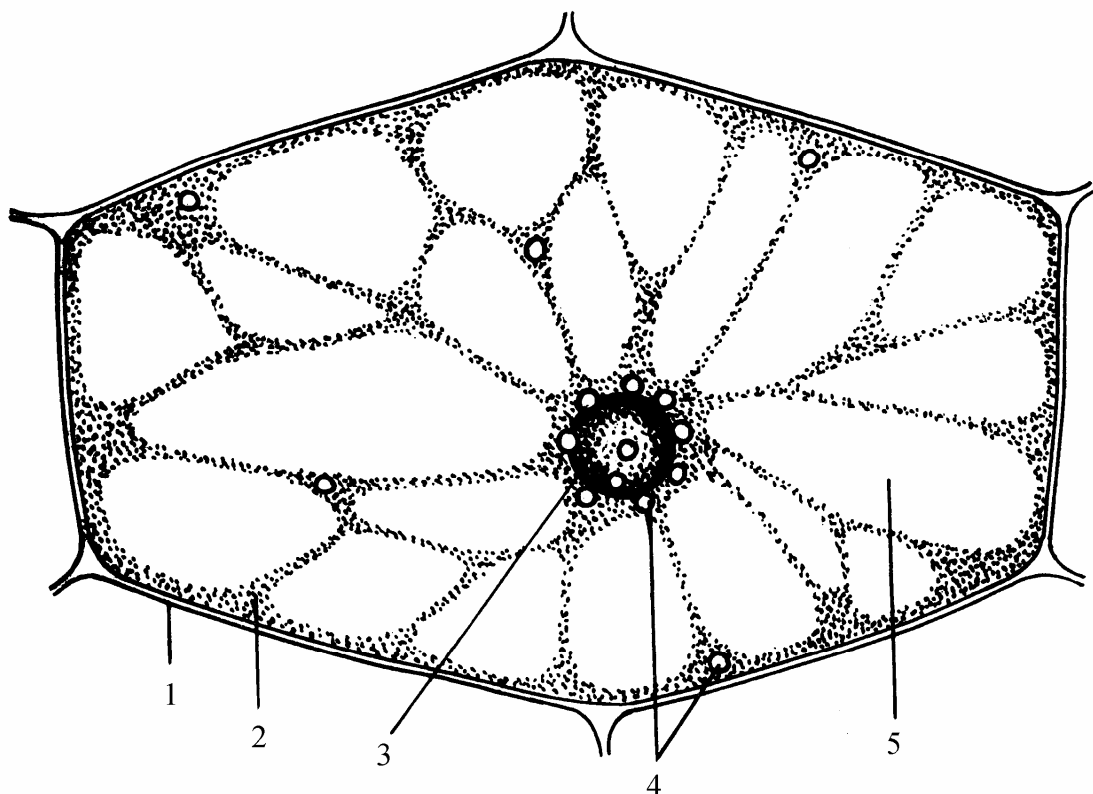


Рисунок 2.3 – Лейкопласты в клетках кожицы листа традесканции (*Tradescantia virginiana*) : 1 – оболочка, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – лейкопласты, 5 – вакуоля (из Г. А. Бавтуто, 2001)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Как вы понимаете определение «пластиды»?
- 2 Какие пластиды имеются в клетках зеленых растений?
- 3 Какие пигменты содержатся в хлоропластах, хромопластах и лейкопластах?
- 4 Каково происхождение пластид?
- 5 Какие взаимные превращения возможны между пластидами?
- 6 В клетках каких органов растений чаще всего можно встретить хромопласты?

Литература

- 1 Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 51 – 59.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 63 – 69.
- 3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 39 – 47.

Тема 3 Запасные вещества клетки

1 Вторичный крахмал запасяющих органов картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

2 Запасные вещества в клетках семян гороха посевного (*Pisum sativum* L.)

3 Кристаллы в клетках сухой чешуи луковичи лука репчатого (*Allium cepa* L.)

4 Кристаллы в клетках черешка бегонии (*Begonia* sp.)

Основные понятия по теме

Избыток накопленных в клетке веществ не участвует в обмене веществ и часто в кристаллическом или аморфном состоянии выпадает в осадок в виде включений. В функциональном отношении включения представляют собой либо временно выведенные из обмена веществ соединения — **запасные вещества** — либо его конечные продукты.

К запасным веществам относятся углеводы, белки и жиры (липиды).

Из углеводов наиболее распространенным запасным питательным веществом в клетке является крахмал. Если бы ассимиляционный крахмал накапливался в хлоропластах, то тормозился бы процесс фотосинтеза. Поэтому пластические вещества по мере образования оттекают в виде растворимых сахаров из листьев в другие органы растения и там накапливаются в значительных количествах. Очень часто органические вещества откладываются в виде зерен вторичного (запасного) крахмала. Их величина и форма специфичны для определенных растений.

Крахмальные зерна по структуре бывают простые, полусложные и сложные, а в зависимости от положения центра их образования — концентрические и эксцентрические.

Запасной крахмал накапливается в **лейкопластах** (амилопластах). При этом в их строении возникает центр крахмалообразования, вокруг которого и откладываются слои крахмала. Так как сахаров в запасяющие органы днем поступает меньше, чем ночью, характер этих слоев в течение суток меняется: ночью откладывается широкий, рыхлый, темный слой, а днем — более узкий, плотный, светлый. Это обуславливает слоистость крахмальных зерен.

Крахмальные зерна разнообразны по величине и форме (рисунок 3.1), так, для картофеля типичны крупные зерна почти правильной яйцевидной формы, состоящие из бесцветных, но не одинаково преломляющих свет слоев, чередующихся вокруг образовательного центра и сдвинутых к его более тонкому концу (эксцентрическая слоистость). Для клубней картофеля характерны сложные, полусложные и простые крахмальные

зерна.

Запасные белки наиболее часто откладываются в виде зерен округлой или овальной формы, называемых **алейроновыми**. Эти зерна образуются вследствие выпадения в осадок белка, находящегося в вакуолях при их высушивании. Они аморфны. Если алейроновые зерна не имеют заметной внутренней структуры, их называют простыми. Иногда же в алейроновых зернах среди аморфного белка можно заметить один или несколько белковых кристаллов. В отличие от настоящих кристаллов кристаллы белка набухают в воде, слабых кислотах и щелочах, окрашиваются красителями, поэтому их называют кристаллитами. Кроме того, в алейроновых зернах встречаются блестящие бесцветные тельца округлой формы — глобониды. Алейроновые зерна, содержащие кристаллиты и глобониды, называют сложными. При обогащении клетки водой алейроновые зерна растворяются. Алейроновые зерна каждого вида растений, подобно крахмальным зернам, имеют определенную структуру.

Запасные белки — это простые белки в отличие от конституционных белков, которые составляют основу протопласта (живой части клетки) и являются сложными белками.

Конечные продукты (катаболиты) обмена веществ клеток растений, рассматриваемые как отбросы, чаще всего имеют вид **кристаллов минеральных солей** (оксалата кальция, карбоната калия, кремнезема). Различают одиночные кристаллы, рафиды (пучки игловидных кристаллов), друзы (звездчатые сростки кристаллов) и др. Особенно много кристаллов щавелевокислого кальция образуется в коре деревьев, в листьях, в отмирающих чешуях луковиц.

Как правило, друзы встречаются у двудольных растений, а рафиды — у однодольных.

Практическое занятие 3

Цель: изучить морфоструктуру крахмальных и алейроновых зерен; рассмотреть кристаллические включения.

Материалы и оборудование: клубни картофеля; семена гороха посевного; сухие чешуи лука репчатого; листья бегонии; иод, растворенный в иодиде калия; глицерин; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Вторичный крахмал запасяющих органов картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

Ход работы

1 Разрезать клубень картофеля. С поверхности среза иглой соскоблить немного мутноватой массы, перенести ее на предметное стекло в каплю воды (можно кусочком клубня несколько раз провести по капле) и накрыть покровным стеклом.

2 Под микроскопом при малом увеличении найти, а при большом — рассмотреть крупное простое зерно, сложные и полусложные зерна крахмала.

3 Рядом с покровным стеклом, не поднимая его, нанести каплю йода, растворенного в йодиде калия, и при малом увеличении проследить возникновение цветной реакции.

(Запомните! Йод, растворенный в йодиде калия, является специальным реактивом на крахмал. При действии этого реактива крахмальные зерна окрашиваются (в результате образования нестойкого соединения — йодистого крахмала) в синий цвет (от светло-синего до темно-фиолетового). Пользуясь этой реакцией, можно установить присутствие крахмала в любом органе.

4 Зарисовать простые, сложные и полусложные крахмальные зерна картофеля (рисунок 3.1). Отметить на рисунке образовательный центр, концентричность (или эксцентричность) слоев крахмала.

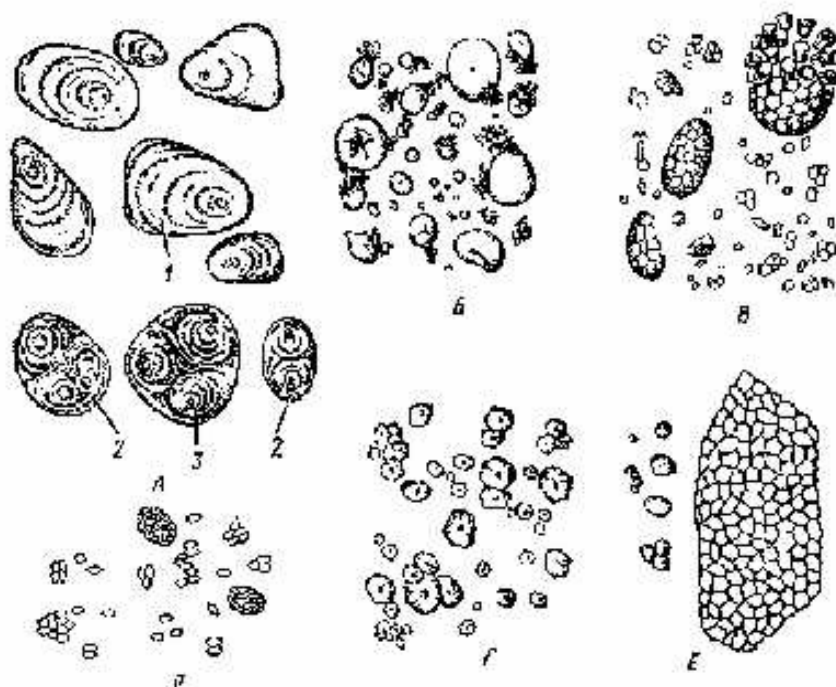


Рисунок 3.1 — Крахмальные зерна разных видов растений : А — картофель (*Solanum tuberosum*); Б — пшеница (*Triticum*); В — овес (*Avena*); Г — кукуруза (*Zea*); Д — рис; Е — гречка (*Fagopyrum*). 1 — простое крахмальное зерно, 2 — сложное, 3 — полусложное (из В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко, 1979)

Работа 2 Запасные вещества в клетках семян гороха посевного (*Pisum sativum* L.)

Ход работы

1 С предварительно замоченного в воде семени гороха снять кожуру, отделить одну семядолю, сделать с нее тонкие срезы и поместить их на предметное стекло в каплю воды, смешанную с глицерином.

2 При малом увеличении микроскопа рассмотреть форму клеток семядоли, найти в них крупные зерна крахмала и более мелкие алейроновые зерна.

3 Нанести на препарат каплю йода, растворенного в йодиде калия, и пронаблюдать за изменением окраски крахмальных (станут темно-фиолетовыми) и белковых (станут желтыми) зерен.

4 Зарисовать несколько клеток (рисунок 3.2), отметив крахмальные зерна, их concentрическую слоистость и трещины; алейроновые зерна; оболочку и межклетники.

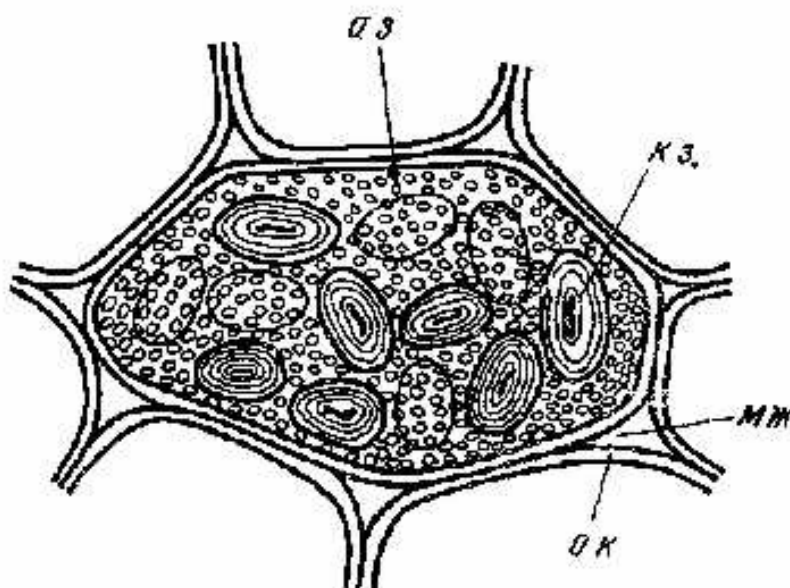


Рисунок 3.2 – Клетка семядоли гороха (*Pisum sativum*) с крахмальными и алейроновыми зёрнами : к.з. – крахмальное зерно; а.з. – алейроновое зерно; м.ж. – межклетник; о.к. – оболочка клетки (из В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко, 1979)

Работа 3 Кристаллы в клетках сухой чешуи луковицы лука репчатого (*Allium cepa* L.)

Ход работы

1 Выбрать более тонкий прозрачный кусочек чешуи лука, выдержанной в глицерине, и поместить его на предметное стекло в каплю глицерина.

3 При малом увеличении микроскопа рассмотреть чешую. Среди удлинённых мёртвых паренхимных клеток, на большом увеличении, найти бесцветные призматические кристаллы, одиночные или попарно крестообразно сросшиеся.

4 Зарисовать несколько клеток (рисунок 3.3), отметив оболочку, одиночные, двойниковые и тройниковые кристаллы оксалата кальция.

Работа 4 Кристаллы в клетках черешка бегонии (*Begonia sp.*)

Ход работы

1 Сделать продольные срезы черешка бегонии, перенести их на предметное стекло в каплю воды и накрыть покровным стеклом.

2 При малом увеличении микроскопа найти, а при большом — рассмотреть наиболее тонкий участок среза, состоящий из тонкостенных паренхимных клеток с постенным слоем цитоплазмы.

В полости клеток, в клеточном соке локализуются одиночные кристаллы в виде ромбоэдров или их сростки — друзы. Кристаллы и друзы состоят из щавелевокислого кальция, они растворяются в минеральных кислотах (соляной, азотной, серной) без выделения пузырьков газа.

3 Зарисовать несколько клеток с одиночными кристаллами и друзами (рисунок 3.3), обозначив их на рисунке.

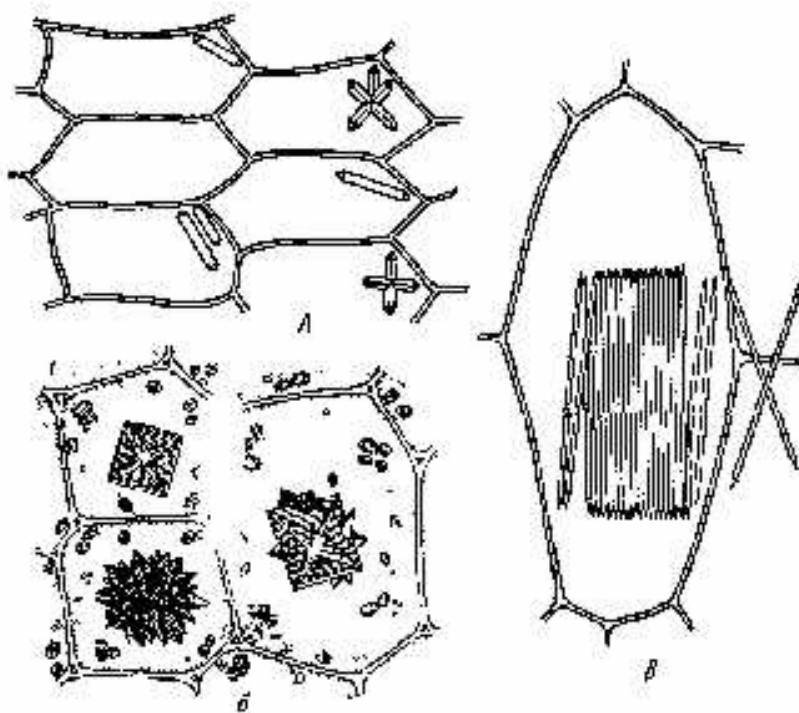


Рисунок 3.3 — Клетки различных растений с включениями щавелевокислого кальция: а — одиночные, двойниковые и тройниковые

кристаллы в клетках сухой чешуи лука; б – последовательные стадии формирования друз в клетках черешка листа бегонии; в – пучок рафид в клетке корневища купены (из В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко, 1979)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что собой представляют включения клетки?
- 2 Какие типы клеточных включений Вам известны?
- 3 В какой форме накапливается крахмал?
- 4 Чем различаются простые, сложные и полусложные крахмальные зерна?
- 5 Чем объясняется слоистость крахмальных зерен?
- 6 В какой форме в клетках запасается белок?
- 7 Каково строение алейроновых зерен?
- 8 В какой форме запасаются в клетке минеральные соли?

Литература

- 1 Васильев, А. Е. Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 73 – 78.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 91– 94.
- 3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 39–47.

Тема 4 Образовательная ткань – меристема

1 Строение верхушки побега элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.)

2 Клеточное строение верхушечной меристемы

3 Верхушечная меристема в зародышевом корне пшеницы

Основные понятия по теме

Ткань растений – система клеток, структурно и функционально взаимосвязанных друг с другом и обычно сходных по происхождению.

Неограниченный рост растений с образованием новых органов и тканей возможен благодаря наличию **образовательных тканей**, или **меристем**, которые способны в течение длительного периода к делению. В результате деятельности меристем, число клеток в растении непрерывно увеличивается. Часть из них остается меристематическими, т. е. сохраняет способность делиться, другая часть дифференцируется – превращается в клетки постоянных тканей.

Образовательные ткани состоят из однородных, плотно соприкасающихся живых меристематических клеток, которые заполнены густой цитоплазмой, включающей крупное ядро и мелкие вакуоли, и покрыты тонкой первичной оболочкой. Межклетники в меристемах обычно отсутствуют; размеры и форма клеток разнообразны. Первичные клетки, из которых возникают все остальные клетки меристемы, называются **инициальными**.

Классификация образовательных тканей основана на их положении в теле растения и происхождении. По происхождению различают первичные и вторичные меристемы.

Первичная меристема ведет свое начало от зиготы, составляет большую часть тела зародыша и во взрослом растении сохраняется в отдельных точках. Она образует первичное тело растения, все его вегетативные и генеративные органы.

Вторичная меристема возникает во взрослом растении, развиваясь из какой-нибудь постоянной ткани, и образует вторичные постоянные ткани. Качественно новых органов не образуется, происходит только количественный рост, увеличение массы.

По расположению в теле растения меристему делят на **верхушечную** (апикальную), **боковую** (латеральную), **вставочную** (интеркалярную) и **раневую** (травматическую). Верхушечная и вставочная меристемы первичны, боковая может быть первичной и вторичной.

Верхушечные, или апикальные, меристемы находятся в верхушечных и

боковых почках побегов и в окончаниях корней. Эти участки осевых органов называются точками роста или конусом нарастания. Они обеспечивают рост побегов и корней в длину (высоту), их ветвление.

Боковые (латеральные) меристемы располагаются параллельно поверхности органа, в котором они находятся. Первичные боковые меристемы являются непосредственным продолжением верхушечных образовательных тканей, это прокамбий и перицикл. Прокамбий образует первичные проводящие ткани. Перицикл формирует наружный слой центрального цилиндра корня и стебля, боковых, придаточных корней и почек. Вторичные боковые меристемы возникают из постоянных тканей или из клеток первичной меристемы, к ним относятся камбий (образуется из прокамбия) и феллоген, или пробковый камбий, (возникает из клеток основной паренхимы, реже из клеток кожицы). Камбий образует вторичные проводящие ткани, за счет его деятельности идет рост растения в толщину, феллоген - клетки вторичной покровной ткани – пробку.

Вставочные, или интеркалярные меристемы находятся в различных частях растения: в междоузлиях стебля, в основании молодых листьев, в основании тычинок. Они представляют собой остатки зародышевой меристемы и обеспечивают рост растения в длину после завершения работы верхушечной меристемы.

Раневые (травматические) меристемы могут возникнуть в любой части растения в результате повреждения. Клетки, окружающие поврежденный участок, в результате дедифференциации приобретают способность к делению и образуют раневую ткань (каллюс), которая постепенно дифференцируется в клетки постоянной ткани (раневую пробку).

Практическое занятие 4

Цель: познакомиться с общей характеристикой и классификацией меристематических тканей. Изучить строение верхушки побега элодеи канадской, клеточное строение апикальной меристемы побега и корня.

Материалы и оборудование: живые стебли элодеи канадской, постоянный микропрепарат точки роста цветкового растения, набухшие зерновки пшеницы. Микроскопы МБР-1, лезвия, пинцет, препарировальные иглы, скальпель, предметные и покровные стекла, склянки с водой, фильтровальная бумага, практикумы по анатомии и морфологии растений, таблицы.

Работа 1 Строение верхушки побега элодеи канадской (*Elodea canadensis* Michx.)

Ход работы

1 Приготовить препарат: небольшую веточку элодеи поместить на предметное стекло в каплю воды, с помощью препарировальных иголок последовательно удалить все листья верхушечной почки. Работа требует аккуратности и терпения. Освободившийся конус нарастания отделить от стебля, перенести в каплю воды на предметное стекло. Накрыть, не прижимая, покровным стеклом.

2 Рассмотреть строение верхушки побега при малом увеличении микроскопа. Отметить совершенно гладкий кончик побега, закладку листовых бугорков или валиков, порядок заложения листовых бугорков, последовательные возрастные изменения зачатков листьев. Сделать продольный срез верхушки побега, рассмотреть его под микроскопом (можно использовать постоянный препарат). Строение изученного объекта сравнить с изображением на рисунке 4.1, зарисовать, указать на рисунке: сформировавшиеся листья, зачатки пазушных почек, примордии, конус нарастания.

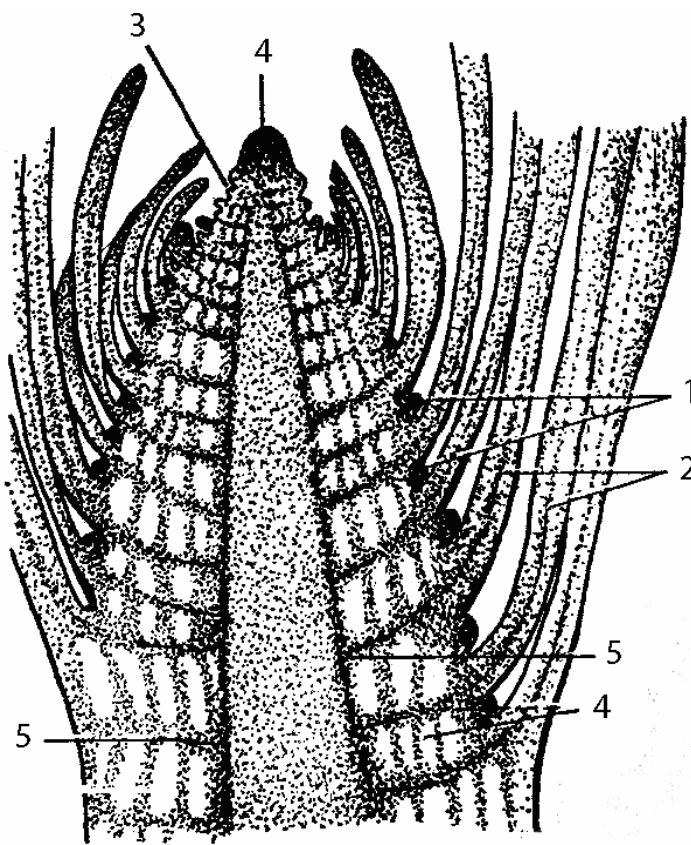


Рисунок 4.1 – Строение верхушки побега элодеи канадской (*Elodea canadensis*) (продольный срез): 1 – зачатки пазушных почек, 2 – сформировавшиеся листья, 3 – примордии, 4 – конус нарастания, 5 – прокамбий (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Клеточное строение верхушечной меристемы

Ход работы

Работа выполняется на постоянном препарате «Точка роста стебля цветкового растения», который представляет собой продольный разрез через конус нарастания побега цветкового растения.

1 При большом увеличении микроскопа рассмотреть клетки верхушечной меристемы. Обратить внимание на форму меристематических клеток, тонкие клеточные оболочки, цитоплазму, крупные округлые ядра, их положение в клетке, отсутствие межклетников в меристеме. Сопоставить строение изученного объекта с изображением на рисунке 4.2. Зарисовать несколько клеток меристемы, отметив на рисунке оболочку, ядро, цитоплазму, вакуоли.

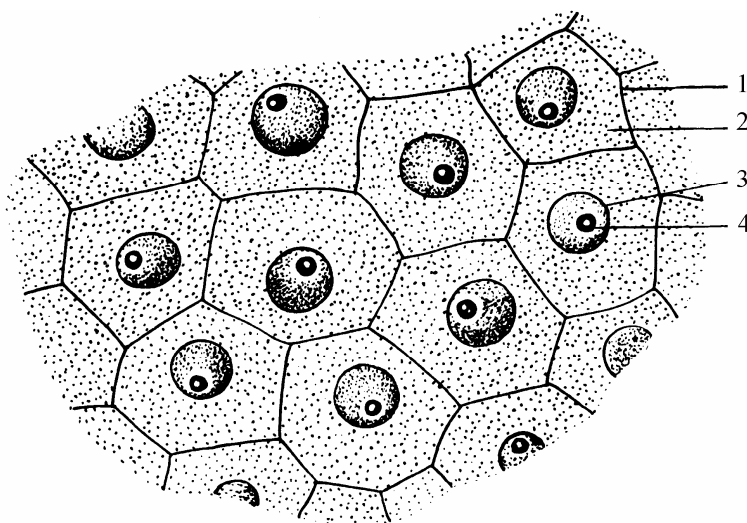


Рисунок 4.2 – Клеточное строение верхушечной меристемы: 1 – оболочка клетки, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – ядрышко (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Работа 3 Верхушечная меристема в зародышевом корне пшеницы (*Triticum* L.)

Ход работы

1 Приготовить препарат: набухшую зерновку пшеницы разрезать вдоль бороздки, рассмотреть разрез простым глазом, найти зародыш, сделать тонкий продольный срез с зародыша, поместить его в каплю воды, накрыть покровным стеклом.

2 Рассмотреть срез зародыша сначала простым глазом, затем при малом увеличении микроскопа. Найти зародышевый корень, рассмотреть его, сравнить со строением на рисунке 4.3 и зарисовать. Показать начало дифференциации верхушечной меристемы корня – дерматоген, перилему, плерому, корневой чехлик.

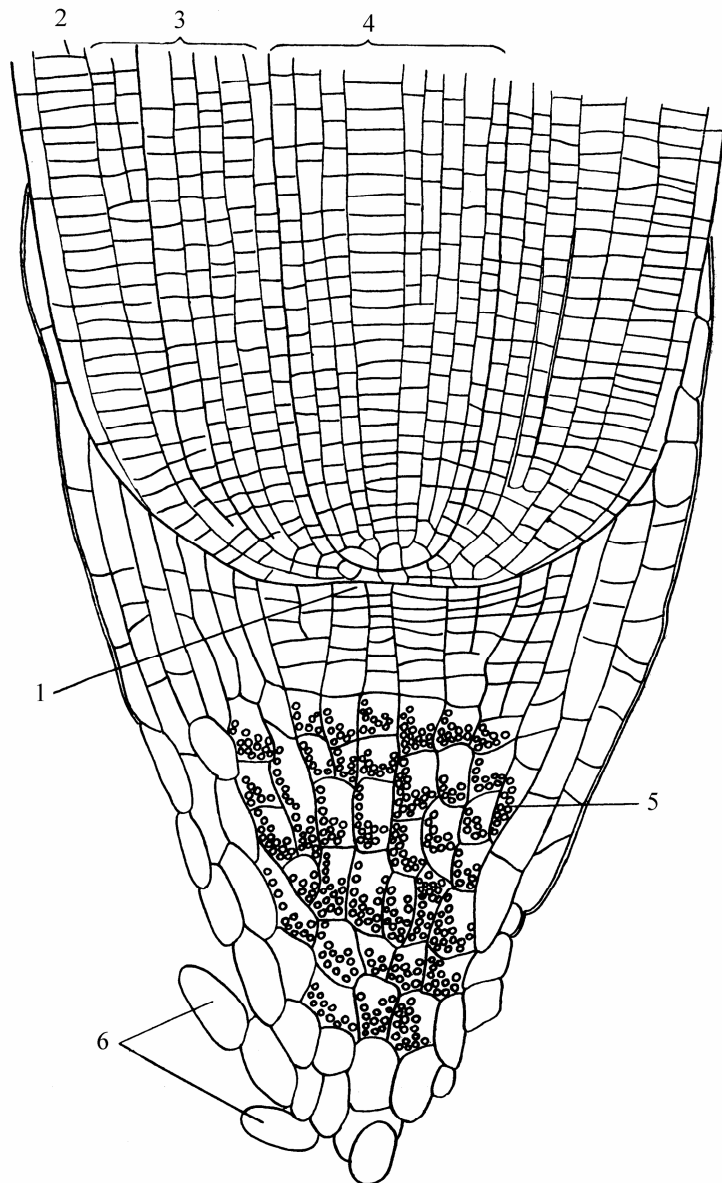


Рисунок 4.3 – Конус нарастания корня пшеницы (*Triticum*) :
 1 – калиптроген, 2 – дерматоген, 3 – периблема, 4 – плерома, 5 – крахмальные зерна в клетках корневого чехлика, 6 – отпадающие клетки чехлика (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие ткани относят к образовательным?
- 2 В чем состоят особенности строения клеток меристемы и принципы ее классификации?
- 3 Где локализуются первичные меристемы в растении? Каковы их виды и особенности строения?
- 4 В чем заключаются особенности строения и образования вторичной меристемы.

5 Каково строение рассмотренных вами клеток апикальной меристемы верхушки побега и кончика корня?

Литература

1 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 108 – 114.

2 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 82–87.

3 Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 98 – 101.

4 Киселева, Н. С. Атлас по анатомии растений / Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин ; под ред. С. В. Калишевича. – Мн. : Вышэйш. школа, 1969. – С. 61 – 68.

Тема 5 Покровные ткани

1 Строение эпидермиса листа герани (*Pelargonium zonale* Ait.) и ириса германского (*Iris germanica* L.)

2 Перидерма стебля бузины (*Sambucus nigra*). Строение чечевичек

3 Строение корки

Основные понятия по теме

Основное назначение **покровных тканей** – регуляция газообмена растения, защита его от высыхания и неблагоприятных воздействий внешней среды. Некоторые покровные ткани способны выполнять функцию всасывания и выделения веществ.

Эволюционно покровная ткань возникла в период выхода растений из водной среды на сушу. В процессе онтогенеза она возникает, подобно прочим постоянным тканям, из меристем.

Различают первичные покровные ткани – эпидермис и ризодермис, образующиеся в результате дифференциации клеток первичных меристем, и вторичную – перидерму, формирующуюся из вторичной меристемы – феллогена.

Эпидермис – однородная первичная покровная ткань листьев и молодых зеленых побегов, возникающая из самого наружного слоя клеток конуса нарастания. Это сложная ткань, поскольку ее клетки различаются по форме и частично – по функциям. Большинство из них – плотно сомкнутые, таблитчатые клетки, нередко с извилистыми оболочками, благодаря чему повышается плотность их сцепления друг с другом. Это так называемые основные клетки эпидермиса. Эпидермальные клетки осевых органов и листьев многих однодольных сильно вытянуты (вдоль оси органа). Их наружные оболочки сравнительно более толстые, часто покрыты кутикулой и воском, имеют выросты (трихомы) разнообразного строения (кроющие и железистые волоски).

Главные функции эпидермиса – газообмен и транспирация – осуществляются преимущественно через устьица, но частично и через эпидермальные клетки.

Устьица представляют собой высокоспециализированные образования эпидермиса, состоящие из двух замыкающих клеток и устьичной щели между ними. Стенки замыкающих клеток утолщены неравномерно: направленные к щели («брюшные») толще направленных от нее («спинных»). Щель может расширяться и сужаться и тем самым регулировать транспирацию и газообмен. Под ней располагается воздушная полость, окруженная клетками мякоти листа. Клетки эпидермиса, примыкающие к замыкающим, называются сопро-

вождающими (побочными, соседними, околоустьичными). Они участвуют в движении замыкающих клеток и вместе с ними образуют устьичный комплекс (устьичный аппарат). По числу сопровождающих клеток и их расположению относительно устьичной щели устьица подразделяются на ряд типов.

Для всех групп высших растений, за исключением хвойных, свойствен анамоцитный тип устьичного комплекса. Его сопровождающие клетки не отличаются от остальных клеток эпидермиса. Диацидный тип отличается наличием только двух сопровождающих клеток, общая стенка которых располагается под прямым углом к замыкающим клеткам. При парацитном типе сопровождающие клетки располагаются параллельно замыкающим и устьичной щели. Лишь для цветковых растений характерен анизоцитный тип: замыкающие клетки окружены тремя сопровождающими, одна из которых заметно крупнее или мельче остальных. У однодольных преимущественно тетрацитный тип устьичного аппарата (четыре сопровождающие клетки). При энкиклоцитном типе сопровождающие клетки образуют узкое кольцо вокруг замыкающих клеток. Для актиноцитного типа характерно несколько сопровождающих клеток, радиально расходящихся от замыкающих.

Перидерма – сложная, многослойная вторичная покровная ткань стеблей и корней многолетних (реже однолетних) растений. Она сменяет первичные покровные ткани осевых органов в процессе их постепенного отмирания или слущивания. Ее образование обусловлено деятельностью вторичной меристемы – феллогена (пробковый камбий). Эта деятельность сводится к делению клеток в центробежном направлении и дифференциации их в пробку (феллему), а также в центростремительном направлении и превращении в живые паренхимные клетки феллодермы. Феллоген может закладываться в эпидермисе стеблей, в субэпидермальном слое, у некоторых видов растений он отсутствует.

Пробка состоит из таблитчатых, вначале живых клеток, которые постепенно отмирают. При этом исчезают межклетники, а клетки благодаря суберину, которым пропитана их оболочка, становятся воздухо- и водонепроницаемыми. Клетки пробки защищают живые ткани от чрезмерного испарения, резких колебаний температуры, от проникновения болезнетворных микробов. Но для нормальной жизнедеятельности живых тканей, лежащих под пробкой, необходимы газообмен и удаление избытка влаги. Это достигается с помощью образующихся в перидерме чечевичек – участков с рыхло располагающимися клетками (выполняющая ткань чечевички). К зиме они закрываются тонким слоем замыкающих клеток, который весной при возобновлении деятельности феллогена разрывается. По мере утолщения

ветвей растения чечевички растягиваются.

В многолетних осевых органах растений обычно развивается несколько перидерм. Причем каждая последующая закладывается глубже предыдущей. Со временем клетки наружных перидерм и расположенных между ними тканей отмирают, в результате чего образуется мощный покровный комплекс – **корка** (ритидом). Корка ежегодно наращается за счет заложения новых слоев перидермы.

Практическое занятие 5

Цель: познакомиться с общей характеристикой и классификацией покровных тканей. Изучить строение эпидермиса листа герани и ириса, перидермы герани, клубня картофеля и стебля бузины.

Материалы и оборудование: свежие или фиксированные листья герани; одно- и двулетние стебли бузины красной; клубни картофеля; постоянные микропрепараты поперечного среза листа ириса германского, стебля бузины красной; корка различных деревьев; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Строение эпидермиса листа герани (*Pelargonium zonale* Ait.) и ириса германского (*Iris germanica* L.)

Ход работы

1 Приготовить препараты нижнего и верхнего эпидермиса листьев герани (рисунок 5.1).

Обернуть лист (нижней или верхней стороной наружу) вокруг указательного пальца левой руки, срезать бритвой или сорвать пинцетом небольшой кусочек эпидермиса, положить его на предметное стекло и рассмотреть препарат под микроскопом при малом и большом увеличении.

2 Рассмотреть препарат при малом и вольтом увеличении микроскопа. Нарисовать несколько основных эпидермальных клеток, устьица и волоски (кроющие и железистые). На рисунках отметить: устьичную щель и замыкающие клетки, а также детали строения эпидермальных клеток, клеточную оболочку, поры в оболочке, цитоплазму, вакуоль, клеточное ядро, пластиды.

3 На постоянном микропрепарате поперечного среза листа ириса германского познакомиться с детальным строением устьичного комплекса.

4 Рассмотреть препарат при малом и большом увеличении. Нарисовать

несколько основных эпидермальных клеток и устьица. На рисунке показать строение и расположение устьиц и строение основных эпидермальных клеток (рисунок 5.2).

5 Строение эпидермиса и устьиц в поперечном разрезе. Зажав между кусочками сердцевины бузины узкие полоски листовых пластинок, сделать поперечный срез. Срезы поместить в воду, накрыть покровным стеклом. Рассмотреть и нарисовать эпидермис листа и устьица в поперечном разрезе. Обратит внимание на форму эпидермальных и замыкающих клеток, положение устьиц, воздушные камеры над и под устьищем.

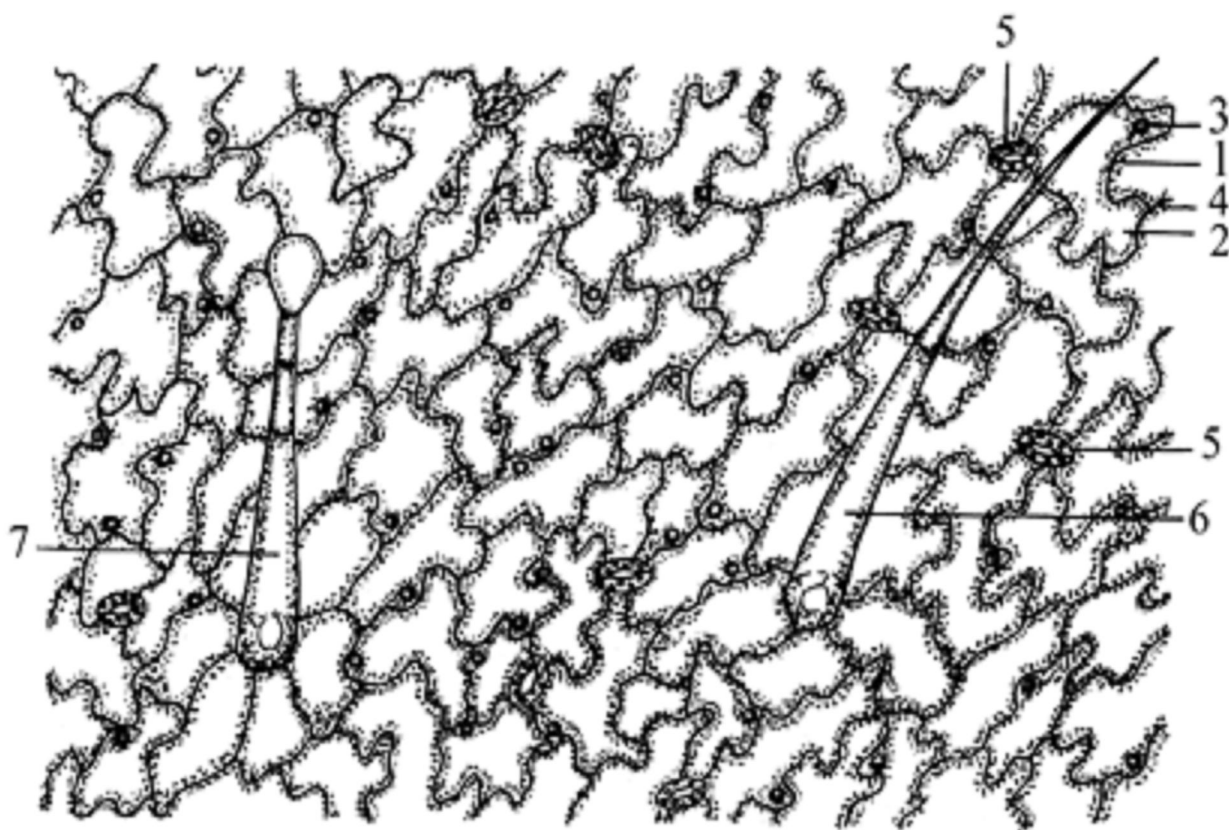


Рисунок 5.1 – Эпидермис листа герани (*Pelargonium zonale*):
1 – оболочка клетки, 2 – цитоплазма, 3 – ядро, 4 – хлоропласты,
5 – устьица, 6 – простой волосок, 7 – железистый волосок
(из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

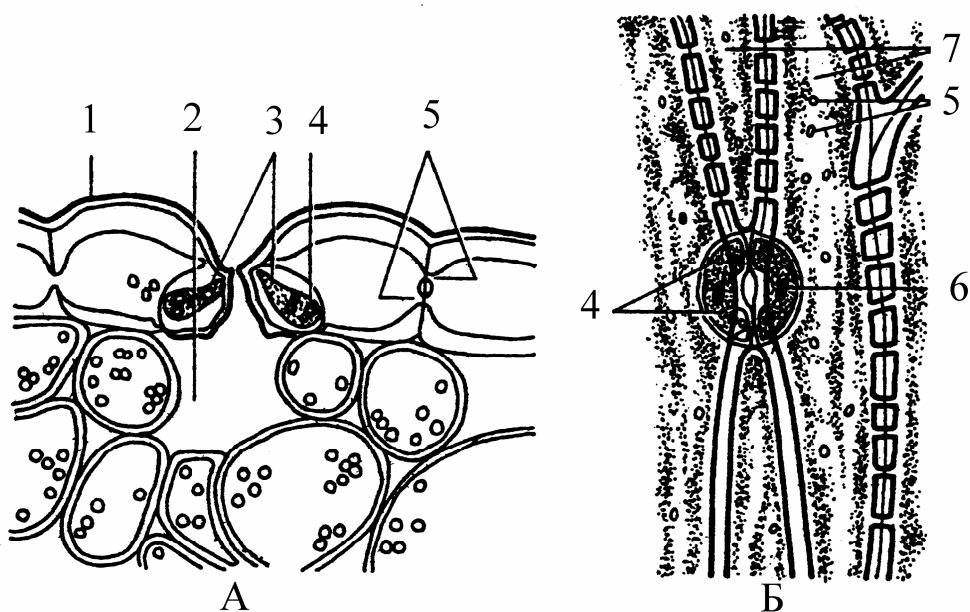


Рисунок 5.2 – Строение устьица ириса германского (*Iris germanica*): А – в разрезе, Б – в плане: 1 – кутикула, 2 – подустыичная полость, 3 – замыкающие клетки устьица, 4 – хлоропласты, 5 – поры, 6 – ядро, 7 – клетка эпидермиса (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Перидерма стебля бузины (*Sambucus nigra*). Строение чечевичек

Ход работы

1 Рассмотреть ветку бузины.

2 На постоянном препарате рассмотреть строение пробки и строение чечевички. Снаружи среза видны полуразрушенные, плоские клетки эпидермиса, за ними – правильные радиальные ряды пробки (феллемы) с толстыми оболочками, без протопластов. Иногда во внутренних клетках пробки заметны неуспевшие разрушиться ядра. Под пробкой располагается слой живых тонкостенных клеток с густой цитоплазмой. Это феллоген. Внутри от него лежит образованная им живая паренхимная ткань – феллодерма. (Феллема, феллоген, феллодерма составляют перидерму.)

Чечевичка почти полностью заполнена рыхло располагающимися округлыми клетками – выполняющей тканью. Верхний слой – более плотный, с рядом разрывов, трещин – состоит из клеток пробки. К феллогену под чечевичкой примыкает несколько слоев недифференцированных тканей.

3 Зарисовать участок перидермы бузины, отметив остатки эпидермиса, пробку, феллоген, феллодерму, выполняющую ткань чечевичек (рисунок 5.3).

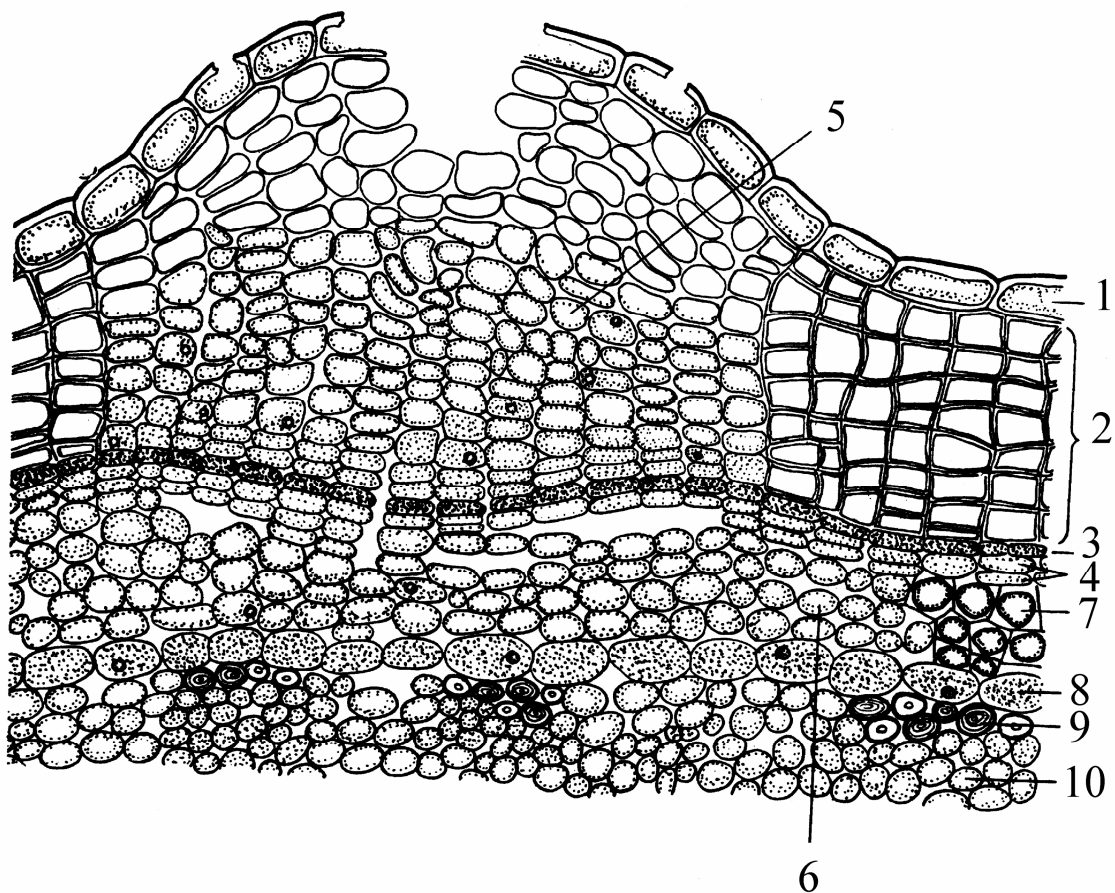


Рисунок 5.3 – Строение перидермы бузины (*Sambucus nigra*):
 1 – эпидермис, 2 – пробка, 3 – феллоген, 4 – феллодерма,
 5 – выполняющая ткань чечевички, 6 – паренхима первичной коры,
 7 – колленхима, 8 – эндодерма, 9 – склеренхима перицикла,
 10 – паренхима вторичной коры (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Работа 3 Строение корки

Ход работы

1 Рассмотреть препарат корки дуба. На изломе корки наблюдать чередование слоев пробки и отмершей коровой паренхимы. Обратить внимание на чешуйчатое расположение слоев пробки, их смыкание. Зарисовать (рисунок 5.4).

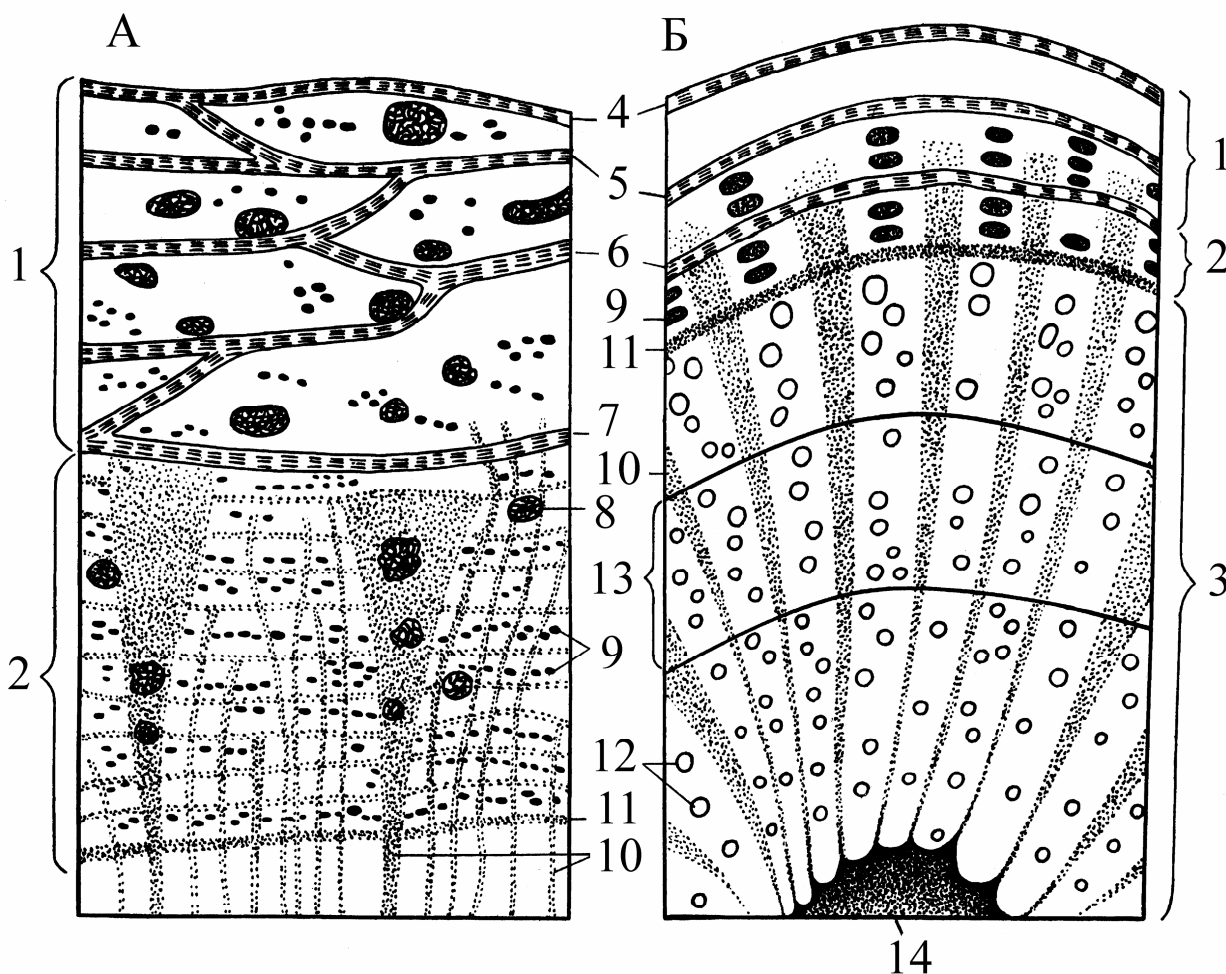


Рисунок 5.4 – Схема строения корки разных растений: А – чешуйчатая корка дуба (*Quercus*), Б – кольцевая корка винограда (*Vitis vinifera*); 1 – корка, 2 – деятельный луб, 3 – древесина, 4–7 – перидерма, 8 – каменистые клетки, 9 – лубяные волокна, 10 – сердцевинные лучи, 11 – камбий, 12 – сосуды, 13 – годовичное кольцо, 14 – сердцевина (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969).

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какая ткань называется покровной?
- 2 Почему эпидермис называют комплексной тканью?
- 3 Какую функцию выполняют кутикулярный и восковой слои эпидермиса?
- 4 Что собой представляют устьица? Какие функции они выполняют?
- 5 В связи с чем возникает вторичная покровная ткань?
- 6 Какие структуры перидермы способны выполнять функцию газообмена? Какое строение они имеют?
- 7 Как образуется ритидом? Из каких гистологических элементов он состоит?

Литература

1 Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 104 – 119.

2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 114 – 127.

3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 87 – 98.

Тема 6 Механические ткани

1 Уголковая колленхима черешка листа свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris* L.), **пластинчатая колленхима** молодого стебля подсолнечника однолетнего (*Heliantus annuus* L.), **рыхлая колленхима** ревеня обыкновенного (*Rheum rhabarbarum* L.)

2 Склеренхима льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.)

3 Склереиды в плодах груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.)

Основные понятия по теме

Механические ткани придают растению прочность в связи с утолщением клеточных стенок и соответствующим расположением в органе растения. В совокупности механические ткани составляют каркас, поддерживающий все органы растений, и тем самым противодействуют их излому, сжатию, разрыву. В зависимости от формы клеток, химического состава и способа утолщения клеточных оболочек механические ткани подразделяются на три вида: **колленхиму, склеренхиму и склереиды.**

Колленхима – паренхимная ткань, состоит из живых клеток с неравномерно утолщенными целлюлозными стенками. Колленхима появляется только как первичная ткань и служит для укрепления молодых стеблей и листьев, когда еще продолжается растяжение клеток в длину. Располагается колленхима поверхностно, подстилает эпидермис. В зависимости от характера утолщений стенок и соединения клеток между собой различают уголковую, пластинчатую и рыхлую колленхиму.

В **уголковой** колленхиме, наиболее распространенной, оболочка сильно утолщается в углах, где сходятся соседние три-пять клеток. Утолщенные части оболочек обычно сливаются между собой, так что границы отдельных клеток обнаруживаются с трудом. Уголковая колленхима хорошо развита в первичной коре стеблей тыквы, георгина, картофеля, шалфея.

В **пластинчатой** колленхиме сплошными параллельными слоями утолщаются две противоположные стенки клетки, а две другие остаются тонкими. Пластинчатая колленхима имеется в стеблях, листовых черешках яблони, земляники, смородины.

В **рыхлой** колленхиме хорошо развиты межклетники. Утолщаются лишь те участки оболочки, которые граничат с межклетниками. Рыхлая колленхима встречается в стеблях и черешках малины, ревеня и других растений.

Склеренхима – наиболее важная механическая ткань, которая встречается в органах почти всех высших растений. Она состоит из

прозенхимных клеток с равномерно утолщенной стенкой. Молодые клетки – живые. По мере старения содержимое их отмирает. Длина клетки превышает ширину в десятки и сотни раз. Из-за этого клетки склеренхимы называют **волокнами**. В зависимости от химического состава оболочек клеток, расположения в теле растения и функциональных особенностей волокна подразделяют на две большие группы – **древесинные (ксилемные) волокна**, или **либриформ** (оболочка одревесневшая) и **лубяные волокна** (оболочка целлюлозная или слегка одревесневшая).

По происхождению различают первичную и вторичную склеренхиму. Первичная дифференцируется из клеток верхушечной (апикальной) меристемы, прокамбиальных пучков или из перициклических волокон. Вторичную склеренхиму формирует камбий.

Склерейды – мертвые, разнообразной формы паренхимные клетки с равномерно утолщенными одревесневшими стенками, пронизанными простыми, нередко ветвистыми порами. Встречаются в различных органах растений: плодах, листьях, стеблях. В тканях органов они могут располагаться поодиночке и группами. Группы склерейд бывают рассеяны в мякоти плода, либо частично перемешаны с паренхимными клетками (в коре дрока), либо составляют плотную, без межклетников ткань (косточка плодов сливы, черешни, абрикоса, скорлупа ореха и др.). Классификация склерейд основывается на их морфологических признаках и для органов растения специфична (каменистые клетки, астеросклерейды, трубчатые идиобласты и т. д.).

Практическое занятие 6

Цель: изучить различные виды механической ткани.

Материалы и оборудование: фиксированные черешки листа свеклы обыкновенной, репейника (лопуха) большого, ревеня обыкновенного, молодой стебель подсолнечника однолетнего, живые или фиксированные незрелые плоды груши; постоянные препараты продольного и поперечного сечения лубяных волокон льна; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Уголковая колленхима черешка листа свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris* L.), пластинчатая колленхима молодого стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.), рыхлая колленхима ревеня обыкновенного (*Rheum rhabarbarum*)

Ход работы

1 Изготовить препарат тонкого поперечного среза каждого объекта исследования, поместив его на предметное стекло в каплю воды и накрыв покровным стеклом.

2 Рассмотреть срез под микроскопом при малом увеличении. Уделить внимание выступающим ребрам, если поверхность объекта ребристая. В ребристых участках можно различать блестящую мелкоклеточную ткань, похожую на сетку, состоящую из чередующихся белых и темных пятен. Это колленхима.

3 Рассмотреть участок колленхимы при большом увеличении. При этом можно легко убедиться, что белые блестящие пятна – целлюлозные оболочки клеток, а темные – полость клеток.

4 Зарисовать небольшие участки каждого типа колленхимы (рисунки 6.1, 6.2), отразив утолщенные целлюлозные оболочки, и подписать объект.

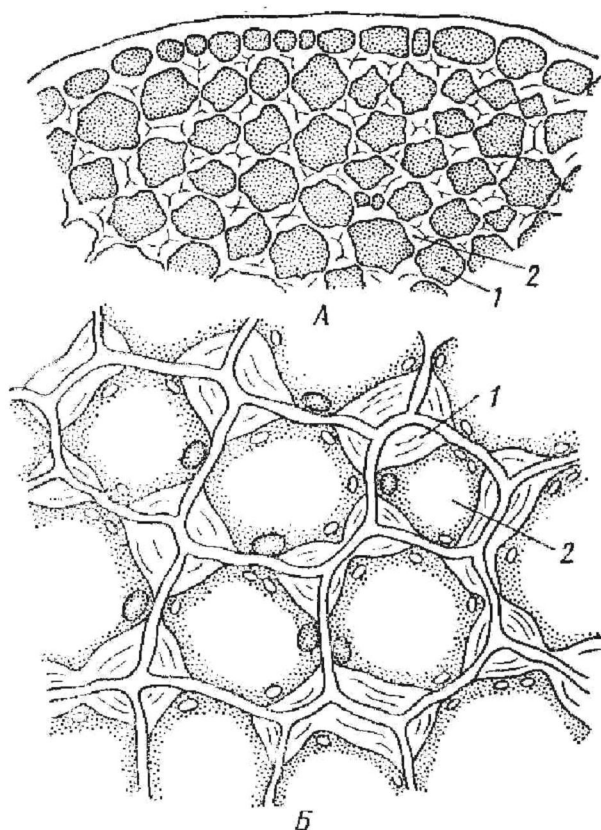
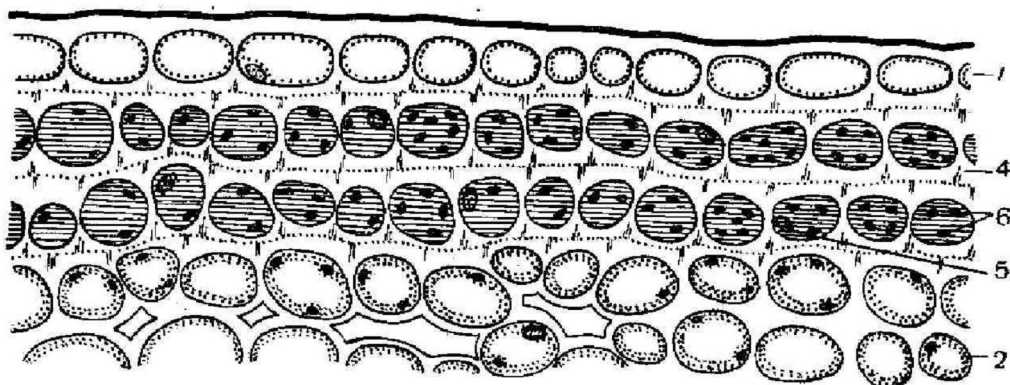


Рисунок 6.1 – Уголковая колленхима черешка листа свеклы (*Beta vulgaris*). А – при малом увеличении: 1 – полость клетки, 2 – утолщенная стенка; Б – при большом увеличении: 1 – утолщенная стенка, 2 – полость клетки (из В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко, 1979)

А



Б

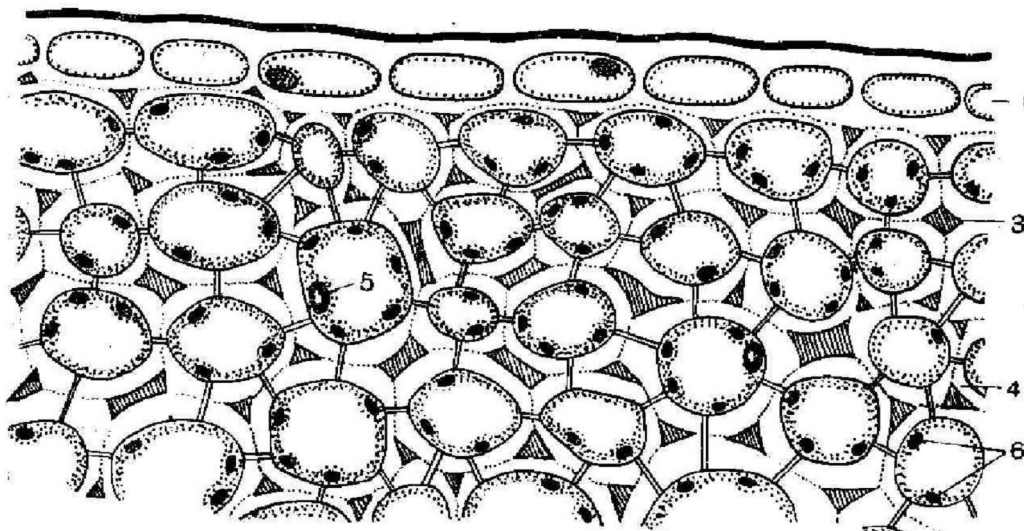


Рисунок 6.2 – А – пластинчатая колленхима стебля подсолнечника (*Heliantus annuus*); Б – рыхлая колленхима черешка листа ревеня (*Rheum rhabarbarum*): 1 – эпидермис, 2 – хлорофиллоносная паренхима, 3 – межклетники, 4 – утолщения оболочки клеток, 5 – ядро, 6 – хлоропласты (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Работа 2 Склеренхима льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.)

Ход работы

1 Рассмотреть постоянный препарат продольного и поперечного сечения склеренхимных волокон, выяснить: а) расположение волокон в лубе, древесине, сердцевине; б) характер расположения волокон (группами, кольцом, дугой, в виде одиночных клеток); в) тип волокон (лубяные, древесинные).

2 Зарисовать склеренхимные волокна в продольном и поперечном сечениях, отметив полость клетки, ее слоистую оболочку.

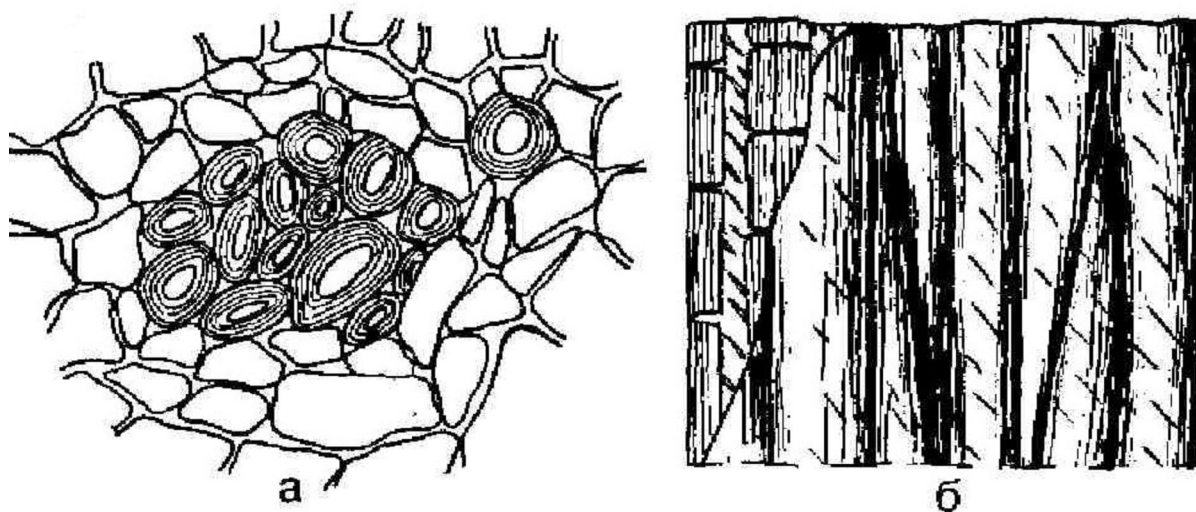


Рисунок 6.3 – Поперечный (а) и продольный (б) срезы лубяных волокон в стебле льна обыкновенного (*Linum usitatissimum*) (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 3 Склерейды в плодах груши обыкновенной (*Pyrus communis* L.)

Ход работы

1 Приготовить препарат: небольшое количество мякоти плода груши перенести на предметное стекло в каплю воды, раздавить механические ткани (они в виде желтоватых точек хорошо видны невооруженным глазом среди сочной мякоти плода). Окрасить препарат флороглюцианом и соляной кислотой. (Через пару минут клетки ткани окрасятся в ярко-красный цвет.) Убрать со стекла мякоть; окрашенные клетки распределить равномерно в капле воды на чистом предметном стекле.

2 Рассмотреть препараты под микроскопом при малом и большом увеличении. Обратить внимание на склерейды (в мякоти плода груши они имеют округлую форму, слоистое утолщение, ярко-красные оболочки). Стенки клеток пронизаны узкими поровыми каналами в виде черточек, которые иногда ветвятся. Клетки мертвые, полость их незначительная, без протопласта.

3 Зарисовать склерейды, отметив полость клетки, слоистость оболочки, поровые каналы (рисунок 6.4).

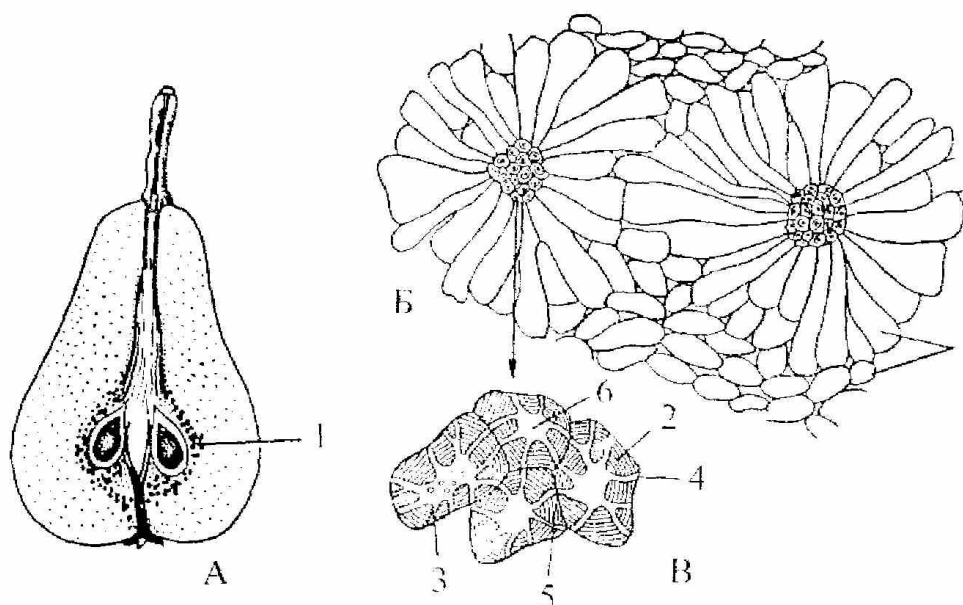


Рисунок 6.4 – Склереиды плода груши (*Pyrus communis*). А – плод груши (продольный разрез); Б – группы склереид среди клеток мякоти плода; В – склереиды: 1 – паренхимные клетки мякоти, 2 – стенка клетки, 3 – простая пора в плане, 4 – простая пора в разрезе, 5 – замыкающая пленка поры, 6 – полость клетки (из В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко, 1979)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Каковы характерные признаки клеток механической ткани?
- 2 Какую роль в растении выполняют механические ткани?
- 3 Почему колленхима свойственна молодым органам растений? Как могут утолщаться стенки колленхимных клеток? Приведите примеры.
- 4 Чем отличаются лубяные волокна от древесных?
- 5 Каковы особенности структуры склереид?

Литература

- 1 Васильев, А. Е. Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С.51 – 59.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 128 – 134.
- 3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 98 – 107.

Тема 7 Проводящие ткани

1 Проводящие элементы флоэмы и ксилемы на продольном срезе стебля тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.)

2 Трахеиды стебля сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

3 Проводящие пучки стебля кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.), подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) (или кирказона обыкновенного (*Aristolochia clematitis* L.)), тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.)

Основные понятия по теме

Проводящие ткани представлены **ксилемой** и **флоэмой**. Они относятся к сложным тканям, так как в их состав входят морфологически и функционально разнородные элементы – проводящие, запасающие и механические, которые все вместе обеспечивают проведение веществ в растении. Ксилема и флоэма образуются из первичной (прокамбия) или вторичной (камбия) меристемы и называются соответственно первичными и вторичными.

Ксилема служит для передвижения воды и минеральных веществ ко всем органам растения («восходящий ток»). Она состоит из сосудов, трахеид, древесинной паренхимы и либриформа (древесинные волокна).

Трахеиды – мертвые прозенхимные клетки с утолщенными одревесневшими оболочками, несущими поры, часто окаймленные. Фильтрация растворов из одной трахеиды в другую происходит через эти поры. Сосуды, или трахеи, состоят из многих клеток, которые называются члениками сосуда. Поперечные перегородки между члениками растворяются и возникают перфорации (сквозные отверстия). По таким полым трубкам растворы передвигаются значительно легче, чем по трахеидам. По характеру утолщений клеточных стенок члеников сосудов различают спиральные, кольчатые, лестничные, сетчатые, точечные сосуды.

У многих растений с возрастом сосуды закупориваются тиллами – паренхимными клетками, которые проникают в сосуд через поры в стенках, разрастаются и закупоривают его, делают непроходимым (тиллы развиваются в сосудах дуба, акации, ясеня).

Паренхимные клетки рассеяны по всей ксилеме или примыкают к сосудам, образуя обкладку. Клетки древесинной паренхимы несколько вытянуты по оси органа, оболочки их слегка утолщаются, могут одревесневать. Либриформ – мертвые клетки с одревесневшими оболочками, создающие опору и защиту трахеальным и паренхимным элементам ксилемы.

По **флоэме** органические вещества, синтезирующиеся в листьях, движутся ко всем органам растения («нисходящий ток»). Она состоит из ситовидных трубок, клеток-спутниц, лубяной паренхимы и лубяных волокон.

Проводящими элементами являются **ситовидные трубки**, представляющие собой вертикальный ряд живых клеток (члеников). Их поперечные стенки пронизаны перфорациями (ситовидные пластинки). Стенка членика целлюлозная, ядра в зрелом состоянии нет. Рядом с ситовидной трубкой обычно расположена одна или несколько сопровождающих клеток (клеток-спутниц). Они связаны с ситовидными элементами плазмодесмами и обеспечивают регуляцию передвижения веществ по флоэме.

Лубяное волокно морфологически сходно с древесинным. Паренхима во флоэме располагается рассеяно и вместе с ситовидными трубками составляет мягкий луб, участки лубяного волокна – твердый луб.

Тяжи ксилемы и флоэмы объединяются в проводящие или сосудисто-волокнистые пучки. По структуре проводящие пучки могут быть полными и неполными (состоят только из элементов флоэмы или ксилемы), открытыми (между проводящими тканями располагается камбий, в результате чего пучок приобретает способность к вторичному утолщению) и закрытыми (прокамбий полностью дифференцируется и превращается в первичные проводящие ткани – у однодольных). В зависимости от взаимного расположения флоэмы и ксилемы различают пучки нескольких типов:

- **коллатеральные** – флоэма располагается кнаружи, а ксилема – к центру органа. Коллатеральные пучки характерны для большинства однодольных и двудольных растений;

- **биколлатеральные** – в таком пучке различают два участка флоэмы – наружный и внутренний. Эти пучки можно видеть в стеблях растений из семейства тыквенных, пасленовых, колокольчиковых, астровых.

- **концентрические** – ксилема замкнутым кольцом окружает флоэму (амфибазальные пучки – у однодольных), либо наоборот, - флоэма окружает ксилему (амфикрибральные – у папоротников).

- **радиальные** – участки флоэмы и ксилемы лежат по разным радиусам и не соприкасаются, их разделяют участки паренхимы. Встречаются в корнях однодольных и двудольных растений.

Практическое занятие 7

Цель: изучить элементы, образующие флоэму и ксилему, познакомиться с различными типами проводящих пучков.

Материалы и оборудование: постоянные микропрепараты: продольные срезы стебля тыквы, радиальные и тангенциальные срезы стебля сосны, поперечные срезы стебля кукурузы обыкновенной, кирказона обыкновенного (или подсолнечника однолетнего), тыквы обыкновенной. Практикумы по анатомии и морфологии растений, таблицы.

Работа 1 Проводящие элементы флоэмы и ксилемы на продольном срезе стебля тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.)

Ход работы

1 Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа постоянный препарат «Стебель тыквы – продольный срез». Найти ситовидные трубки с ситовидными пластинками, разные типы сосудов, клетки камбия.

2 Зарисовать при большом увеличении микроскопа ситовидную трубку с ситовидными пластинками, сосуды с кольчатыми и спиральными утолщениями стенок и сосуды с разными типами поровости (рисунок 7.1). Отметить на рисунке все части проводящих элементов.

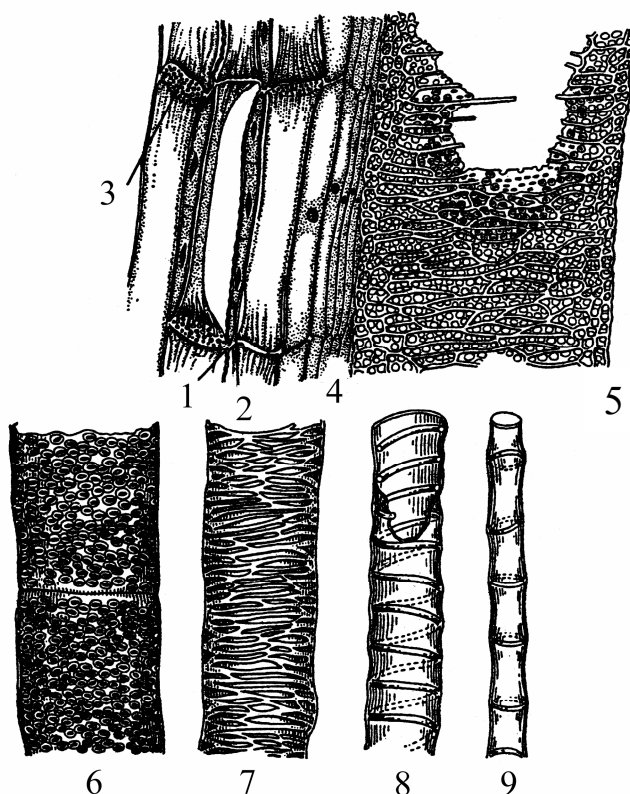


Рисунок 7.1 – Проводящие ткани тыквы (*Cucurbita pepo*): 1 – ситовидные трубки, 2 – клетки-спутницы, 3 – ситовидная пластинка, 4 – камбий, 5 – сетчато-пористый сосуд, 6 – пористый сосуд, 7 – сетчатый сосуд, 8 – спиральный сосуд, 9 – кольчатый сосуд (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Трахеиды стебля сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Ход работы

1 Рассмотреть на постоянном препарате радиальный и тангенциальный срез стебля сосны. При малом увеличении микроскопа отметить более широкие и тонкостенные трахеиды весенней древесины, постепенно переходящие в толстостенные осенние с узким просветом. При большом увеличении микроскопа обратить внимание на окаймленные поры, располагающиеся на радиальных стенках трахеид.

2 Сравнить изученный препарат с изображением на рисунке 7.2; зарисовать 2-3 трахеиды в месте их соединения, отметив их скошенные концы, окаймленные поры, торус (утолщение на срединной пластинке напротив отверстия во вторичной оболочке).

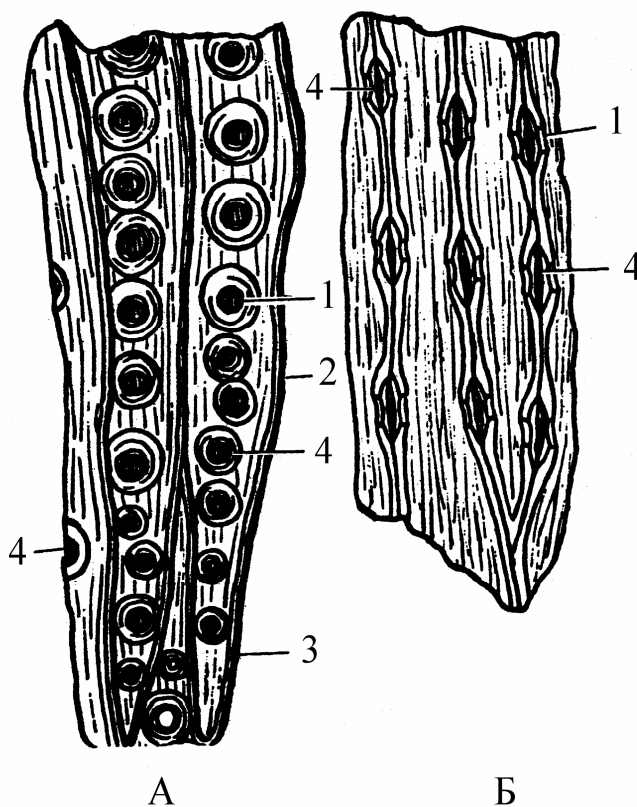


Рисунок 7.2 – Трахеиды стебля сосны (*Pinus sylvestris*):
А – радиальный срез; Б – тангенциальный срез; 1 – окаймленные поры, 2 – оболочка трахеиды, 3 – скошенные концы трахеид, 4 – торус (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 3 Проводящие пучки стебля кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.), подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.) (или кирказона обыкновенного (*Aristolochia clematitis* L.)), тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.)

Ход работы

1 На постоянных препаратах поперечных срезов объектов исследования рассмотреть проводящие пучки.

2 Выяснить: а) взаимное расположение ксилемы и флоэмы (тип пучка); б) какие элементы входят в состав пучков; в) наличие камбия (открытый - закрытый; г) тип обкладки пучка (паренхимная. склеренхимная).

3 Сравнить данные, полученные на основании проведенного анализа с изображениями на рисунках 7.3, 7.4, 7.5.

4 Зарисовать: а) закрытый коллатеральный проводящий пучок кукурузы обыкновенной; б) открытый коллатеральный проводящий пучок подсолнечника (или кирказона обыкновенного); в) биколлатеральный проводящий пучок тыквы обыкновенной. Отметить: основную паренхиму, ксилему, флоэму, склеренхиму, камбий.

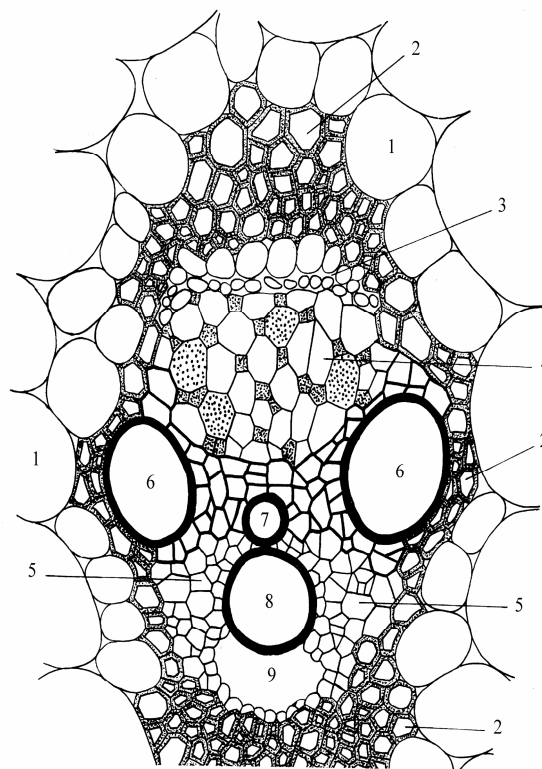


Рисунок 7.3 – Коллатеральный закрытый сосудисто-волокнистый проводящий пучок стебля кукурузы (*Zea mays*) в поперечном разрезе: 1 – основная паренхима, 2 – склеренхима, 3 – протофлоэма, 4 – метафлоэма, 5 – древесная паренхима, 6 – пористые сосуды, 7 – спиральный сосуд, 8 – кольчатый сосуд, 9 – воздушная полость (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

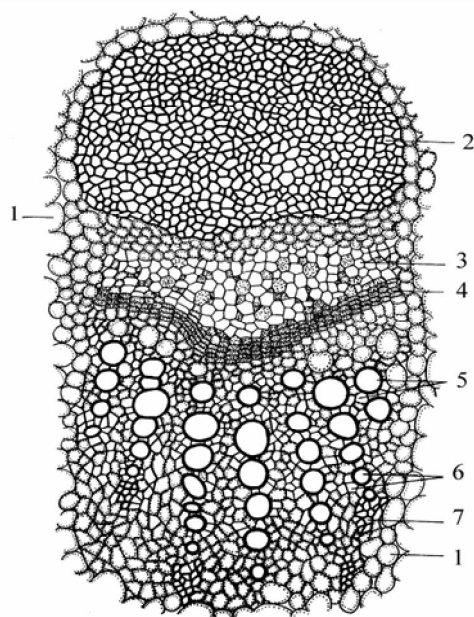


Рисунок 7.4 – Коллатеральный открытый сосудисто-волокнистый проводящий пучок стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*) в поперечном разрезе: 1 – основная паренхима, 2 – склеренхима, 3 – флоэма, 4 – камбий, 5 – вторичная ксилема, 6 – первичная ксилема, 7 – перимедулярные волокна (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

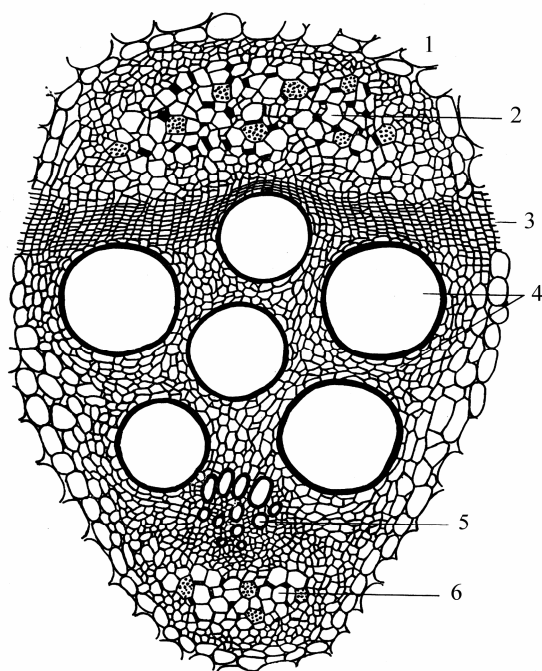


Рисунок 7.5 – Биколлатеральный сосудисто-волокнистый проводящий пучок стебля тыквы (*Cucurbita pepo*) в поперечном разрезе: 1 – основная паренхима, 2 – наружная флоэма, 3 – камбий, 4 – вторичная ксилема, 5 – первичная ксилема, 6 – внутренняя флоэма (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие структурные элементы входят в состав флоэмы; опишите их строение и функции?
- 2 Какие гистологические элементы входят в состав ксилемы и какова их функция?
- 3 По каким признакам можно классифицировать сосудисто-волокнистые проводящие пучки?
- 4 Какие типы проводящих пучков характерны для стеблей однодольных и двудольных растений?

Литература

- 1 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 301 – 307.
- 2 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 107 – 121.
- 3 Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 123 – 129.
- 4 Киселева, Н. С. Атлас по анатомии растений / Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин ; под ред. С. В. Калишевича. – Мн. : Вышэйш. школа, 1969. – С. 102 – 129.

Тема 8 Морфологическое строение побега

1 Морфология побега древесных растений

2 Укороченные и удлиненные побеги

3 Ветвление побега

4 Строение почек

Основные понятия по теме

Морфологическое разнообразие побегов наземных растений сводится только к многообразию количественных параметров. Структурная же организация побегов в общих чертах едина, поскольку **побег** – универсальный наземный орган воздушного питания и включает стебель с расположенными на нем листьями и почками. **Стебель** – осевой орган, соединяющий надземные зеленые ассимилирующие органы (воздушное питание) и подземные органы (почвенное питание). При характеристике стебля обращают внимание на следующие особенности: тип стебля, способ нарастания, форму поперечного сечения, положение в пространстве, тип ветвления, длину междоузлий, листорасположение, тип почек, почкорасположение.

Различают два типа стеблей: **деревянистый** – живет много лет и **травянистый** – живет один вегетационный период. В типичном случае стебель нарастает верхушкой – верхушечный рост. Однако, у некоторых растений наблюдается вставочный (интеркалярный) рост, когда нарастание осуществляется у основания каждого междоузлия.

По очертанию поперечного разреза различаются стебли округлые, ребристые, трехгранные, четырехгранные и др. Значительное разнообразие представляют стебли по положению в пространстве: прямостоячие, восходящие, стелющиеся, цепляющиеся, вьющиеся и др.

Побеги бывают простые (неветвистые) и разветвленные. Благодаря ветвлению увеличивается поверхность побегов. Побеги могут ветвиться у основания, в средней части, у верхушки или по всей своей длине. Степень разветвления, направление роста ветвей и их размеры определяют габитус растений.

Ветвление бывает двух типов – верхушечное и боковое.

При верхушечном ветвлении конус нарастания раздваивается, в результате чего от верхушки оси первого порядка отходят две оси второго порядка, которые в дальнейшем в свою очередь раздваиваются. Такой тип ветвления называется **вильчатым** или **дихотомическим**. Образующиеся побеги могут быть одинаковых размеров (изотомическая дихотомия) либо один из них развивается сильнее (анизотомическая дихотомия).

При боковом ветвлении новые оси побега возникают ниже его верхушки из пазушных почек. В результате одного или нескольких ветвлений образуется система осей. При боковом ветвлении она может быть моноподиальной или симподиальной.

При **моноподиальном** ветвлении главный стебель, образующийся из почки зародыша, сохраняет конус нарастания всю жизнь. Таким образом, главная ось побега имеет неограниченный верхушечный рост. От нее отходят оси второго, третьего и т.д. порядков, уменьшающиеся от основания к верхушке.

Симподиальное ветвление обусловлено отмиранием точки роста главной оси. При этом из верхней пазушной почки развивается новый побег (побег замещения), превращающийся в главный, который растет в вертикальном направлении, как бы продолжая рост главного побега. Постепенно этот верхушечный рост прекращается, и под конусом нарастания из пазушной почки вновь развивается побег замещения II, а затем – III, IV, V и последующих порядков. Процесс замещения осей носит название перевершинивания. В результате развивается главная ось (главный ствол), состоящая из осей последующих порядков (симподиев). Боковые ветви тоже симподиально ветвятся, и вся система осей приобретает коленчатый характер.

Особую форму симподиального ветвления представляет **ложно-дихотомическое** ветвление. При нем апикальная почка отмирает или просто не развивается, а растут две супротивно располагающиеся под верхушечной почкой боковые почки.

Побег развивается из почки и после ее распускания покрывается листьями. Место прикрепления листа к стеблю называется **узлом**, а расстояние между двумя соседними узлами на стебле – **междоузлием**. Удлиненным побегам свойственны длинные междоузлия, укороченным – очень короткие. На месте опавшего листа на побеге образуется листовый рубец, на котором заметны листовые следы сосудисто-волокнистых пучков. Параметры листовых рубцов и листовых следов разные у различных видов древесных пород. Это служит критерием при определении их в безлистном состоянии.

Типичный укороченный побег – **почка** – это зачаточный побег, состоящий из зачаточного стебля, конуса нарастания и зачаточных листьев, располагающихся друг над другом.

Почки различают по местоположению: верхушечные; боковые: пазушные (одиночные, групповые (сериальные, коллатеральные, мутовчатые)); придаточные; спящие.

По назначению различают вегетативные почки, цветочные, смешанные, выводковые.

Форма и размеры почек, число, структура, окраска, способы смыкания

почечных чешуи специфичны для каждого вида растений и наряду с другими внешними особенностями служат диагностическими признаками для определения вида, когда растение находится в безлистном состоянии.

При развитии побегов из почек почечные чешуи опадают, оставляя рубцы в виде почечных колец. По ним нетрудно подсчитать возраст побега.

Практическое занятие 8

Цель: познакомиться с морфологическими особенностями строения побегов, получить навыки определения типа ветвления и возраста побегов.

Материалы и оборудование: живые и гербарные образцы побегов (с листвой и без нее) ольхи клейкой, тополя бальзамического, осины, березы повислой, ясеня обыкновенного, каштана конского обыкновенного, яблони домашней, ели обыкновенной; пинцеты, лупы, препарировальные иглы, бинокляры, линейки, чашки Петри.

Работа 1 Морфология побега древесных растений

Ход работы

1 Рассмотреть побеги с листвой различных деревьев и кустарников. Обратить внимание на стеблевые узлы, к которым прикрепляется один или несколько листьев, а также на междоузлия, листовую пазуху с пазушными почками, на верхушечную почку, которой заканчивается побег (рисунок 8.1).

2 Зарисовать схематично строение побега, отметив на рисунке узлы и междоузлия, боковые побеги и верхушечные почки, кроющие листья и пазуху листа.

3 Рассмотреть побеги без листьев различных деревьев и кустарников. Найти листовые рубцы с листовыми следами, почечные кольца. Подсчитать возраст побега.

4 Зарисовать строение побега без листьев, отметив листовые рубцы и следы, почечные чешуи, побеги разного возраста.

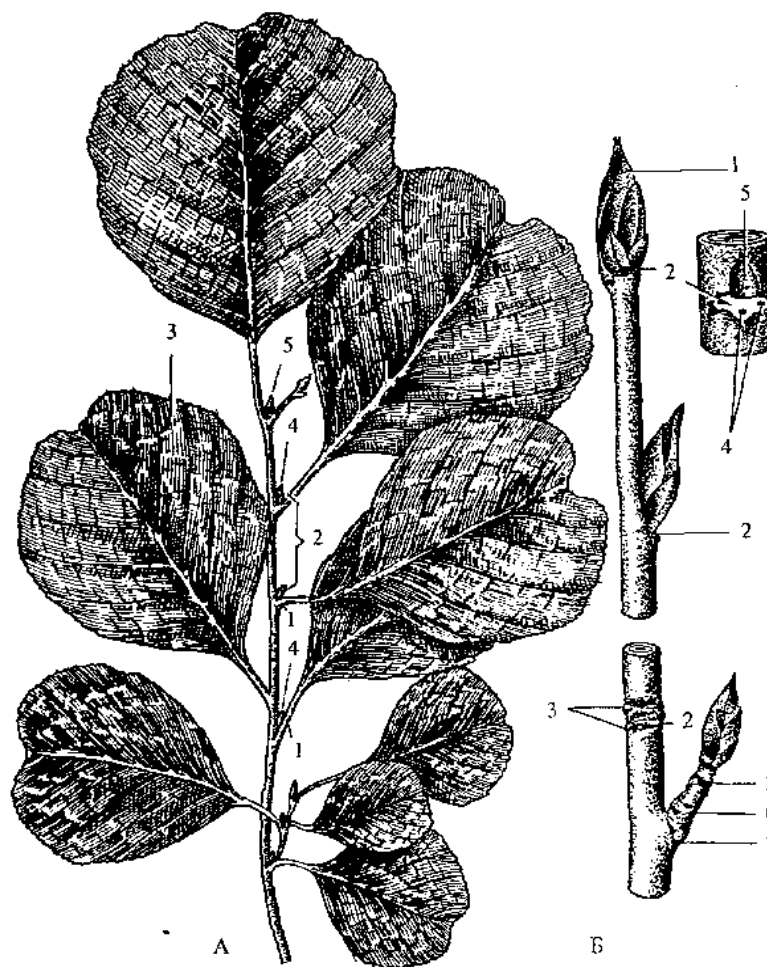


Рисунок 8.1 – Морфологическое строение побега: А – ольха (*Alnus*): 1 – узлы,; 2 – междоузлия; 3 – кроющий лист; 4 – пазушные почки; 5 – верхушечная почка; Б – тополь (*Populus*): 1 – верхушечная почка; 2 – листовые рубцы; 3 – почечное кольцо; 4 – пучки листового следа; 5 – покоящаяся почка; 6 – укороченный побег (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Укороченные и удлиненные побеги

Ход работы

1 Рассмотреть удлиненные и укороченные побеги разных растений. Обратить внимание на сближенные междоузлия укороченных побегов (рисунок 8.2).

2 Рассмотреть листовые рубцы, листовые следы, почечные кольца.

3 Зарисовать схематично укороченные и удлиненные побеги, отразив листовые рубцы, листовые следы.

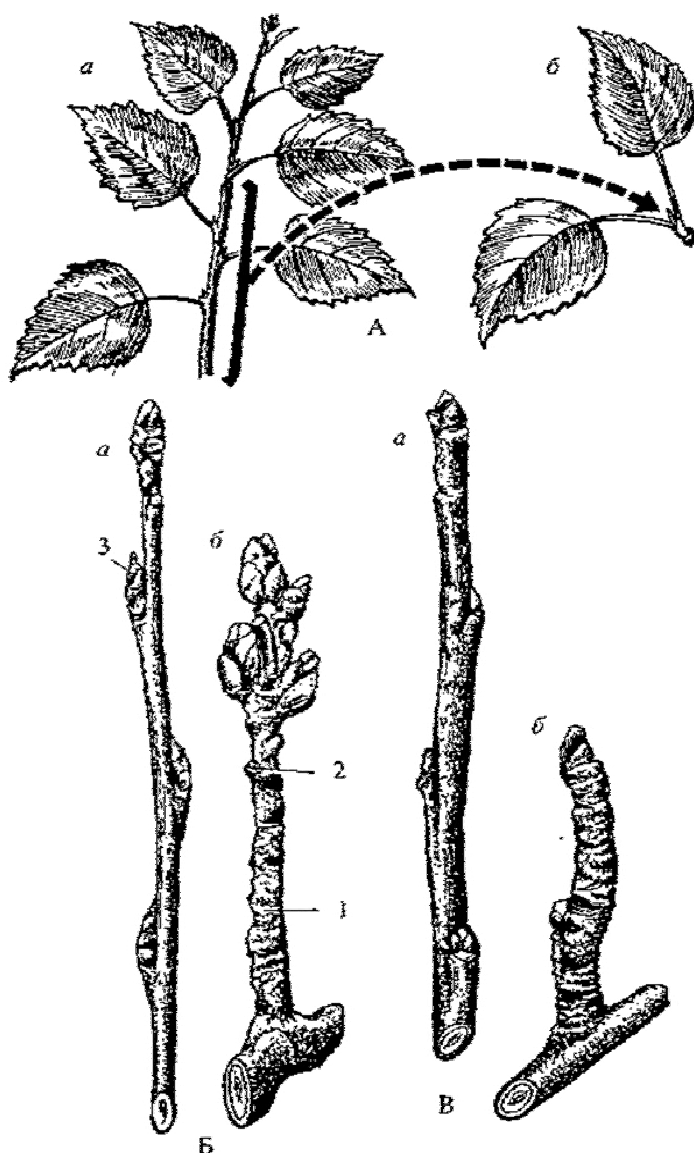


Рисунок 8.2 – Удлиненные и укороченные побеги: А – березы бородавчатой (*Betula pendula*); Б – осины (*Populus tremula*); В – яблони (*Malus*) (а – удлиненный побег, б – укороченный побег); 1 – листовый рубец; 2 – листовые следы; 3 – пазушная зимующая почка (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 3 Ветвление побега

Ход работы

1 Рассмотреть разные растения и найти побеги с дихотомическим, моноподиальным, симподиальным и ложнодихотомическим типом ветвления.

2 Зарисовать схематично типы ветвления. Отобразить верхушечные и боковые почки (рисунок 8.3), оси I, II, III и последующих порядков. Записать примеры растений с различными типами ветвления.

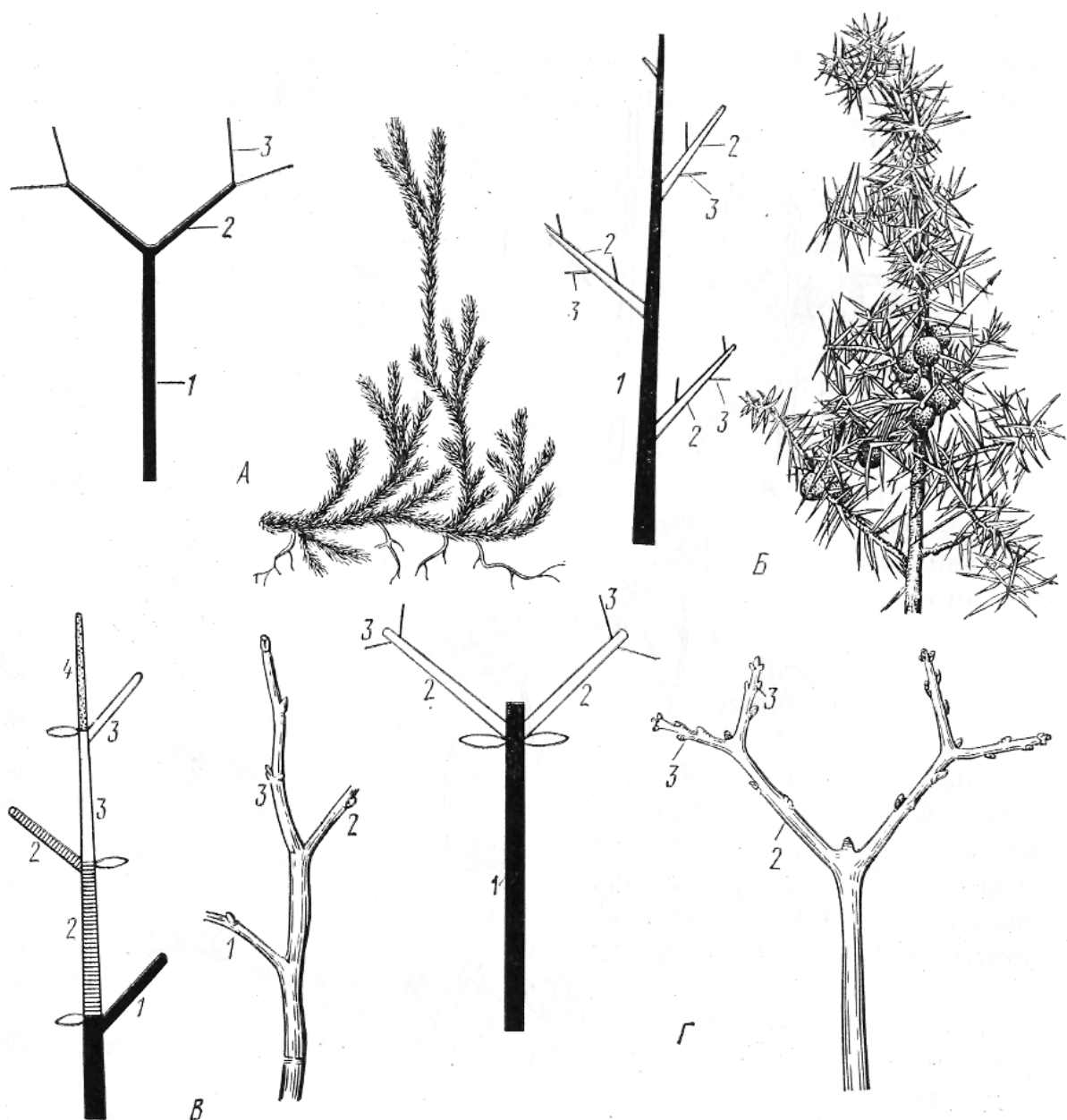


Рисунок 8.3 – Типы ветвления стебля: А – дихотомическое; Б – моноподиальное; В – симподиальное; Г – ложнодихотомическое: 1, 2, 3, 4 – оси первого и последующего порядков (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 4 Строение почек

Ход работы

1 На примере строения имеющихся древесных растений изучить строение почек.

2 Рассмотреть невооруженным глазом и с помощью лупы (5×, 10×) внешний вид почек.

(Запомните! Листовые, смешанные и цветочные почки четко

различаются по внешнему виду. Набухшие листовые почки более вытянутые и рыхлые, а цветочные и смешанные – округлые и плотные. Снаружи все они покрыты почечными чешуями.)

3 Зарисовать внешний вид почек, отобразив на рисунке их форму, размеры, окраску, локализацию на побеге, характер расположения почечных чешуй.

4 С помощью препарировальной иглы снять почечные чешуи с почки (рисунок 8.4), рассмотреть на оси (стебле) зачатки листьев (вегетативная почка), цветков или соцветия (смешанные почки) и зарисовать внешний вид таких почек, отметить на рисунке стебель, листовые бугорки, зачатки соцветия.

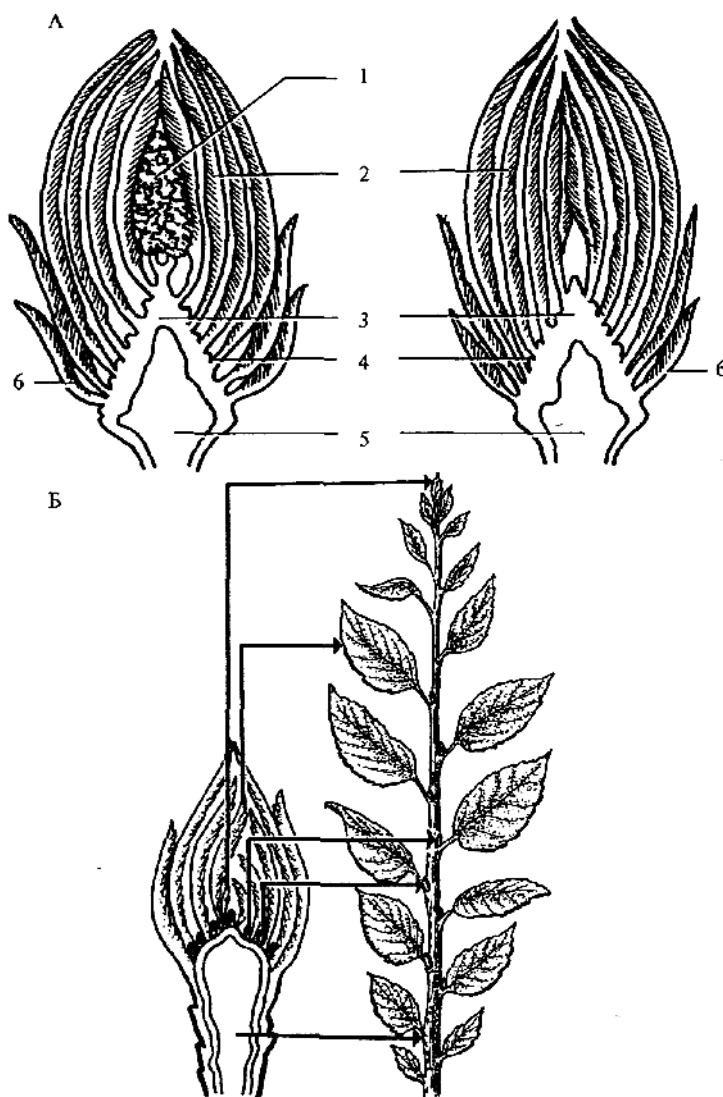


Рисунок 8.4 – Строение почки. А – продольный разрез почки; Б – почка- стебель; 1 – зачаточное соцветие; 2 – зачатки листьев; 3 – конус нарастания; 4 – пазушные почки; 5 – стебель; 6 – почечные чешуи (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что собой представляет побег, узел, междоузлие, пазуха листа?
- 2 Что собой представляет почка? Каково ее строение?
- 3 Как классифицируются почки по назначению, местоположению, защищенности?
- 4 В чем заключается биологическое значение ветвления?
- 5 Чем отличается боковое ветвление от верхушечного?
- 6 Какие типы ветвления Вам известны? Охарактеризуйте их.

Литература

- 1 Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 253 – 295.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 195 – 204.
- 3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 176 – 196.

Тема 9 Морфология корня

1 Строение кончика корня

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

3 Строение корня двудольных растений на примере тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.)

Основные понятия по теме

Корень – вегетативный орган растения, служащий для всасывания воды и минеральных веществ, для прикрепления растения к субстрату, к почве и для отложения питательных веществ. Корень никогда не несет на себе листьев. Его апикальная меристема всегда прикрыта корневым чехликом, нет интеркалярного роста. В зависимости от происхождения различают **главный, придаточные и боковые корни**. Первичный корень развивается еще в зародыше семени. Из него формируется главный корень, от которого образуются боковые корни, тоже ветвящиеся. Такая корневая **система**, состоящая из главного корня и боковых, называется **стержневой** (система главного корня). Она характерна для двудольных растений.

У однодольных растений главный корень рано отмирает или не достигает большого развития, а корневая система складывается из корней, которые развиваются из нижней части стебля. Такие корни называются придаточными. Они примерно одинаковы по степени развития и образуют **мочковатую корневую систему** (система придаточных корней).

Систему главного корня с возникающими затем на стебле придаточными корнями часто называют смешанной (у подсолнечника, фасоли и др.).

По форме бывают: цилиндрические (тмин, хрен), веретенообразные (морковь), реповидные (редис, репа), клубневидные (георгина). По отношению к субстрату: земляные, воздушные, водные (ряска), корни-присоски (гаустории) растений-паразитов (повилика).

Молодой корешок по длине можно разделить на ряд зон: деления и растяжения (роста) клеток, всасывания, зона проведения (ветвления).

Верхушечная меристема корня обнаруживает зональное или слоистое расположение клеток. В ней различают три слоя: **дерматоген, периблему, плерому**.

Дифференциация тканей корня происходит в зоне всасывания. По происхождению это первичные ткани, так как они образуются из первичной меристемы конуса нарастания. Поэтому микроскопическое строение корня в зоне всасывания называют первичным. У однодольных

растений первичное строение корня сохраняется всю жизнь вследствие того, что у них не образуется вторичная меристема. Поэтому корни однодольных не могут достигать большой толщины. У двудольных растений уже в раннем возрасте в центральном цилиндре корня между ксилемой и флоэмой появляется камбий, деятельность которого приводит ко вторичным изменениям и значительному утолщению.

Практическое занятие 9

Цель: изучить морфологическое строение корня, особенности развития главного, боковых и придаточных корней. Изучить зоны корня. Ознакомиться с процессом формирования корневой системы у однодольных и двудольных растений.

Материалы и оборудование: постоянные препараты «Корневой чехлик и корневые волоски», «Корень ириса», «Корень тыквы», микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Строение кончика корня

Ход работы

1 Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа постоянный препарат «Корневой чехлик и корневые волоски». Найти корневой чехлик, зоны деления и растяжения клеток, всасывания.

2 Зарисовать кончик корня (рисунок 9.1) и обозначить все его зоны. Отметить на рисунке части зоны ветвления.

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

Ход работы

1 Рассмотреть постоянный препарат «Корень ириса». На поперечном срезе при малом увеличении видны широкая первичная кора и центральный цилиндр (рисунок 9.2, А). Зарисовать общую схему строения корня, обратив внимание на более сильное развитие коры по сравнению с центральным цилиндром.

2 При большом увеличении микроскопа (рисунок 9.2, Б) рассмотреть и зарисовать центральный цилиндр с прилегающим участком первичной коры. Обозначить: центральный цилиндр, состоящий из радиального проводящего пучка (ксилема, флоэма) и перицикла; первичную кору,

состоящую из эндодермы с пропускными клетками, паренхимы первичной коры и экзодермы; эпиблему с корневыми волосками.

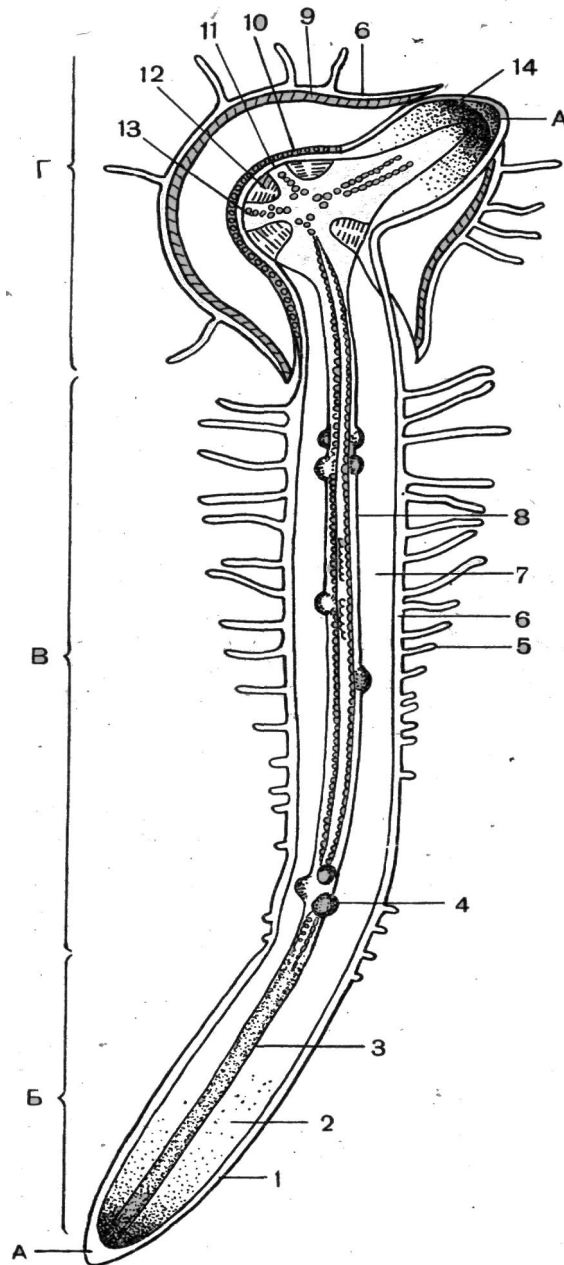
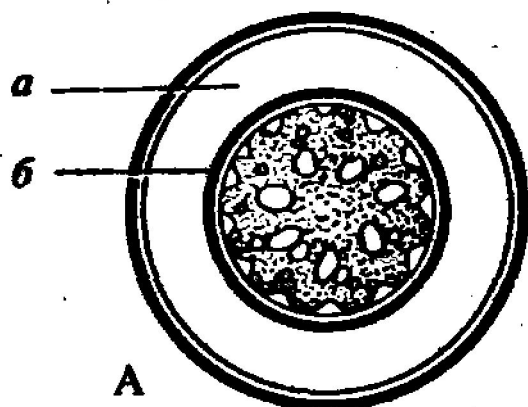


Рисунок 9.1 – Строение молодого корня тыквы (*Cucurbita pepo*):
 А – корневой чехлик, Б – зона роста, В – зона всасывания, Г – зона ветвления: 1 – дерматоген, 2 – периблема, 3 – плерома, 4 – меристематические зачатки боковых корней, 5 – корневой волосок, 6 – эпиблема, 7 – кора, 8 – центральный цилиндр, 9 – экзодерма, 10 – эндодерма, 11 – перицикл, 12 – первичная флоэма, 13 – первичная ксилема, 14 – боковой корень (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)



Б

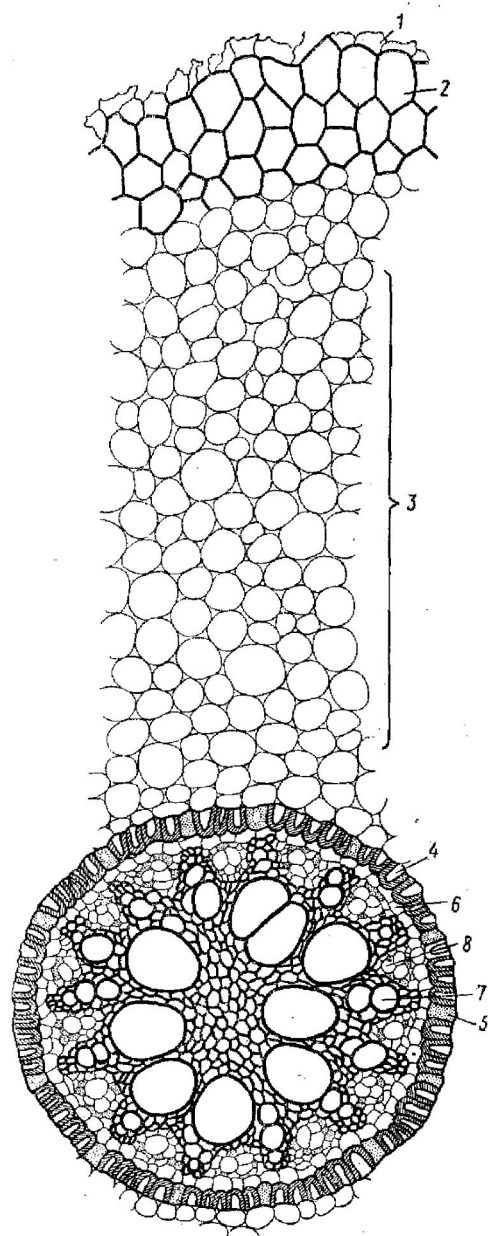


Рисунок 9.2 – А – схема поперечного среза (а – первичная кора, б – центральный цилиндр); Б – первичное строение корня ириса (*Iris germanica*): 1 – остатки периблемы, 2 – экзодерма, 3 – основная паренхима, 4 – эндодерма, 5 – пропускная клетка эндодермы, 6 – перицикл, 7 – луч ксилемы, 8 – участок флоэмы (2-5 – первичная кора, 6-8 – центральный цилиндр) (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 3 Строение корня двудольных растений на примере тыквы обыкновенной (*Cucurbita pepo* L.)

Ход работы

1 Рассмотреть постоянный препарат «Корень тыквы» при малом и большом увеличении.

В центре корня удастся обнаружить крупный сосуд метаксилемы, от которого 3-5 лучами отходят узкопросветные элементы протоксилемы. Между этими лучами первичной ксилемы располагаются крупные открытые коллатеральные пучки. Внутри их обращены элементы вторичной ксилемы. К ней примыкает камбиальная зона, отграничивающая вторичную флоэму. Снаружи ко вторичной флоэме примыкают мелкие деформированные тонкостенные клетки первичной флоэмы. Снаружи корень покрыт перидермой.

2 Зарисовать схему перехода от первичного строения ко вторичному (рисунок 9.3). Отметить первичную и вторичную флоэму, первичную и вторичную ксилему, камбий.

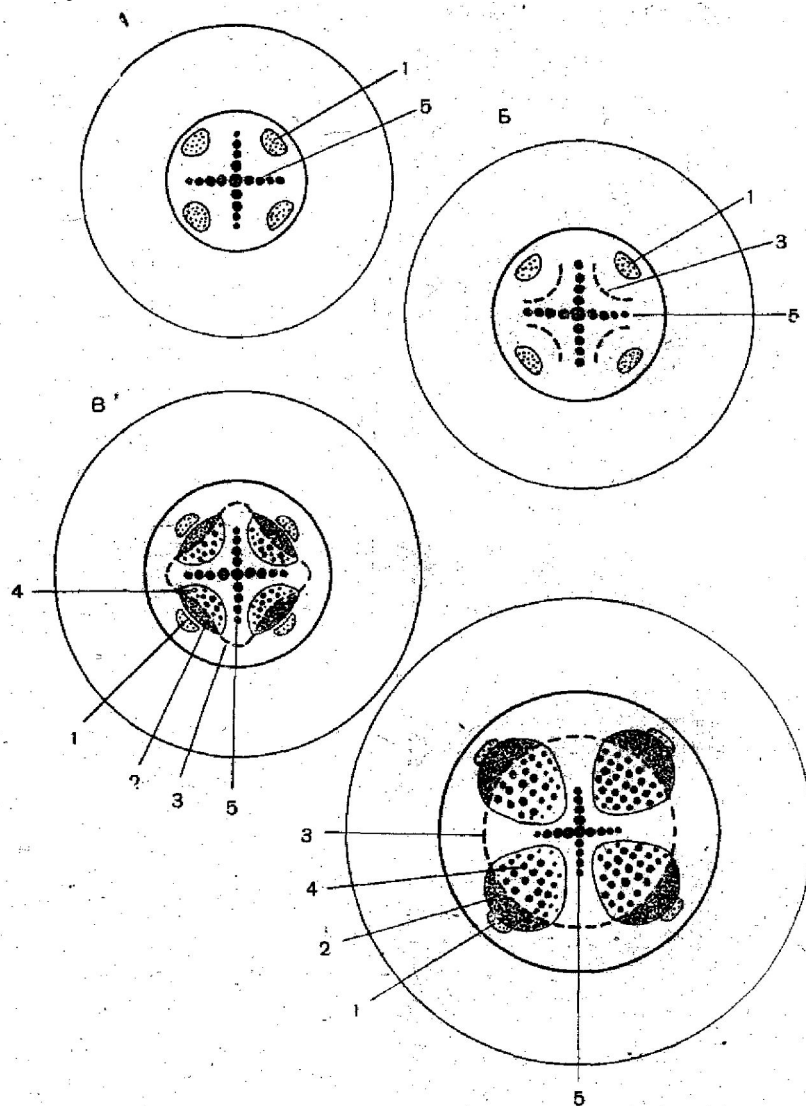


Рисунок 9.3 – Схема перехода от первичного строения корня ко вторичному у двудольных растений: А – первичное строение корня, Б – появление камбия между первичной флоэмой и первичной ксилемой, В – образование камбием вторичной флоэмы и вторичной ксилемы, Г – вторичное строение корня: 1 – первичная флоэма, 2 – вторичная флоэма, 3 – камбий, 4 – вторичная ксилема, 5 – первичная ксилема (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Каково происхождение главного корня, придаточного и бокового?
- 2 Какие бывают типы корневых систем по происхождению и по форме?
- 3 Из каких зон состоит корень?
- 4 Какую функцию выполняет каждая из зон корня и каково их строение?

Литература

- 1 Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 119 – 123.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 162 – 172.
- 3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 128 – 140.

Тема 10 Специализация и метаморфоз корня

1 Строение корнеплодов. Корнеплод моркови посевной (*Daucus sativus* (Hoffm.) Roechl.)

2 Корнеплод редьки посевной (*Raphanus sativus* L.)

3 Корнеплод свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris* L.)

4 Бактериальные клубеньки на корнях бобовых

5 Микоризные корни

Основные понятия по теме

Часто корни выполняют особые, не свойственные им функции, в связи с чем меняется их строение. В этом случае говорят о **метаморфозе** корней (резком наследственно закрепленном видоизменении органа, вызванном сменой функции.) Если же корни изменяются незначительно и их морфологическая природа легко устанавливается, то имеет место их **специализация**.

Из наиболее распространенных видоизменений корней следует отметить ходульные корни у деревьев и кустарников мангровых зарослей, произрастающих по берегам тропических морей.

У некоторых мангровых деревьев, а также у деревьев, растущих в тропиках на болотистой почве, образуются дыхательные корни. Они направлены вертикально вверх, у них хорошо развита паренхима.

У ряда эпифитных тропических орхидей развиваются воздушные корни, способные улавливать атмосферную влагу.

Известны столбовидные корни – корни-подпорки, поддерживающие крону дерева, например, у индийского фикуса-баньяна; корни-прицепки, помогающие растению прикрепляться к опоре (у плюща); зеленые фотосинтезирующие корни (у водяного ореха) и т. д.

Для многих растений характерны запасные корни, в которых накапливаются питательные вещества (крахмал, инулин, сахара), в результате чего они превращаются в **корнеплоды**. Этот процесс может осуществляться при участии главного корня, эпи- и гипокотилия. Так, у сахарной свеклы (рисунок 10.1) корнеплод формируется из главного корня, у кормовой свеклы и моркови – из корня и гипокотилия, у столовой свеклы, репы, редиса – в основном из гипокотилия.

К концу первого года развития корнеплода свеклы обыкновенной или моркови посевной в нем можно различить «головку», представляющую собой разросшийся и несущий листья эпикотиль, «шейку», образовавшуюся из гипокотилия, и собственно корень с многочисленными вертикальными боковыми корнями.

В зависимости от расположения разрастающейся паренхимы различают

три типа корнеплодов: корнеплоды, в которых запасаящая паренхима локализуется во вторичной ксилеме (у редьки, репы, редиса); корнеплоды, запасаящая паренхима которых располагается во вторичной флоэме (у петрушки, моркови), и корнеплоды с запасяющей паренхимой, образовавшейся вследствие деятельности нескольких добавочных колец камбия, сформированных перициклом (у свеклы). Камбий, наряду со вторичными проводящими пучками, образует и запасящую паренхиму.

Корни высших растений могут вступать в симбиотические взаимоотношения с бактериями и грибами, т.е. во взаимовыгодное «сожительство», называемое соответственно **бактериоризой и микоризой**. Такие отношения вызывают изменения строения корня. Примером могут служить растения, главным образом из семейства бобовых, в корни которых внедряются бактерии из рода *Rhizobium*, способные фиксировать азот атмосферы. Они вызывают усиленный, рост паренхимной ткани, в результате чего на корнях образуются выпячивания – клубеньки. Они попадают в корень через корневой волосок, после чего проникают в коровую паренхиму, где вызывают локальный лизис клеточных стенок и усиленное разрастание окружающей ткани. В результате образуется опухоль, состоящая из паренхимных клеток, заполненных бактериями. Вначале бактерии паразитируют на растении, но затем сами начинают вырабатывать органические азотистые соединения, потребляя, как и растение-хозяин, азот воздуха. Это дает бобовым дополнительный источник азотного питания.

На корнях многих травянистых и древесных растений часто поселяются грибы – формируется микориза. Она может быть эктотрофной (гифы гриба располагаются на поверхности коротких ответвлений корня), экто-эндотрофной (гифы частично проникают в клетки корня) и эндотрофной (клубки гиф залегают в клетках внутренней части коры корня).

У растений-паразитов (повилика, заразиха) формируются корни, которые внедряются в проводящую систему растения-хозяина и поглощают из нее питательные вещества.

Практическое занятие 10

Цель: изучить морфологическое и анатомическое строение корнеплодов, особенности внешнего строения корневых шишек у многолетних травянистых растений, клубеньки на корнях бобовых растений, микоризу у растений.

Материалы и оборудование: корнеплоды моркови посевной, свеклы обыкновенной, редьки посевной; корневые системы растений из семейства бобовых; постоянный микропрепарат «Корни любки

двулистной»; слабый раствор метиленового синего; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Строение корнеплодов. Корнеплод моркови посевной (*Daucus sativus* (Hoffm.) Roechl.)

Ход работы

1 Рассмотреть внешнее строение корнеплода моркови. Зарисовать верхнюю стеблевую часть корнеплода, листья, отметив «головку», «шейку», «корень» (главный и боковые).

2 Сделать поперечные срезы корня моркови. Зарисовать схему поперечного среза корнеплода моркови, отметив на ней соотношение ширины зон вторичных ксилемы и флоэмы (рисунок 10.1, А, II), паренхимную зону, вторичную флоэму, камбий, первичную и вторичную ксилему, первичные и вторичные радиальные лучи, флоэмную паренхиму, эфиромасличные каналы.

Работа 2 Корнеплод редьки посевной (*Raphanus sativus* L.)

Ход работы

Корнеплод редьки (и других крестоцветных) представлен в основном вторичной ксилемой; питательные вещества у него откладываются в древесинной паренхиме.

1 Рассмотреть внешнее строение корнеплода редьки, зарисовать его, сделать соответствующие обозначения (рисунок 10.1, Б, I).

2 Изготовить микропрепарат. С этой целью небольшой корень редьки тщательно вымыть и на расстоянии 2 – 3 см от его кончика сделать несколько срезов.

3 Зарисовать схему поперечного среза корнеплода редьки, отметив соотношение ширины зон вторичных ксилемы и флоэмы (рисунок 10.1 Б, II).

Работа 3 Корнеплод свеклы обыкновенной (*Beta vulgaris* L.)

Ход работы

Корнеплод свеклы формируется из корня и частично из стебля.

Запасные вещества (в основном сахара) откладываются в его паренхиме, образованной несколькими дополнительными слоями камбия.

1 Рассмотреть внешнее строение корнеплода свеклы и зарисовать его с соответствующими обозначениями (рисунок 10.1 В, I).

2 Поместить более тонкий срез на предметное стекло в каплю воды или

глицерина и изучить его строение под микроскопом при малом и большом увеличении (рисунок 10.1 В, II).

3 Сделать схематический рисунок корнеплода свеклы обыкновенной. Отметить перидерму, паренхимную зону, меристематическое кольцо, проводящий пучок, первичную флоэму, камбий, вторичную и первичную ксилему, вторичную флоэму, паренхиму, сосуд.

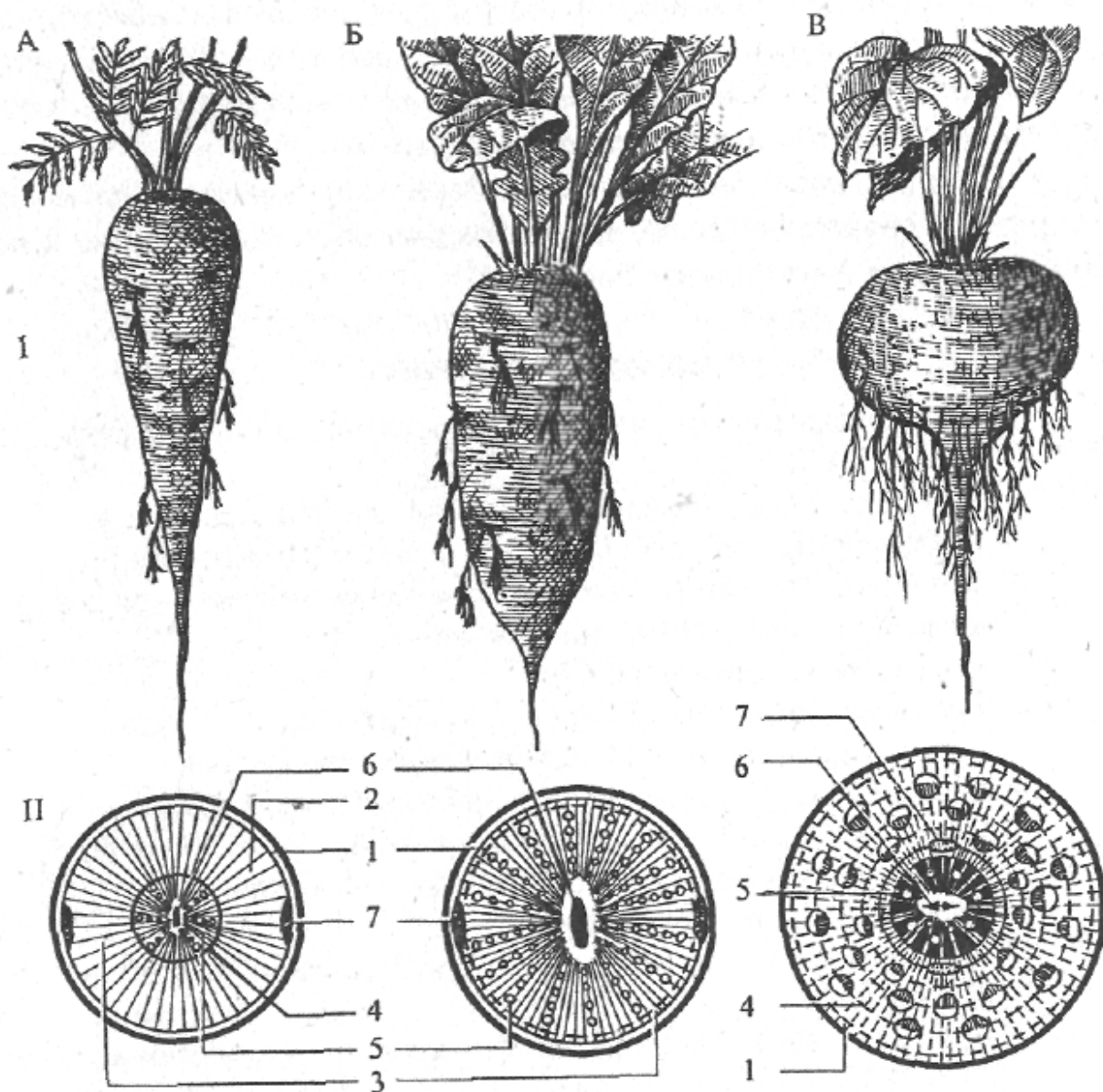


Рисунок 10.1 – Корнеплоды: А – моркови (*Daucus sativus*); Б – редьки (*Raphanus sativus*); В – свеклы (*Beta vulgaris*); I – внешний вид; II – схема поперечного среза; 1 – перидерма; 2 – коровая паренхима; 3 – вторичная флоэма; 4 – камбий; 5 – вторичная ксилема; 6 – первичная ксилема; 7 – первичная флоэма (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 4 Бактериальные клубеньки на корнях бобовых

Ход работы

1 Изучить структуру корня, несущего корневой клубенек на примере растений – представителей семейства бобовых (рисунок 10.2, А), обратить внимание на форму клубеньков, размер, окраску.

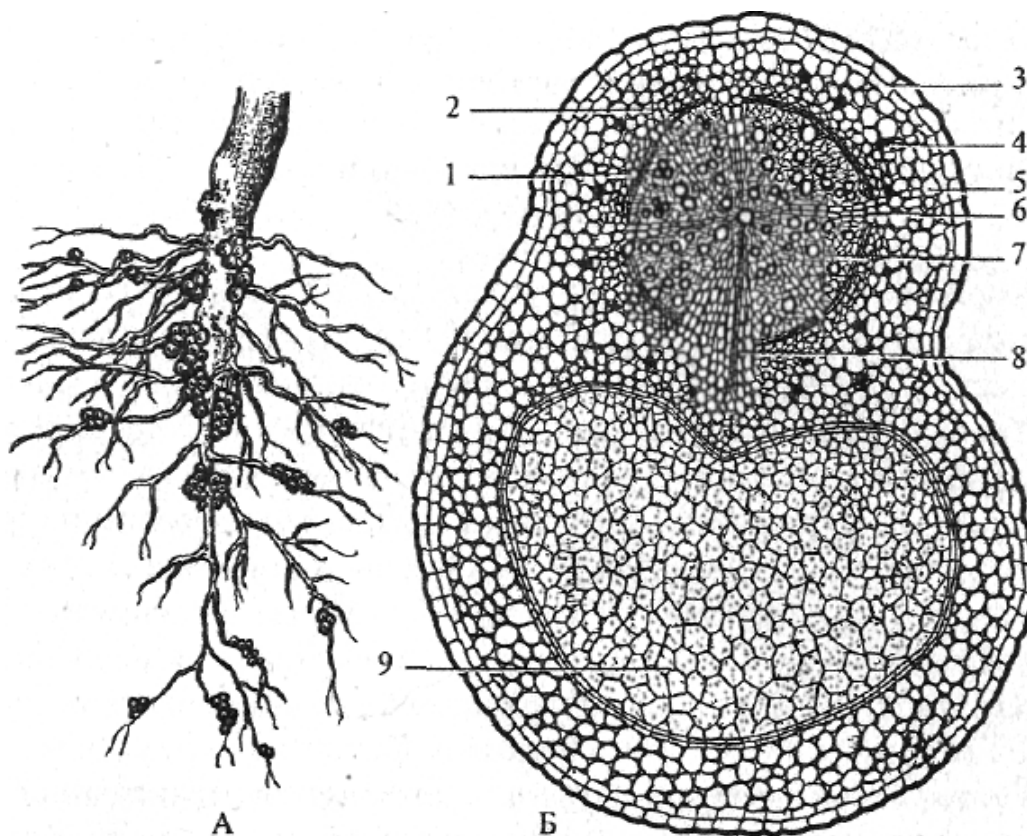


Рисунок 10.2 – Клубеньки на корне люпина: А – корневая система люпина; Б – поперечный срез через клубенек; 1 – камбий, 2 – вторичная флоэма, 3 – покровная ткань, 4 – лубяные волокна, 5 – паренхима вторичной флоэмы, 6 – сердцевинный луч, 7 – вторичная ксилема, 8 – проводящий пучок, 9 – бактериоидная ткань (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

2 Для изучения структуры клубенька можно воспользоваться готовым препаратом или сделать тонкий срез, окрасить его метиленовым синим и рассмотреть под микроскопом при малом и большом увеличении.

3 Сделать схематический рисунок разреза корня с клубеньком (рисунок 10.2, Б). Отметить на рисунке покровную ткань, лубяные волокна, вторичную флоэму, камбий, первичную и вторичную ксилему, сердцевинные лучи, паренхиму вторичной флоэмы, бактериоидную ткань, проводящий пучок.

Работа 5 Микоризные корни

Ход работы

1 Изучить эндотрофную микоризу корня любки двулистной (*Platanthera bifolia* (L.) Rich) (постоянный препарат).

У любки двулистной корни двоякого рода. Одни из них представляют собой корневые шишки (корневые клубни), запасющие питательные вещества. Причем шишка может быть прошлогодней (более темной и рыхлой) или молодой (более светлой) — в ней накапливаются питательные вещества для следующей весны (рисунок 10.3, А). Другие корни белые тонкие, растут почти горизонтально. В клетках их коровой паренхимы развиваются грибные гифы в виде плотно сплетенных клубков (рисунок 10.3, Б). Они наиболее заметны ранней весной, поскольку к середине лета частично «перевариваются» клетками корня и на срезах слабо различимы.

2 Зарисовать микоризные корни, отобразив на рисунке корневые клубни (прошлого и нынешнего года).

3 На готовом микропрепарате рассмотреть поперечный срез через молодой корень любки и найти элементы структуры корня, клетки, содержащие гифы гриба. Зарисовать схематично участок поперечного среза, отобразив покровную ткань, коровую паренхиму, клетки с грибными гифами, флоэму, ксилему.

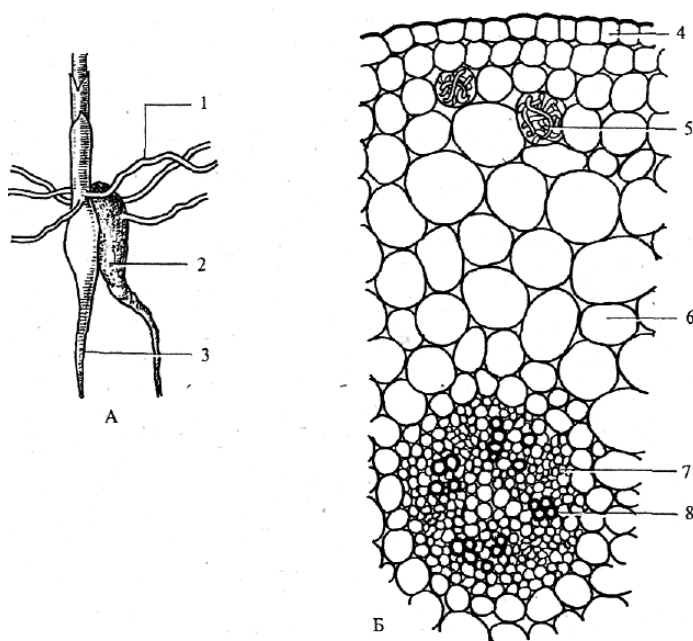


Рисунок 10.3 — Эндотрофная микориза любки двулистной: А — корневая система (1 — микоризные корни; 2 — старая корневая шишка; 3 — молодая корневая шишка); Б — поперечный срез через молодой корень (4 — покровная ткань; 5 — гифы грибов; 6 — коровая паренхима; 7 — флоэма; 8 — ксилема) (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что собой представляет метаморфоз? Какие типы метаморфоза вы знаете?
- 2 Какие видоизменения корней Вам известны?
- 3 Чем отличаются способы утолщения корнеплода свеклы и редьки?
- 4 Что такое симбиоз? Какие типы симбиоза существуют?
- 5 Как возникает микориза? Перечислите ее типы.

Литература

- 1 Ботаника : Морфология и анатомия растений : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.] ; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 51 – 59.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 63 – 69.
- 3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений : учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 158 – 174.

Тема 11 Строение стебля травянистых двудольных и однодольных растений

- 1 Строение стебля кирказона обыкновенного (*Aristolochia clematitis* L.)**
- 2 Строение стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)**
- 3 Строение стебля льна обыкновенного (*Linum usitatissimum* L.)**
- 4 Строение стебля кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.)**
- 5 Строение стебля ржи посевной (*Secale cereale* L.)**

Основные понятия по теме

Внутреннее строение стебля как осевого вегетативного органа, несущего ветви, листья, цветки и плоды, определяется его основными функциями – механической (опорной) и проводящей. Функции проведения и опоры не единственные для стебля – он многофункционален благодаря деятельности системы тканей. Поверхность стебля защищена покровными тканями, вначале первичными, затем вторичными. У многих зеленых растений под кожицей располагается ассимиляционная ткань. Стебель обычно богат паренхимой, отдельные участки которой могут выполнять запасающую функцию (особенно у деревьев и кустарников), а также вентиляционную и выделительную.

Стебель содержит систему меристем, обеспечивающих нарастание тканей в длину (в результате деятельности верхушечной и вставочных меристем) и толщину (вследствие функционирования боковых меристем: прокамбия, камбия, феллогена и частично перицикла).

На начальных этапах развития побега формируется первичная анатомическая структура стебля, сохраняющаяся у однодольных в течение всей жизни. У двудольных и голосеменных она довольно быстро нарушается в результате разного рода вторичных изменений и в итоге формируется так называемое вторичное строение (утолщение) стебля, обусловленное деятельностью камбия и феллогена.

Первичная структура стебля формируется по мере преобразования клеток его верхушечной меристемы. Верхушечная меристема стебля (побега) довольно рано дифференцируется. Самые наружные ее слои преобразуются в протодерму, клетки которой дают начало первичной покровной ткани – эпидермису.

На уровне первых листовых зачатков (примордиев) клетки верхушечной меристемы, располагающиеся ближе к периферии и в центре апекса, перестают активно делиться, увеличиваться и вакуолизируются. Из этих клеток формируются первичная кора и сердцевина. Между ними

сохраняется несколько рядов активных меристематических клеток, располагающихся кольцом, которое называется инициальным (образовательным). Его клетки в основании молодых зачатков листьев дают начало первичной боковой меристеме – прокамбию.

Прокамбий является предшественником первичных проводящих тканей: первичных флоэмы и ксилемы. Флоэма закладывается раньше ксилемы, в наружных частях прокамбиального кольца, и развивается центростремительно. Ксилема закладывается во внутренних участках и развивается центробежно.

Первичные флоэма и ксилема составляют основу осевого (центрального) цилиндра, или стелы. Он занимает центральную часть стебля, состоит из проводящих тканей, сердцевины (иногда разрушается), перицикла (не всегда есть) и тех постоянных тканей, которым дает начало перицикл.

Кнаружи от перицикла располагается первичная кора. В ее состав входят паренхима, нередко колленхима, иногда секреторные элементы. Последовательность расположения этих тканей бывает различной. Паренхима обычно залегает непосредственно под эпидермисом, колленхима – глубже нее или также непосредственно под эпидермисом. Самый внутренний слой первичной коры представляет собой эндодерму. Она в стебле не настолько развита, как в корне. Нередко в эндодерме откладываются крахмальные зерна (поэтому ее часто называют крахмалоносным влагищем)

Сердцевина располагается кнутри от проводящей ткани и обычно состоит из относительно тонкостенных паренхимных клеток. В ней часто откладываются запасные питательные вещества. Иногда сердцевина частично разрушается, и в таких случаях образуется полость. Периферическая часть сердцевины называется перимедуллярной зоной.

Типы стелы у высших растений разных таксонов неодинаковы, в чем можно убедиться, рассмотрев процессы формирования и особенности стелы однодольных и двудольных.

У однодольных прокамбий полностью расходуется на формирование первичных проводящих тканей, и первичная структура стебля сохраняется в течение всей жизни растения. Образовательного кольца и вторичных проводящих тканей у них нет. Сердцевина выражена нечетко. Границы центрального цилиндра из-за слабого развития перицикла также нечеткие. В большинстве случаев многочисленные закрытые пучки равномерно располагаются по всей толще стебля, занятой клетками основной паренхимы. Центральный цилиндр у однодольных называется атактостелой. Она сохраняется в течение всей жизни, поскольку у них никогда не развивается камбий.

У двудольных же часть клеток прокамбия преобразуется в клетки

камбия, за счет которых затем осуществляется вторичный рост стебля в толщину. Кроме того, если тяжи прокамбия очень сближены (фактически образуют единое кольцо), формируются сплошные кольца первичных флоэмы и ксилемы, причем первая – по направлению к периферии, а вторая – к центру. В результате образуется стебель непучкового типа строения (слитный). Если тяжи прокамбия не сближаются и клетки образовательного кольца, залегающие между ними, дают начало паренхиме сердцевинных лучей, то формируются изолированные проводящие пучки, располагающиеся кольцом, причем флоэма – ближе к периферии, а ксилема – к центру. Такой тип строения стебля называется пучковым. Стела, главным компонентом которой являются расположенные кольцом проводящие пучки, получила название эвстелы. Последняя характерна для большинства двудольных. Для некоторых двудольных характерен переходный тип строения стебля: вначале в прокамбиальных тяжах возникает пучковый камбий, затем между разобщенными его участками закладываются группы межпучкового камбия. Пучковый и межпучковый камбий вскоре сливаются, и пучковая структура стебля меняется на непучковую (слитную).

Практическое занятие 11

Цель: познакомиться с основными типами анатомической структуры стебля: непучковым, переходным, пучковым. Рассмотреть на конкретных примерах, какие элементы структуры обуславливают каждый тип строения стебля.

Материалы и оборудование: фиксированные стебли кирказона обыкновенного, кукурузы обыкновенной, подсолнечника однолетнего, льна обыкновенного. Постоянные препараты поперечных срезов стеблей кирказона, кукурузы, ржи, льна, подсолнечника. Реактивы: флороглюцин и соляная кислота, йод, растворенный в йодиде калия, хлор-цинк-йод. Микроскопы МБР-1, лезвия, пинцет, препаровальные иглы, склянки с водой, предметные и покровные стекла, фильтровальная бумага, практикумы по анатомии и морфологии растений, таблицы.

Работа 1 Строение стебля кирказона обыкновенного (*Aristolochia clematitis* L.)

Ход работы

1 Приготовить препарат: сделать поперечный срез стебля кирказона, обработать его флороглюцином и соляной кислотой, поместить в глицерин на предметное стекло, накрыв покровным.

2 Рассмотреть препарат простым глазом и при малом увеличении микроскопа, сравнить с изображением на рисунке 11.1. Зарисовать схему строения стебля. Обозначить части стебля: покровную ткань (эпидермис), первичную кору (она включает колленхиму, основную паренхиму и эндодерму) и центральный цилиндр (состоит из склеренхимы и паренхимы, образованных перициклом; ксилемы и флоэмы, камбия, сердцевинных лучей и сердцевины). Для кирказона характерен пучковый тип строения стебля. При большом увеличении микроскопа рассмотреть строение составляющих элементов стебля.

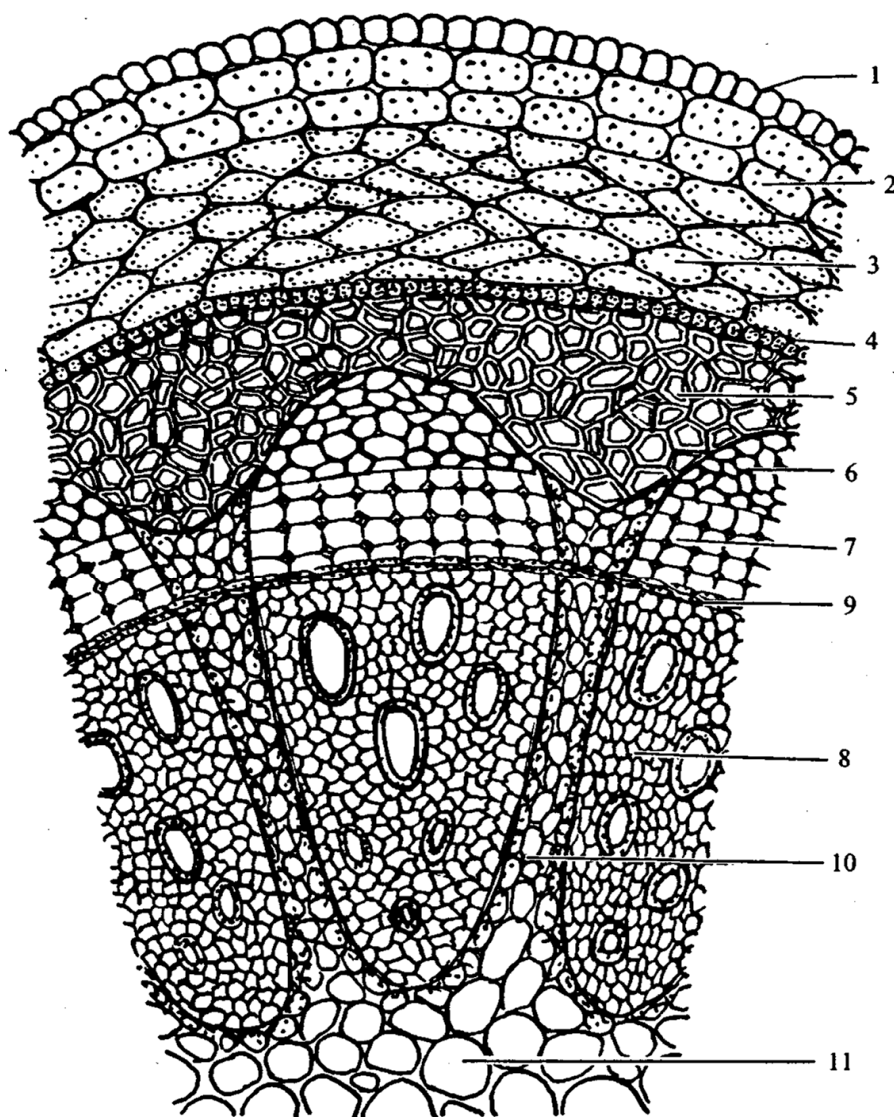


Рисунок 11.1 – Поперечный срез стебля кирказона (*Aristolochia clematitis*): 1 – эпидермис, 2 – колленхима, 3 – основная паренхима, 4 – эндодерма (2–4 – первичная кора), 5, 6 – склеренхима и паренхима, образованные перициклом, 7, 8 – вторичные флоэма и ксилема, 9 – камбий, 10 – сердцевинный луч, 11 – сердцевина (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Строение стебля подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)

Ход работы

1 Приготовить препараты: сделать поперечные срезы стебля подсолнечника разного возраста, обработать флороглюцином с соляной кислотой, поместить в глицерин.

2 Рассмотреть полученные срезы простым глазом и при малом увеличении микроскопа, сравнить с изображениями на рисунке 11.2. Зарисовать схемы строения стебля. На рисунке отметить основные части стебля – покровную ткань, первичную кору, центральный цилиндр и их составляющие. Обратить внимание на изменение центрального цилиндра на срезах: различную степень развития проводящих тканей в пучках; в старых стеблях появление добавочных проводящих пучков за счет деятельности межпучкового камбия и постепенное слияние старых и новых проводящих пучков (переходный тип строения стебля). При большом увеличении микроскопа рассмотреть строение составляющих элементов стебля.

Работа 3 Строение стебля льна обыкновенного (*Linum usitatissimum*)

Ход работы

1 Изготовить препарат тонкого поперечного среза стебля льна: небольшую часть стебля зажать в сердцевине бузины и сделать поперечный срез; обработать его хлор-цинк-йодом.

2 Рассмотреть препараты при малом и большом увеличении, сравнить с изображением на рисунке 11.3. Обратить внимание на то, что для льна характерен непучковый тип строения: в стебле на ранних этапах появляется сплошной слой камбия, образующий затем сплошной цилиндр древесины и луба. Зарисовать схему строения стебля льна, обозначив на рисунке: эпидермис, хлорофиллоносную паренхиму, эндодерму, лубяные волокна, флоэму, камбий, первичную и вторичную ксилему, сердцевинные лучи, сердцевину и полость в центре стебля.

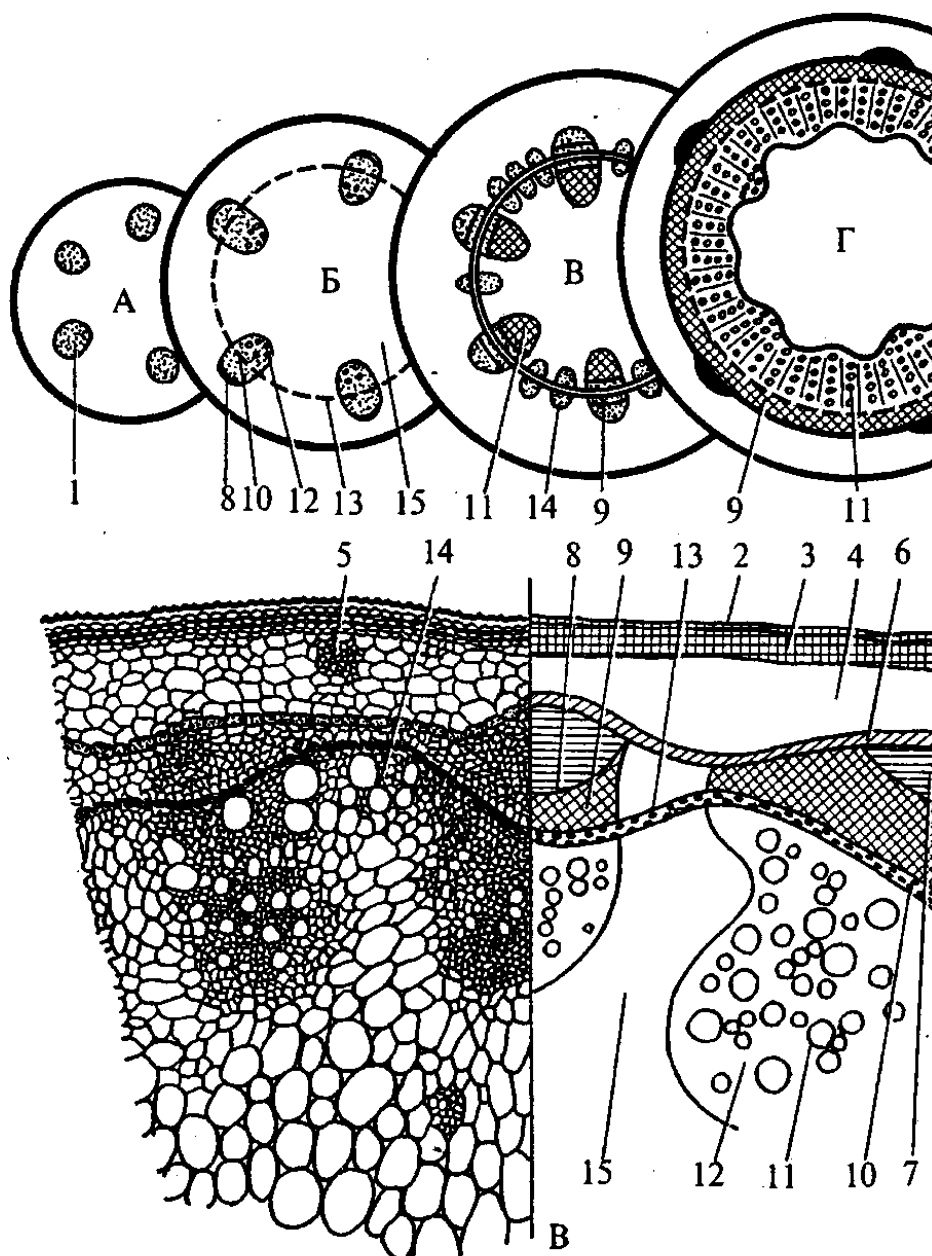


Рисунок 11.2 – Поперечные срезы стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*), сделанные на разных уровнях: А – на уровне появления прокамбия, Б – на уровне появления камбия, В – на уровне перехода к непучковому строению, Г – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий, 2 – эпидермис, 3 – колленхима, 4 – паренхима коры, 5 – смоляной ход, 6 – эндодерма (3–6 – первичная кора), 7 – склеренхима, 8 – первичная флоэма, 9 – вторичная флоэма, 10 – пучковый камбий, 11 – вторичная ксилема, 12 – первичная ксилема, 13 – межпучковый камбий, 14 – пучок из межпучкового камбия, 15 – паренхима сердцевины (7 – 15 – видоизмененный центральный цилиндр) (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

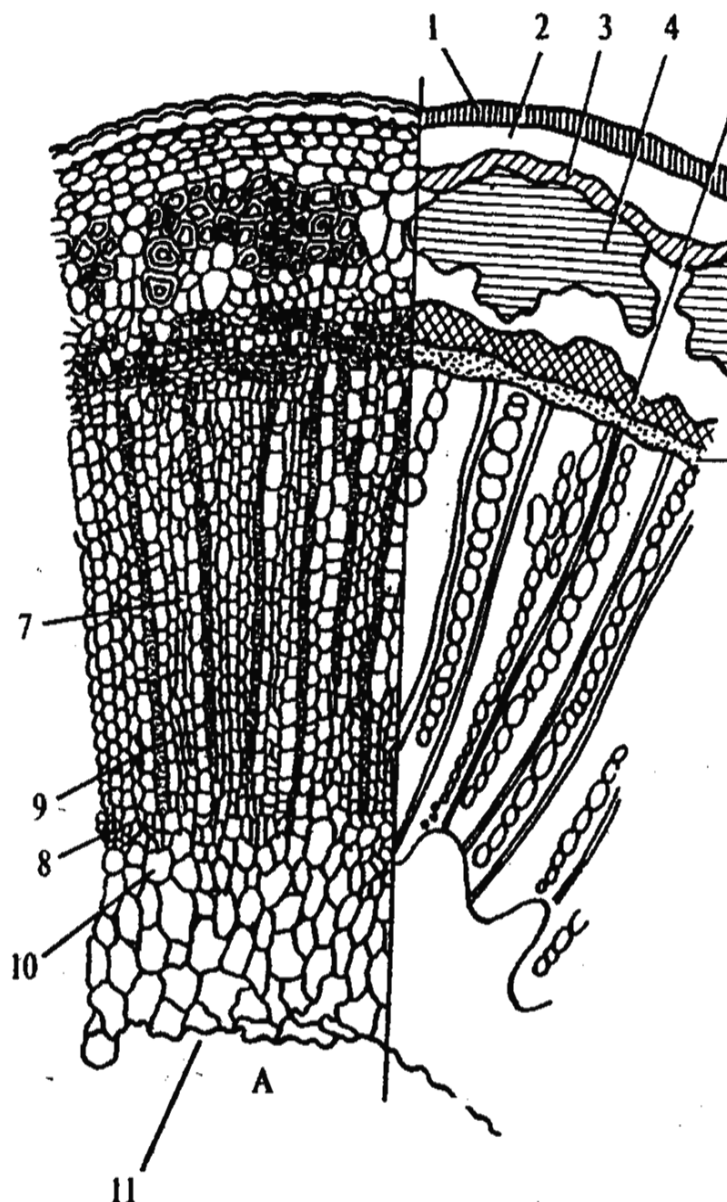


Рисунок 11.3 – Поперечный разрез стебля льна: 1 – эпидермис, 2 – хлорофиллоносная паренхима, 3 – эндодерма, 4 – лубяные волокна, 5 – флоэма, 6 – камбий, 7, 8 – вторичная и первичная ксилема, 9 – сердцевинный луч, 10 – сердцевина, 11 – полость (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

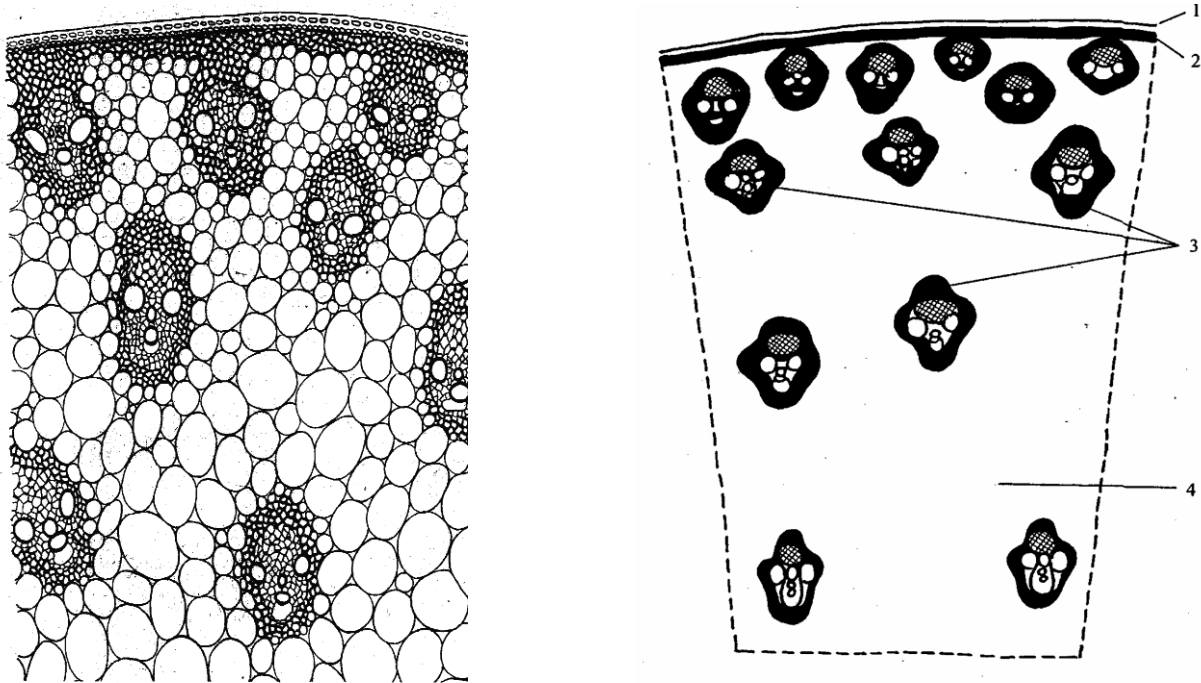
Работа 4 Строение стебля кукурузы обыкновенной (*Zea mays* L.)

Ход работы

1 Изготовить препарат тонкого поперечного среза стебля кукурузы, обработать флороглюцином с соляной кислотой, поместить в глицерин.

2 Рассмотреть срез простым глазом и при малом увеличении микроскопа, сравнить с изображением на рисунке 11.4 и нарисовать схему

строения стебля. Отметить на рисунке эпидермис, кольцо механической ткани (перицикл), проводящие пучки, основную паренхиму. При большом увеличении рассмотреть и назвать основные составляющие элементы закрытого проводящего пучка кукурузы.



А

Б

Рисунок 11.4 – Часть поперечного среза стебля кукурузы (*Zea mays*): А – клеточное строение; Б – схема: 1 – эпидермис, 2 – склеренхима, 3 – проводящие пучки, 4 – основная паренхима (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Работа 5 Строение стебля ржи посевной (*Secale cereale* L.)

Ход работы

Рассмотреть при малом и большом увеличении микроскопа строение соломины ржи на постоянном препарате, сравнить с изображением на рисунке 11.5. Зарисовать схему строения. На рисунке отметить: эпидермис, первичную кору, состоящую из хлорофиллоносной паренхимы и склеренхимы, центральный цилиндр с проводящими пучками, расположенными в основной паренхиме, воздушную полость.

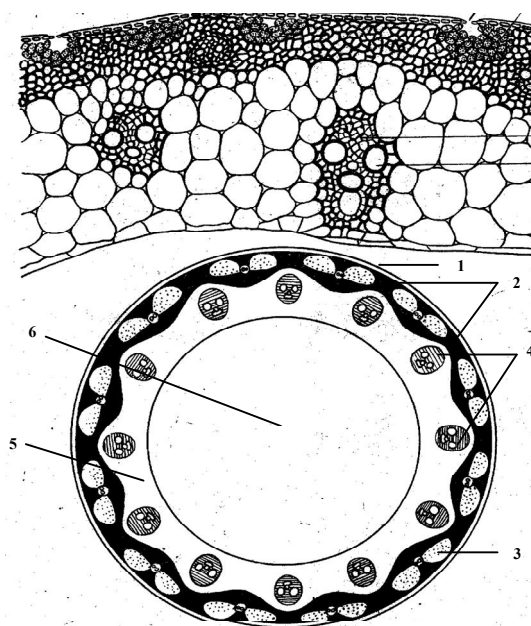


Рисунок 11.5 – Схема строения стебля ржи (*Secale cereale*) в поперечном разрезе: 1 – эпидермис, 2 – склеренхима, 3 – хлорофиллоносная паренхима, 4 – закрытый коллатеральный пучок, 5 – основная паренхима, 6 – полость (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое стебель и каковы его функции?
- 2 Каковы общие черты анатомического строения стебля?
- 3 Как происходит формирование первичной и вторичной структуры стебля двудольных травянистых растений?
- 4 Назовите типы вторичного строения стебля, приведите примеры.
- 5 Каковы особенности анатомического строения стебля однодольных растений?

Литература

- 1 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 204 – 216.
- 2 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 210 – 234.
- 3 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 229 – 253.
- 4 Киселева, Н. С., Атлас по анатомии растений / Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин; Под ред. С. В. Калишевича. – Мн. : Вышэйш. школа, 1969. – С. 162 – 190, 200 – 206.

Тема 12 Многолетний стебель древесных растений

1 Стебель хвойных древесных растений на примере сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

2 Стебель лиственных древесных растений на примере липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.)

Основные понятия по теме

Однолетний стебель голосеменных покрыт эпидермисом (стенки его наружных клеток утолщены) и кутикулой. Под эпидермисом лежит первичная кора. Два-три верхних слоя ее состоят из плотно располагающихся клеток паренхимы, которые содержат вещества, окрашивающие их в бурый цвет. В одном из субэпидермальных слоев на ранних стадиях онтогенеза закладывается феллоген, формирующий пробку. Во внутренней зоне первичной коры хорошо видны идущие вдоль стебля смоляные ходы.

К паренхиме первичной коры примыкает флоэма. Наружная часть флоэмы представлена первичной флоэмой (на срезе различается с трудом). Вторичная флоэма представляет собой мелкие тонкостенные элементы, располагающиеся узкой полоской. Камбиальная зона отделяет флоэму от древесины. Древесина состоит из толстостенных одревесневших клеток многоугольной формы. Первичную ксилему образуют мелкие, сильно одревесневшие клетки. Она в виде небольших лопастей вдаётся в сердцевину. Вся остальная древесина – вторичная. Древесина пронизана многочисленными смоляными ходами, окруженными паренхимной обкладкой.

Весь массив проводящих тканей пересекают сердцевинные лучи. Первичные идут от сердцевины до флоэмы. Они формируются в период дифференциации первичных проводящих тканей из прокамбия. Камбий образует короткие вторичные лучи.

В центре стебля располагается паренхима сердцевины. Ее мелкие наружные клетки с утолщенными стенками образуют так называемую **перимедуллярную зону**.

Многолетний стебель отличается мощным развитием древесины, в которой хорошо различаются годичные кольца прироста. Их наружная зона (поздняя древесина) отличается сжатыми в радиальном направлении элементами, более толстостенными, чем элементы ранней древесины. Для многолетнего стебля характерна довольно широкая зона вторичной флоэмы. Проводит вещества только прилегающая к камбию ее часть – проводящая флоэма. В периферической части этой ткани – в непроводящей флоэме – радиальное расположение элементов нарушено.

В многолетних стеблях долго сохраняется первичная кора со смоляными ходами, но с возрастом наружная ее часть отделяется от внутренней клетками перидермы, залегающими в виде отдельных дуг, соединяющихся с наружной перидермой стебля. Так формируется корка сосны.

По сравнению с хвойными, у лиственных древесных растений гистологический состав элементов внутренней структуры более сложный. Стебель липы имеет типичное для древесных двудольных строение. В центре его располагается небольшой участок тонкостенных клеток сердцевинной паренхимы. Последняя окружена толстым слоем древесины. На границе с сердцевинной паренхимой видны небольшие выступы участков первичной ксилемы, состоящей главным образом из кольчатых и спиральных сосудов.

Вторичная ксилема (древесина) представлена годичными кольцами. Сосуды летней и весенней древесины различаются по размеру. Такой тип древесины называют рассеянно-сосудистым. Кроме того, в древесине липы имеются трахеиды, однако на поперечном срезе их трудно отличить от сосудов. По всему годичному кольцу ее располагаются тонкостенные паренхимные клетки, часто заполненные содержимым. Они либо одиночные (диффузная паренхима), либо собраны в короткие (по 2 – 3 клетки) тангенциальные цепочки (метатрахеальная паренхима), не соприкасающиеся с сосудами. Остальная часть древесины состоит из многоугольных или таблитчатых волокон.

Древесину окружает зона камбия, за которой в виде трапеций располагаются участки вторичной флоэмы. К флоэме относятся ситовидные трубки с клетками-спутницами и лубяная паренхима, чередующаяся со слоями лубяных волокон. Между участками флоэмы лежат широкие сердцевинные лучи, сужающиеся в древесине до одного ряда клеток.

За флоэмой следует перициклическая зона, представленная чередующимися по кругу группами лубяных волокон (против участков флоэмы) и паренхимы (против сердцевинных лучей).

Вторичная флоэма, сердцевинные лучи (флоэмная их часть) и перициклическая зона составляют вторичную кору.

Кнаружи от вторичной коры начинается первичная кора. Ее внутренняя зона, примыкающая к перициклической, – эндодерма – у липы выражена слабо и почти не отличается от вышележащей паренхимы. Кнаружи от паренхимы располагается пластинчатая колленхима. Покрывает стебель перидермой, на которой часто видны остатки эпидермиса.

Практическое занятие 12

Цель: познакомиться с основными типами строения анатомической

структуры многолетних стеблей древесных растений.

Материалы и оборудование: постоянные микропрепараты поперечных и радиальных срезов стеблей сосны и липы; микроскопы МБР-1; практикумы по анатомии и морфологии растений; таблицы.

Работа 1 Стебель хвойных древесных растений на примере сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)

Ход работы

1 Рассмотреть срез однолетнего и многолетнего стебля сосны под микроскопом при малом и большом увеличении.

2 Зарисовать схематично детальное строение одно- и многолетнего стеблей сосны и отдельный его сектор, сделав при этом соответствующие обозначения (рисунок 12.1).

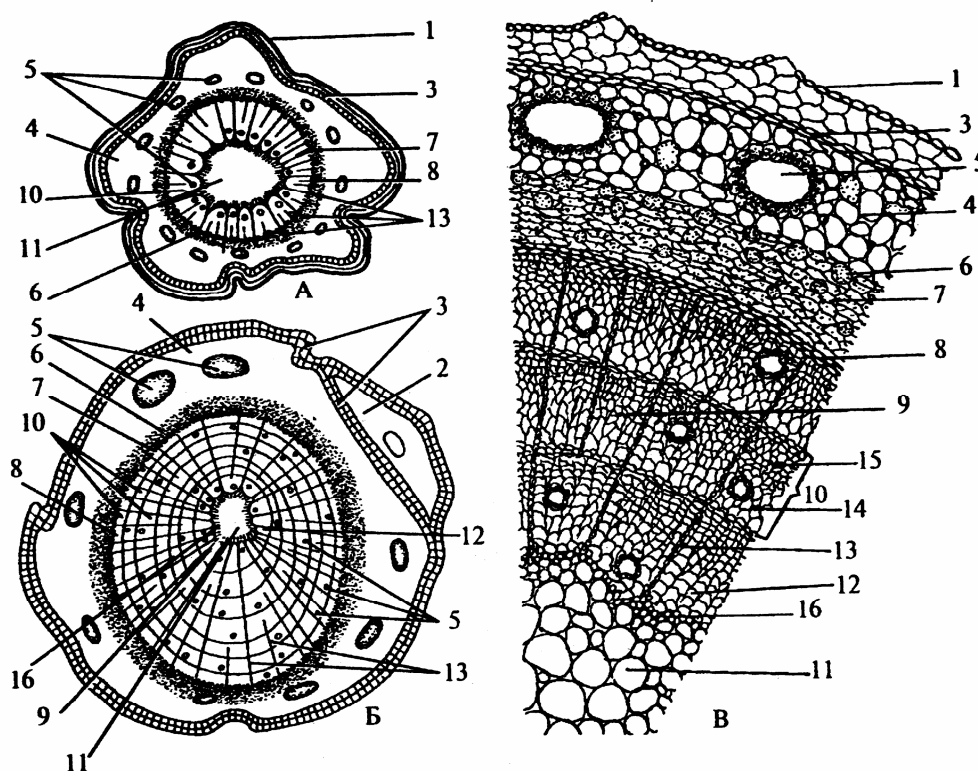


Рисунок 12.1 – Строение стебля сосны (*Pinus sylvestris*): А, Б – схематическое изображение строения однолетнего и многолетнего стеблей; В – сектор поперечного среза трехлетнего стебля (по В. Н. Вехову и др., 1980): 1 – эпидермис, 2 – чешуя корки, 3 – перидерма, 4 – паренхима первичной коры, 5 – смоляные ходы, 6 – первичная флоэма, 7 – луб, 8 – камбий, 9 – древесина, 10 – годовичные кольца древесины, 11 – сердцевина, 12 – первичная ксилемма, 13 – сердцевинные лучи, 14, 15 – весенняя и летняя древесина, 16 – перимедуллярная зона сердцевины (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Стебель лиственных древесных растений на примере липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.)

Ход работы

1 Рассмотреть постоянный окрашенный препарат (обычная двухцветная окраска): одревесневшие клеточные оболочки на нем красного цвета, а цитоплазма и целлюлозные оболочки — синего. Познакомиться с общим планом внутреннего строения стебля при малом увеличении микроскопа, а затем при большом увеличении детально изучить его структуру (рисунок 12.2).

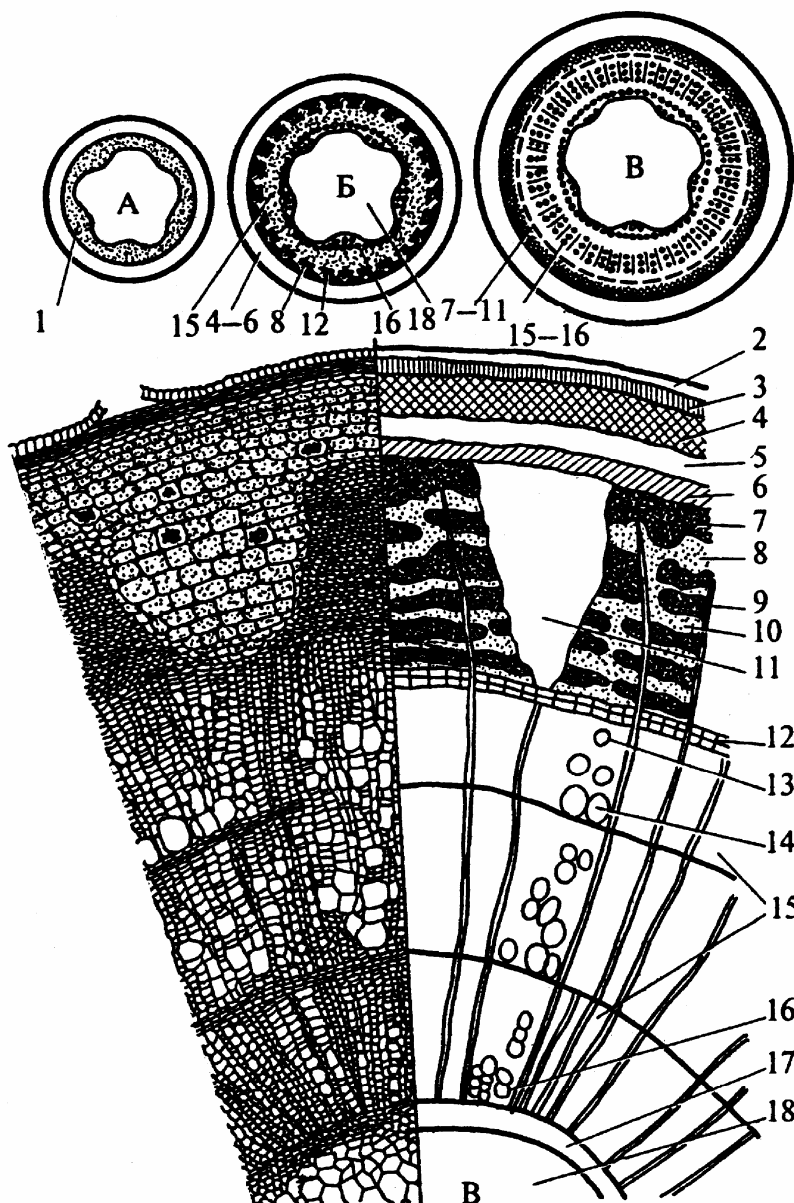


Рисунок 12.2 – Стебель липы сердцелистной (*Tilia cordata*) – поперечные срезы на разных уровнях (по В. Г. Хржановскому и др., 1982): А – на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры: 1 – прокамбий; 2 – остатки эпидермиса; 3 – перидерма; 4 – колленхима; 5 – паренхима

первичной коры; 6 – эндодерма; (4–6 – первичная кора); 7 – склеренхима перициклического происхождения; 8 – первичная флоэма; 9 – лубяные волокна; 10 – ситовидные трубки и клетки-спутницы; 11 – сердцевинный луч (7–11 – вторичная кора); 12 – камбий; 13 – летняя древесина; 14 – весенняя древесина (13–14 – годовичное кольцо); 15 – древесина (вторичная ксилема); 16 – первичная ксилема; 17 – перимедуллярная зона сердцевины; 18 – сердцевина (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Вопросы для самоконтроля

1 Из каких тканей состоит древесина и луб у хвойных и лиственных древесных растений? Каковы функции этих тканей?

2 Какие элементы входят в состав сердцевинных лучей сосны и липы? Какова функция этих лучей?

3 Что собой представляет вторичная кора? Чем она отличается от первичной?

Литература

1 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 204 – 226.

2 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 235 – 258.

3 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 241 – 253.

Тема 13 Морфология листа

1 Части листа

2 Морфология листа

3 Три категории листьев

4 Разнолистность (гетерофилия)

Основные понятия по теме

Лист является составной частью побега. Лист при развитии растет до определенного предела и приобретает такие размеры и форму (обычно плоскую), которые обеспечивают ему максимальную поверхность фотосинтеза и транспирации растения. Достигнув окончательной величины, листья у разных растений функционируют различное время, что зависит от генетических и климатических факторов. У листопадных деревьев и кустарников умеренного климата, а также у многолетних трав внепочечный период жизнедеятельности листьев составляет от 4 до 5 месяцев, у вечнозеленых – от 2 до 5 лет, а у некоторых хвойных достигает от 15 до 20 лет.

Закладывается лист в виде бокового выступа – бугорка (примордия) в основании апекса побега. Листовые бугорки закладываются на апексе в определенном порядке, что обуславливает в дальнейшем характер листорасположения. С момента их закладки начинается внутрипочечная фаза развития листа, а после разворачивания почки наступает почечная фаза. В этот период общая поверхность листьев возрастает во много десятков, сотен и даже тысяч раз. Причем у двудольных листья увеличиваются за счет почти равномерного поверхностного роста в результате их деления и растяжения в длину и ширину большинства клеток. У однодольных лист растет вследствие вставочного роста у его основания.

Взрослый лист обычно расчленен на **пластинку** и **черешок** (узкая стеблевидная часть между пластинкой и узлом побега). Листья, имеющие черешок, называются **черешковыми**, если черешок не развивается – лист называют **сидячим**. Самая нижняя часть листа, сочлененная со стеблем, называется **основанием** листа. При основании листа часто развиваются одинаковые по размеру и форме парные боковые выросты – **прилистники**. У злаков и зонтичных основание листа нередко разрастается и преобразуется в замкнутую или незамкнутую трубку, называемую **листовым влагалищем**.

Пластинка – главнейшая часть листа, осуществляющая, как правило, его основные функции. Она пронизана жилками (сосудисто-волокнистые пучки), которые составляют «скелет» листа (**жилкование**).

Оно может быть **открытым** и **закрытым**. В первом случае жилки, не соединяясь, оканчиваются возле краев листовой пластинки, во втором – они многократно соединяются между собой и образуют густо переплетенную сеть. По способу переплетения различают следующие типы жилкования листьев: **дихотомическое** (у папоротников), **дуговидное** (у многих лютиковых, подорожников), **параллельное** (у осок, лилейных, злаков), **перистое**, **пальчатое**. Особенности верхушки, края, основания листовой пластинки являются важными диагностическими признаками растений.

Черешок листа обычно бывает округлым или сплюснутым в поперечном сечении. Кроме опорной и проводящей функций он, сохраняя длительное время способность к вставочному росту, может регулировать положение пластинки (изгибаться по направлению к свету).

Прилистники в процессе формирования листа разрастаются раньше пластинки и играют защитную роль. После разворачивания почек они часто опадают или подсыхают, но изредка достигают крупных размеров и функционируют как фотосинтезирующие органы. У растений семейства гречишных прилистники срастаются и образуют так называемый **раструб**.

Различают **простые** и **сложные** листья. Первые свойственны почти всем травянистым растениям и большинству деревьев и кустарников. Они имеют одну листовую пластинку. Сложные листья обычно состоят из нескольких листочков, располагающимися на общем черешке (рахисе). Опадает сложный лист по частям. Классификация сложных листьев основывается на типах расположения листочков.

Форма листа является характерным признаком вида. Однако на одном растении и даже побеге листья могут быть очень разными. Различают три **формации** листьев: **низовые** (обычно в виде чешуй с недоразвитой пластинкой), **срединные** (наиболее развиты) и **верховые**, или **верхушечные** (недоразвиты; прицветники – в области соцветия). В свою очередь срединные листья также могут различаться в пределах одного побега (**гетерофилия**), что обусловлено возрастными изменениями или разными условиями развития и существования. Нередко листья видоизменяются (превращаются в усики, колючки, запасные чешуи и т. п.) или редуцируются.

Практическое занятие 13

Цель: изучить морфологическое строение листа.

Материалы и оборудование: гербарные образцы ландыша майского, марьянника дубравного, стрелолиста обыкновенного, листьев липы, традесканции, герани, ржи посевной, костреца безостого,

шиповника.

Работа 1 Части листа

Ход работы

1 Рассмотреть и зарисовать простой черешковый лист герани, простой сидячий лист традесканции, сложный лист шиповника, лист ржи посевной с незамкнутым влагалищем и лист костреца безостого с замкнутым влагалищем (рисунок 13.1).

2 Отметить части листа: листовую пластинку, черешок, прилистники, влагалище листа.

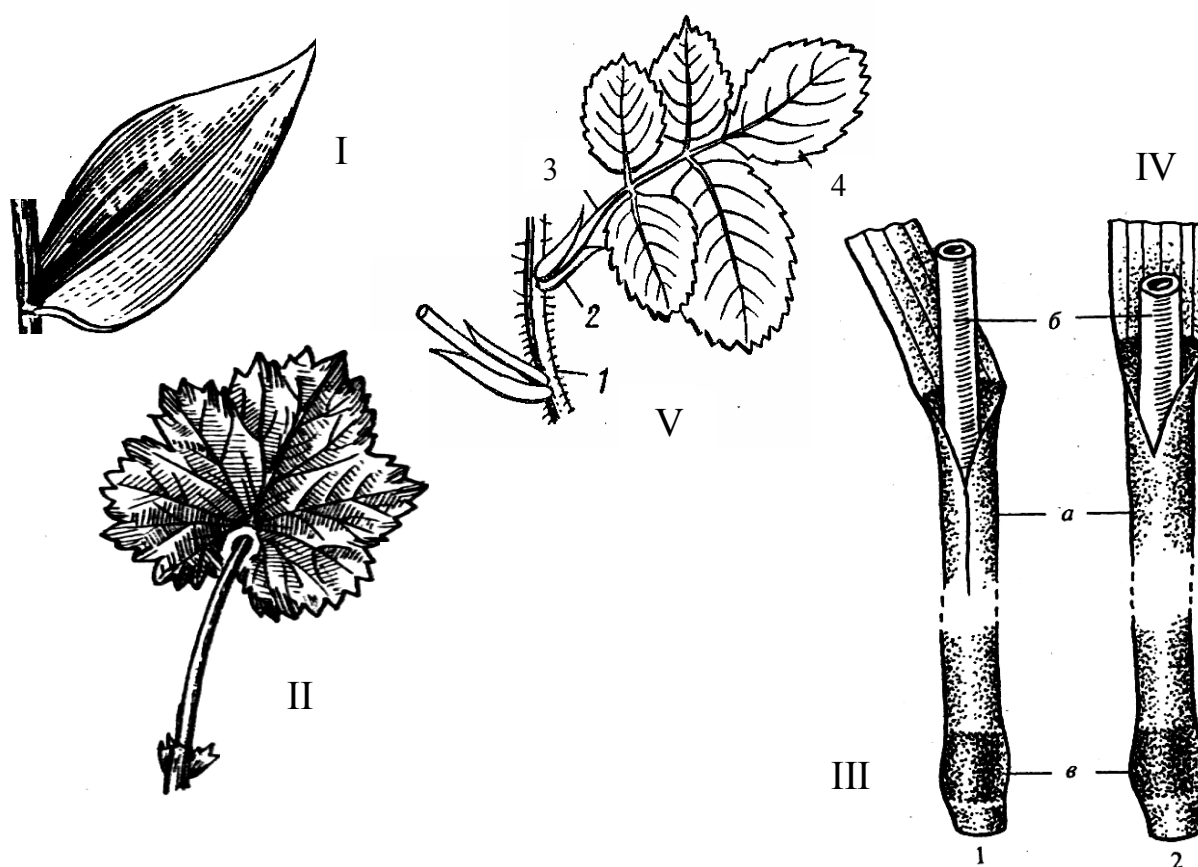


Рисунок 13.1 – Типы листьев: I – простой сидячий лист традесканции; II – простой черешковый лист герани; III – лист ржи с незамкнутым влагалищем, IV – лист костреца с замкнутым влагалищем: а – влагалище, б – стебель, в – узел; V – сложный лист шиповника: 1 – стебель, 2 – прилистники, 3 – рахис, 4 – листовая пластинка (из В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко, 1979; Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Морфология листа

Ход работы

1 На тематическом гербарном материале рассмотреть:

- 1) форму простых листьев с цельной листовой пластинкой;
- 2) форму края листовой пластинки;
- 3) жилкование листьев;
- 4) способы прикрепления листа к стеблю;
- 5) формы простых листьев с расчлененной листовой пластинкой;
- 6) сложные листья.

2 Сделать морфологическое описание листа любого растения по плану: наличие, отсутствие и очертание прилистников, их срастание с черешком и между собой; состав листа (простой или сложный); прикрепление; очертания листовой пластинки, характер её основания, верхушки и края; тип жилкования.

Работа 3 Три категории листьев

Ход работы

1 Рассмотреть и зарисовать листья ландыша (рисунок 13.2). Отметить листья низовые, срединные и верхушечные. Низовые листья – это первые листья побега, которые защищают развивающиеся почки и заключенные в них листочки от внешних воздействий. Эти листья могут опадать или сохраняться в виде чешуек, пленок, влагалищ без пластинок бледно-зеленого, желтоватого, бурого цвета. Срединные листья представляют собой обычные листья со всеми присущими им функциями. Именно эту категорию листьев имеют в виду, когда говорят о типичных листьях растений. Верхушечные листья располагаются на верхушке побега, в области цветков и соцветий. Они отличаются от срединных листьев меньшими размерами, формой, и окраской. К ним относятся кроющие листья соцветий, прицветники, прицветнички, обертка, оберточка. Верхушечные листья защищают цветки и соцветия на ранних этапах их развития от внешних воздействий.

2 Рассмотреть срединные и верхушечные листья липы. Последние сохраняются при плодах и способствуют их распространению ветром.

3 Рассмотреть срединные и верхушечные листья марьянника дубравного. Они ярко окрашены и служат для привлечения насекомых.

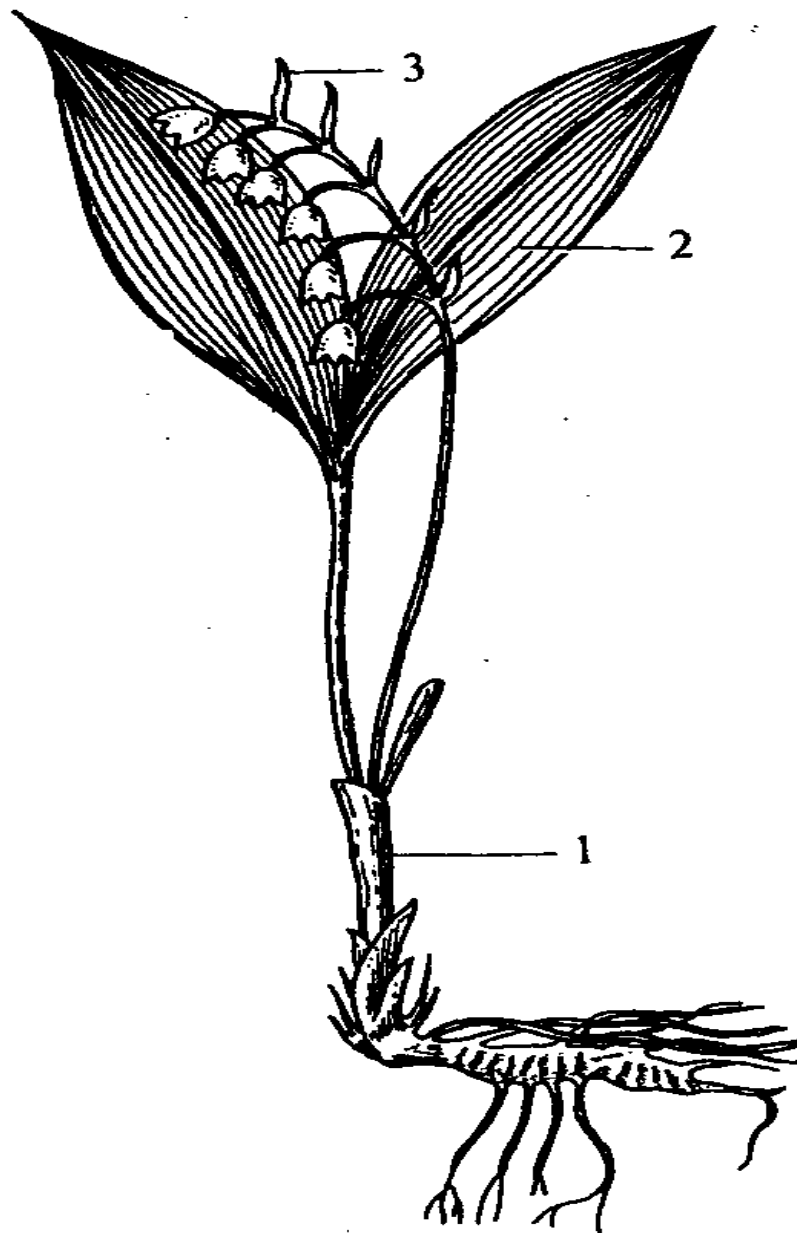


Рисунок 13.2 – Категории листьев у ландыша майского (*Convallaria majalis*): 1 – низовые; 2 – срединные; 3 – верхушечные (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 4 Разнолистность (гетерофилия)

Ход работы

1. Рассмотреть и зарисовать листья стрелолиста обыкновенного. Отметить листья подводные (длинные, лентовидные), плавающие (лопатчатой формы с узкой линейной подводной частью) и надводные (стреловидные на длинных черешках).

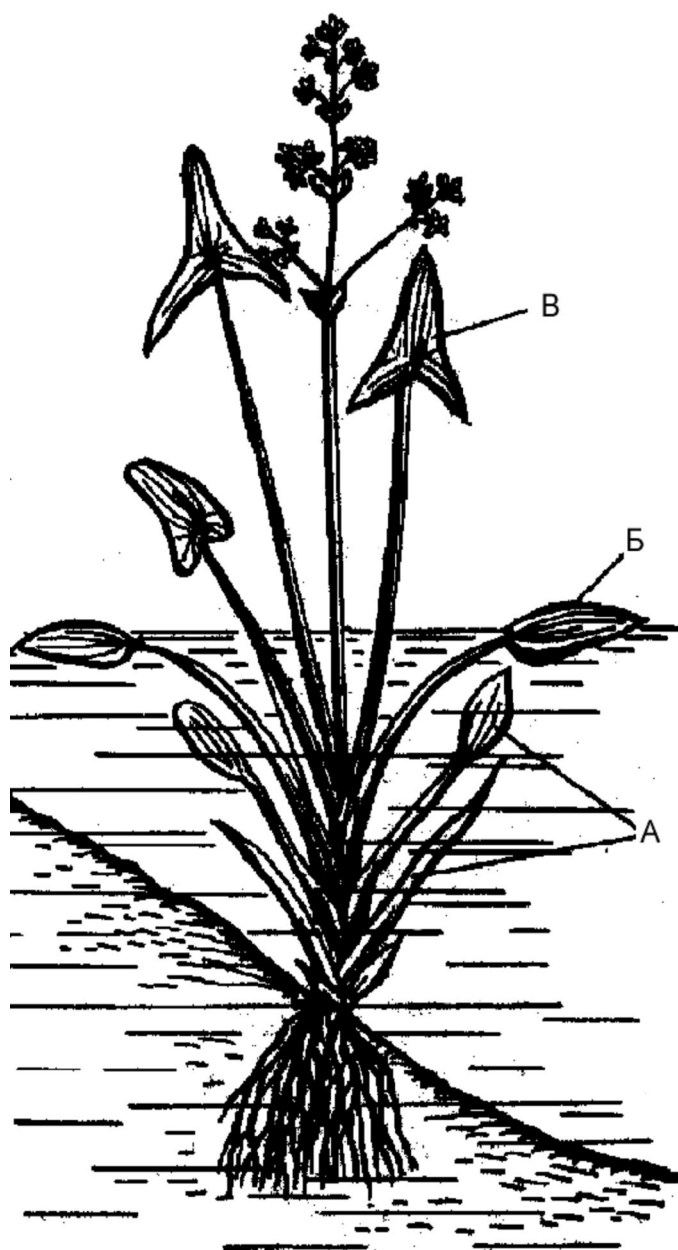


Рисунок 13.3 – Гетерофилия у стрелолиста (*Sagittaria sagittifolia*):
а – подводные листья; б – плавающие; в – воздушные (из Г. А. Бавтуто,
В. М. Еремин, 1997)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Чем отличается черешковый лист от сидячего?
- 2 Какие листья называют влагалищными?
- 3 В чем отличие простого листа от сложного?
- 4 Что собой представляют понятия «гетерофилия» и «категория листьев»?

Литература

1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 199 – 208.

2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн.: Высшая школа, 1997. – С. 226 – 238.

3 Бавтуто, Г. А., Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 258 – 285.

Тема 14 Анатомическое строение листа

1 Лист камелии (*Camellia japonica* L.)

2 Лист ириса германского (*Iris germanica* L.)

3 Лист кувшинки чистобелой (*Nymphaea candida* Presl)

4 Листья хвойных растений (на примере хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.))

5 Световые и теневые листья

Основные понятия по теме

Микроскопическое строение листьев разных растений очень разнообразно в деталях, но сходно по общей структуре. Особенности его у типичного листа подчинены выполняемой функции – осуществлению фотосинтеза. Поэтому именно в листе **хлорофиллоносная паренхима (мезофилл)** достигла высокой степени дифференциации.

Необходимая для фотосинтеза вода поступает по проводящим тканям ксилемы. По флоэме осуществляется отток продуктов ассимиляции из листа. Проводящие пучки пронизывают листовую пластинку во всех направлениях (жилкование листа). Флоэма в них обращена к морфологически нижней (абаксиальной) стороне пластинки листа, ксилема – к верхней (адаксиальной). Проводящие пучки листьев, как правило, бывают закрытые; камбий формируется только в наиболее крупных проводящих пучках листьев вечнозеленых растений. Черешок листа играет роль посредника в перемещении веществ в лист и из него. Кроме того, он выносит листовую пластинку в условия оптимального освещения.

Газообмен с внешней средой осуществляется через устьица, расположенные в эпидермисе, покрытом хорошо развитой кутикулой.

Упругость листовой пластинки, ее способность противостоять неблагоприятным воздействиям связана с системой механических тканей. В листьях нередко образуются специализированные вместилища или одиночные клетки, запасающие продукты клеточного метаболизма. Лист, благодаря анатомической структуре, пластично реагирует на меняющиеся условия среды, особенно на изменения водного и светового режимов.

По отношению к влажности различают следующие основные группы растений. **Ксерофиты** – приспособились к значительному, постоянному или временному, недостатку влаги в почве или в воздухе (пустыни, степи и др.). Листья у них двух типов: плотные, жесткие, с хорошо развитыми механическими тканями (у склерофитов) или сочные, с системой водозапасающей паренхимы (у суккулентов). **Мезофиты** – живут в условиях достаточно умеренной влажности. Гигрофиты – обитают в

среде, отличающейся повышенной влажностью, преимущественно атмосферной (болотистые луга, сырые леса). **Аэрогидрофиты** – обладают листьями, плавающими на поверхности воды. **Гидрофиты** – приспособились к водному образу жизни (берега водоемов и др.). **Гидатофиты** – растения, погруженные в воду. У растений, обитающих в условиях избыточной влажности, формируется особая ткань – аэренхима – с системой межклетников и воздухоносных полостей. Механическая и проводящая ткани развиты у них, как правило, слабо.

На форме и анатомической структуре листьев сильно сказывается влияние света. Даже у одного растения, например, на одном кусте сирени, жасмина, смородины, у листьев, выросших на свету (**световые листья**), столбчатый мезофилл может быть более развит, чем у теневых листьев. При недостатке света формируется рыхлый мезофилл (с многочисленными межклетниками), слабо развивается проводящая ткань, клетки эпидермиса более тонкостенные.

Практическое занятие 14

Цель: изучить анатомическую структуру типичного листа растения, произрастающего в нормальных условиях, а также особенности структуры листьев растений, произрастающих в разных условиях.

Материалы и оборудование: постоянные микропрепараты листа камелии, сосны обыкновенной, кувшинки чистобелой, сирени обыкновенной; фиксированные листья ириса германского; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Лист камелии (*Camellia japonica* L.)

Ход работы

1 На готовом препарате при малом увеличении микроскопа определить характер расположения тканей листа, при большом – изучить особенности их строения (рисунок 14.1).

2 Зарисовать схематично лист, детально – по несколько клеток каждой ткани. Обратить внимание на расположение устьиц, склеренхимных волокон, тканей в сосудисто-волокнистом пучке, на смыкание клеток и величину межклетников в слоях мезофилла. Сделать соответствующие обозначения.

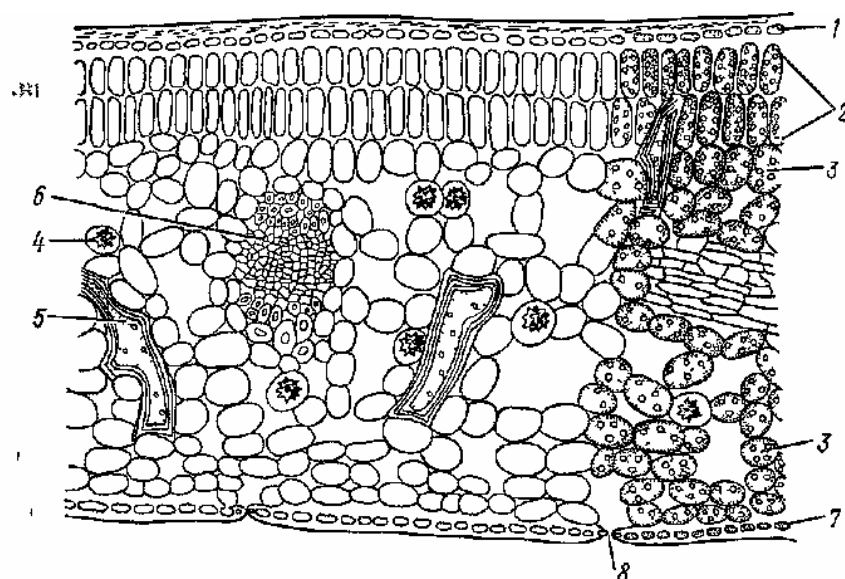


Рисунок 14.1 – Лист камелии в поперечном разрезе: 1 – верхний эпидермис; 2 – столбчатый мезофилл; 3 – губчатый мезофилл; 4 – клетка с друзой; 5 – склереида; 6 – проводящий пучок; 7 – нижний эпидермис; 8 – устьичный аппарат (из В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко, 1979)

Работа 2 Лист ириса германского (*Iris germanica* L.)

Ход работы

1 Изготовить препараты поперечных срезов листа, зажав листовую пластинку между кусочками бузины.

2 При малом увеличении микроскопа рассмотреть анатомическое строение листа (рисунок 14.2, А). Зарисовать схему строения листа, отобразив эпидермис нижней и верхней его сторон, а также устьица, мезофилл, проводящие пучки, воздушные полости.

3 При большом увеличении изучить детальное строение его тканей (рисунок 14.2, Б) и устьичного аппарата (рисунок 14.2, В). Зарисовать сектор анатомического строения листа. Отобразить на рисунке детальное строение мезофилла (слой более мелких клеток под эпидермисом, воздухоносные полости), проводящих пучков (ксилему, флоэму, склеренхиму), устьиц (замыкающие клетки, хлоропласты, передний и задний дворики, подустыичная полость). Зарисовать общий план строения устьиц, обратив внимание на их расположение и форму замыкающих клеток.

Работа 3 Лист кувшинки чистобелой (*Nymphaea candida* Presl)

Ход работы

1 Рассмотреть препарат поперечного среза листа при малом и

большом увеличении микроскопа (рисунок 14.3).

2 Зарисовать участок поперечного среза листа, обратив внимание на форму клеток эпидермиса, столбчатого и губчатого мезофилла, большие воздухоносные полости, идиобласты, на расположение устьиц и степень развития проводящих элементов. Сделать соответствующие обозначения.

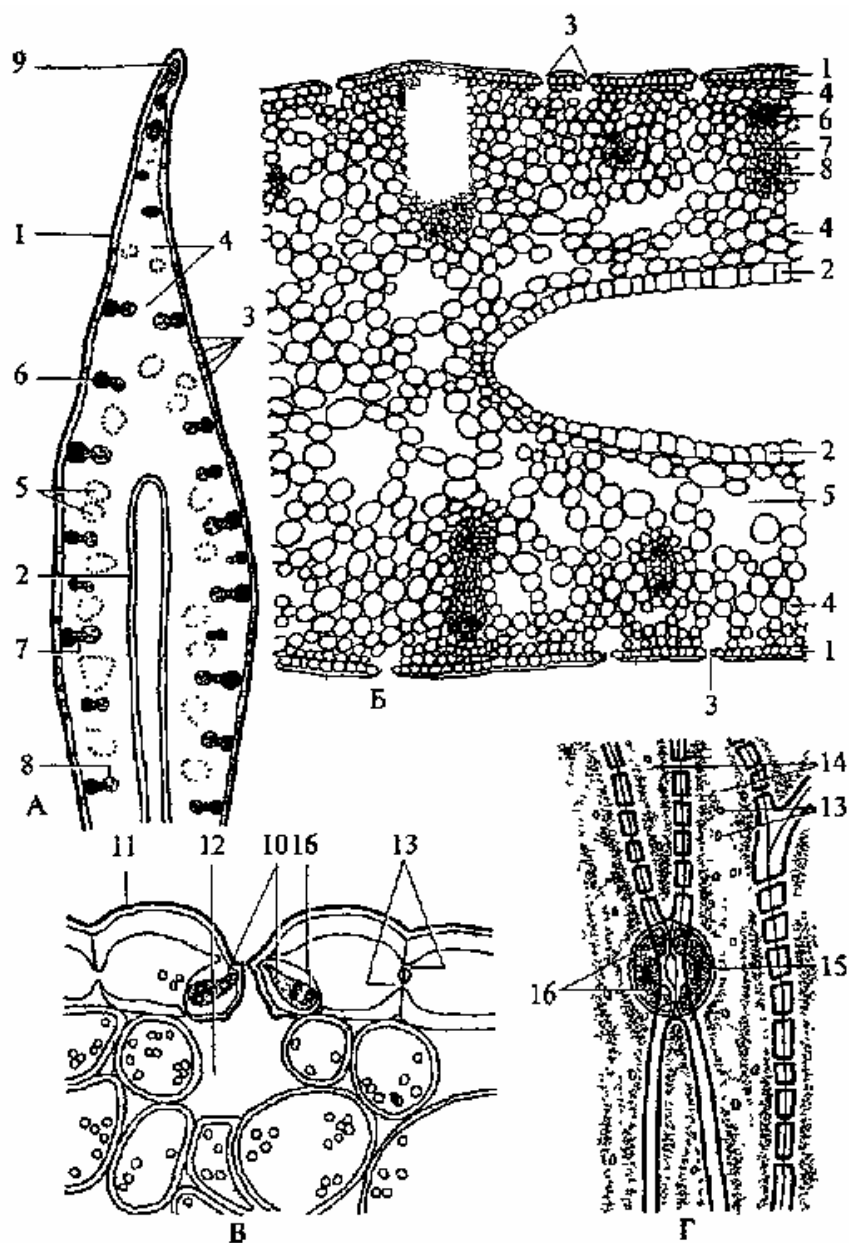


Рисунок 14.2 – Лист ириса германского (*Iris germanica*): А – схема поперечного разреза; Б – анатомическое строение; В, Г – строение устьица на поперечном разрезе и в плане; 1,2 – нижний и верхний эпидермис; 3 – устьица; 4 – мезофилл; 5 – воздухоносные полости; 6 – склеренхима; 7 – флоэма; 8 – ксилема; 9 – неодревесневевшая склеренхима; 10 – замыкающие клетки устьица; 11 – кутикула; 12 – подустыичная полость; 13 – поры; 14 – клетка эпидермиса; 15 – ядро; 16 – хлоропласты (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

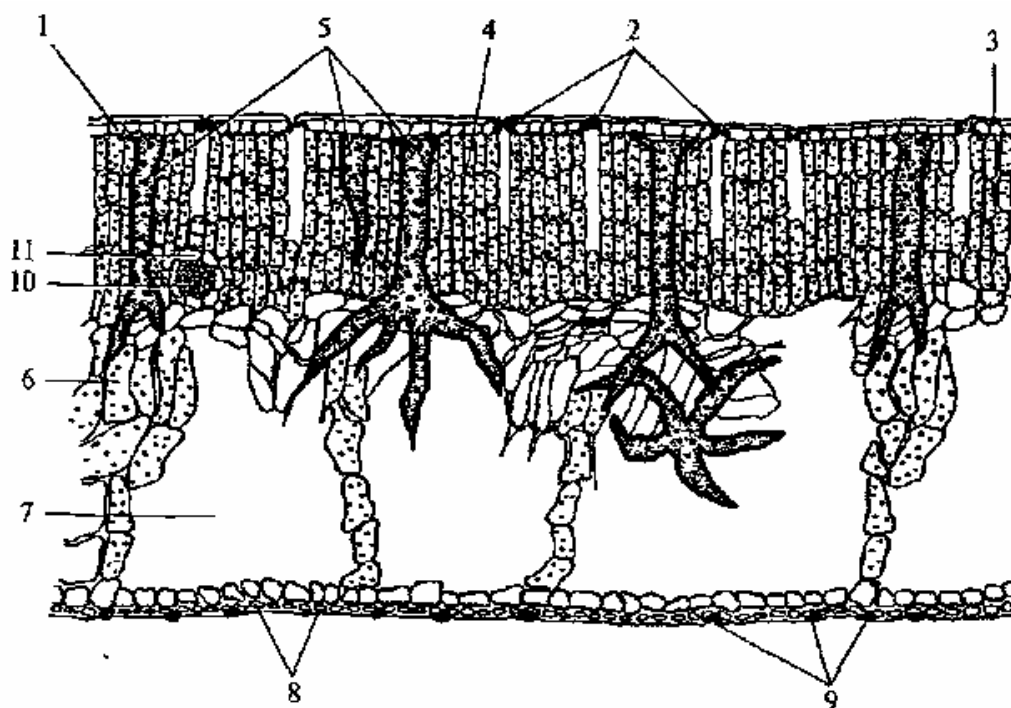


Рисунок 14.3 – Поперечный срез плавающего листа кувшинки (*Nymphaea candida*): 1 – верхний эпидермис; 2 – устьица; 3 – кутикула; 4 – столбчатый мезофилл; 5– идиобласты; 6 – губчатый мезофилл; 7 – воздухоносная полость; 8 – нижний эпидермис; 9 – пробковые клетки; 10 – проводящий пучок; 11 – обкладка проводящего пучка (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 4 Листья хвойных растений (на примере хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.))

Ход работы

Для листьев хвойных характерна ксероморфная структура, что обусловлено прежде всего резкими колебаниями температур в течение года и недостаточным поступлением в растение воды в зимнее время. Лист у хвойных отличается особой формой — игловидной, благодаря чему у них уменьшается площадь испаряющей поверхности.

1 Рассмотреть срез хвоинки (постоянный препарат) при малом и большом увеличении микроскопа (рисунок 14.4).

2 При малом увеличении микроскопа рассмотреть и зарисовать схематично строение листа, обратив внимание на форму хвои в поперечном сечении, на расположение устьиц, смоляных ходов, проводящих пучков, на степень развития и взаиморасположения гиподермы, складчатого мезофилла, трансфузионной ткани.

3 Зарисовать при большом увеличении участок хвои и сделать соответствующие обозначения.

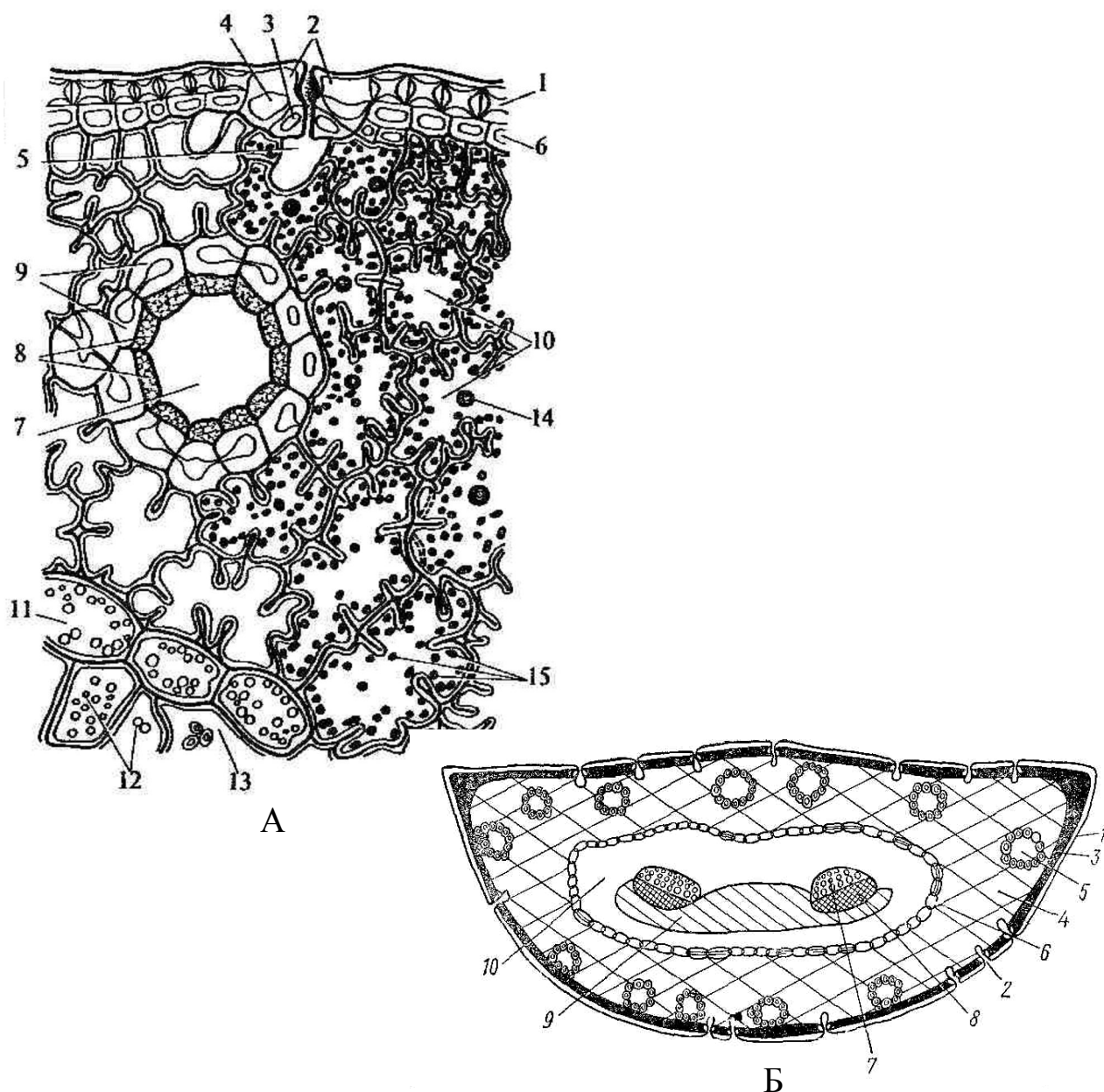


Рисунок 14.4 – Лист сосны (*Pinus sylvestris*) в поперечном разрезе: А – детальное строение; 1 – эпидермис; 2 – устьица; 3 – замыкающая клетка; 4 – околоустьицная клетка; 5 – подустьичная полость; 6 – гиподерма; 7 – смоляной ход; 8 – клетки эпителия; 9 – склеренхима; 10 – складчатый мезофилл; 11 – эндодерма; 12 – клетки трансфузионной паренхимы; 13 – клетки трансфузионной трахеиды; 14 – ядро; 15 – хлоропласты. Б – схематичное; 1 – эпидермис; 2 – устьичный аппарат; 3 – гиподерма; 4 – складчатая паренхима; 5 – смоляной ход; 6 – эндодерма; 7 – ксилема; 8 – флоэма; 9 – склеренхима; 10 – трансфузионная паренхима (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 5 Световые и теневые листья

Ход работы

От степени освещенности листа зависят его внутреннее строение и интенсивность функций. В связи с этим и различают листья световые и теневые.

1 Рассмотреть рисунок 14.5 и сравнить строение теневого и светового листьев.

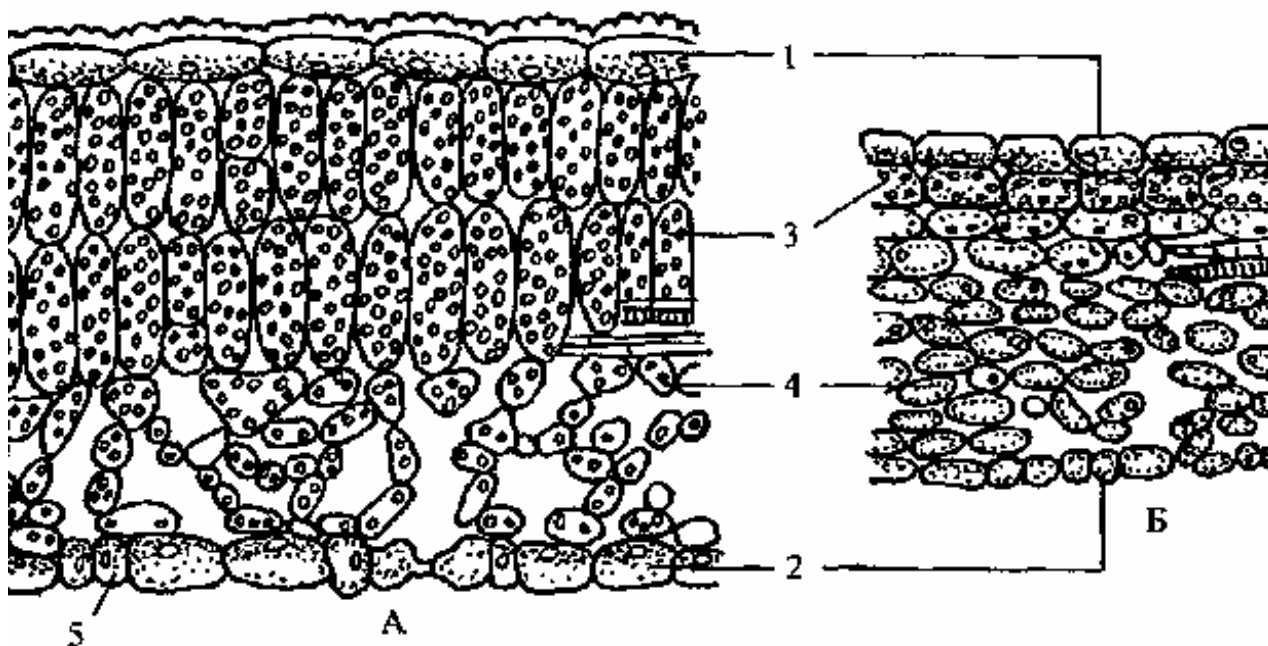


Рисунок 14.5 – Световой (А) и теневой (Б) листья сирени :
1, 2 – верхний и нижний эпидермис; 3, 4 – столбчатый и губчатый мезофилл; 5 – устьица (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Как по анатомической структуре определить нижнюю сторону листа?
- 2 Почему у большинства растений в верхнем эпидермисе устьица либо отсутствуют, либо их мало?
- 3 В чем отличие между столбчатой и губчатой паренхимой листа?
- 4 Какие дополнительные образования усиливают защитные функции листа?
- 5 Каково строение проводящих пучков листа?

Литература

1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 208 – 214.

2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 238 – 243.

3 Бавтуто, Г. А., Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 285 – 302.

4 Хржановский, В.Г. Практикум по курсу общей ботаники: учебн. пособие / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М. : Высш. школа, 1979. – С. 135 – 142.

Тема 15 Метаморфоз побега

1 Метаморфоз подземных побегов

2 Метаморфоз надземных побегов

Основные понятия по теме

Усиление у побега функции вегетативного размножения и расселения, а также запасающей функции, перенесение им неблагоприятных периодов года и воздействие других факторов могут привести к изменению его формы. При этом основная функция побега – осуществление фотосинтеза – либо сохраняется, либо утрачивается частично или полностью.

Явление видоизменения основных органов растений, обусловленное сменой выполняемых ими функций или условий функционирования, называется метаморфозом.

Истинный метаморфоз – превращение одного органа в другой со сменой формы и функций – происходит у многолетних травянистых растений. У них надземный побег, постепенно отмирая, превращается в корневище, луковицу, клубнелуковицу на время неблагоприятного периода.

В большинстве случаев метаморфозу подвергаются не взрослые органы, а их зачатки, например, части побегов и листьев превращаются в усики, колючки.

В эволюционной морфологии выделяют гомологичные и аналогичные органы.

К первым относят органы одинакового происхождения, развивающиеся из однотипных зачатков. Гомологичность некоторых органов не вызывает сомнений. Например, зеленые листья дуба, березы, подорожника, крапивы и многих других растений гомологичны.

В других же случаях гомологичность органов не выражена столь четко и установить истину можно лишь при углубленном анализе онтогенеза растений. К примеру, бурые почечные чешуи, усики гороха, колючки барбариса, чешуйки лука, лист – ловчий аппарат росянки – все это гомологичные органы листового происхождения.

Начало клубню картофеля, корневищу пырея дали типичные облиственные побеги в результате их метаморфоза (резкого, наследственно закрепленного видоизменения), и их гомологичность побегу можно доказать при изучении развития и строения этих органов.

Органы или их части с различной морфологической природой (эволюционное происхождение от различных структур), но выполняющие сходные функции и имеющие сходное внешнее строение, называют

аналогичными. Например, шипы и колючки, выполняющие защитную функцию, могут быть различной морфологической природы. У барбариса и кактуса колючки представляют собой видоизмененные листья, у сливы – боковой побег; у шиповника и крыжовника шипы являются выростами наружных тканей стебля, а у белой ложной акации, дурнишника обыкновенного – прилистниками. Примером аналогичных органов могут также служить соцветия — корзинки подсолнечника – и отдельный цветок яблони или колокольчика.

Практическое занятие 15

Цель: изучить видоизменения побега и его частей, выяснить причины их возникновения.

Материалы и оборудование: фиксированные корневища пырея ползучего, купены лекарственной, лука огородного, тематический гербарий «Метаморфозы побегов»; микроскопы, пинцеты, лезвия, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, чашечки с водой и пипеткой, фильтровальная бумага.

Работа 1 Метаморфоз подземных побегов

Ход работы

1 Рассмотреть и зарисовать корневище пырея ползучего (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Отметить узлы, междоузлия, редуцированные листья, придаточные корни, верхушечную и пазушную почки (рисунок 15.1, А).

2 Рассмотреть и зарисовать корневище купены лекарственной (*Polygonatum officinale* L.). Отметить верхушечную почку, рубцы от побегов прошлых лет, придаточные корни.

3 Рассмотреть и зарисовать клубень картофеля (*Solanum tuberosum* L.). Отметить верхушечную и пазушные почки (глазки), их спиральное расположение на клубне. Сделать поперечный срез, рассмотреть простым глазом и с помощью лупы, зарисовать. Отметить перидерму, первичную кору, кольцо проводящих пучков и сердцевину (рисунок 15.1, Б, В).

4 Рассмотреть и зарисовать внешний вид и внутреннее строение (на продольном разрезе) лука огородного (*Allium oleraceum* L.). Отметить стеблевую часть – донце, видоизмененные листья – луковичные чешуи (покровные сухие и внутренние сочные) и верхушечную и пазушные почки (рисунок 15.1, Г).

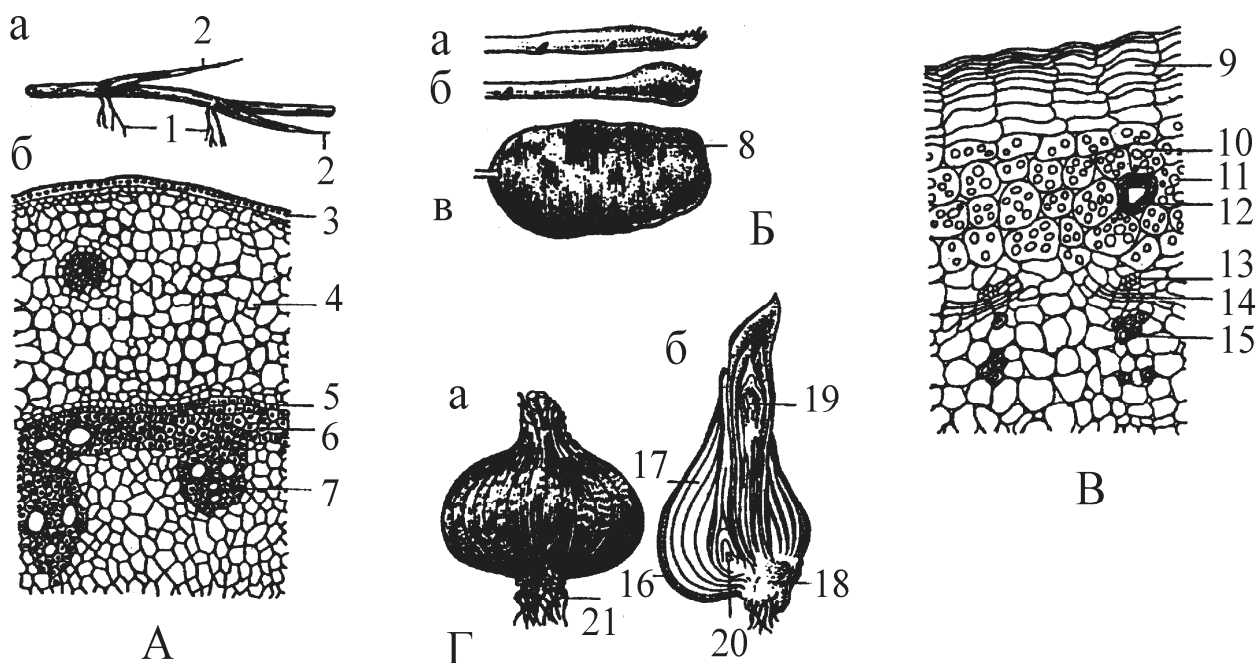


Рисунок 15.1 – Подземные видоизмененные побеги: А – корневище пырея ползучего (*Elytrigia repens*) (а — внешний вид; б — участок поперечного среза); Б – развитие клубня картофеля (*Solanum tuberosum*) на stolone (а, б, в); В – анатомическое строение клубня (поперечный срез); Г – луковица репчатого лука (*Allium oleraceum*) (а – внешний вид; б – луковица в разрезе); 1 – придаточные корни; 2 – чешуевидные листья; 3 – эпидермис; 5 – эндодерма; 6 – механическое кольцо; 7 – проводящие пучки; 8 – глазки; 9 – перидерма; 4, 10 – коровая паренхима; 11 – зерна крахмала; 12 – каменистые клетки; 13 – флоэма; 14 – камбий; 15 – ксилема; 16 – сухие чешуи; 17 – мясистые чешуи; 18 – донце; 19 – верхушечная почка; 20 – дочерняя луковица; 21 – придаточные корни (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 2 Метаморфоз надземных побегов

Ход работы

1 Рассмотреть и зарисовать колючки боярышника (*Crataegus sanguinea* Pall.) побегового происхождения. Указать положение колючки относительно листа или листового рубца и наличие на колючке рудиментов почек (рисунок 15.2, А).

2 Рассмотреть и зарисовать колючки акации белой (*Robinia pseudoacacia* L.) – видоизмененные прилистники. Отметить положение колючек относительно листа (или листового рубца) (рисунок 15.2, А).

3 Рассмотреть и зарисовать колючки барбариса (*Berberis vulgaris* L.) – видоизмененные листья удлинённых побегов. Отметить наличие в пазухе колючек укороченных побегов, листья которых развиваются

нормально, не видоизменяясь (рисунок 15.2, А).

4 Рассмотреть и зарисовать усики побегового происхождения винограда (*Vitis vinifera*). Отметить степень разветвленности усика (рисунок 15.2, Б).

5 Рассмотреть и зарисовать усики гороха (*Pisum sativum*) – метаморфоз части листочков сложного листа (рисунок 15.2, В).

6 Рассмотреть и зарисовать филлоклады иголки (*Ruskus ponticus*) – метаморфоз стебля. Отметить листообразные стебли, развивающиеся из пазух чешуевидных листьев (рисунок 15.2, Г).

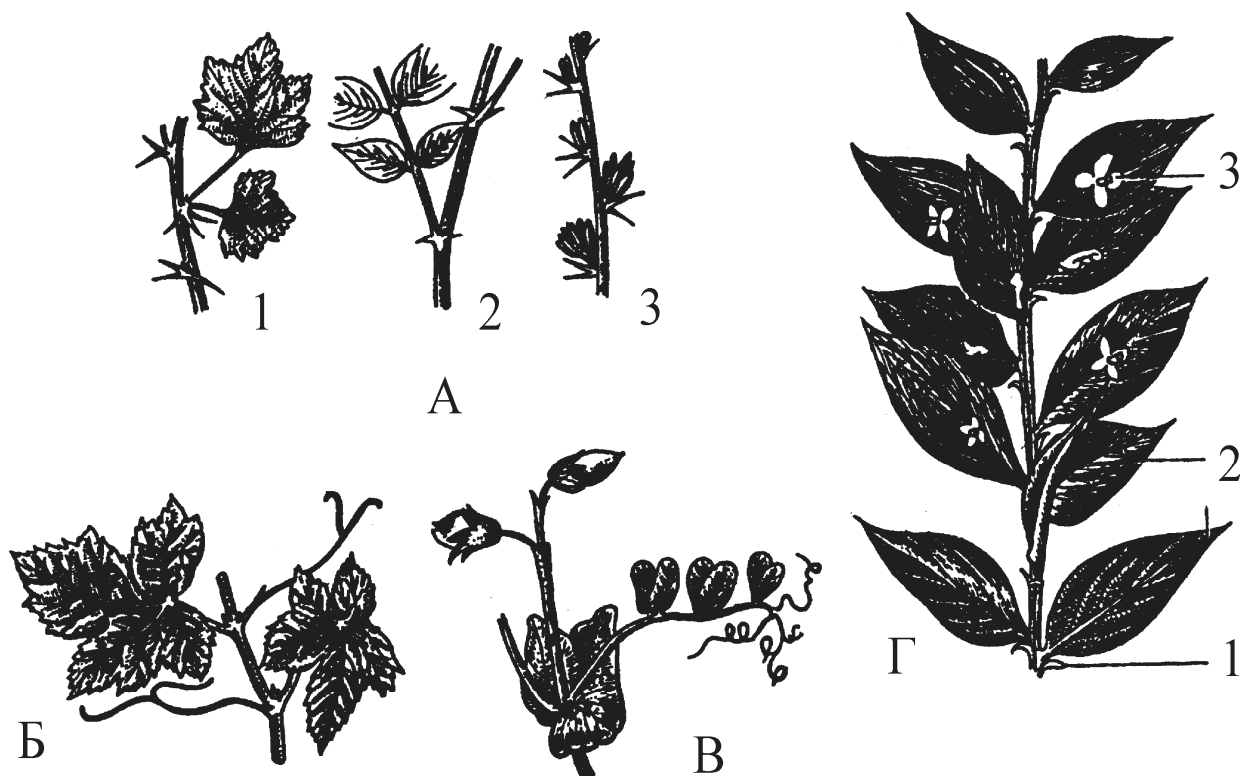


Рисунок 15.2 – Метаморфоз надземных побегов: А – колючки (1, 2, 3 – боярышника восточного (*Crataegus sanguinea*), робинии ложноакации (*Robinia pseudoacacia*), барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris*); Б – усики винограда (*Vitis vinifera*); В – усики гороха (*Pisum sativum*); Г – филлокладий иголки (*Ruskus ponticus*)(1 – чешуевидный лист; 2 – филлоклады; 3 – цветок) (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что собой представляет метаморфоз? Перечислите его типы.
- 2 Какие видоизменения корней Вам известны?
- 3 Чем отличаются способы утолщения корнеплода свеклы и редьки?
- 4 Что такое симбиоз? Какие типы симбиоза существуют?
- 5 Как возникает микориза? Перечислите ее типы.

Литература

1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 51 – 59.

2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн.: Высшая школа, 1997. – С. 63 – 69.

3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 285 – 301.

Тема 16 Андроцей. Гинецей

1 Строение пыльника. Поперечный разрез через пыльник лилии (*Lilium philadelphicum* L.)

2 Строение пыльцы

3 Типы гинецея

4 Строение семязачатка ириса

Основные понятия по теме

Функционально важными частями цветка являются тычинки и пестики. Совокупность тычинок в цветке называется **андроцей** (от греч. aner – мужчина, oikos – дом), а совокупность пестиков – **гинецей** (от греч. genos – женщина, oikos).

Морфологически и функционально тычинка соответствует микроспорофиллу. Тычинка состоит из тычиночной нити, связника и пыльников. Обычно образуется два пыльника, в каждом из которых имеется два пыльцевых гнезда. Пыльцевое гнездо – это микроспорангий, в нем происходит образование и развитие микроспор – пыльцы. Связник – осевая часть тычинки, которая является продолжением тычиночной нити и соединяет между собой пыльники. В типичных тычинках связник имеет вид тонкой пластинки, в некоторых случаях разрастается и принимает вид коромысла, на концах которого находятся пыльники.

Строение тычиночной нити очень простое. Снаружи она покрыта эпидермисом, под которым находится 2–3 слоя тонкостенных паренхимных клеток, центральное положение занимает проводящий пучок из ксилемы и флоэмы. Проводящий пучок продолжается в связник, иногда там разветвляется. Развитие тычиночной нити отстает от развития пыльника, который образуется первым. Затем путем вставочного роста образуется тычиночная нить. Если тычиночная нить отсутствует, пыльники называются сидячими.

Пыльник имеет многослойные стенки, ограничивающие пыльцевое гнездо. Наружным слоем является эпидермис с хорошо развитой кутикулой. Под эпидермисом располагается фиброзный слой из клеток с неравномерными утолщениями, способствующий раскрытию пыльника. Самый внутренний слой в стенках пыльника – это выстилающий слой, или тапетум. Он участвует в питании созревающей пыльцы. Клетки тапетума относительно крупные, тонкостенные, богатые зернистой цитоплазмой, часто многоядерны. Тапетум – недолговечная ткань, разрушающаяся ко времени созревания спор.

Пыльца образуется из клеток археспория путем редукционного деления. Каждая материнская клетка дает тетраду спор – четыре

пыльцевых зерна. Пыльцевое зерно представляет собой гаплоидную клетку с двухслойной оболочкой (экзина – наружный слой и интина – внутренний). Экзина более плотная, часто имеет местные утолщения; интина более тонкая и мягкая, состоит из пектина.

Различают несколько типов андроцея. У ряда растений он состоит из тычинок разной длины: 1) двусильный – две тычинки из четырех длиннее (норичниковые); 2) четырехсильный – четыре длинных и две коротких тычинки (капустные). Если тычинки свободные, то андроцей называется многобратственным; если все тычинки срастаются за исключением одной – двубратственный андроцей (у фасоли, гороха).

Гинецей – совокупность плодолистиков, или карпелей, цветка, образующих один или несколько пестиков.

Пестик занимает в цветке верхушечное положение, состоит из завязи, столбика и рыльца. В завязи развиваются семязачатки, образуются женские гаметы, происходит оплодотворение. Часть стенки завязи, на которой образуются семязачатки, называется плацентой. Пестик – полый орган, образующийся от срастания краев плодолистика или нескольких плодолистиков (карпелл) (рисунок 16.1).

Если каждый отдельный плодолистик, срастаясь своими краями, образует пестик, гинецей называется апокарпным. Пестиков в цветке получается столько, сколько было плодолистиков (у лютиковых, некоторых розоцветных и др.). Если семязачатки в сросшемся плодолистике располагаются по брюшному шву – краевая плацентация, по средней жилке – спинная, на боковых сторонах – ламинальная. Первые два типа относятся к постенной плацентации.

Если пестик образуется от срастания нескольких плодолистиков, то гинецей называют ценокарпным и подразделяют на синкарпный, паракарпный и лизикарпный. В синкарпном гинецее края плодолистиков заворачиваются глубоко внутрь. Срастаясь боковыми поверхностями они доходят до центра завязи и делят ее плоскость на гнезда. Плацентация в этом типе гинецея центрально-угловая (у лилейных, яблоневых).

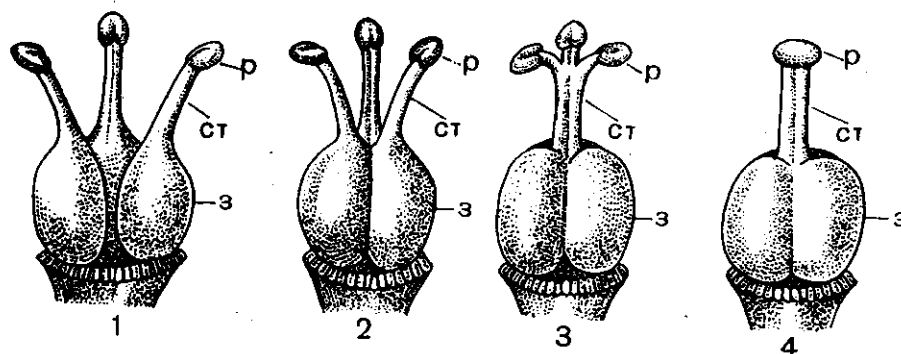


Рисунок 16.1 – Строение пестика: з – завязь, ст – столбик, р – рыльце, 1 – апокарпный пестик, 2–4 – синкарпные (из Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин , 1997)

В паракарпном гинецее соседние плодолистки срастаются лишь своими краями, поэтому получается одногнездная завязь. Семязачатки располагаются по краям плодолистиков – париетальная (постенная) плацентация (у тыквенных, фиалки, смородины, крыжовника).

В лизикарпном гинецее завязь тоже одногнездная, но семязачатки прикрепляются к колонке (образуется путем частичного растворения стенок многогнездной синкарпной завязи, представляет собой сросшиеся края плодолистиков, несущих плаценты). Такая плацентация называется колончатой (у гвоздичных, первоцветных).

Рыльце – специализированная часть плодолистика, воспринимающая пыльцу; поверхность рыльца покрыта проводниковой тканью, которая выполняет секреторную роль, образуется из клеток эпидермиса и субэпидермального слоя.

Столбик у разных растений развит в различной степени, у некоторых отсутствует.

Строение семязачатка. Семязачаток состоит из нуцеллуса и покровов. Нуцеллус – центральная часть семязачатка. Покровы (интегументы) практически со всех сторон окружают нуцеллус семязачатка. В верхней части покровы не смыкаются, оставляя щель или канал, – пыльцевход или микропиле.

Противоположный микропилярному полюс называется халазой. Здесь семязачаток прикрепляется посредством семязачатка к стенкам завязи. Семязачаток называется прямой или атропной, если микропиле и семязачаток находятся на одной оси. Обратные, анатропные, семязачатки повернуты на 180 градусов таким образом, что микропиле находится близ основания семязачатка. Семязачаток называется полусогнутой, гемитропной, если ее ось находится под прямым углом к оси семязачатка. Внутри нуцеллуса образуется зародышевый мешок, в котором в результате ряда последовательных делений образуются: на микропилярном конце зародышевого мешка – яйцеклетка и две клетки-синергиды, на противоположном полюсе три клетки-антипода.

Практическое занятие 16

Цель: рассмотреть строение андрогинея и гинецея, их особенности.

Материалы и оборудование: постоянные препараты поперечного среза пыльника и завязи, пыльца цветущих растений, микроскопы МБР – 1, препарировальные иглы, предметные и покровные стекла, фильтровальная бумага, практикумы по анатомии и морфологии растений, таблицы.

Работа 1 Строение пыльника. Поперечный разрез через пыльник лилии (*Lilium philadelphicum* L.)

Ход работы

Рассмотреть при малом увеличении микроскопа постоянный препарат «Поперечный разрез через пыльник лилии». Сравнить изученный объект с изображением на рисунке 16.2, зарисовать. Отметить эпидермис, фиброзный слой, срединные слои, остатки тапетума, пыльцу.

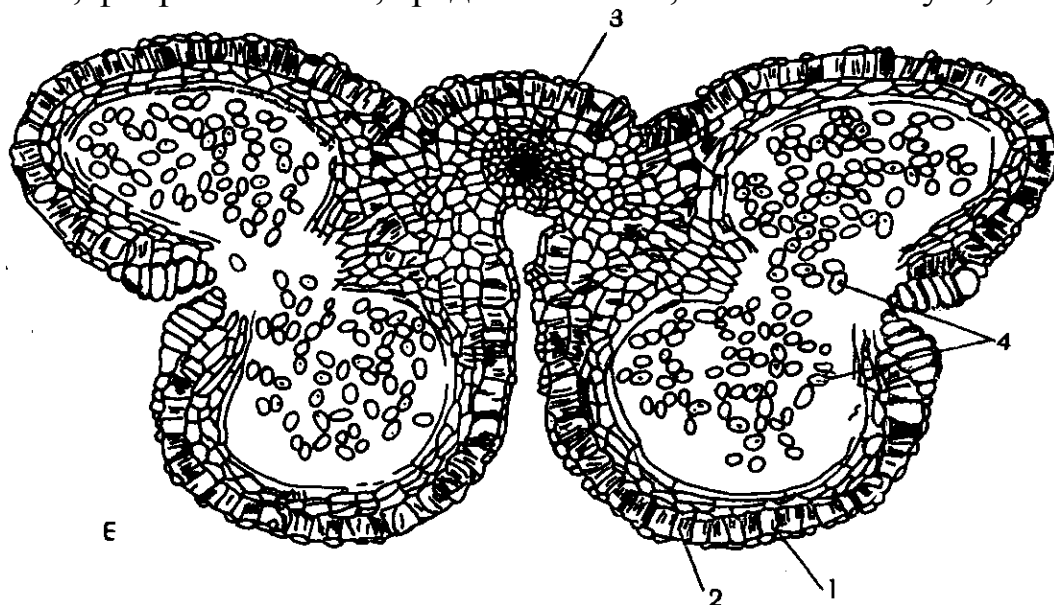


Рисунок 16.2 – Поперечный разрез через пыльник лилии: 1– эпидермис, 2 – фиброзный слой, 3 – проводящий пучок связника, 4 – пыльца (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Работа 2 Строение пыльцы

Ход работы

Приготовить препарат пыльцы цветущих растений. Рассмотреть (при большом увеличении) и зарисовать пыльцевые зерна, отметив их форму, поверхность экзины, наличие ростковых пор. Для сравнения можно использовать рисунок 16.3.

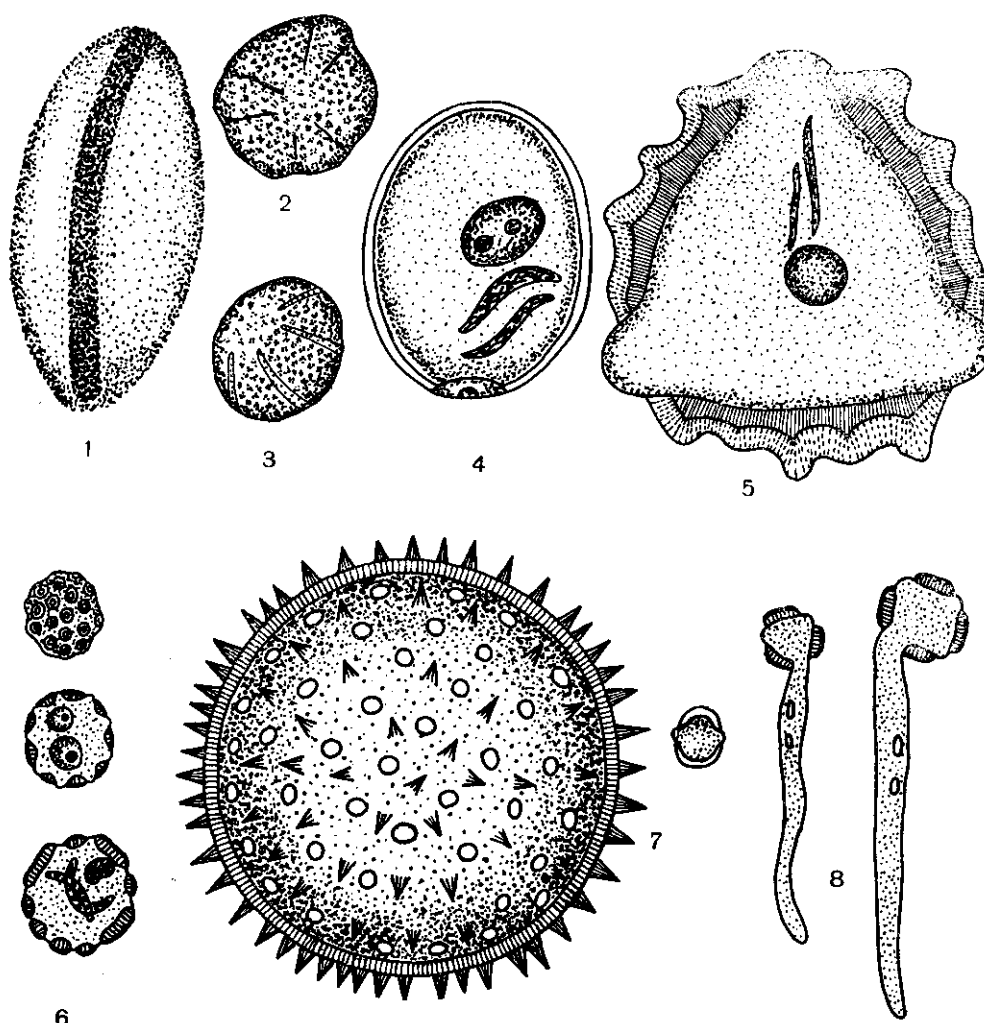


Рисунок 16.3 – Пыльцевые зерна (микроспоры) разных растений: 1 – магнолия (*Magnolia grandiflora*), 2 – пион (*Paeonia wittman-niana*), 3 – гименоократер *Hymenocrater bituminosus*, 4 – пырей (*Agropyron elongatum*), 5 – чертополох (*Carduus acanthoides*), 6 – ахирантес (*Achyranthes aspera*), 7 – лаватера (*Lavatera sp.*) и незабудка (*Myosotis silvestris*), 8 – проросшие пыльцевые зерна табака (*Nicotiana glauca*) (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969)

Работа 3 Типы гинецея

Ход работы

Познакомиться с различными типами гинецея (апокарпным, синкарпным, паракарпным, лизикарпным), зарисовать схематично их поперечные срезы (рисунок 16.4).

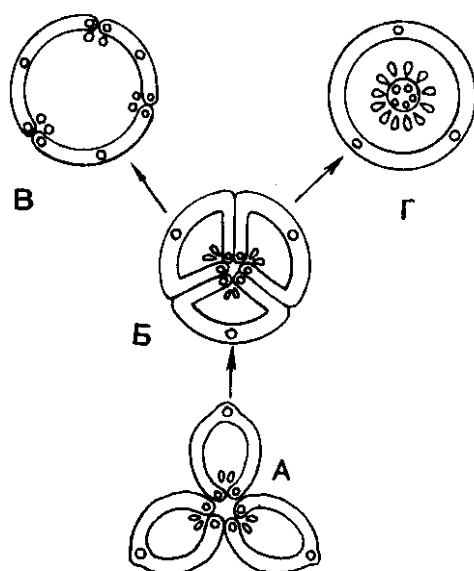


Рисунок 16.4 – Поперечные срезы гинецея (схемы): А – апокарпный трехпестичный с краевой плацентацией, Б – синкарпный трехгнездный с центрально-угловой плацентацией, В – паракарпный с постенной плацентацией, Г – лизикарпный с колончатой плацентацией (из Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин , 1997)

Работа 4 Строение семязачатка ириса (*Iris germanica* L.)

Ход работы

При большом увеличении микроскопа рассмотреть на постоянном препарате строение семязачатка, сравнить с изображением на рисунке 16.5.

Зарисовать детальное строение семязачатка и отметить на рисунке: плаценту, проводящий пучок, халазу, интегумент, микропиле, нуцеллус, зародышевый мешок, яйцеклетку, синергиды, антиподы, вторичное ядро.

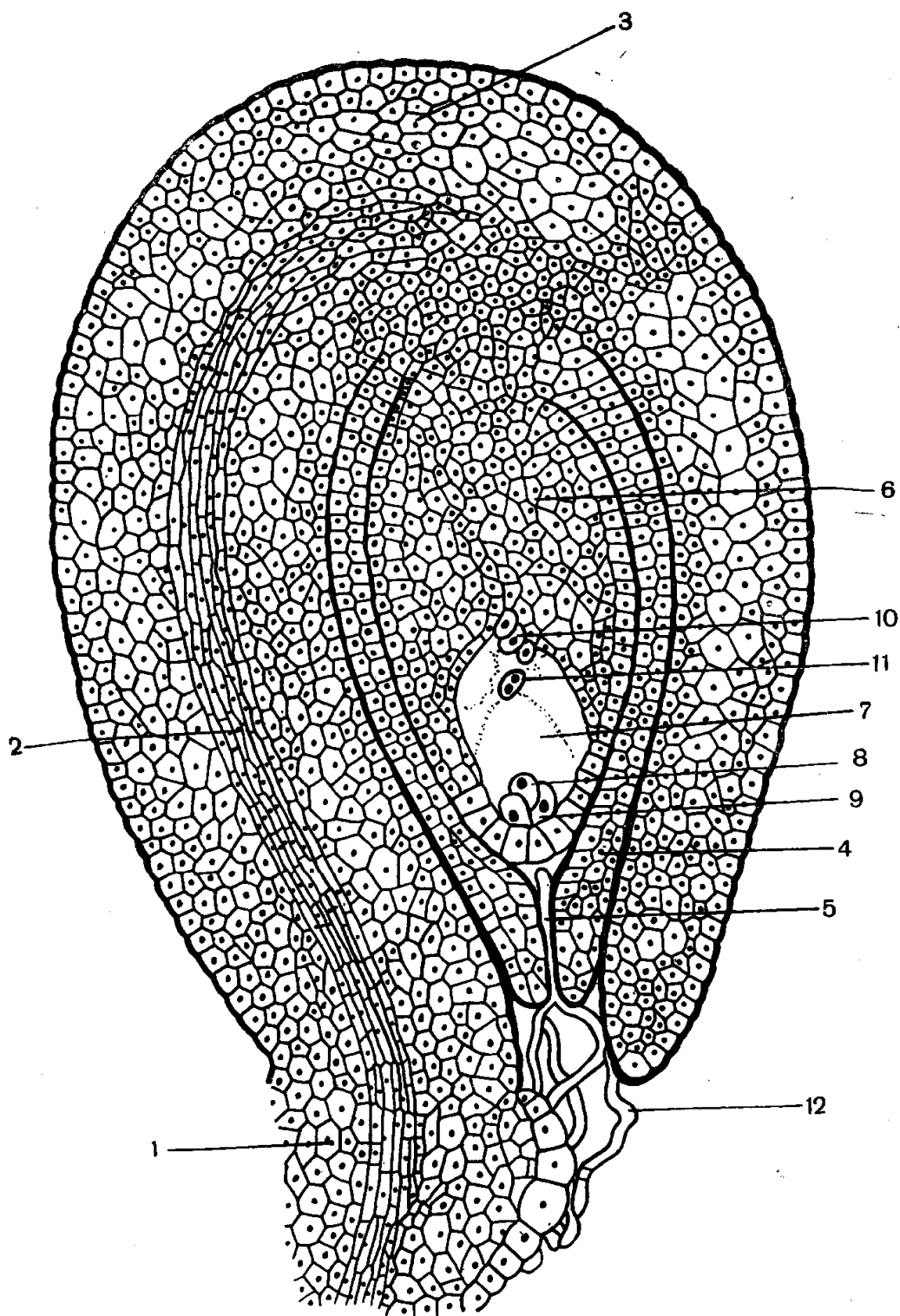


Рисунок 16.5 – Разрез семязачатка ириса (*Iris germanica*):
 1 – плацента, 2 – проводящий пучок, 3 – халаза, 4 – интегумент,
 5 – микропиле, 6 – нуцеллус, 7 – зародышевый мешок, 8 – яйцеклетка,
 9 – синергиды, 10 – антиподы, 11 – вторичное ядро, 12 – пыльцевая
 трубка (из Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин, 1969 г.)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что представляет собой андроцей; какие типы андроеца характерны для растений?
- 2 Каково строение тычинки; ее составляющих?
- 3 Дайте определения понятиям: гинецей, пестик, плодолистик.
- 4 Какие существуют типы гинецея и плацентации?
- 5 Как устроен семязачаток?

Литература

- 1 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 291 – 295.
- 2 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 396.
- 3 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 374 – 396.
- 4 Киселева, Н. С., Атлас по анатомии растений / Н. С. Киселева, Н. В. Шелухин; под ред. С. В. Калишевича. – Мн. : Вышэйш. школа, 1969. – С. 237 – 261.

Тема 17 Цветок

- 1 Строение цветка лютика ползучего (*Ranunculus repens* L.)
- 2 Строение цветка гусиного лука желтого (*Gagea lutea* (L.) Ker.-Gawl.)
- 3 Строение цветка картофеля (*Solanum tuberosum* L.)
- 4 Строение цветка гороха посевного (*Pisum sativum* L.)
- 5 Строение цветка нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare* Lam.)
- 6 Строение цветка осоки пузырчатой (*Carex vesicaria* L.)
- 7 Строение цветка ржи посевной (*Secale cereale* L.)

Основные понятия по теме

Цветок представляет собой орган размножения у покрытосеменных. Искключительность цветка как особой морфологической структуры в следующем (рисунок 17.1, А): в нем полностью совмещаются все процессы бесполого и полового размножения. В обоеполом цветке осуществляются микро- и мегаспорогенез, микро- и мегагаметогенез, опыление, оплодотворение и развитие зародыша. Завершается развитие цветка образованием плода с семенами. Благодаря особенностям строения цветок осуществляет все эти функции с наименьшим расходом пластических веществ и энергии.

По расположению цветок бывает **верхушечным и боковым**. Участок между кроющим листом и цветком называют **цветоножкой**. На ней располагаются маленькие листочки (два -у двудольных, один -у однодольных) – **предлистья**, или **прицветнички**. Цветки, не имеющие цветоножки, называются **сидячими**.

В самом цветке различают ось, или **цветоложе**, и располагающиеся на нем листочки околоцветника; **тычинки** (андроцей); **пестики** (гинецей), состоящие из одного или из нескольких плодолистиков. В завязи пестика находятся **семязачатки** (семяпочки). После опыления и оплодотворения завязь превращается в плод, а семязачатки – в семена.

Цветоложе бывает выпуклым, вытянутым, плоским и вогнутым (рисунок 17.1, Б). Элементы цветка могут располагаться на нем спирально (**спиральные**, или **ациклические**, цветки) либо кругами – мутовками (**циклические**, или **круговые**, цветки). У некоторых цветков наружные элементы располагаются на цветоложе по кругу, а внутренние – по спирали. Такие цветки называются **полукруговыми** или **гемициклическими**.

Разросшуюся между околоцветником и гинецеем часть цветоложа называют **тором**. У ряда цветков в результате срастания цветоложа,

нижних частей околоцветника и андроеца образуется особая структура – гипантий (у растений семейства розоцветных, у многих видов бобовых).

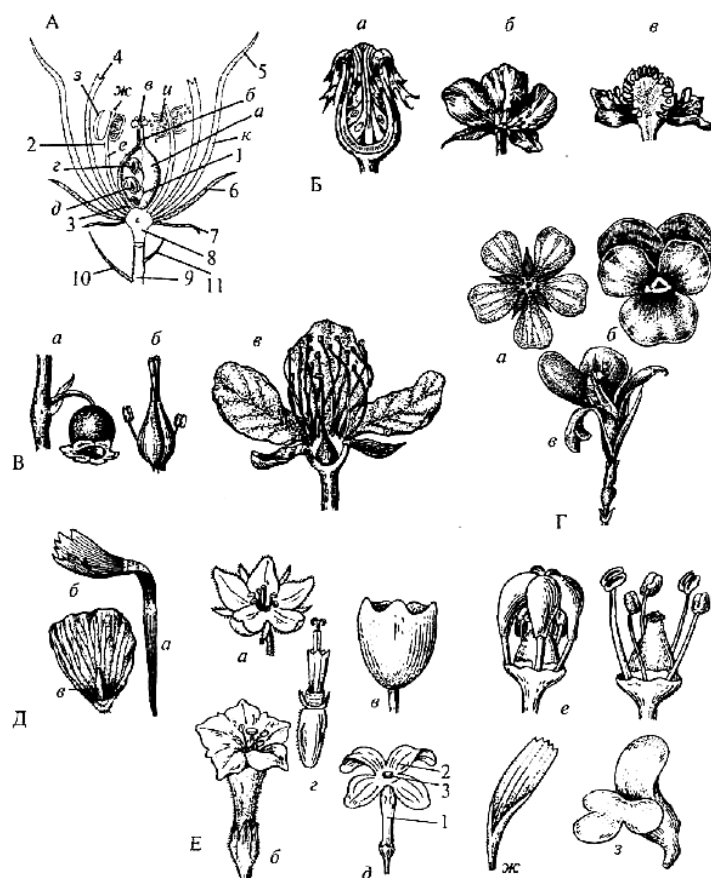


Рисунок 17.1 – Морфология цветка: А – обобщенная схема строения: (1 – пестик: а – завязь; б – столбик; в – рыльце; г – плацента; д – семязачаток; 2 – тычинка: е – тычиночная нить; ж – связник; з – пыльник; и – тетрады спор; 3 – нектарник; 4 – стаминодий; 5 – венчик: к – лепесток; б – чашечка; 7 – подчашие, 8 – цветоложе; 9 – цветоножка; 10 – прицветник; 11 – прицветничек); Б – форма цветоложа (а – вогнутое – у шиповника; б – плоское – у пиона; в – выпуклое – у лютика); В – типы околоцветника (а – простой – у ландыша; б – без околоцветника – у ясеня; в – двойной – у сливы); Г – симметрия цветка (а – актиноморфный – у герани; б – зигоморфный – у фиалки трехцветной; в – асимметричный – у канны); Д – лепестки (а – ноготок; б – пластинка; в – чешуйка, прикрывающая нектарную ямку); Е – некоторые формы сростнолепестных венчиков (а – колесовидный – у вербейника; б – воронковидный – у табака; в – колокольчатый – у ряда однодольных; г – трубчатый – у подсолнечника; д – трубчатый с блюдцевидным отгибом – у сирени обыкновенной; е – колпачковый – у винограда; ж – язычковый – у одуванчика лекарственного; з – двугубый – у представителей семейства губоцветных; 1 – трубка венчика; 2 – отгиб; 3 – зев венчика (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Цветок, в котором завязь свободная, ни с чем не срастается, а все элементы располагаются на цветоложе ниже ее, называют **подпестичным**, с верхней завязью (рисунок 17.2, Г, а). Если элементы цветка располагаются над завязью и их нижние части срастаются с ее наружной стенкой, завязь называют нижней (рисунок 17.2, Г, г, д), а сам цветок – **надпестичным**, поскольку все его элементы прикрепляются к цветоложу на уровне верхушки завязи.

Средней является завязь (рисунок 17.2, Г, б, в), располагающаяся на дне вогнутого, расширенного или кувшинообразного цветоложа (гипантия), но не срастающаяся с ним. Цветок в данном случае называют **околопестичным**. Различают еще **полунижнюю** завязь (рисунок 17.2, Г, е), когда нижняя ее половина срастается с другими частями цветка. Цветок в таком случае называют **полунадпестичным**.

Различают стерильные элементы цветка (околоцветник) и фертильные, или репродуктивные (андроцей и гинецей).

Околоцветник, состоящий из чашелистиков (чашечка) и лепестков (венчик) цветка, называется гетерохламидным (двойным), а из одинаковых, не дифференцированных на чашечку и венчик листочков – гохламидным (простым). Околоцветник может быть такого же цвета, как венчик (венчиковидный) или как чашечка (чашечковидный простой околоцветник). У некоторых растений околоцветника нет. Такие цветки (голые) называются апохламидными. Предполагается, что отсутствие околоцветника - это приспособление к ветроопылению (рисунок 17.1, В).

По околоцветнику определяют симметрию цветка. У правильного, или **актиноморфного**, цветка несколько плоскостей симметрии; у моносимметричного, или **зигоморфного**, – одна; у **асимметричного** – ни одной (рисунок 17.1, Г).

Чашечка бывает свободной (раздельнолистная) или сросшейся на большем либо меньшем протяжении (сростнолистная). В последней различают трубку и зубцы или лопасти (в зависимости от характера и степени срастания чашелистиков). В зависимости от формы трубки различают трубчатую, колокольчатую, воронковидную чашечки.

Венчик образует внутреннюю часть двойного околоцветника. Однако у некоторых растений он полностью редуцирован, и в таких случаях его функции выполняет чашечка.

Различают сростнолепестные и раздельнолепестные венчики. У последних пластинка лепестка чаще бывает недифференцированная, но иногда четко подразделяется на две части (рисунок 17.1, Д): нижнюю суженную (ноготок) и верхнюю расширенную (собственно пластинка). В месте перехода ноготка в пластинку, на внутренней стороне лепестка часто развиваются выросты. В совокупности они образуют привенчик, или коронку.

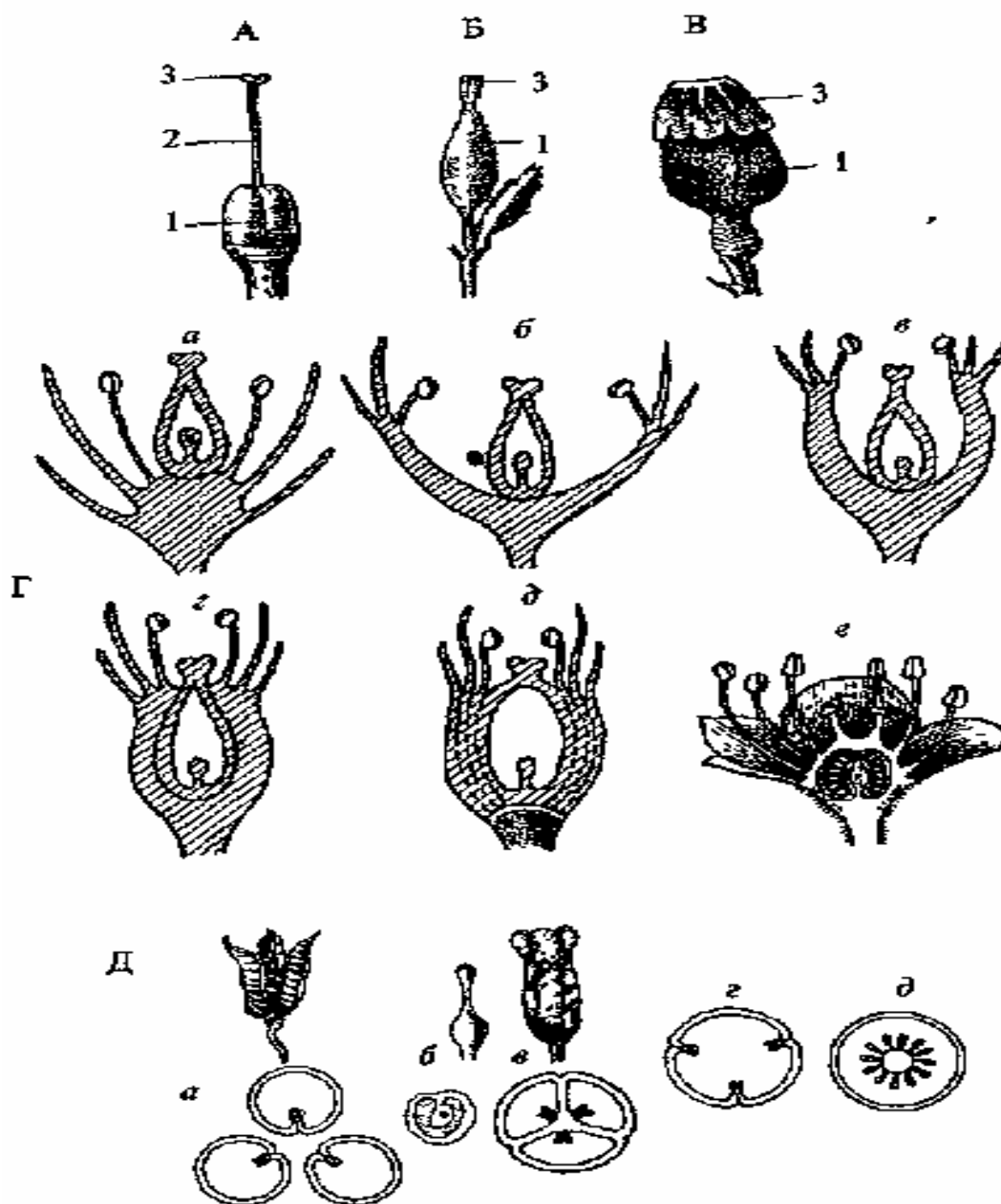


Рисунок 17.2 – Гинецей: А – моркови; Б – ивы; В – мака; 1 – завязь; 2 – столбик; 3 – рыльце; Г – типы завязи (а – верхняя; б, в – средняя; г, д – нижняя; е – полунижняя); Д – типы гинецея и плацентации {вверху – типы гинецея; внизу – поперечные срезы гинецея): а – апокарпный, трехпестичный гинецей с краевой плацентацией; б – пестик, образованный одним плодолистиком, плацентация краевая; в–д – ценокарпные гинецеи: в – синкарпный трехгнездный с центрально-угловой плацентацией; г – паракарпный с постенной плацентацией; д – лизикарпный с ложноосевой плацентацией (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Сростнолепестный венчик свойственен, как правило, насекомоопыляемым цветкам. В нем различают нижнюю сросшуюся часть (трубка) и верхнюю расширенную (отгиб). Место перехода трубки в

отгиб называется зевом (рисунок 17.1, Е, д). В зеве иногда формируются различного рода выросты и придатки. У цветков растений семейств лютиковых, маковых, фиалковых, орхидных и других имеется шпорец - полый орган, образующийся из лепестка или листочка простого околоцветника в связи со специализированным их опылением. Стенка шпорца или находящиеся внутри него нектарники выделяют нектар.

Практическое занятие 17

Цель: изучить закономерности расположения разных элементов цветка. Рассмотреть особенности внешнего строения чашелистиков, лепестков, тычинок, пестиков в различных цветках. Познакомиться с разными типами цветков (по строению околоцветника, андрогнея, гинецея).

Материалы и оборудование: живые и фиксированные цветки следующих растений (лютика ползучего, гусятника желтого, гороха посевного, нивяника обыкновенного, ржи посевной, осок,); динамичный макет цветка; бинокляры; лупы; пинцеты; препарировальные иглы; предметные стекла; фильтровальная бумага.

Работа 1 Строение цветка лютика ползучего (*Ranunculus repens*)

Ход работы

Цветки одиночные или собраны в цимозные соцветия, гемициклические, актиноморфные, с двойным околоцветником (рисунок 17.3). Цветоложе выпуклое. Чашечка состоит из 5 слегка отстоящих от венчика голых или снаружи опушенных, продолговатых, заостренных чашелистиков. Венчик состоит из пяти обратноширокояйцевидных золотисто-желтых лепестков, в основании - с нектарной ямкой, прикрытой чешуйкой. Тычинки многочисленные, в виде тонких, слегка расширяющихся книзу длинных нитей; пыльники неподвижные овальные. Пестики мелкие, многочисленные, округлотреугольные, стилодии небольшие, прямые, завязи слегка опушенные.

Формула: * $\text{Ca}_5 \text{Co}_5 \text{A}_\infty \text{G}_\infty$

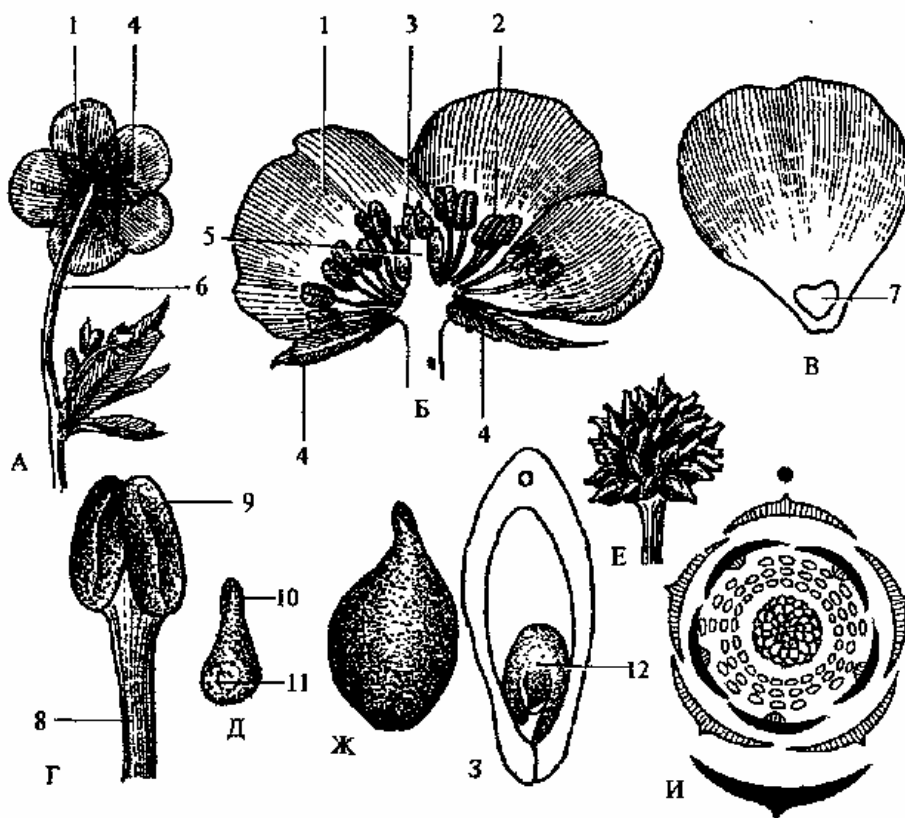


Рисунок 17.3 – Строение цветка лютика ползучего (*Ranunculus repens*): А – верхняя часть растения; Б – цветок в продольном разрезе; В – лепесток (1); Г – тычинка (2); Д – пестик (3); Е – гинецей; Ж – плодик-орешек; 3 – поперечный срез завязи; И – диаграмма цветка; 4 – чашелистики; 5 – цветоложе; 6 – цветоножка; 7 – чешуйка, прикрывающая нектарную ямку; 8 – тычиночная нить; 9 – пыльник; 10 – рыльце; 11 – завязь; 12 – семязачаток (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Зарисовать: 1) общий вид цветка со стороны цветоножки; 2) лепесток с внутренней стороны, отобразив нектарную ямку, прикрытую чешуйками; 3) продольный разрез цветка, отобразив выпуклое цветоложе, многочисленные тычинки и пестики, околоцветник; 4) тычинку; 5) пестик; 6) диаграмму цветка, составить его формулу.

Работа 2 Строение цветка гусиного лука желтого (*Gagea lutea* (L.) Ker.-Gawl.)

Ход работы

Цветки собраны в немногочетковые зонтиковидные соцветия, реже – одиночные. Околоцветник простой (рисунок 17.4), состоит из шести ланцетовидных, бледно-желтых, снаружи зеленоватых листочков с

нектарной ямкой при основании. Листочки наружного круга обычно несколько длиннее листочков внутреннего круга. Тычинок 6, они короче листочков околоцветника, неподвижные, продолговатые или линейно-продолговатые. Тычиночные нити плоские, расширяются книзу. Завязь трехгнездная, с многочисленными семязпочками. Столбик трехгранный, с головчатым или слаботрехлопастным рыльцем. Формула: $* P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$

Зарисовать: 1) общий вид цветка; 2) диаграмму цветка, составить его формулу.

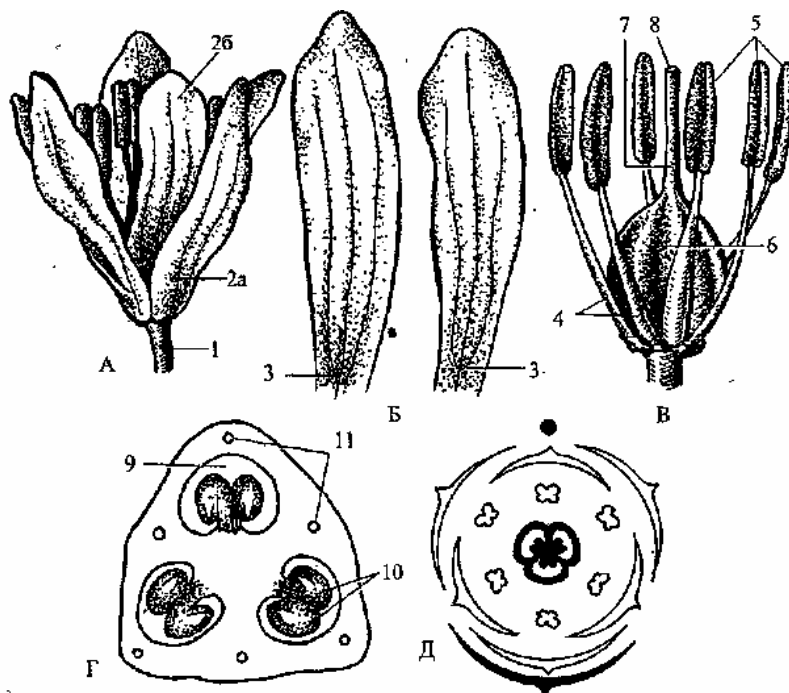


Рисунок 17.4 – Строение цветка гусяного лука желтого (*Gagea lutea*): А – общий вид; Б – листочки околоцветника; В – цветок без околоцветника; Г – поперечный срез завязи; Д – диаграмма цветка; 1 – цветоножка; 2 – листочки наружного (а) и внутреннего (б) кругов околоцветника; 3 – нектарная ямка; 4 – тычиночные нити; 5 – пыльник; 6 – завязь; 7 – столбик; 8 – рыльце; 9 – гнездо завязи; 10 – семязачатки; Л – проводящие пучки (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 3 Строение цветка картофеля (*Solanum tuberosum* L.)

Ход работы

Цветки группируются по 10 – 20 и образуют двойные завитки. В середине почти плоского, широко открытого цветка (рисунок 17.5) возвышаются конусообразно сложенные тычинки. Чашечка сростнолистная, пятичленная; трубка ее короткая. Венчик плоский, колесовидный, состоит из 5 сросшихся лепестков; трубка его очень короткая, с приросшими внизу, поочередно с лопастями, тычинками. На верхушке пыльника тычинки вскрываются и в результате образуются отверстия. Гинецей ценокарпный, состоит из 2 сросшихся плодолистиков.

Завязь верхняя, двугнездная. Столбик один; рыльце у него головчатое. Семязачатки многочисленные.

Формула: $*Ca_{(5)}Co_{(5)}A_{(5)}G_{(2)}$

Зарисовать: 1) общий вид цветка, отобразив возвышающиеся тычинки; 2) колесовидный венчик; 3) тычинку; 4) поперечный срез завязи; 5) диаграмму цветка, составить его формулу.

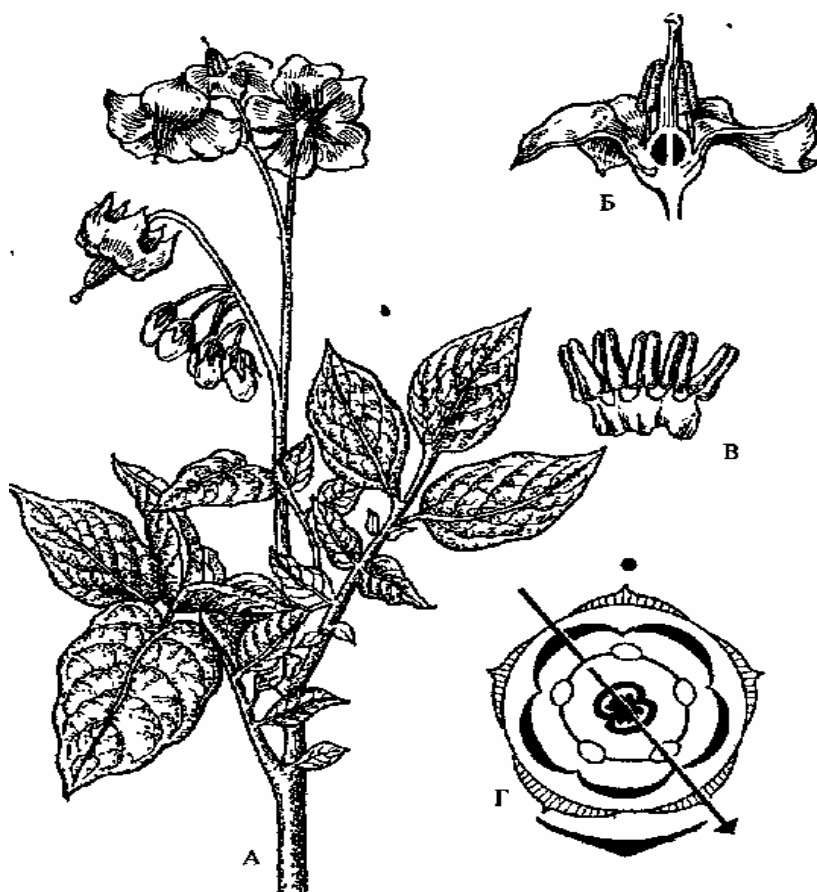


Рисунок 17.5 – Цветок картофеля (*Solarium tuberosum*): А – цветущая ветка; В – продольный разрез цветка, В – тычинки; У – диаграмма цветка (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 4 Строение цветка гороха посевного (*Pisum sativum* L.)

Ход работы

Цветок зигоморфный, пятикруговой. Чашечка состоит из 5 сросшихся чашелистиков с зубчиками. Венчик мотылькового типа, также состоит из 5 свободных, белых, резко различающихся лепестков. Самый большой верхний непарный лепесток называется парусом или флагом; два боковых – веслами или крыльями; два нижних, сросшихся верхними краями, – лодочкой. В цветке 10 тычинок; 9 из них срослись нижними частями своих тычиночных нитей и образовали тычиночную трубку,

которая охватывает пестик; 10-я тычинка, супротивная парусу, остается свободной (двубратственный андроцей). Пестик состоит из одного плодолистика (апокарпный гинецей); столбик изогнутый; рыльце ворсистое (рисунок 17.6).

Формула: $\uparrow \text{Ca}_{(5)} \text{Co}_{1+2+(2)} \text{A}_{(9)+1} \text{G}_1$

Зарисовать: 1) общий вид цветка; 2) чашечку; 3) отпрепарированные лепестки; 4) развернутую тычиночную трубку и свободную тычинку; 5) пестик; 6) поперечный срез завязи; 7) диаграмму цветка, составить его формулу.

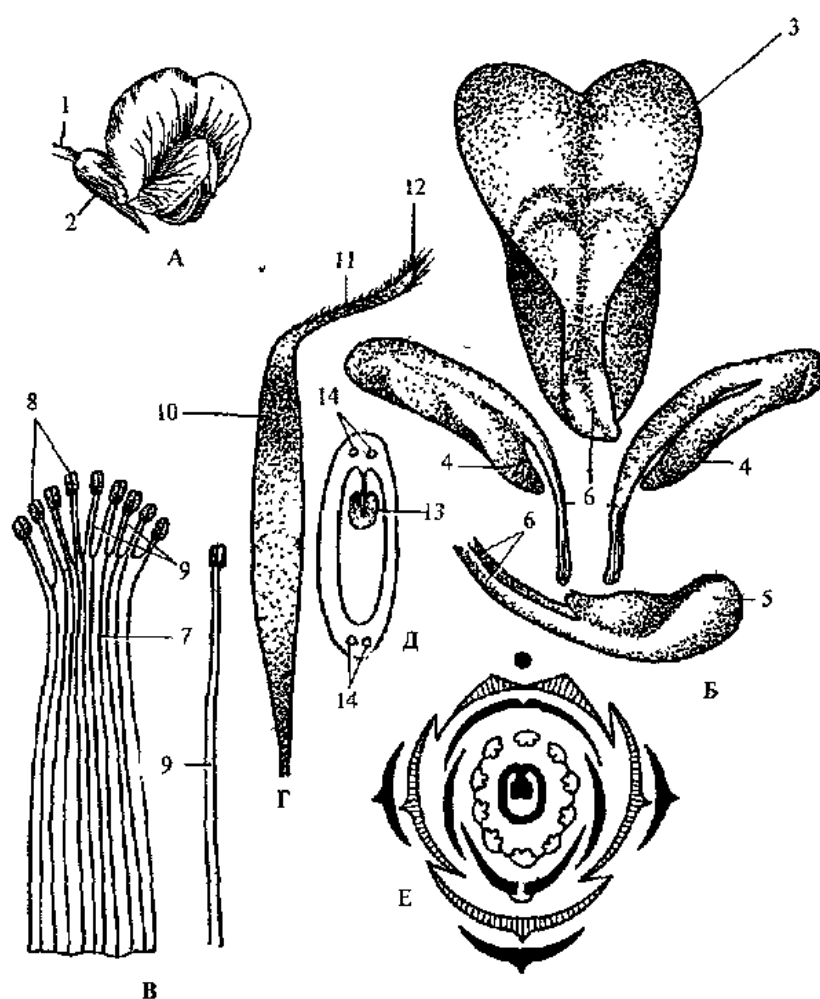


Рисунок 17.6 – Строение цветка гороха посевного (*Pisum sativum*): А – общий вид; Б – лепестки; В – двубратственный андроцей; Г – пестик; Д – поперечный срез завязи; Е – диаграмма цветка; 1 – цветоножка; 2 – чашечка; 3 – парус; 4 – весла; 5 – лепестки лодочки; 6 – ноготок; 7 – тычиночная трубка; 8 – пыльники; 9 – тычиночная нить; 10 – завязь; 11 – стилодий; 12 – рыльце; 13 – семязачатки; 14 – проводящие пучки (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002).

Работа 5 Строение цветка нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare* Lam.)

Ход работы

В соцветии корзинка нивяника (рисунок 17.7) в середине располагаются трубчатые цветки, а по краям - цветки зигоморфного типа - ложноязычковые белые. В нижней части последних располагается завязь. От ее вершины отходит короткая трубка венчика, вытянутая вверху в длинный белый язычок с тремя зубчиками на конце. Как полагают, образовался этот венчик из двугубого цветка вследствие редукции верхней губы. В трубке венчика тычинок нет, а от верхушки завязи отходит столбик, заканчивающийся двураздельным рыльцем. Следовательно, ложноязычковый цветок является цветком однополым, пестичным. Благодаря расположению белых ложноязычковых цветков по краю корзинки ее размеры увеличиваются, что придает ей контрастность и делает более заметной для насекомых. Именно эти цветки привлекают насекомых. Срединные цветки трубчатые, актиноморфные, четырехкрупные, с нижней завязью.

Формула: $\uparrow K_0 C_{(3)} A_0 G_{(2)}$

Зарисовать: 1) продольный разрез корзинки, отобразив слабове- пуклое ложе, трубчатые срединные и ложноязычковые краевые цветки; 2) ложноязычковый пестичный цветок с внутренней стороны.

Работа 6 Строение цветка осоки пузырчатой (*Carex vesicaria* L.)

Ход работы

Соцветие колосовидно-метельчатое, располагается на остро- трехгранном шероховатом стебле. Нижний кроющий лист с коротким влагалищем, длиннее всего соцветия (или равен ему), плоский, по краям и средней жилке острошероховатый, ярко-зеленый.

Верхние 2-3 колоска тычиночные, прямостоячие, линейные. Каждый тычиночный цветок представлен 3 тычинками, располагающимися в пазухе кроющей чешуйки (прицветного листа). В начале развития цветка тычиночные нити короткие, позднее - вытягиваются и выносят пыльники за пределы чешуи (рисунок 17.8).

Пестичные колоски (2-3) цилиндрические, верхний - почти сидячий, нижний - на довольно длинной ножке. Пестичный цветок располагается в пазухе кроющего листа (чешуйки) и окружен мешочком длиной 7-8 мм. Мешочки отклоняются от оси колоска под острым углом и постепенно сужаются в недлинный носик, глубоко двузубчаторасщепленный. Внутри

мешочка, у его основания, лежит завязь. Длинный столбик пестика выступает через носик и заканчивается тремя нитевидными рыльцами.

Формула: ♂ $P_0 A_3 G_0$;
♀ $P_0 A_0 G_{(3)}$;

Зарисовать: 1) тычиночный цветок с кроющей чешуей; 2) пестик; 3) мешочек с кроющей чешуей; 4) диаграмму цветка, составить его формулу.



Рисунок 17.7 – Строение цветка нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare*): А – прикорневая часть растения; Б – цветоносный побег; 1 – ложноязычковый цветок; 2 – трубчатый цветок, 3 – он же – в продольном разрезе; 4 – столбик с рыльцами, 5 – плод-семянка; 6 – листочек обертки (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002).

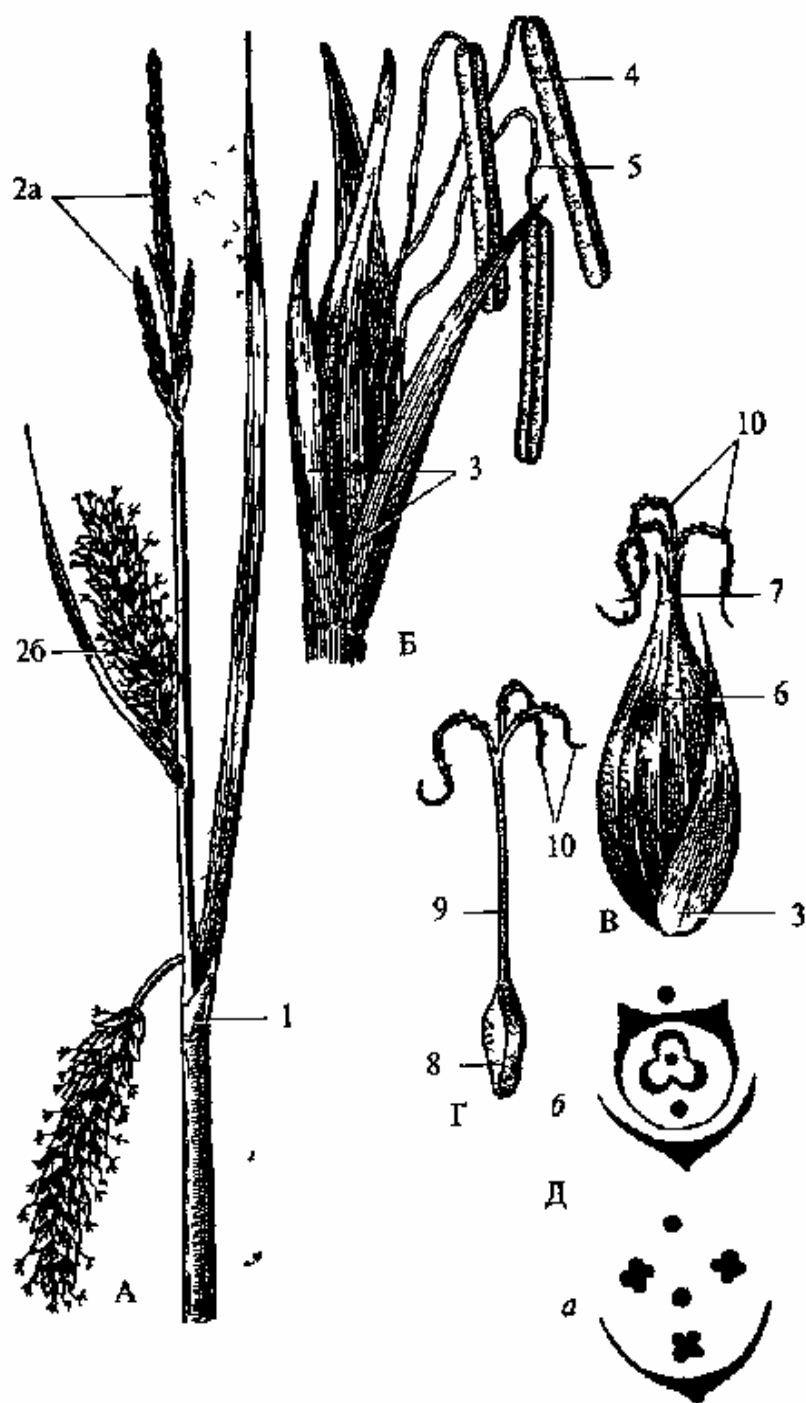


Рисунок 17.8 – Строение цветка осоки пузырчатой (*Carex vesicaria*):
 А – общий вид растения, Б – тычиночный цветок; В – пестичный цветок,
 Г – пестик, Д – диаграмма цветка (а – , б –), 1 – кроющий лист,
 2 – колоски тычиночных (а) и пестичных (б) цветков; 3 – кроющие чешуи,
 4 – пыльник, 5 – тычиночная нить, 6 – мешочек, 7 – носик, 8 – завязь,
 9 – столбик, 10 – рыльце (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Работа 7 Строение цветка ржи посевной (*Secale cereale* L.)

Ход работы

Цветки собраны в простые соцветия – колоски, образующие в свою очередь сложный колос. В основании колоска располагаются две шиловидные колосковые чешуи, за ними – два развитых цветка.

Цветок ржи (рисунок 17.9), как и других злаков, имеет околоцветник, состоящий из чешуи и пленок. Снаружи он одет двумя цветковыми чешуями. Нижняя из них - более плотная, кожистая, зеленая, заканчивается длинной зазубренной остью и охватывает большую часть цветка. Ость считают рудиментом листовой пластинки, чешуйку - видоизмененным влагалищем листа, полагая, что она играет в цветке ржи роль прицветного листа. Верхняя цветковая чешуйка с двумя жилками, тонкая, пленчатая, тупая, охватывает цветок, начиная со средней линии соцветия и с двух боковых сторон. Это дает основание предполагать, что она состоит из двух сросшихся листочков наружного круга околоцветника.

Внутренний круг состоит из двух пленочек-лодикул, способных разбухать к периоду цветения, благодаря чему цветковые чешуи раздвигаются и созревшие тычинки, а также рыльце выдвигаются из цветка.

Третий круг составляют 3 тычинки, в крупных пыльниках которых образуется много сухой пыльцы. Тычиночные нити до цветения короткие, во время цветения очень быстро, за несколько минут, удлиняются и пыльники свешиваются из цветка. После созревания пыльцы (протерандрия) выдвигается двураздельное перистое рыльце пестика.

Пестик образован двумя плодолистиками с одногнездной верхней завязью с одним семязачатком. Гинецей у злаков псевдомонокарпный. Плод у них зерновка; ее пленчатый околоплодник плотно прилегает к семени и срастается (по мнению некоторых авторов, слипается) с семенной кожурой. Большую часть единственного семени составляет эндосперм.

Формула: $\uparrow P_{(2)+2} A_3 G_{(2)}$

Зарисовать: 1) внешний вид двухцветкового колоска; 2) раскрытый цветок; 3) колосковые (нижнюю и верхнюю цветковые чешуи; лодикулы; 4) тычинку, пестик. Составить формулу и диаграмму цветка.

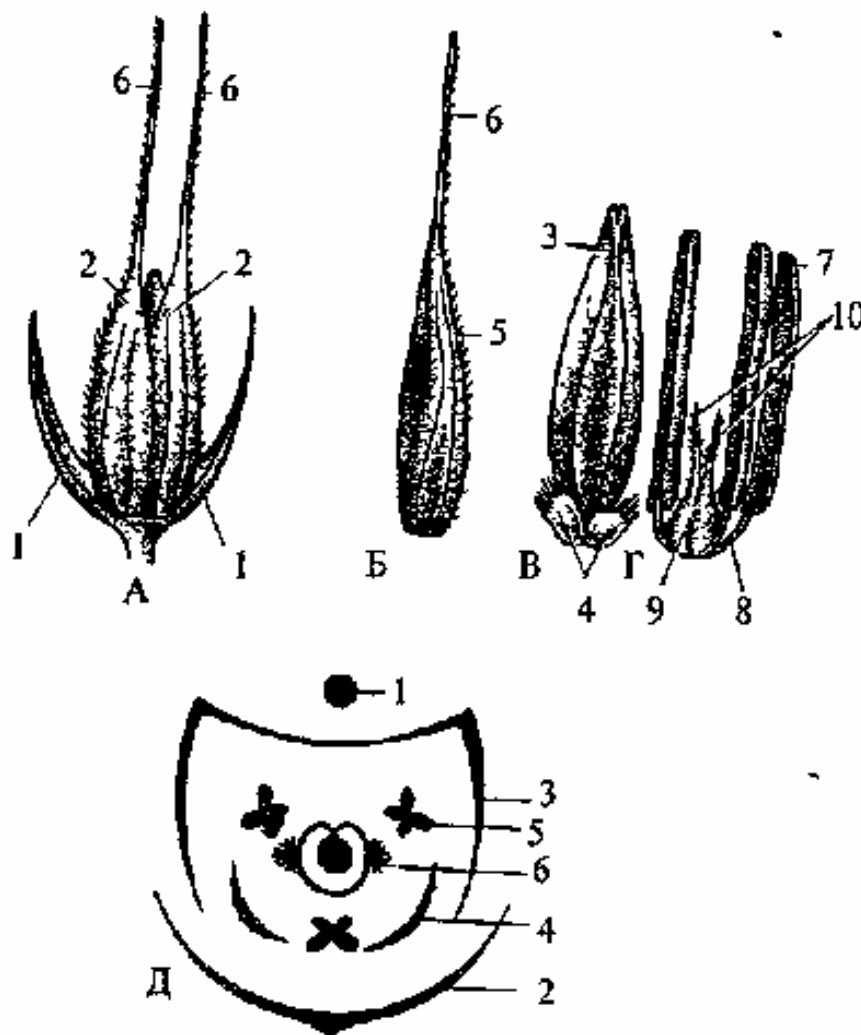


Рисунок 17.9 – Строение цветка ржи посевной (*Secale cereale*):
 А – общий вид двухцветкового колоска (1 – колосковая чешуя);
 Б – нижняя цветковая чешуя (2), В – верхняя цветковая чешуя (3) с лодикулами (4), Г– тычинки и пестик, 5 – киль, 6 – ость, 7– пыльник, 8 – тычиночная нить, 9 – завязь, 10 – двураздельное рыльце;
 Д – диаграмма цветка (1 – ось; 2 – нижняя цветковая чешуя, 3 – верхняя цветковая чешуя, 4 – лодикулы, 5 – тычинка; 6 – пестик с двумя рыльцами) (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002)

Вопросы для самоконтроля

- 1 Назовите элементы цветка и укажите, какие из них стеблевого, а какие – листового происхождения?
- 2 Какие вы знаете виды цветоложа.
- 3 Какие цветки называются голыми?

- 4 Каково строение околоцветника? Назовите его виды.
- 5 Чем отличаются циклические, гемициклические и спиральные цветки?
- 6 Перечислите типы чашечек и венчиков. В чем заключена их функция?
- 7 Какие вы знаете фертильные органы цветка?
- 8 Какие цветки называются мужскими, а какие – женскими?

Литература

- 1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. С. 104 – 119.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 114 – 127.
- 3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 390.

Тема 18 Составление формул и диаграмм цветка

1 Составление формул и диаграмм цветков по словесным описаниям

Ознакомиться с условными обозначениями при составлении формулы и диаграммы цветка:

- * – актиноморфный цветок;
- ↑ – зигоморфный цветок;
- ↗ – асимметричный цветок;
- ♂ – однополый тычиночный цветок;
- ♀ – однополый пестичный цветок;
- ♂ ♀ – обоеполый цветок.

К или Са – чашечка (calyx),

С или Со – венчик (corolla),

А – андроцей (androecium),

Г – гинецей (gynoecium),

Р – простой околоцветник (perigonium).

Число членов каждого элемента цветка обозначают цифрами, а большое и неопределенное их число – знаком бесконечности. В случае срастания между собой элементов цветка одного круга их число заключают в скобки. Если отдельные доли чашечки, венчика располагаются кругами, то цифры, указывающие на количество их в отдельных кругах, соединяются знаком «+».

В формуле нужно отразить положение завязи в цветке: если она находится вверху, под цифрой, обозначающей число плодолистиков, ставят черточку; если внизу – черточку ставят сверху.

Диаграмма цветка – условная схема проекции элементов цветка на плоскость и отражает их число, относительные размеры, взаимное расположение, наличие срастаний. Кроме того, на ней указываются расположение кроющего (прицветного) листа, прицветничков, оси соцветия или побега, несущего цветок. Причем прицветник, прицветнички, чашелистики обозначают скобкой с килем на спинке; лепестки – круглой скобкой; тычинки и пестик – значками, символизирующими как бы разрезы через пыльник и завязь; сросшиеся между собой отдельные элементы цветка – определенными знаками, соединенными дугами или линиями.

Ради удобства принят единый способ ориентации диаграммы: ось соцветия – вверху, кроющий лист – внизу.

Практическое занятие 18

Цель: научиться составлять формулы и диаграммы цветков

Материалы и оборудование: не предусмотрены.

Работа 1 Составление формул и диаграмм цветков по словесным описаниям

Ход работы

1 Лапчатка гусиная – цветки подпестичные, циклические, с двойным околоцветником. Чашечка состоит из 5 свободных чашелистиков, чередующихся с листочками подчашия. Лепестков 5; они свободные. Тычинок обычно 20, располагаются они в три круга. Многочисленные пестики располагаются на слегка выпуклом цветоложе.

2 Щавель густой – околоцветник чашечковидный, состоит из 6 зеленых листочков, образующих два круга (в каждом по 3). Андроцей состоит из 6 тычинок, располагающихся парами против наружных листочков околоцветника. Гинецей состоит из 3 лизикарпных плодолистиков; завязь – верхняя одногнездная.

3 Яснотка белая (глухая крапива) Цветок зигоморфный, четырехкруговой, с двойным околоцветником, по типу строения - двугубый. Чашечка состоит из 5 сросшихся в трубку чашелистиков, на верхушке которой соответственно 5 шиловидных зубцов. Внизу все лепестки срослись, образовав трубку. Внутри нее находятся волоски, располагающиеся косо, кольцом, что защищает цветок от попадания мелких случайных насекомых. Вход в трубку венчика называется зевом. Венчик двугубый. Верхняя губа шлемовидная, образована двумя сросшимися лепестками; нижняя - тремя сросшимися лепестками, причем ее средняя лопасть очень крупная, две боковые - в виде узких зубцов. Тычинок обычно 4, они прикреплены к трубке венчика. Пара задних тычинок, как правило, короче передней пары (двусильный андроцей). В незрелом состоянии пыльники всегда скрыты под сводообразной верхней губой, а по мере созревания наклоняются над зевом венчика. Гинецей ценокарпный, образован двумя плодолистиками, каждый из которых со временем делится пополам продольной перегородкой. Завязь (верхняя) при этом становится четырехгнездной и четырехлопастной. В каждом гнезде развивается по одному семязачатку. Столбик один; рыльце двухлопастное, отходит от оснований лопастей завязи. При основании завязи четко выделяется окружающий ее нектароносный диск. Нектар скапливается на дне трубки, откуда достать его могут только шмели, поскольку у них длинный хоботок (шмель садится на среднюю лопасть

нижней губы, спинкой касается пыльников и, перелетая с цветка на цветок, переносит пыльцу).

4 Частуха подорожниковая – цветок актиноморфный, обоеполый, с трехчленным двойным околоцветником и трехчленным андроцеом; чашелистиков 3, сохраняющихся при плоде; венчик из 3 лепестков, чередующихся с чашелистиками; лепестки вдвое длиннее чашелистиков; тычинок 6, наружного круга (результата расщепления), внутренний круг тычинок не развит; гинецей апокарпный, многочленный; пестики расположены циклически (треугольником), оставляя в центре цветоложа свободное пространство; завязь одногнездная с 1-2 семязачатками, столбики отходят от брюшной их стороны; плодики нераскрывающиеся.

5 Тюльпан дубравный *Tulipa quercetorum* L. – цветок одиночный, конечный, полный, актиноморфный, циклический. Околоцветник простой, венчикообразный, из шести (в двух кругах по три) свободных острых желтых опадающих листочков; листочки внешнего круга продолговатые, снаружи часто с фиолетовым оттенком, внутреннего – широко-ланцетные или почти овальные, при основании с ресничками. Андроцей из шести тычинок в двух кругах; тычинки короче листочков околоцветника, внутренние по большей части длиннее наружных; тычиночные нити над основанием расширенные, бородчатые, кверху шиловиднозаостренные; пыльники неподвижные, продолговатые, выемчатым основанием, короче тычиночных нитей или равны им. Гинецей синкарпный, из трех плодолистиков; пестик один; завязь верхняя трехгнездная.

6 Колокольчик раскидистый. Цветки крупные, на длинных цветоножках, собраны в разветвленные кисти. Трубка чашечки с десятью продольными ребрами. Ланцетошиловидные зубцы ее во время цветения отклоняются от венчика. Венчик сине-фиолетовый, колокольчатый, с отогнутыми овально-треугольными острыми лопастями, равными по длине половине трубки. Трубка его внутри над завязью покрыта волосками. Тычинок 5; нити их слегка расширенные в основании и изогнуты в средней части. Пыльники линейные. Завязь трехгнездная, нижняя. Рыльце трехраздельное.

7 Белозор болотный. Цветок актиноморфный, пятикратный и пятичленный. Околоцветник двойной; чашечка состоит из 5 чашелистиков, располагающихся по кругу, венчик – из 5 белых с прозрачными жилками лепестков, также располагающихся по кругу. Третий круг, поочередно с лепестками венчика, составляют 5 тычинок. Четвертый круг состоит из располагающихся супротивно лепесткам стаминодиев в виде желтовато-зеленых лепестковидных листочков (они произошли от тычинок, утративших способность образовывать пыльцу). По краям стаминодиев располагаются 9 – 13 железистых ресничек, привлекающих насекомых своими выделениями. Пятый круг цветка

образуют плодолистики, сформировавшие пестик. Завязь одногнездная, состоит из 4 сросшихся плодолистиков (паракарпный гинецей). Плацентация постенная.

8 Первоцвет весенний. Растение с розеткой длинночерешковых листьев и длинным цветоносом, заканчивающимся зонтиком из 5 – 15 цветков с шиловидными кроющими листьями при основании цветоножек.

Чашечка сростнолистная, пятичленная, с 5 сильно выступающими жилками, густо опушенная короткими железистыми волосками; в конце цветения – вздутоколокольчатая или вздутая, с 5 яйцевидно-треугольными острыми зубцами. Венчик желтый; трубка его длинная, резко расширяющаяся над чашечкой, покрыта пушком из редких коротких железистых волосков. Округлые, выемчатые на верхушке его доли широковоронковидно отогнуты. Зев под лтгибом складчатый, в виде привенчика. К трубке венчика против лепестков прирастают нитями 5 тычинок. Гинецей ценокарпный, состоит из 5 сросшихся плодолистиков, образующих верхнюю завязь.

9 Василек синий. Цветки собраны в соцветие корзинка, двух типов. Краевые цветки трубчато-косоворонковидные (зигоморфные, обычно синие, с редуцированной завязью, бесполое; трубка в верхней части слегка изогнута, с 5 – 8 треугольными зубцами, более длинными и широкими сверху). Именно эти цветки привлекают насекомых. Срединные цветки трубчатые, актиноморфные, четырехкруговые, с нижней завязью.

10 Огурец посевной. Растение однолетнее, травянистое, однодомное. Стебли угловато-ребристые, лежащие или лазающие с помощью простых усиков. Листья простые, различные по форме (от сердцевидно-яйцевидных до пятилопастных), располагаются поочередно на утолщенных черешках. Стебли, черешки и листья покрыты жесткими волосками (шипиками).

Цветки актиноморфные, одиночные, тычиночные, часто собраны в пучки, располагающиеся на коротких цветоносах в пазухах листьев. Околоцветник двойной. Зеленая пятизубчатая сростнолистная чашечка срастается в основании с пятилопастным колесовидным сростнолепестным венчиком. Андроей в мужских цветках состоит из 5 тычинок; 4 из них срастаются попарно нитями. Нити короткие, широкие. Пыльники длинные, двугнездные, W-образно изгибаются и укладываются на широком связнике; открываются продольной щелью; у их краев, приросших к связнику, располагается густая щеточка волосков. Волоски клейкие благодаря их выделениям, что способствует прилипанию пыльцы к телу насекомого. В центре мужского цветка вокруг недоразвитого пестика имеются пять мозолистых утолщений – это нектарники.

В пестичных цветках тычинки редуцированы; гинецей цено-

карпный, состоит из 3 сросшихся плодолистиков; завязь нижняя, одностоловая, с тремя постенными плацентами. Семязачатки обычно многочисленные. Столбики сросшиеся, но число рылец (три) соответствует числу плодолистиков. У основания трубки венчика располагаются в виде массивного гофрированного кольца нектарные чешуйки. Плод – тыква; семена с довольно крупными мясистыми семядолями.

Литература

1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биол. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. С. 104 – 119.

2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн.: Высшая школа, 1997. – С. 114 – 127.

3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 390.

Тема 19 Строение соцветий и их типы

1 Принципы классификации соцветий

2 Ботрические соцветия

3 Цимозные соцветия

4 Агрегатные соцветия

Соцветие – это побег или система побегов, несущих цветки. Биологический смысл возникновения соцветий в ходе эволюции в том, что благодаря им возрастает вероятность опыления цветков как анемофильных, так и энтомофильных растений.

Соцветия обычно более или менее ограничены от вегетативной части растения. Закладываются они внутри цветочных или смешанных почек и у многих растений (сирень, гиацинт, бузина и др.) развиваются как единое целое в результате деятельности одной меристемы. Схема строения соцветия представлена на рисунке 19.1.

Морфологический анализ соцветий проводят по ряду признаков. Важнейшими из них являются четыре, которые сочетаются друг с другом в самых различных вариантах.

1 Наличие и характер листьев в зависимости от которых различают соцветия: 1) фрондозные – на осях соцветия есть обычные ассимилирующие листья (вербейник монетчатый, купена гладкая); 2) фрондулезные, если соцветия несут зеленые верхушечные листья меньших размеров, чем листья вегетативных побегов (сирень обыкновенная, колокольчики); 3) брактеозные, если верхушечные листья в области соцветия сильно видоизменены, их называют брактеями или прицветниками (вербейник густоцветковый, ландыш); 4) эбрактеозные (голые), если соцветия лишены брактеей вследствие их редукции (пролеска сибирская).

2 Деятельность апикальной меристемы, которая определяет соцветия: 1) открытые бокобочные (неограниченные, неопределенные) – апикальная меристема не формирует цветки, главная ось обладает неограниченным ростом. Цветки возникают на боковых осях (ландыш майский, крестоцветные); 2) закрытые верхушечные (ограниченные, определенные) – апикальная меристема расходуется на формирование верхушечного цветка (чистотел большой, барбарис обыкновенный).

3 Разветвленность главной оси (степень ветвления): 1) простые, если пазушные меристемы полностью расходуются на формирование боковых цветков с цветоножками (робиния, черемуха); 2) сложные, когда в результате деятельности пазушных меристем образуется сложная система разветвления (злаки, зонтичные).

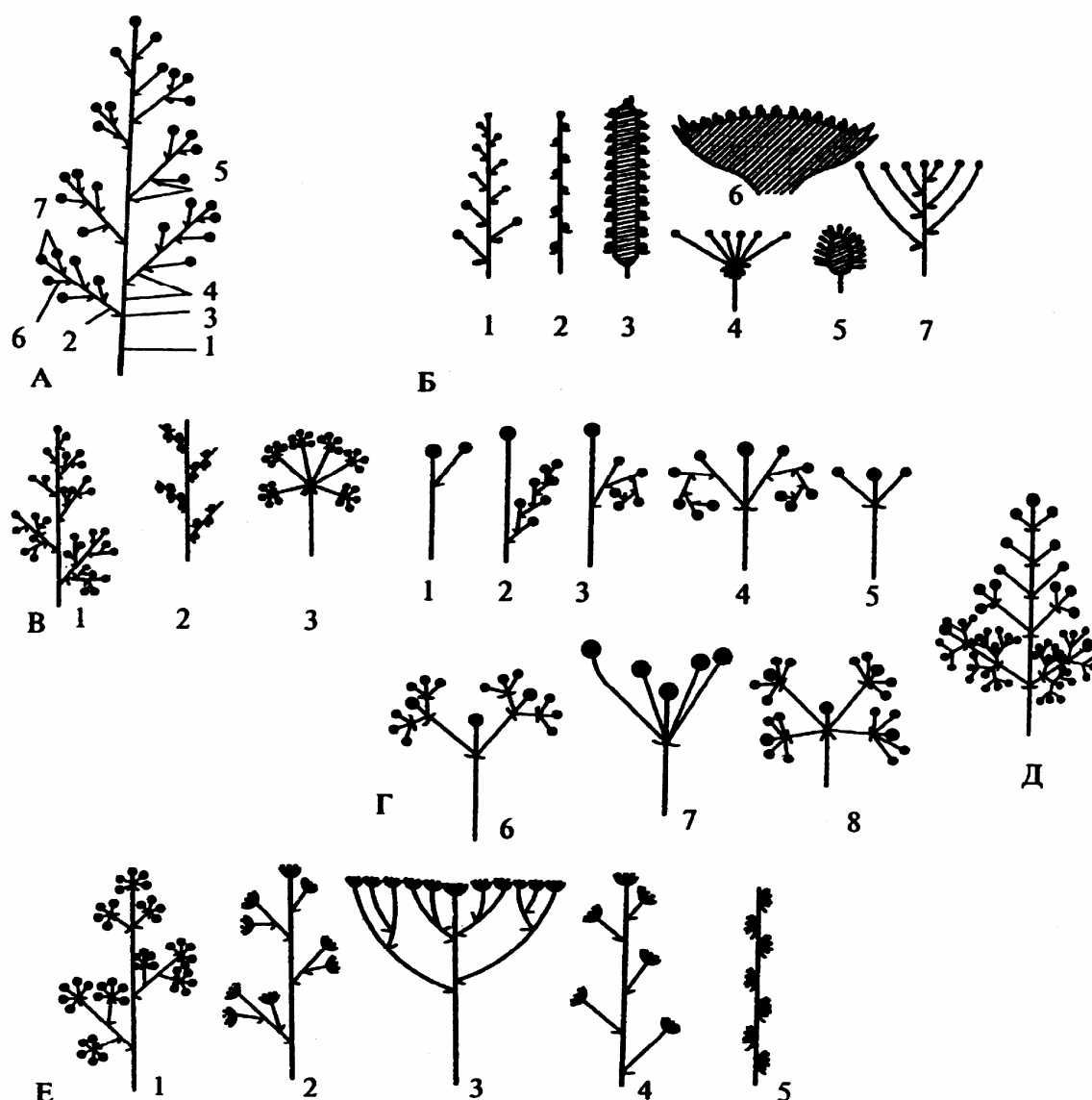


Рисунок 19.1 – Соцветия: А – строение соцветия (1, 2 – главная и боковая ось, 3 – узлы, 4 – междоузлия, 5 – прицветники, 6 – цветоножка, 7 – цветок); Б – простые ботрические соцветия (1 – кисть, 2 – колос, 3 – початок, 4 – простой зонтик, 5 – головка, 6 – корзинка, 7 – щиток); В – сложные ботрические соцветия (1 – метелка, 2 – сложный колос, 3 – сложный зонтик); Г – цимозные соцветия (1– 3 – монохазии, 1 – «элементарный» монохазий, 2 – извилина, 3 – завиток, 4 – двойной завиток, 5 – дихазий, 6 – тройной дихазий, 7 – плеюхазий, 8 – двойной плеюхазий); Д – пример тирса, Е – агрегатные соцветия (1,2 – метелки зонтиков и корзинок, 3 – 5 щиток, кисть и колос корзинок) (из Г. А.Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002 г.)

4 Способ нарастания осей, или формирование системы побегов, определяет следующие типы соцветий: 1) моноподиальные, рацемозные или ботрические, ось формируется за счет деятельности одной апикальной

меристемы (иван-чай). Они могут быть открытыми и закрытыми; 2) симподиальные, или цимозные, – они нарастают симподиально, как результат последовательно сменяющихся апикальных меристем (незабудка, картофель). Эти соцветия закрытые.

Отмеченные признаки соцветий в большинстве случаев не зависят друг от друга и могут встречаться в разных сочетаниях, но могут быть и взаимосвязаны.

Многообразие признаков, положенных в основу морфологического описания соцветий, и отсутствие единого взгляда на происхождение соцветий определили и отсутствие единой классификации. Поэтому рассмотрим один из вариантов морфологической описательной классификации (рисунок 19.2).

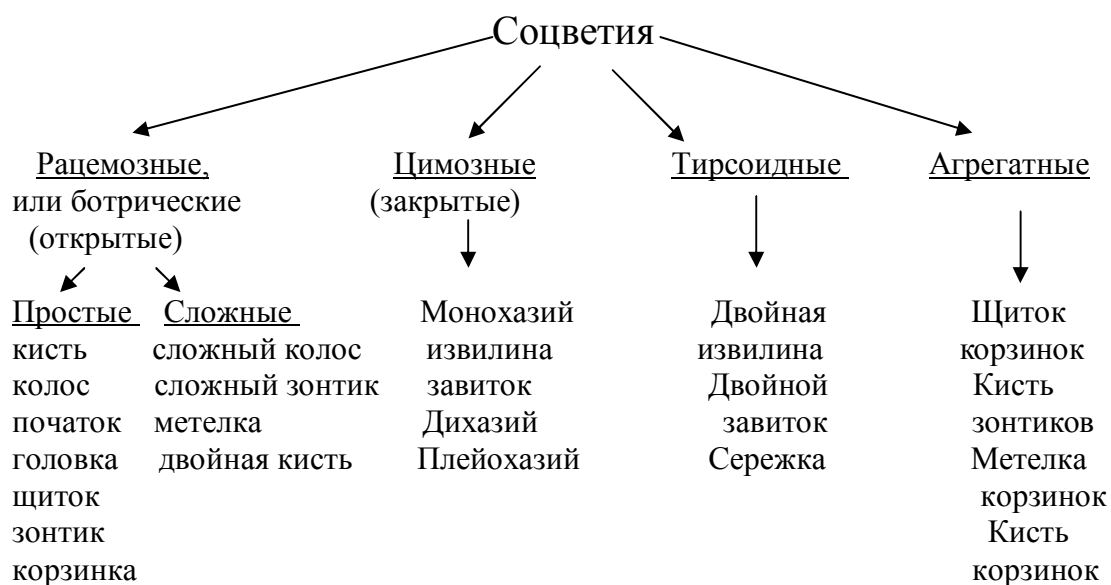


Рисунок 19.2 – Морфологическая классификация соцветий (из Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей, 2002 г.)

Простые рацемозные (ботрические) соцветия. Обычно моноподиальные, все цветки расположены на моноподиальной оси (рисунок 19.1, Б). К ним относятся следующие соцветия: 1) кисть (черемуха, робиния, ландыш, льнянка); 2) колос (подорожники, многие орхидеи, мужские соцветия осок); 3) початок (аронник, белокрыльник, кукуруза); 4) головка (клевера, черноголовка обыкновенная, люцерна); 5) щиток (груша, боярышник, рябина); 6) зонтик (лук, вишня, сусак зонтичный, первоцвет весенний); 7) корзинка (цикорий, василек, одуванчик и др. астровые).

Сложные рацемозные (ботрические) соцветия состоят из главной оси и боковых ответвлений или боковых осей, заканчивающихся боковыми соцветиями, которые называют парциальными (рисунок 19.1, В). Сложные

соцветия это: 1) сложный колос (пшеница, рожь); 2) сложный зонтик (морковь, тмин, укроп, сныть); 3) метелка (овес, рис, сирень, мужское соцветие кукурузы); 4) двойная кисть (вероника широколистная).

Цимозные соцветия (рисунок 19.1, Г) имеют симподиальное ветвление или ложнодихотомическое. Верхушечный цветок на главной оси у них распускается первым, а порядок распускания цветков – центробежный. К ним относят: 1) монохазий – однолучевой верхоцветник: извилина (незабудка, петуния) и завиток (синяк обыкновенный, медуница); 2) дихазий – двухлучевой верхоцветник (гвоздичные); 3) плеюхазий (картофель, герань комнатная, молочай).

Тирсоидные соцветия (рисунок 19.1, Д) – это сложные соцветия с моноподиально нарастающей главной осью и боковыми частными соцветиями – цимоидами. К ним относятся следующие соцветия: 1) завиток (каштан конский обыкновенный); 2) двойной завиток (зверобой продырявленный); 3) двойная извилина (норичник); 4) сережка (береза, ольха, тополь, лещина).

Агрегатные (составные) соцветия – главная ось и характер расположения боковых осей осуществляется по определенному типу, не соответствующему характеру ветвления и расположения осей в элементарных (парциальных) соцветиях (рисунок 19.1, Е). Наиболее часто встречаются следующие соцветия этого типа: 1) щиток корзинок (пижма обыкновенная, тысячелистники, ромашка пахучая), 2) метелка корзинок (полынь обыкновенная); 3) кисть зонтиков (плющ обыкновенный); 4) кисть корзинок (череда), 5) метелка сложных зонтиков (аралия кистевидная).

Практическое занятие 19

Цель: познакомиться с основными формами соцветий, уяснить принципы их морфологического анализа и правила графического изображения.

Материалы и оборудование: морфологический гербарий по теме «Соцветия», таблицы.

Работа 1 Принципы классификации соцветий

Ход работы

Рассмотреть строение соцветия, зарисовать (рисунок 19.1 А). Познакомиться с основными принципами классификации соцветий: 1) наличие и характер листьев; 2) деятельность апикальной меристемы; 3) разветвленность главной оси (степень ветвления); 4) способ нарастания

осей, или формирование системы побегов.

Работа 2 Ботрические соцветия

Ход работы

Рассмотреть на морфологическом гербарии различные формы ботрических соцветий. Зарисовать схемы простых (кисть, колос, початок, головка, щиток, зонтик, корзинка) и сложных (сложный колос, сложный зонтик, метелка) ботрических соцветий. Записать примеры.

Работа 3 Цимозные соцветия

Ход работы

Рассмотреть на морфологическом гербарии и зарисовать схемы различных форм цимозных соцветий: монохазий – извилина, завиток, дихазий, плейохазий. Записать примеры.

Работа 4 Агрегатные соцветия

Ход работы

Рассмотреть и зарисовать схемы составных (агрегатных) соцветий: метелка корзиночек, метелка сложных зонтиков, щиток корзиночек, кисть корзиночек. Записать примеры.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что собой представляют соцветия?
- 2 По каким признакам можно классифицировать соцветия?
- 3 Каковы принципиальные отличия простых соцветий от сложных?
- 4 Какие вы знаете признаки цимозных, тирсоидных и агрегатных соцветий?

Литература

- 1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 295 – 310.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 291 – 295.
- 3 Бавтуто Г.А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие. / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 404 – 433.

Тема 20 Плоды, классификация плодов

1 Апокарпные плоды

2 Синкарпные плоды

3 Паракарпные плоды

4 Лизикарпные плоды

Основные понятия по теме

Плод – орган размножения цветковых растений, выполняющий функции формирования, защиты и распространения семян. Плод развивается из цветка и представляет собой конечный этап развития репродуктивных органов. Плод развивается после оплодотворения цветка, у некоторых покрытосеменных может образоваться в результате апомиксиса, т.е. развития зародыша без оплодотворения.

Морфологической основой плода является гинецей, прежде всего завязь. Остальные части цветка (околоцветник, тычинки) обычно быстро увядают, но иногда видоизменяются и вместе с гинецеем принимают участие в формировании плода.

Плод, формирующийся из ценокарпного или монокарпного гинецея, представляет собой более или менее морфологически единое образование, а из апокарпного – состоит из отдельных элементов, каждый из которых соответствует простому пестику и называется **плодиком**.

Составляющей плода, обуславливающей формирование его внешней структуры, является **околоплодник**, или перикарпий (стенка плода и отдельных плодиков), окружающий семена. Условно перикарпий делится на три слоя – наружный, средний и внутренний, которые соответственно называются **экзокарпием**, **мезокарпием** и **эндокарпием**. Не во всех плодах они развиты в равной степени. Перикарпий может быть гомогенным, и тогда три названных слоя в нем не различимы.

По консистенции околоплодника плоды делятся на сочные и сухие. В сочных плодах хорошо развит мезокарпий, экзокарпий и эндокарпий иногда представлены только эпидермисом, наружным и внутренним, сильно разрастается сеть проводящих пучков. В сухих плодах мезокарпий развивается в меньшей степени. Иногда он представлен всего одним слоем клеток. Но чаще даже в сухих плодах бывает многослойным.

На перикарпий обычно приходится основная масса плода. Он несет разного рода выросты (крючки, щетинки, хохолки из волосков, крылья и т.д.), способствующие распространению плода.

Плоды чрезвычайно разнообразны по размеру, форме, строению перикарпия, по его окраске, способам вскрывания, выростам, придаткам и т.д. Очевидно, плод – самый пластичный орган покрытосеменных.

При характеристике плодов часто пользуются понятием «соплодие». Соплодие представляет собой совокупность зрелых плодов одного соцветия, четко обособленного от вегетативной части побега. У менее специализированных соплодий свободные плоды располагаются на обособленных плодоножках (у винограда, рябины, бузины, зонтичных). Более специализированные соплодия образуются из сухих свободных односемянных плодов, заключенных в обертку (у сложноцветных) или в сочное вместилище (у инжира). При дальнейшей специализации соплодий срастаются голые плоды (у пандануса) или окружающие их околоцветники – сочные (у шелковицы) либо сухие (у свеклы). Очень крупные соплодия (например, у ананаса) образуются в результате срастания плодов с сочной тканью оси соцветия и других его элементов.

Существуют как **морфогенетические** классификации плодов, так и чисто **морфологические**. В основе современной морфогенетической классификации плодов лежат особенности строения гинецея. В зависимости от его типа различают **апокарпии** (*монокарпии*) и **ценокарпии** (синкарпии, паракарпии и лизикарпии), **псевдомонокарпии**.

Апокарпии – плоды, которые образуются из цветков с верхней завязью, имеющих апокарпный гинецей. Каждому отдельному, свободно располагающемуся на цветоножке простому пестику в зрелом плоде соответствует свободный плодик. Апокарпии подразделяются на *сочные* (многокостянка, сочная многолистовка), сухие не вскрывающиеся (многоорешек) и сухие вскрывающиеся (многолистовка).

Плоды монокарпии образуются из цветков также с верхней завязью, но имеющих монокарпный гинецей. Они генетически родственны апокарпиям и являются результатом редукции всех плодиков, кроме одного. Из них наиболее обычны морфологические типы: боб, однолистовка, одноорешек, однокостянки сухая и сочная.

Ценокарпии формируются из цветков с верхней или с нижней завязью, имеющих сложный пестик и ценокарпный гинецей. Ценокарпные плоды нередко бывают в виде отдельных гнезд – одногнездные (плод образуется из одной завязи). Такие плоды к моменту созревания иногда частично разрушаются. Если плод формируется из нескольких завязей, образуются многогнездные ценокарпии. Сухие многогнездные ценокарпии могут быть вскрывающимися и не вскрывающимися. Они способны распадаться в продольном направлении (дробные плоды – сзизокарпии) или в поперечном (членистые плоды). Дробный плод – синкарпный плод, способный распадаться на односемянные замкнутые или вскрывающиеся доли – мерикарпии, соответствующие одному плодолистику. Семена распадающихся плодов, в отличие от семян вскрывающихся плодов, не высвобождаются из околоплодника, а опадают с частью перикарпия. Сочные многогнездные ценокарпии обычно не вскрываются.

Ценокарпии – самая многочисленная и морфологически весьма разнообразная группа плодов. К ним относятся такие плоды, как ягоды . коробочка, стручок, вислоплодник, ценокарпная листовка, яблоко, тыква, ценобий, ценокарпная костянка (пиренарий).

Псевдомонокарпий образуется из псевдомонокарпного гинецея. При этом в гинецее вначале закладываются два плодолистика или более, однако развивается только один; остальные обычно редуцируются, но иногда, не редуцируясь, настолько плотно срастаются краями, что границы между ними исчезают. В обоих случаях возникает одно гнездо завязи, как правило, с единственным семязачатком. К псевдомонокарпиям относятся орех, желудь, псевдомонокарпная костянка, зерновка, семянка, мешочек.

На практике же широко применяется морфологическая классификация плодов при описании растений. В основе ее лежат следующие признаки: консистенция околоплодника (сухие и сочные плоды), число семян (одно- и многосеменные плоды), особенности околоплодника (вскрывающиеся и не вскрывающиеся плоды) число плодолистиков, образующих плод, иногда – способ распространения плодов и семян.

Таблица 1 – Основные типы плодов

Признаки		Апокарп- ные	Ценокарпные		
			Синкарп- ные	Паракарп- ные	Лизикарп- ные
Сухие	Многосемен- ные	Листовка Боб	Коробочка Вислоплод ник Крылатка Ценобий	Стручок Стручочек Коробочка	Коробочка
	Односемен- ные	Зерновка Орешек Костянка сухая	Орех Желудь	Семянка Орешек	Орешек
Сочные	Многосемен- ные		Ягода Яблоко Померанец	Ягода Тыква	Ягода
	Односемен- ные	Костянка			

Практическое занятие 20

Цель: уяснить принципы классификации плодов по морфологическим признакам, по типу гинецея; изучить строение плодов различных видов растений, научиться определять их тип.

Материалы и оборудование: свежие или законсервированные (засушенные, заспиртованные) плоды различных растений; лупы, иглы.

Работа 1 Апокарпные плоды

Ход работы

1 Многолистовка калужницы болотной (*Caltha palustris* L.) или спиреи иволистной (*Spiraea salicifolia* L.) или трех-, четырехлистовка пиона (*Paeonia* sp.).

Сухой многосеменной плод, развивающийся из многочленного гинецея. Зарисовать общий вид плода и отдельный плодик, вскрывающийся по брюшному шву, вдоль которого расположены семена.

2 Боб акации желтой (*Caragana arborescens* Lam.).

Сухой многосеменной плод из одного плодолистика, вскрывающийся двумя створками сверху вниз по брюшному шву и средней жилке. Зарисовать общий вид плода, обратив внимание на характер вскрывания и расположение семян.

3 Зерновка овса посевного (*Avena sativa* L.) или пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.).

Сухой односеменной плод из одного плодолистика, у которого околоплодник срастается с покровами семени. Зарисовать общий вид плода, отметив брюшной шов плодолистика.

Работа 2 Синкарпные плоды

Ход работы

1 Ягода помидора съедобного (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Сочный многосеменной плод, развивающийся из верхней завязи двучленного гинецея. Зарисовать общий вид плода с остатками околоцветника у основания плодоножки и плод в поперечном разрезе, отметив гнезда завязи и разросшиеся сочные центрально-краевые плаценты с многочисленными семенами.

2 Коробочка ириса сибирского (*Iris sibirica* L.) или тюльпана (*Tulipa* sp.).

Сухой многосеменной плод, развивающийся из верхней завязи трехчленного гинецея, вскрывающийся по средним жилкам плодолистиков. Зарисовать общий вид плода, показав характер вскрывания.

Работа 3 Паракарпные плоды

Ход работы

1 Коробочка мака (*Papaver* sp.).

Сухой многосеменной плод, развивающийся из нескольких плодолистиков, с ложными перегородками, не достигающими до середины плода; вскрывается дырочками под остающимся при плоде рыльцем. Зарисовать плод в поперечном разрезе.

2 Стручок редьки огородной (*Raphanus sativus* L.).

Сухой многосеменной плод, развивающийся из двух плодолистиков, с многочисленными семенами, прикрепленными к ложной перегородке, проходящей по середине плода; вскрывается двумя створками снизу вверх. Зарисовать общий вид вскрывшегося плода, обратить внимание на прикрепление семян и ложную перегородку.

3 Семянка одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale* Web.).

Сухой односеменной плод, развивающийся из нижней завязи двучленного гинецея, снабженный летучкой для распространения с помощью ветра. Зарисовать общий вид плода.

Работа 4 Лизикарпные плоды

Ход работы

1 Коробочка первоцвета весеннего (*Primula veris* L.).

Сухой односеменной плод, развивающийся из верхней завязи пятичленного гинецея, с многочисленными семенами, прикрепленными к колонке, вскрывается зубчиками. Зарисовать общий вид коробочки в продольном разрезе, обратив внимание на прикрепление семян.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Из чего образуется плод?
- 2 Какие элементы цветка участвуют в образовании плода?
- 3 Какие принципы лежат в основе классификации плодов?
- 4 Из чего образуется соплодие?

Литература

1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 413 – 430.

2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 295 – 301.

3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 404 – 433.

Тема 21 Семя и проросток

1 Строение семени и проростка односемядольного растения

2 Строение семени и проростка двусемядольного растения

Основные понятия по теме

Формирование семени является конечным этапом полового воспроизведения высших растений и представляет собой оплодотворенный видоизмененный семязачаток, обеспечивающий преемственность сменяющих друг друга поколений.

Вначале семя всегда заключено в перикарпии плода и в отличие от споры является многоклеточной структурой, в состав которой входят запасаящая ткань (эндосперм и/или перисперм), зародыш (зачаточное дочернее растение) и специальный защитный покров (кожура), образованный одним – двумя интегументами. К стенке плода семя прикрепляется семяножкой, обычно оставляющей рубчик после его отделения.

Самым значимым элементом семени является зародыш (эмбрион). Он формируется из оплодотворенной яйцеклетки и представляет собой зачаток новой особи, т.е. миниатюрный спорофит. Этот процесс (эмбриогенез) осуществляется довольно сложно и подразделяется на несколько периодов. У ряда растений он заканчивается только после стратификации семян или при их проращении (у лилейных).

Зародыши семян разных растений различаются по числу семядолей, размеру, степени развитости, форме, местоположению, по окраске.

По числу семядолей, как известно, покрытосеменные подразделяются на два класса: двудольные (зародыши имеют две семядоли и более) и однодольные (зародыши с одной семядолей). Совершенно не расчленен зародыш у мелких семян паразитических растений, сапрофитов и эпифитов.

По цвету зародыш, как правило, бывает беловатым, иногда – зеленым (например, у семян растений семейства гераниевых).

Сформировавшийся зародыш состоит из зародышевого корешка, зародышевого стебелька (заканчивается почечкой – плюмулой) и семядоли (две или одна). Часть стебелька, располагающаяся ниже семядолей, называется гипокотилем (подсемядольное колено), выше их – эпикотилем (надсемядольное колено).

Корешок в семени дает начало главному корню новой особи растения.

Семядоли – это первые листья. Они развиваются на еще не дифференцированном зародыше и по форме/анатомическому строению, функциям часто резко отличаются от настоящих листьев, берущих начало в

конусе нарастания побега.

На первом этапе подземного существования проросток развивается за счет запасов семени. Но и после выхода на поверхность почвы, когда он начинает питаться самостоятельно (фотосинтез), у ряда растений его связь с семенем сохраняется в течение длительного времени. Это характерно, например, для однодольных, у которых крупные семена имеют хорошо развитый эндосперм. У других же растений зародыш потребляет всю питательную ткань на самых ранних стадиях развития, поэтому после появления проростка, способного осуществлять фотосинтез, связь его с семенем прекращается.

Семенная кожура формируется главным образом из интегументов семязачатка, реже – в результате разрастания тканей халазы. У большинства растений она плотно прилегает к внутренним тканям и служит их основным защитным покровом. Структурные особенности семенной кожуры обуславливаются способами распространения и прорастания семян и имеют большое значение для систематики растений. У некоторых растений наружный слой ее мясистый, сочный (саркотеста), что привлекает птиц, млекопитающих и способствует распространению семян.

Рост семени обычно заканчивается незадолго до завершения его полного физиологического развития. Несколько позднее прекращается приток в него питательных веществ, снижается активность фитогормонов, падает (до 5-10%) его влажность. Существенные изменения претерпевают и покровные ткани: частично отмирают, уплотняются, нередко одревесневают. В таком состоянии зрелые семена могут переносить неблагоприятные условия среды, сохраняя способность к прорастанию (иногда десятки лет). Оно получило название состояние физиологического покоя семян. В семени, находящемся в этом состоянии, сохраняется дыхание, осуществляются метаболические процессы, иногда – «дозревание» зародыша, но его способность к набуханию и прорастанию часто бывает невысокой. Степень глубины физиологического покоя семян, его длительность у разных растений различны. И выходят из него семена по-разному. У однолетних растений они легко набухают и прорастают во влажных условиях. Для прорастания семян многих растений требуется стратификация, т.е. воздействие определенное время низкой температуры (+1–5 °C) во влажной среде и в условиях хорошей аэрации. У некоторых бобовых семенная кожура водонепроницаема, поэтому для прорастания семян необходима скарификация – искусственное нарушение ее целостности (надрывание, перетирание с песком, ошпаривание кипятком и т.п.). В природе такие семена набухают и прорастают под влиянием резкой смены температур.

Прорастание семян – это их выход из состояния покоя,

сопровождающийся вегетативным ростом зародыша и формированием молодого растения – проростка. Под проростком понимают растение, развивающееся в период от выхода зародыша из семени до появления первых настоящих листьев. Для прорастания семян необходимы определенные условия – соответствующие влажность и температура среды, свободный доступ кислорода. Причем оптимальные условия для каждого вида растений специфичны.

Рост зародыша обычно начинается с прорыва кожуры семени удлинняющимся зародышевым корнем и гипокотилем в области микропиллярного следа. При появлении корня почечка развивается и постепенно формируется в побег, на котором разворачиваются настоящие листья. Прорастание, как уже упоминалось, бывает надземным и подземным. Однако не все семена любого растения прорастают – за время хранения определенное количество их утрачивает эту способность.

Практическое занятие 21

Цель: изучить строение семени и проростков односемядольных и двусемядольных растений.

Материалы и оборудование: предварительно замоченные семена гороха посевного, фасоли обыкновенной, зерновки пшеницы; постоянные микропрепараты продольного среза зерновок пшеницы; динамические модели: строение зерновки злака; чашки Петри, фильтровальная бумага, покровные и предметные стекла, препарировальные иглы, микроскопы МБР – 1.

Работа 1 Строение семени и проростка односемядольного растения

Ход работы

Рассмотреть зерновку пшеницы (*Triticum aestivum* L.). Найти эндосперм, зародыш, бороздку, хохолок.

Рассмотреть постоянный препарат продольного среза через зерновку пшеницы под микроскопом при малом увеличении. Нарисовать план строения семени. Отметить покровы, эндосперм и части зародыша: щиток, эпибласт, колеоптиль, почечку с конусом нарастания и зародышевыми листьями, гипокотиль, зародышевый корешок, колеоризу.

Рассмотреть при большом увеличении микроскопа клеточное строение эндосперма. Нарисовать и отметить клеточные слои околоплодника и покров семени, алейроновый слой, паренхимные клетки с запасным крахмалом.

Рассмотреть проростки пшеницы разного возраста. Изучить последовательность развития корней, coleoptily и первых настоящих листьев. Нарисовать и отметить первичные зародышевые корешки, coleoptиль, первый настоящий лист.

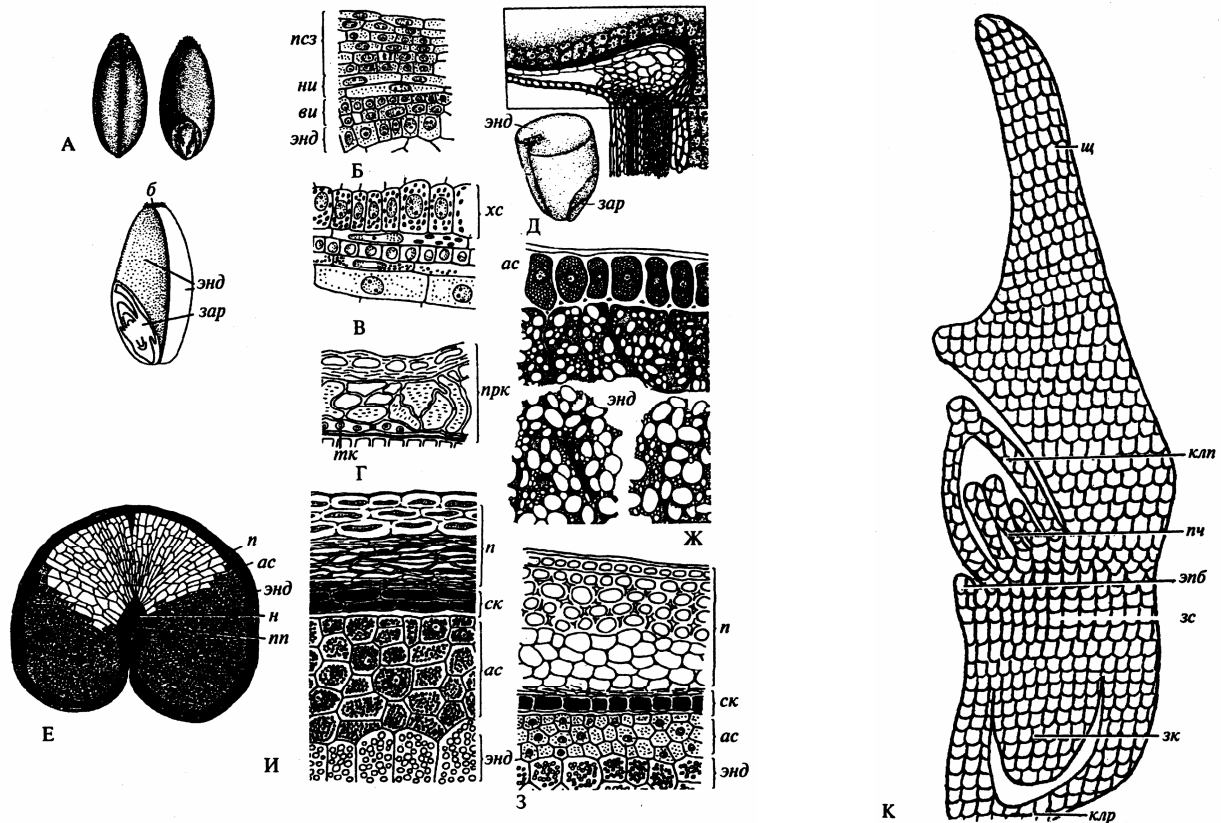


Рисунок 21.1 – Зерновка пшеницы мягкой (*Triticum aestivum*): А – внешний вид; Б, В, Г – строение покровов на разных стадиях развития; Д – строение перикарпия в зоне бороздки; Е – поперечный срез зерновки; Ж, З, И – строение эндосперма и алейронового слоя; К – поперечный срез зародыша при большом увеличении микроскопа (схема); псз – паренхима стенки завязи; ни, ви – соответственно наружный и внутренний интегумент; энд – эндосperm; хс – хлорофиллоносный слой; прк – поперечные клетки; тк – трубчатые, мешковидные, клетки; б – бороздка; зар – зародыш; п – перикарпий; ас – алейроновый слой; н – нуцеллус; пп – проводящий пучок; ск – семенная кожура; щ – щиток; эпб – эпибласт; зк – зародышевый корень; клр – колеориза; кл – coleoptиль; пч – почки; зс – зародышевый стебелек (из Г.А. Бавтуто, Л.М. Ерей 2002 г.)

Работа 2 Строение семени и проростка двусемядольного растения

1 Рассмотреть семена фасоли (*Phaseolus vulgaris* L.) (рисунок 21.2). Нарисовать семя фасоли со стороны семенного рубчика. Отметить микропиле, бугорок, образованный зародышевым корешком.

Снять с набухшего семени кожуру, освободить зародыш, нарисовать его строение, отметить семядоли, почечку, гипокотиль, зародышевый корешок.

Рассмотреть и нарисовать проростки фасоли разного возраста. Отметить главный и боковые корни, гипокотиль, семядоли, эпикотиль, настоящие листья.

2 Рассмотреть проросток гороха. На рисунке отметить то же, что и у фасоли.

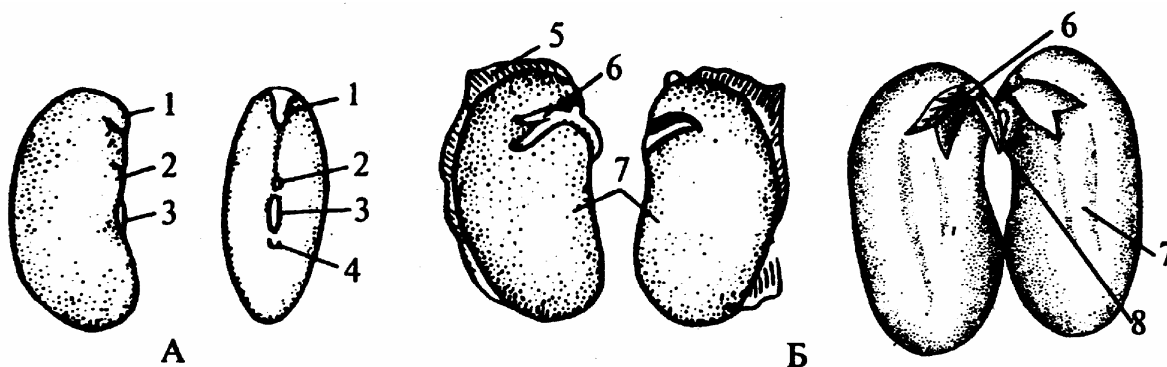


Рисунок 21.2 – Семя фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*): А – общий вид; Б – зародыш: 1 – след халазы; 2 – след микропиле; 3 – рубчик; 4 – семенной шов; 5 – семенная кожура; 6 – почечка; 7 – семядоли; 8 – зародышевый корень (из Г.А. Бавтуто, Л.М. Ерей, 2002 г.)

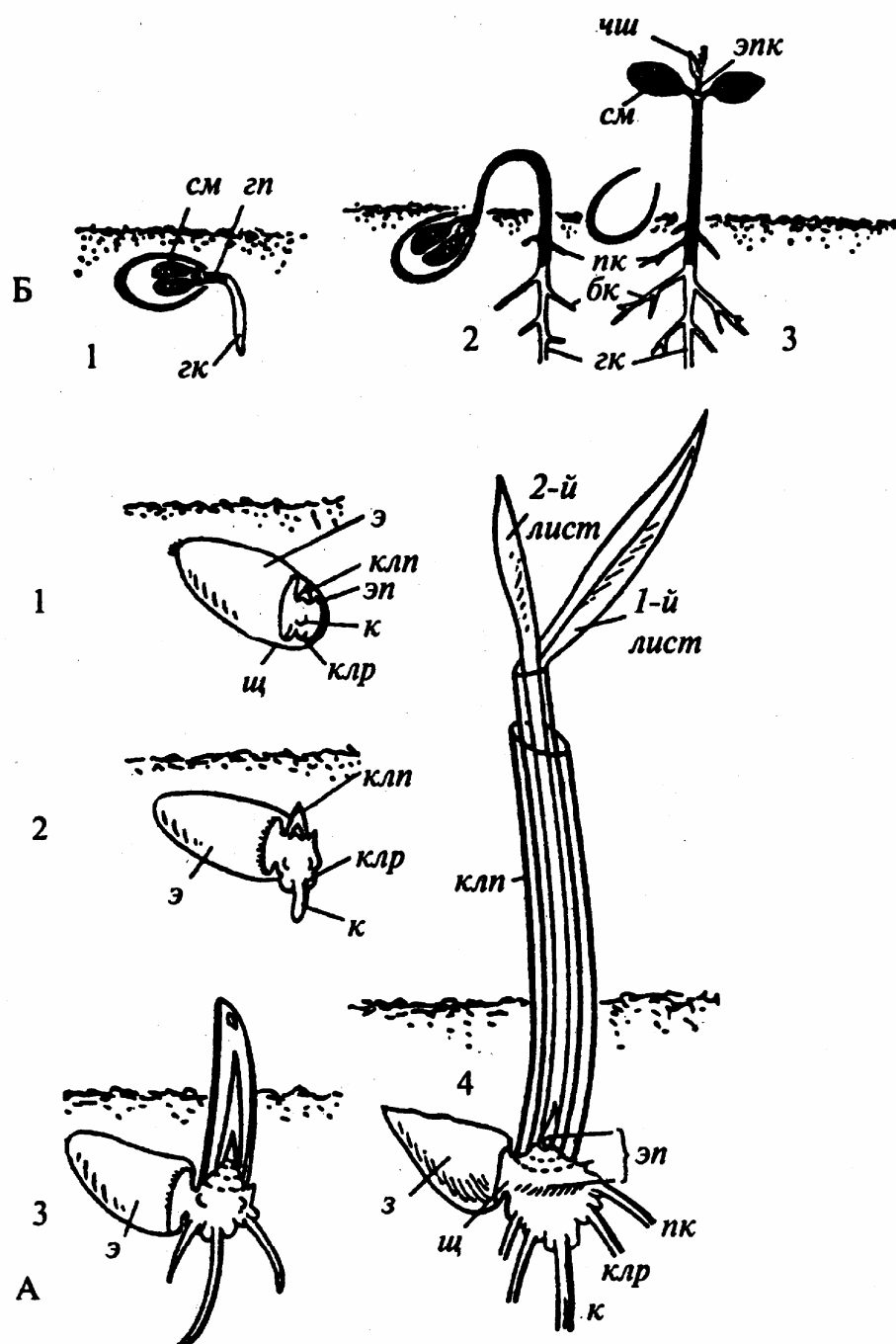


Рисунок 21.3 – Схема прорастания семян: А – злаков (1–4 – последовательные стадии прорастания; *э* – эндосперм; *щ* – щиток; *кп* – колеоптиль; *кпр* – колеориза; *к* – корень; *пк* – придаточные корни; *ст* – стеблевая часть проростка; *эп* – эпибласт; *з* – зерновка); Б – фасоли (1 – начало прорастания; 2, 3 – надземное прорастание; *см* – семядоли; *эпк* – эпикотиль; *гк* – главный корень; *бк* – боковые корни; *пк* – придаточные корни; *чш* – чешуйки-листья; *гп* – гипокотиль) (из Г. А. Бавуто., Л. М. Ерей, 2002 г.).

Вопросы для самоконтроля

- 1 Чем отличаются семена двудольных от семян однодольных растений?
- 2 Назовите типы семян по наличию и расположению в них запасающих тканей?
- 3 Какую роль выполняют семядоли при надземном прорастании семян?
- 4 Что собой представляет проросток?

Литература

- 1 Васильев, А. Е. Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. 431 – 440.
- 2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений / Г. А. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн. : Высшая школа, 1997. – С. 301–307.
- 3 Бавтуто, Г. А., Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 433 – 451 .

Тема 22 Морфологическое описание и определение растений

1 Морфологическое описание растений

Основные понятия по теме

После изучения основных закономерностей строения растения и знакомства с разнообразием морфологических признаков их вегетативных и репродуктивных органов необходимо дать студентам представление о правилах морфологического описания целого растения и определении его ботанического названия. Эта работа имеет важное методическое значение. Описание, составляемое на основе тщательного самостоятельного анализа растений, требует большой наблюдательности и умения правильно использовать морфологическую терминологию. Составляя описание растения по определенному плану, необходимо помнить о том, что оно должно быть по возможности кратким, предельно точным и стилистически грамотным, в нем должны быть отмечены структурные особенности только тех органов, которые имеются у анализируемого растения.

На практических занятиях в зимнее время пользуются гербарными экземплярами растений; строение цветков и соцветий лучше рассматривать на материале, фиксированном в спирте: Чем тщательнее составлено морфологическое описание растения, тем легче определить его, то есть найти принадлежность его к тому или иному семейству, роду и виду.

Для этой цели пользуются специальными определителями, из которых наиболее популярны «Определитель растений Белоруссии» под редакцией Б. К. Шишкина, «Определитель высших растений Беларуси» под редакцией В. И. Парфенова, «Популярный атлас определитель. Дикорастущие растения» В. С. Новикова, И. А. Губанова.

Определитель содержит таблицы для определения семейств, родов и видов растений. Таблицы составлены по дихотомической системе и представляют собой ряд ступеней, каждая из которых содержит сведения о двух разных комплексах морфологических признаков, называемых тезой и антитезой. Перед тезой стоит порядковый номер ступени, перед антитезой – знак +.

Число, стоящее справа от после тезы и антитезы, указывает на номер ступени, с которой следует продолжать дальнейшее определение, пока после перечня морфологических особенностей не будут приведены латинское и русское название семейства. Числа, стоящие в скобках после номера ступени, соответствуют номеру ступени, с которой сделан переход на эту ступень (так называемый «обратный» ход по ключу). В

ряде случаев это помогает найти ошибку, допущенную при выборе признаков.

Перейдя на страницу, указанную после названия семейства, находят таблицу, по которой таким же путем, выбирая подходящую совокупность признаков, определяют латинское и русское название рода. Пред ним стоит порядковый номер таблицы для определения видов этого рода. Описание совокупности признаков, характеризующих определяемое растение, заканчивается сведениями о продолжительности жизни и числами, показывающими минимальную и максимальную высоту травянистых растений.

Видовой эпитете названия определенного растения написан полностью, по-латыни и по-русски; стоящая перед ним заглавная буква с точкой – это сокращенное название рода. После видового эпитета написана сокращенная фамилия автора, названия вида (некоторые фамилии могут стоять в скобках). В скобках после фамилии автора в ряде случаев отмечены названия-синонимы. Под видовым названием приведены сведения о времени цветения растения, условиях его обитания и географическом местонахождении.

Перечень сокращений, имеющих в определителе, расшифрован в приложении к таблицам.

На зимних практических занятиях студенты имеют возможность лишь познакомиться с правилами работы с определителем. Закрепление этих навыков происходит на летней практике.

Общая характеристика растения: продолжительность жизни и жизненная форма, высота (в см), характер поверхности (голое, с восковым налетом, опушенное; густота, равномерность опушения, форма волосков).

Тип корневой системы, происхождение корней, степень их ветвистости, длина, толщина, видоизменения.

Корневище: направление роста, степень ветвистости, длина, толщина.

Клубень: надземный или подземный, размеры, форма, окраска.

Луковица: одиночная или на корневище, форма, величина, характер чешуй, их окраска.

Стебель: степень ветвистости, направление роста, очертания поперечного сечения, степень развития междоузлий, облиственность, видоизменения, характер поверхности.

Лист: наличие или отсутствие прилистников, их очертания, срастание с черешком, форма раструба; состав листа, листорасположение, соединение со стеблем, очертания, строение основания верхушки и края пластинки, тип жилкования, расчленение, видоизменения, характер поверхности.

Листорасположение: цветки одиночные (верхушечные, пазушные)

или в соцветиях; тип соцветия; наличие цветоножки, ее длина, характер роста; кроющие листья, прицветники, их расположение, очертания, размеры, цвет.

Цветок: полнота, расположение элементов цветка на цветоложе, симметрия; форма цветоложа, характер околоцветника.

Простой околоцветник: чашечковидный или венчиковидный, число кругов и число листочков, их очертания, цвет и срастание.

Двойной околоцветник:

Чашечка: число чашелистиков, их цвет, срастание, сохранение при плоде; для раздельнолистной чашечки – очертания чашелистиков, для сростнолистной – форма чашечки, число, очертания и размеры зубцов.

Подчашие: наличие и очертания листочков, их происхождение из прицветников или прилистников.

Венчик: число лепестков, их цвет и срастание; строение лепестка (ноготок, отгиб, привенчик, наличие шпорца или шлема); для сростнолепестного венчика: форма трубки, особенности зева и отгиба.

Андроцей: число, срастание, прикрепление тычинок к цветоложу или трубке венчика, расположение по отношению к околоцветнику, длина и форма тычиночной нити, форма пыльника, его прикрепление к тычиночной нити (неподвижный или качающийся), способ вскрывания (экстрорзный, если щель, по которой вскрывается пыльник, обращена к околоцветнику, интрорзный – если она обращена к гинецею; вскрывание дырочками, клапанами и т. п.).

Гинецей: тип гинецея (апокарпный или ценокарпный), число пестиков и число плодолистиков; положение завязи, число гнезд и семязпочек, тип плацентации; число, форма и длина стилодиев, срастание их в столбик; число, форма и расположение рылец.

Плод: тип плода, характер околоплодника, способ вскрывания, число гнезд и семян.

Семя: величина, форма, цвет, характер поверхности.

Диаграмма, формула цветка, рисунок общего вида цветка и его отдельных элементов.

Семейство	}	Латинское и русское названия и фамилия автора, описавшего вид
Род		
Вид		

Образец описания растения: растение травянистое, многолетнее, 15-45 см высотой, с придаточными ветвистыми, тонкими корнями, отходящими от длинного беловатого корневища (рисунок 22.1).

Главный надземный побег укороченный, боковые побеги ползучие, укореняющиеся в узлах, с тонким, красновато-бурым стеблем длиной до

50 см, опушенным прижатыми волосками.

Листья густо опушенные с обеих сторон или только снизу длинными белыми шелковистыми волосками, с пленчатыми, в очертании овальными или острыми, приросшими к черешку прилистниками, в прикорневой розетке, на боковых побегах нередко одиночные, простые, непарнопрерывчато-перистые, с 6-10 парами овальных, продолговатых или яйцевидных крупнопильчатых сегментов длиной до 2,5-3 см, чередующихся с очень мелкими простыми или рассеченными сегментами.

Цветки на боковых побегах, одиночные, пазушные, на длинных восходящих цветоножках, актиноморфные, гемициклические, подпестичные, с блюдцевидно расширенным опушенным гипантием.

Околоцветник двойной. Чашечка раздельнолистная, из 5-ти вниз отогнутых зеленых, снаружи опушенных яйцевидных заостренных чашелистиков, чередующихся с равными им по длине, на верхушке двух- или трехраздельными, реже цельными, овальными листочками подчашия. Венчик раздельнолепестный, из 5 светло-желтых обратношироко-яйцевидных, по краю слегка волнистых, на верхушке чуть выемчатых лепестков, в 2-3 раза длиннее чашечки.

Андроцей обычно из 20 свободных неравных тычинок, короче венчика, в трех кругах: 10 наиболее длинных – во внешнем, 5 самых коротких – в среднем круге. Тычиночные нити короткие, в основании утолщенные. Пыльники неподвижные, вскрывающиеся продольными щелями.

Гинецей апокарпный, из многочисленных пестиков, сидящих на слегка выпуклом волосистом цветоложе, отделенных от андроеца небольшим нектарным кольцом. Пестик с овальной в очертании завязью на короткой ножке и отходящим от нее сбоку длинным изогнутым, немного утолщенным на верхушке стилодием, заканчивающимся плоским рыльцем.

Плод – многоорешек. Плодики яйцевидные с бороздкой на спинке и коротким стилодием.

Формула: $* Ca_5 Co_5 A_{10+5+5} G_{\infty}$

Сем. Rosaceae – розоцветные

Род: Potentilla – лапчатка

Вид: *P. anserina* L. – л. гусиная

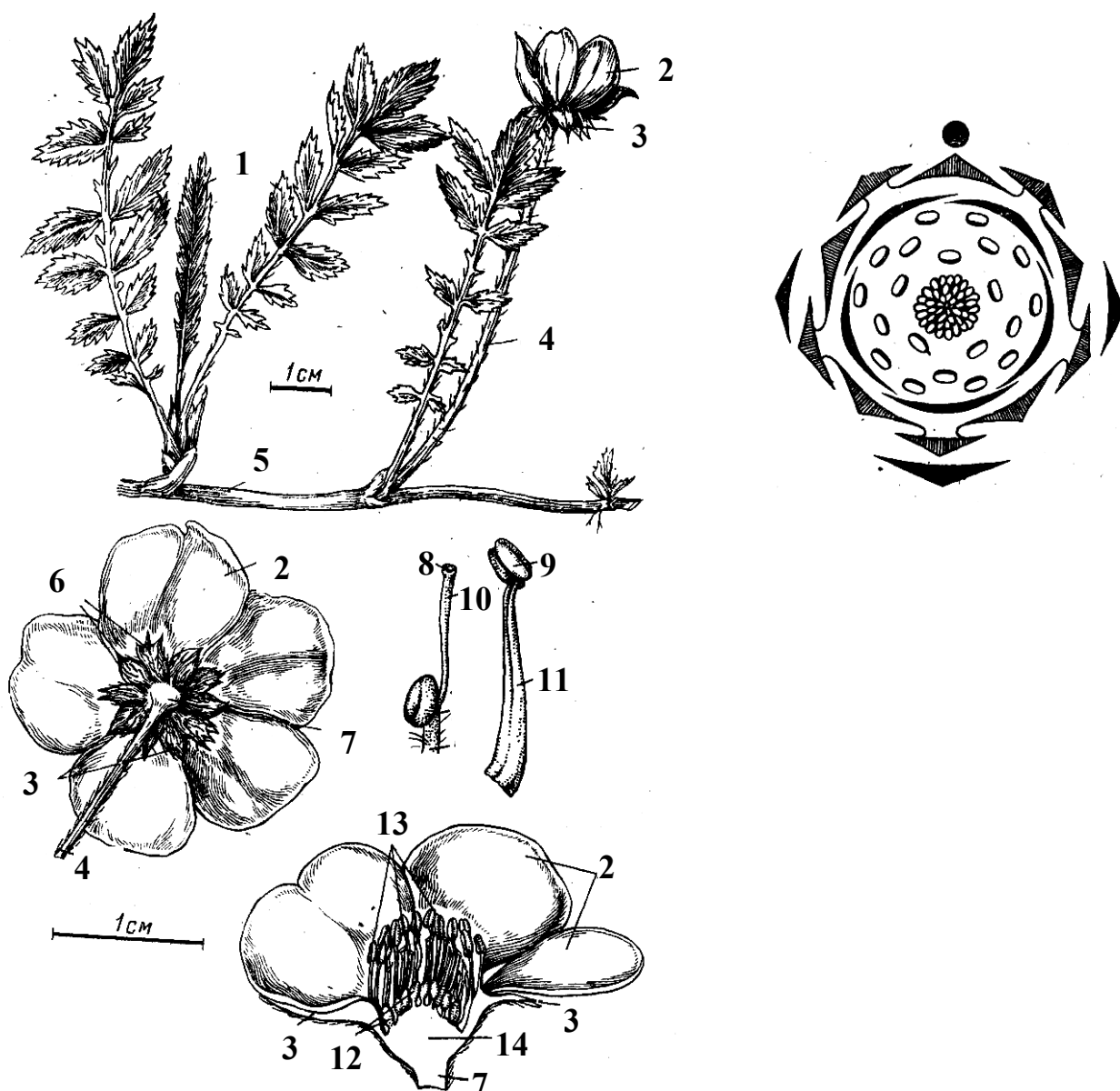


Рисунок 22.1 – Строение цветка и диаграмма цветка лапчатки гусиной (*Potentilla anserina* L.): 1 – листья, 2 – лепестки, 3 – чашелистики, 4 – цветоножка, 5 – стебель, 6 – листочки подчашия, 7 – гипантий, 8 – рыльце, 9 – пыльник, 10 – столбик, 11 – тычиночная нить, 12 – пестики, 13 – тычинки, 14 – цветоложе

Практическое занятие 22

Цель: приобрести навыки морфологического описания и определения травянистых растений.

Материалы и оборудование: микроскоп МБР – 1, бинокулярный микроскоп МБР – 1, предметные и покровные стекла, скальпель, пинцет, фильтровальная бумага, гербарные образцы травянистых растений, фиксированный материал.

Работа 1 Морфологическое описание растений

Ход работы

1 Сделать морфологическое описание и определить травянистые растения (в зимнее время на гербарных экземплярах).

Литература

1 Ботаника : Морфология и анатомия растений: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по биолог. и хим. спец. / А. Е. Васильев [и др.]; – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1988. – С. С. 104 – 119.

2 Бавтуто, Г. А. Ботаника. Морфология и анатомия растений /Г. А.. Бавтуто, В. М. Еремин. – Мн.: Высшая школа, 1997. – С. 114 – 127.

3 Бавтуто, Г. А. Практикум по анатомии и морфологии растений: учеб. пособие / Г. А. Бавтуто, Л. М. Ерей. – Мн. : Новое знание, 2002. – С. 349 – 390.