



БОТАНИКА ПРАКТИКУМ

Ермакова Н. А., Степанова Ю.В.,
Нечаева Е. Х., Редин Д.В.,
Кожевникова О.П., Ракитина В.В.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарский государственный аграрный университет»

БОТАНИКА

Ермакова Н. А., Степанова Ю.В., Нечаева Е. Х.,
Редин Д.В., Кожевникова О.П., Ракитина В.В.

Практикум

Нижний Новгород
2023

УДК 580(075)
ББК 28.5я7
Е721

Главный редактор: Краснова Наталья Александровна – кандидат экономических наук, доцент,
руководитель НОО «Профессиональная наука»

Технический редактор: Канаева Ю.О.

Рецензенты:

Макурина О. Н., д-р биол. наук, проф. кафедры «Биохимия, биотехнология и биоинженерия», ФГАОУ ВО
«Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева».

Перцева Е. В., канд. биол. наук, доцент кафедры «Растениеводство и земледелие».
ФГБОУ ВО Самарский ГАУ

Авторы:

Ермакова Н. А., Степанова Ю.В., Нечаева Е. Х., Редин Д.В., Кожевникова О.П., Ракитина В.В.

Ботаника [Электронный ресурс]: практикум – Эл. изд. - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf: 259 с.). -
Ермакова Н. А., Степанова Ю.В., Нечаева Е. Х., Редин Д.В., Кожевникова О.П., Ракитина В.В. 2023. – Режим
доступа: http://scipro.ru/conf/botany9_23.pdf. Сист. требования: Adobe Reader; экран 10".

ISBN 978-5-907607-45-3

Учебное пособие составлено в соответствии с программой дисциплины «Ботаника», преподаваемой
в сельскохозяйственных вузах, в нём представлен теоретический материал и порядок выполнения работ
по цитологии, гистологии, морфологии и анатомии вегетативных и генеративных органов и систематике
растений. Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки: 35.03.04 Агрономия,
35.03.05 Садоводство, 35.03.01 Лесное дело.

ISBN 978-5-907607-45-3



© Ермакова Н. А., Степанова Ю.В., Нечаева Е. Х.,
Редин Д.В., Кожевникова О.П., Ракитина В.В. 2023
© Оформление: издательство НОО Профессиональная наука, 2023

Содержание

Предисловие	6
<i>Работа 1. Устройство микроскопа и правила работы с ним</i>	<i>7</i>
<i>Работа 2. Строение растительной клетки. Хлоропласты</i>	<i>11</i>
<i>Работа 3. Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов</i>	<i>16</i>
<i>Работа 4. Включения растительной клетки. Запасной крахмал</i>	<i>18</i>
<i>Работа 5. Алейроновые зерна в клетках эндосперма зерновки пшеницы и семядолей фасоли</i>	<i>21</i>
<i>Работа 6. Деление клетки</i>	<i>24</i>
<i>Работа 7. Образовательные ткани. Первичная меристема</i>	<i>28</i>
<i>Работа 8. Покровные ткани. Первичный, вторичный и третичный покровные комплексы</i>	<i>31</i>
<i>Работа 9. Основные ткани</i>	<i>36</i>
<i>Работа 10. Механические ткани</i>	<i>38</i>
<i>Работа 11. Проводящие ткани</i>	<i>42</i>
<i>Работа 12. Выделительные ткани</i>	<i>51</i>
<i>Работа 13. Макроморфология проростка</i>	<i>54</i>
<i>Работа 14. Корень. Типы и формы корневых систем</i>	<i>57</i>
<i>Работа 15. Зоны корня</i>	<i>59</i>
<i>Работа 16. Микроскопическое строение корня однодольных растений (первичное строение)</i>	<i>62</i>
<i>Работа 17. Микроскопическое строение корня двудольных растений (вторичное строение)</i>	<i>65</i>
<i>Работа 18. Запасающие корни – корнеплоды</i>	<i>69</i>
<i>Работа 19. Побег и стебель. Строение почки</i>	<i>74</i>
<i>Работа 20. Микроскопическое строение стебля голосеменных и древесных покрытосеменных (двудольных) растений – непучковое строение</i>	<i>82</i>
<i>Работа 21. Микроскопическое строение стебля травянистых двудольных растений</i>	<i>90</i>
<i>Работа 22. Микроскопическое строение стебля однодольных растений</i>	<i>98</i>
<i>Работа 23. Морфология и анатомия листа</i>	<i>102</i>
<i>Работа 24. Цветок. Строение околоцветника</i>	<i>111</i>
<i>Работа 25. Андроцей</i>	<i>119</i>
<i>Работа 26. Гинецей</i>	<i>125</i>
<i>Работа 27. Формула и диаграмма цветка</i>	<i>131</i>
<i>Работа 28. Классификация соцветий</i>	<i>135</i>
<i>Работа 29. Строение и классификация семян</i>	<i>140</i>
<i>Работа 30. Строение и классификация плодов</i>	<i>144</i>
<i>Работа 31. Отдел Моховидные (Bryophyta)</i>	<i>151</i>
<i>Работа 32. Отдел Плауновидные (Lycopodiophyta)</i>	<i>157</i>
<i>Работа 33. Отдел Хвощевидные (Equisetophyta)</i>	<i>161</i>
<i>Работа 34. Отдел Папоротниковидные (Polypodiophyta)</i>	<i>164</i>
<i>Работа 35. Отдел Голосеменные (Gymnospermae) или сосновые (Pinophyta)</i>	<i>168</i>
<i>Работа 36. Отдел Покрытосеменные (Angiospermatophyta, Magnoliophyta)</i>	<i>172</i>

<i>Работа 37. Семейства Лавровые (Lauraceae) и Магнолиевые (Magnoliaceae).</i>	178
<i>Работа 38. Семейство Нимфейные или Кувшинковые (Nymphaeaceae).....</i>	181
<i>Работа 39. Семейство Лютиковые (Ranunculaceae).....</i>	184
<i>Работа 40. Порядок Розоцветные (Rosales). Семейство Розановые (Rosaceae) ...</i>	188
<i>Работа 41. Порядок Бобовоцветные (Fabales). Семейство Бобовые (Fabaceae). Подсемейство Мотыльковые (Papilionoideae)</i>	195
<i>Работа 42. Порядок Мальвоцветные (Malvales). Семейство Мальвовые (Malvaceae).....</i>	200
<i>Работа 43. Порядок Аралиецветные (Araliales). Семейство Сельдереиные или Зонтичные (Ariaceae, Umbelliferae)</i>	207
<i>Работа 44. Порядок Норичникоцветные (Scrophulariales). Семейство Пасленовые (Solanaceae)</i>	211
<i>Работа 45. Порядок Ясноткоцветные (Lamiales). Семейство Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae).....</i>	216
<i>Работа 46. Порядок Марецветные (Chenopodiales). Семейство Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae)</i>	220
<i>Работа 47. Порядок Макоцветные (Rhoeadales). Семейство Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae).....</i>	225
<i>Работа 48. Порядок Астроцветные (Asterales). Семейство Астровые или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae).....</i>	231
<i>Работа 49. Порядок Лилейноцветные (Liliales). Семейство Лилейные (Liliaceae)...</i>	236
<i>Работа 50. Порядок Осокоцветные (Cyperales). Семейство Осоковые (Cyperaceae)</i>	241
<i>Работа 51. Порядок Мятликоцветные или Злакоцветные (Poales, Graminales). Семейство Мятликовые или Злаковые (Poaceae, Gramineae).....</i>	247
Рекомендуемая литература	255
Алфавитно-предметный указатель	256

Предисловие

Ботаника исследует биологическое разнообразие мира растений, систематизирует и классифицирует растения, исследует их строение, географическое распространение, эволюцию, историческое развитие, биосферную роль, полезные свойства, ищет рациональные пути сохранения и охраны флоры. Основная цель ботаники как науки – получение и обобщение новых знаний о мире растений во всех проявлениях его существования.

Целью практикума является изучение основ общей ботаники, приобретение студентами теоретических знаний и практических навыков, необходимых для освоения программ дисциплин базового цикла подготовки бакалавров, а так же формирование у студентов компетенций для решения профессиональных задач по изучению и научно-обоснованному подбору видов, пород и сортов плодовых, овощных, полевых культур для выращивания в различных агроэкологических условиях.

В процессе работы с практикумом обучающийся должен:

получить знания о строении основных вегетативных органов покрытосеменных растений на клеточном, тканевом и органном уровнях, их метаморфозов;

изучить строение генеративных органов покрытосеменных и процесс образования семян и плодов;

изучить основы систематики растений и основные характеристики споровых и семенных растений с учетом жизненных форм;

получить представление о многообразии мира растений, эволюции их структурно-функциональной организации в ходе приспособления к изменяющимся условиям жизни на Земле;

освоить основы экологии травянистых и древесных растений для обеспечения возможности их использования в сельском и лесном хозяйстве.

Представленный в практикуме материал в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования способствует формированию следующей профессиональной компетенции: способность к лабораторному анализу образцов растений и продукции растениеводства.

Работа 1. Устройство микроскопа и правила работы с ним

Цель работы: изучить основные части микроскопа, их устройство и назначение; освоить правила работы с микроскопом и технику изготовления временных препаратов.

Материалы и оборудование: микроскоп «Биолам», предметные и покровные стекла, листья элодеи или валиснерии.

Биологический микроскоп – это оптический прибор, при помощи которого можно получить увеличенное обратное изображение изучаемого объекта и рассмотреть мелкие детали его строения, размеры которых лежат далеко за пределами разрешающей способности глаза. Устройство и эксплуатация светового микроскопа довольно просты. Однако неумелое или невнимательное пользование прибором влечет за собой его порчу. Поэтому необходимо хорошо усвоить, из каких частей состоит микроскоп и их назначение. Следует строго соблюдать правила работы с микроскопом

(рис. 1.1).

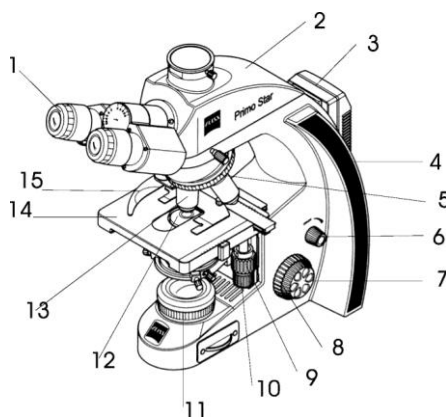


Рис. 1.1. Строение микроскопа:

1 – окуляр; 2 – тубус; 3 – сетевой блок; 4 – тубусодержатель; 5 – револьвер для объективов; 6 – поворотная ручка для включения, выключения и регулировки интенсивности освещения; 7 – микровинт для точной настройки; 8 – макровинт для грубой настройки; 9 – ручка для перемещения предметного столика в направлении X; 10 – ручка для перемещения предметного столика в направлении Y; 11 – осветитель; 12 – конденсор; 13 – объектив; 14 – предметный столик; 15 – пружинный рычаг объектодержателя

У микроскопа можно выделить следующие части: оптическую систему, осветительное устройство и механическую систему. Механическая система состоит из подставки, тубусодержателя, тубуса, предметного столика, револьвера, макро- и микрометрических винтов, служащих для наведения на резкость.

К осветительному устройству, предназначенному для направления света на препарат, установки оптимального освещения объекта и регулировки силы

освещения, относятся трансформатор (характерен не для всех микроскопов), встроенная лампа, конденсор, диафрагма и матовые стекла. У некоторых микроскопов вместо встроенного осветителя имеется зеркало, а осветитель ставится отдельно. Окуляр служит для рассмотрения изображения объекта, даваемого объективом, т.е. выполняет роль лупы. Он состоит из 2-3 линз и дает дополнительное увеличение объекта, значение которого указано на его оправе. Общее увеличение складывается из произведения увеличения объектива и окуляра.

Отчетливость получаемого изображения определяется *разрешающей способностью микроскопа*, которая зависит от длины волны используемого света и *числовой апертуры* оптической системы микроскопа (ее значение указано на оправе объектива). Чем больше значение числовой апертуры, тем выше разрешающая способность.

Повысить разрешающую способность микроскопа можно, увеличив показатель преломления среды, граничащей с линзой. Для этого между фронтальной линзой объектива и исследуемым объектом помещают каплю жидкости с высоким значением показателя преломления, например каплю воды ($n = 1,3$), глицерина ($n = 1,4$) или кедрового масла ($n = 1,5$). Для каждой указанной жидкости существуют специальные объективы, которые называются *иммерсионными*.

Порядок работы с микроскопом

Правила обращения с биологическими микроскопами

Выполняют последовательно все операции по правилам, которые необходимо соблюдать при работе с микроскопом.

1. Работают с микроскопом всегда сидя. Высота табурета или стула должна быть такой, чтобы можно было смотреть в окуляр, сидя прямо, не сгибаясь и не вытягиваясь.

2. Ставят микроскоп у края стола так, чтобы окуляр находился против левого глаза, и в течение работы его не передвигают. Тетрадь и все предметы, необходимые для работы, располагают справа от микроскопа.

3. Открывают полностью диафрагму, поднимают конденсор в крайнее верхнее положение, чтобы его фронтальная линза находилась на одном уровне с предметным столиком. Если столик не отцентрирован, его передвигают при помощи винтов так, чтобы линза конденсора попала в центр отверстия столика.

4. Ставят объектив X8 в рабочее положение – на расстояние 1 см от предметного столика. Работу с микроскопом всегда начинают с малого увеличения.

5. Глядя левым глазом в окуляр и пользуясь вогнутым зеркалом, направляют свет от окна (но не прямой солнечный) или электрической лампы (если она не матовая, то в кольцо под конденсором вкладывают матовое стекло) в объектив и максимально и равномерно освещают поле зрения. Если микроскоп снабжен осветителем, то добиваются оптимального освещения поля зрения.

6. Препарат помещают на предметный столик так, чтобы изучаемый объект находился под объективом, и, глядя сбоку, опускают объектив при помощи винта грубой наводки до тех пор, пока расстояние между фронтальной линзой объектива и препаратом не станет 4-5 мм.

7. Глядя левым глазом в окуляр и вращая винт грубой наводки на себя, плавно поднимают объектив до положения, при котором хорошо видно изображение объекта. Передвигая препарат рукой, находят нужное место, располагают его в центре поля зрения и закрепляют препарат клеммами. Если изображение не появилось (проскочило), то надо повторить все операции пунктов 5 и 6 сначала.

Нельзя смотреть в окуляр и опускать объектив, вращая винт грубой наводки от себя, так как при этом фронтальная линза может раздавить покровное стекло и на ней появятся царапины.

8. Добиваются большей четкости изображения, приведя в соответствие диаметры пучка света, попадающего в объектив, и фронтальной линзы объектива. Для этого вынимают окуляр и, глядя в тубус, медленно закрывают отверстие диафрагмы до тех пор, пока ее края не появятся на границе выходного зрачка объектива.

При слишком сильном освещении увеличивают контрастность изображения, опуская конденсор.

9. Для изучения какого-либо участка объекта при большом увеличении ставят этот участок в центр поля зрения, передвигая препарат рукой. После этого поворачивают револьвер так, чтобы объектив Х40 занял рабочее положение (объектив не поднимать!). Смотрят в окуляр – изображение объекта будет нечетким. При помощи микрометрического винта добиваются хорошего изображения объекта. На коробке микрометрического механизма имеются две риски, а на микрометрическом винте – точка, которая должна все время находиться между рисками. Если она выходит за их пределы, ее необходимо вернуть в нормальное положение.

При несоблюдении этого правила микрометрический винт может перестать действовать. Тогда его возвращают в нормальное положение, вращая в противоположную сторону.

Если при установке объектива Х40 изображения нет совсем, добиваются его получения осторожным вращением винта грубой наводки на себя. И лишь после этого проводят фокусировку объекта при помощи микрометрического винта. Устанавливают оптимальный диаметр ирисовой диафрагмы для объектива Х40.

10. Передвигают препарат при большом увеличении, только перемещая столик.

11. По окончании работы с большим увеличением поворачивают револьвер, устанавливают малое увеличение и снимают препарат. Нельзя вынимать препарат из-под объектива Х40, так как рабочее расстояние его равно 0,6 мм и во время перемещения стекла легко можно испортить фронтальную линзу.

Правила приготовления микропрепаратов

Для приготовления временных микропрепаратов необходимо иметь набор предметных и покровных стекол, препаровальные иглы, пипетку, безопасную бритву, скальпель, стеклянную палочку, фильтровальную бумагу, реактивы. Перед началом работы предметное и покровное стекла хорошо промывают водой и насухо протирают мягкой тряпочкой. Далее тонкий срез изучаемого растительного объекта помещают в каплю воды и сверху накрывают покровным стеклом. Покровное стекло обычно берут за края большим и указательным пальцами. Одну из свободных сторон стекла медленно опускают на препарат, слегка смочив в жидкости. Если жидкость на препарате выступает за края покровного стекла, ее удаляют фильтровальной бумагой. При необходимости окрашивания препарата реактивом воду из-под покровного стекла отсасывают с помощью фильтровальной бумаги, а капельку реактива наносят с противоположной стороны на край покровного стекла.

Задания

1. Изучить устройство микроскопа и правила работы с ним.
2. Обозначьте на рисунке в тетради основные части микроскопа, относящиеся к оптической и механической системам, указать их назначение.
3. Освоить методику изготовления временных препаратов.
4. Зарисовать клетки элодеи или валиснерии и сделать обозначения видимых в микроскоп компонентов клетки, стрелочками показать направления движения цитоплазмы.
5. Пользуясь учебной литературой, изучить строение растительной клетки. Сделать рисунок, обозначить все её части.

Порядок работы

1. Готовят временный препарат листа элодеи или валиснерии.
2. Рассматривают строение листа под микроскопом сначала при малом, а затем при большом увеличении. Обращают внимание на компоненты клетки, видимые в микроскоп. На ядро, вакуоли, хлоропласты. При малом увеличении наблюдают за движением цитоплазмы.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково рабочее расстояние объективов малого и большого увеличения?
2. Какие элементы входят в состав механической и осветительной частей микроскопа, и каково их значение?
3. Назовите значение оптической части микроскопа и ее составляющих. Дайте характеристику объективов.
4. Что такое разрешающая способность микроскопа, и каковы способы ее увеличения?
5. Каков порядок работы с микроскопом?

Работа 2. Строение растительной клетки. Хлоропласты

Цель работы: изучить строение растительной клетки, её основных структур: ядро, цитоплазму, хлоропласты.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, предметные и покровные стекла, постоянный препарат эпидермиса лука, листья элодеи или валиснерии.

Клетка – это элементарная живая система, которая является основой строения, развития и функционирования всех живых организмов. Она представляет собой самовоспроизводящуюся систему, которая обособлена от внешней среды и сохраняет определенный химический состав, но одновременно осуществляет постоянный обмен веществ со средой.

Растения – эукариоты. В эукариотических клетках ядро отделено от цитоплазмы ядерной оболочкой.

Форма и размеры растительных клеток очень разнообразны и зависят от их местоположения и функций, которые они выполняют. Плотнo сомкнутые клетки чаще всего имеют форму многогранников, что определяется их взаимным давлением, на срезах они обычно выглядят как 4-6 – угольники. Клетки, диаметр которых по всем направлениям приблизительно одинаков, называются паренхимными. Прозенхимными клетки сильно вытянуты в длину, их длина превышает ширину в 5-6 и более раз. В отличие от клеток животных, взрослые клетки растений всегда имеют постоянную форму, что объясняется присутствием жесткой клеточной стенки.

В растительной клетке можно выделить три основные части: 1) углеводную клеточную стенку, окружающую клетку снаружи; 2) протопласт – живое содержимое клетки; 3) вакуоль – пространство в центральной части клетки, заполненное водянистым содержимым клеточным соком. Клеточная стенка и вакуоль являются продуктами жизнедеятельности протопласта (рис. 2.1).

Протопласт – активное живое содержимое клетки. Протопласт представляет собой чрезвычайно сложное образование, дифференцированное на различные компоненты, называемые органеллами (органоидами), которые имеют характерное строение и выполняют специфические функции.

К органеллам клетки относятся ядро, пластиды, митохондрии, рибосомы, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, микротельца. Органеллы погружены в гиалоплазму. Гиалоплазма с органеллами, за вычетом ядра, составляет цитоплазму клетки. От клеточной стенки протопласт отделен наружной мембраной – плазмалеммой, от вакуоли – внутренней мембраной – тонопластом.

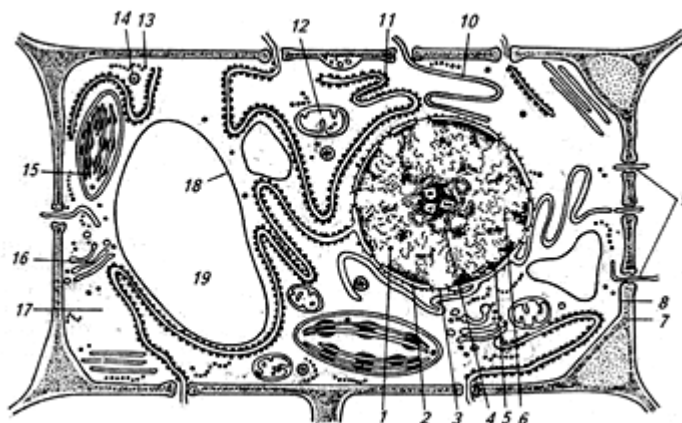


Рис. 2.1. Строение растительной клетки по данным электронной микроскопии:

- 1 – ядро; 2 – ядерная оболочка; 3 – ядерная пора; 4 – ядрышко;
5 – хроматин; 6 – кариоплазма; 7 – клеточная стенка; 8 – плазмалемма;
9 – плазмодесмы; 10 – агранулярная эндоплазматическая сеть; 11 – гранулярная
эндоплазматическая сеть; 12 – митохондрия; 13 – рибосомы; 14 – лизосома;
15 – хлоропласт; 16 – диктиосома; 17 – гиалоплазма; 18 – тонопласт; 19 – вакуоль

Биологические мембраны состоят из фосфолипидов и белков – липопротеидов. Молекулы липидов образуют структурную основу мембран и располагаются двумя параллельными слоями. Молекулы белков располагаются несплошным слоем на поверхности липидного каркаса с одной или обеих его сторон, часть их погружена в этот каркас, а некоторые проходят через него насквозь. Большинство мембранных белков представлено различными ферментами.

Одно из основных свойств биологических мембран – их избирательная проницаемость (полупроницаемость): одни вещества проходят через них с трудом или вообще не проходят (барьерное свойство), другие проникают легко.

Ядро – основная и обязательная часть эукариотической клетки. Ядро является центром управления обменом веществ клетки, ее ростом и развитием, контролирует деятельность всех других органелл. Ядро хранит генетическую информацию и передает ее дочерним клеткам в процессе клеточного деления. Структура ядра одинакова у всех эукариотических клеток. В ядре различают хроматин и ядрышко, которые погружены в кариоплазму; от цитоплазмы ядро отделено двумембранной ядерной оболочкой с порами.

Рибосомы – почти сферические гранулы, состоящие из рибонуклеопротеидов – комплексов РНК и различных структурных белков. Это единственные органеллы эукариотической клетки, которые не имеют мембран. Рибосомы располагаются в цитоплазме клетки свободно, или же прикрепляются к мембранам эндоплазматической сети. Рибосомы – центры синтеза белка в клетке.

Эндоплазматическая сеть представляет собой разветвленную сеть канальцев, пузырьков и цистерн, ограниченных мембранами, пронизывающую гиалоплазму.

Эндоплазматическая сеть, несущая на наружной поверхности рибосомы, получила название гранулярной, или шероховатой. Эндоплазматическая сеть, не имеющая рибосом, называется агранулярной, или гладкой. Агранулярная эндоплазматическая сеть принимает участие в синтезе жиров и других липофильных соединений (эфирные масла, смолы, каучук).

Эндоплазматическая сеть прежде всего предназначена для транспортировки веществ. Эндоплазматические сети соседних клеток соединяются через цитоплазматические тяжи – плазмодесмы, которые проходят сквозь клеточные стенки. Эндоплазматическая сеть – центр образования и роста клеточных мембран. Она дает начало таким компонентам клетки, как вакуоли, лизосомы, диктиосомы, микротельца, с её помощью осуществляется взаимодействие между органеллами.

Аппарат Гольджи представляет собой комплекс полостей – цистерн (диоктисом) – с отпочковывающимися пузырьками. Диктиосомы являются центрами синтеза, накопления и выделения полисахаридов, прежде всего пектиновых веществ и гемицеллюлоз матрикса клеточной стенки и слизи. Пузырьки Гольджи транспортируют полисахариды к плазмалемме.

Лизосомы – органеллы, содержащие гидролитические ферменты, способные расщеплять сложные органические соединения. Представляют собой мелкие цитоплазматические вакуоли и пузырьки. Основная функция лизосом – локальный автолиз – разрушение отдельных участков цитоплазмы собственной клетки, заканчивающееся образованием на ее месте цитоплазматической вакуоли. Локальный автолиз у растений имеет в первую очередь защитное значение: при временном недостатке питательных веществ клетка может сохранять жизнеспособность за счет переваривания части цитоплазмы. Другая функция лизосом – удаление изношенных или избыточных клеточных органелл, а также очищение полости клетки после отмирания ее протопласта.

Митохондрии – округлые или эллиптические, реже нитевидные органеллы, окруженные двумя мембранами. Внутренняя мембрана образует выросты – кристы. Пространство между кристами заполнено жидким содержимым – матриксом. В матриксе находятся рибосомы и собственная ДНК. Митохондрии называют силовыми станциями клетки. В них осуществляется синтез АТФ.

Пластиды – органеллы, характерные только для растений. Различают три типа пластид: 1) хлоропласты (пластиды зеленого цвета); 2) хромопласты (пластиды желтого, оранжевого или красного цвета) и лейкопласты (бесцветные пластиды). Обычно в клетке встречаются пластиды только одного типа.

Хлоропласты – важнейшие органоиды растений, в них протекает фотосинтез, имеют форму двояковыпуклой линзы. Они содержат зеленый пигмент хлорофилл, придающий растениям зеленый цвет, и пигменты, относящиеся к группе каротиноидов. Каротиноиды имеют окраску от желтой и оранжевой до красной и коричневой, но обычно она маскируется хлорофиллом. У водорослей роль фотосинтетического аппарата выполняют хроматофоры. Их форма разнообразна:

чашевидная (хламидомонада), лентовидная (спирогира), пластинчатая (пиннулярия) и др. Хроматофоры значительно крупнее, число их в клетке – от 1 до 5.

Хлоропласты имеют двумембранное строение. Наружняя мембрана определяет форму и размер органоида. Внутренняя мембрана образует сложную систему мембран (ламелл), в которой различают мешочки – тилакоиды, собранные в стопки – граны. Жидкое содержимое называется стромой. Строма имеет собственные рибосомы и ДНК. Часто в хлоропластах встречаются крахмальные зерна, это так называемый первичный, или ассимиляционный крахмал – временное хранилище продуктов фотосинтеза.

Задания

1. Изучить под микроскопом постоянный препарат эпидермиса лука при малом и большом увеличении.
2. Приготовить временный препарат листа элодеи. Рассмотреть строение листа при малом и большом увеличении. Найти прозенхимные и паренхимные клетки.
3. Исследовать под микроскопом содержимое клетки элодеи или валиснерии. Найти хлоропласты.
4. Пользуясь учебной литературой, изучить строение растительной клетки. Сделать рисунок, обозначив все её части.

Порядок работы

1. Рассмотреть при малом и большом увеличении постоянный препарат эпидермиса лука. Изучить строение клетки. Сделать рисунок. Обозначить ядро, клеточную стенку и цитоплазму (рис. 2.2).

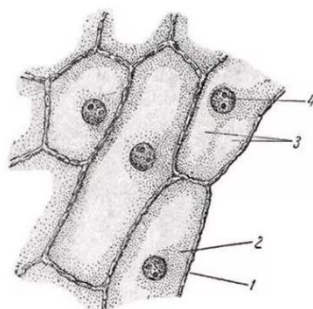


Рис. 2.2. Эпидермис сочной чешуи луковицы лука:
1 – клеточная стенка; 2 – цитоплазма; 3 – вакуоли; 4 – ядро

2. Приготовить временный препарат листа элодеи или валиснерии. Рассмотреть строение листа под микроскопом сначала при малом, а затем при большом увеличении. Обратит внимание на компоненты клетки, видимые в микроскоп. Рассмотреть хлоропласты. При малом увеличении наблюдать за движением цитоплазмы. Зарисовать 4-5 клеток листа, в каждой клетке нарисовать видимые в микроскоп компоненты клетки, сделать обозначения. Стрелочками показать

направления движения цитоплазмы (рис. 2.3).

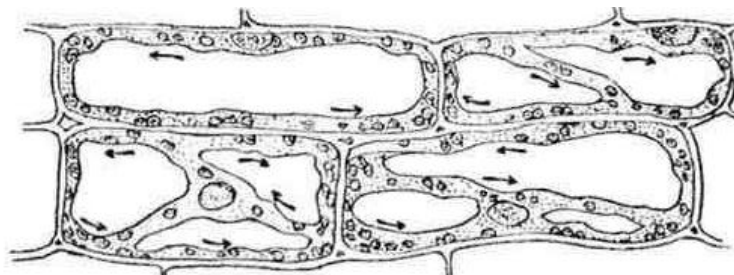


Рис. 2.3. Строение листа элодеи (валиснерии)

Вопросы для самоконтроля

1. Какие клетки называются паренхимными, а какие прозенхимными?
2. В чем отличие между растительной и животной клетками?
3. Какие компоненты клетки можно рассмотреть в оптический микроскоп?
4. Какие компоненты клетки относятся к протопласту, а какие к производным протопласта?
5. Каково строение и значение биологических мембран?
6. Каково строение и функции хлоропластов?

Работа 3. Хромопласты в клетках мякоти зрелых плодов

Цель работы: изучить форму хромопластов в клетках зрелых плодов.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, зрелые плоды рябины, шиповника, боярышника, ландыша.

Хромопласты – пластиды оранжевого, красного и желтого цвета, который обусловлен пигментами, относящимися к группе каротиноидов. Хромопласты встречаются в клетках лепестков многих растений (ноготки, лютик, одуванчик), зрелых плодов (томат, шиповник, рябина, тыква, арбуз), редко – корнеплодов (морковь), а также в осенних листьях.

Внутренняя мембранная система в хромопластах, как правило, отсутствует.

В некоторых случаях (корнеплоды моркови, плоды арбуза) каротиноиды откладываются в виде кристаллов различной формы. Кристалл растягивает мембраны хромопласта, и он принимает его форму: зубчатую, игловидную, серповидную, пластинчатую, треугольную, ромбовидную и др.

Значение хромопластов до конца еще не выяснено. Большинство из них представляют собой стареющие пластиды. Они, как правило, развиваются из хлоропластов, при этом в пластидах разрушаются хлорофилл и внутренняя мембранная структура, и накапливаются каротиноиды. Это происходит при созревании плодов и пожелтении листьев осенью. Косвенное биологическое значение хромопластов состоит в том, что они обуславливают яркую окраску цветков и плодов, привлекающую насекомых для перекрестного опыления и других животных для распространения плодов. В хромопласты могут превращаться и лейкопласты.

Задания

1. Изготовить препараты клеток мякоти плодов двух-трех растений.
2. Исследовать содержимое клеток при большом увеличении и рассмотреть форму хромопластов.
3. Зарисовать одну-две клетки мякоти плодов каждого вида растений и сделать обозначения.

Порядок работы

1. Острием препаровальной иглы надорвать кожицу зрелого плода и достать немного мякоти. Перенести препарат на предметное стекло в каплю воды, разрыхлить и накрыть покровным стеклом.
2. Рассмотреть препарат сначала при малом, а затем при большом увеличении. Найти хромопласты. Обратит внимание на их форму и размеры (рис. 3.1).

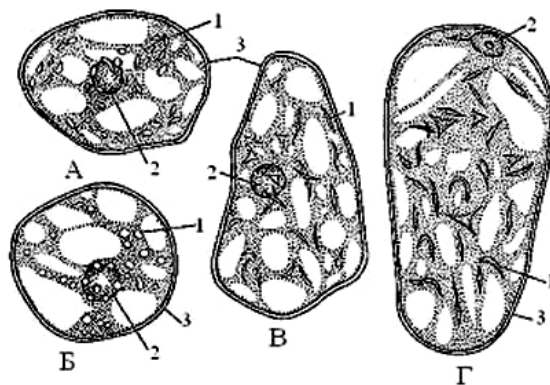


Рис. 3.1. Клетки мякоти зрелых плодов:
А – шиповника; Б – ландыша; В – рябины; Г – боярышника;
1 – хромопласты, 2 – ядро, 3 – клеточная стенка

Вопросы для самоконтроля

1. В клетках каких органов растений чаще всего можно найти хромопласты?
2. В чем заключается различие в строении хромопластов от хлоропластов?
3. Какие пигменты содержат хромопласты?
4. Из каких пластид развиваются хромопласты?
5. Какое значение имеют хромопласты?

Работа 4. Включения растительной клетки. Запасной крахмал

Цель работы: изучить форму и строение крахмальных зерен картофеля.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, предметные и покровные стекла, скальпель, раствор йода в йодиде калия (реактив Люголя), картофель.

Образование включений вызвано избыточным накоплением некоторых продуктов обмена веществ в определенных участках клетки – в вакуоли, гиалоплазме, различных органеллах, реже в клеточной стенке. Эти вещества часто выпадают в осадок в аморфном виде или в форме кристаллов – включений. Включения имеют определенную форму и хорошо видны в световой микроскоп. Включения представляют собой либо запасные вещества (временно выведенные из обмена веществ соединения), либо конечные продукты обмена. К первой категории включений относятся крахмальные зерна, липидные капли и отложения белков; ко второй – кристаллы некоторых веществ.

Крахмальные зерна – наиболее распространенные включения растительных клеток. Полисахарид крахмал – основной тип запасных питательных веществ растений. Пшеничная мука состоит из зерен крахмала почти на 75%, в клубнях картофеля крахмал составляет 20-30%.

Крахмальные зерна образуются в строме пластид. В хлоропластах на свету откладываются зерна ассимиляционного (первичного) крахмала, образующиеся при избытке сахаров – продуктов фотосинтеза. Образование осмотически неактивного крахмала предотвращает повышение осмотического давления в хлоропласте. Ночью, когда фотосинтез не происходит, ассимиляционный крахмал с помощью ферментов гидролизуется до сахаров и транспортируется в другие части растения. Запасной (вторичный) крахмал откладывается в амилопластах клеток различных органов растений (корнях, подземных побегах, семенах) из сахаров, притекающих из фотосинтезирующих клеток (рис. 4.1). При необходимости запасной крахмал также превращается в сахара.

Образование крахмальных зерен начинается в определенных точках стромы пластиды, называемых образовательными центрами. Рост зерна происходит путем последовательного отложения слоев крахмала вокруг образовательного центра. Расположение слоев может быть концентрическим (пшеница) или эксцентрическим (картофель).

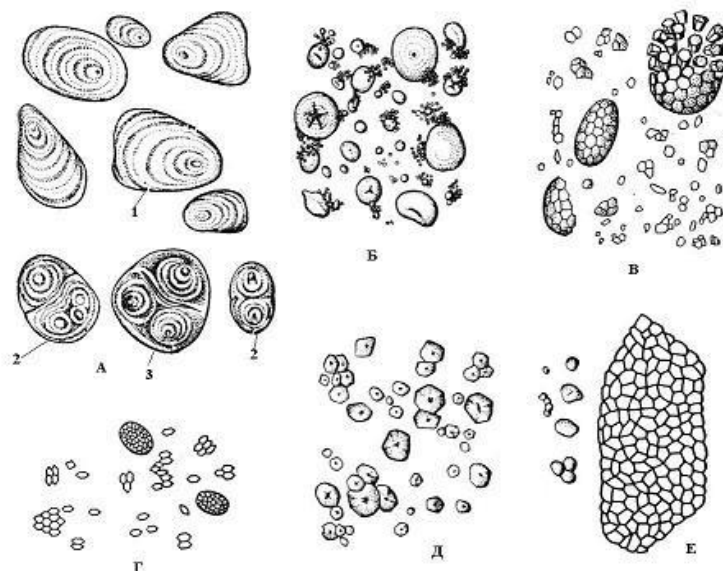


Рис. 4.1. Крахмальные зерна различных видов растений:

А – картофель; Б – пшеница; В – овес; Г – рис; Д – кукуруза; Е – гречиха;
1 – простое зерно; 2 – сложное зерно; 3 – полусложное зерно

Если в амилопласте имеется один образовательный центр, вокруг которого откладываются слои крахмала, то возникает простое зерно, если два и более – то образуется сложное зерно, состоящее как бы из нескольких простых. Полусложное зерно образуется в том случае, если крахмал сначала откладывается вокруг нескольких точек, а затем, после соприкосновения простых зерен, вокруг них возникают общие слои.

Форма, размер, количество в амилопласте и строение (положение образовательного центра, слоистость, наличие или отсутствие трещин) крахмальных зерен часто специфичны для вида растения. Обычно крахмальные зерна имеют сферическую, яйцевидную или линзовидную форму, однако у картофеля она неправильная. Наиболее крупные зерна (до 100 мкм) характерны для клеток клубней картофеля, в зерновке пшеницы они двух размеров – мелкие (2-9 мкм) и более крупные (30-45 мкм). Для клеток зерновки кукурузы характерны мелкие зерна (5-30 мкм). Сложные крахмальные зерна у риса, овса, гречихи.

Реактивом на крахмал является раствор йода в растворе йодида калия – реактив Люголя. Он окрашивает крахмальные зерна в сине-фиолетовый цвет.

Отложения крахмала широко распространены во всех органах растения, но особенно богаты им семена, подземные побеги (клубни, луковицы, корневища), паренхима проводящих тканей корней и стеблей древесных растений.

Задания

1. Изготовить препарат крахмальных зерен картофеля. Провести реакцию на крахмал раствором йода и йодиде калия (реактив Люголя).
2. Изучить крахмальные зерна картофеля при большом увеличении.
3. Пользуясь учебной литературой изучить и зарисовать крахмальные зерна картофеля, пшеницы, овса, риса, кукурузы, гречихи.

Порядок работы

1. Отрезать небольшой кусочек клубня и провести им в капле воды на предметном стекле. Раствор помутнеет, так как из разрушенных клеток в воду попадают крахмальные зерна. Препарат накрыть покровным стеклом и рассмотреть сначала при малом, а затем при большом увеличении.
2. Внимательно рассмотреть форму и строение крахмальных зерен.
3. Качественной реакцией на обнаружение крахмала является слабый раствор йода в йодиде калия (реактив Люголя). Капнуть реактив под покровное стекло и наблюдать, как меняется окраска крахмальных зерен от слабо – синего до темно-синего и черного.
4. Среди разнообразия крахмальных зерен выбрать простые, сложные и полусложные крахмальные зерна.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличаются ассимиляционный и запасной крахмал?
2. Как, и в какой части клетки образуются крахмальные зерна?
3. Каковы отличия между простым, полусложным и сложным крахмальными зернами?
4. Чем обусловлена слоистость крахмальных зерен?
5. Зависит ли форма крахмальных зерен от вида растений?

Работа 5. Алейроновые зерна в клетках эндосперма зерновки пшеницы и семядолей фасоли

Цель работы: изучить форму и строение алейроновых и крахмальных зерен.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, постоянные препараты поперечного среза зерновки пшеницы и семени фасоли.

Белковые включения в виде разнообразных аморфных или кристаллических отложений образуются в различных органеллах клетки. Запасные белки в наибольшем количестве откладываются в запасающей ткани сухих семян в виде алейроновых зерен, или белковых телец. Запасные белки относятся к категории простых белков – протеинов, в отличие от сложных конституционных белков – протеидов, составляющих основу протопласта.

Алейроновые зерна обычно имеют сферическую форму и различный размер (0,2-20 мкм). Они окружены мембраной и содержат аморфный белковый матрикс, в который погружены кристаллические включения – один (реже, 2-3) белковый кристалл ромбоэдрической формы и округлые глобиды (от одного до многих). Глобиды состоят из фитина и являются местом хранения запасного фосфора. Алейроновые зерна, содержащие кристаллы, называют сложными. Они характерны для запасающих клеток семян масличных растений (лен, подсолнечник, тыква, горчица, клещевина и др.). Реже встречаются простые алейроновые зерна, не содержащие кристаллов, а только аморфный белок (бобовые, рис, кукуруза) (рис. 5.1, 5.2).

Запасные белки во время развития семян откладываются в вакуоли. При созревании семян, сопровождающемся их обезвоживанием, белковые вакуоли высыхают, белок и фитин выпадают из раствора в осадок и могут кристаллизоваться. При прорастании семян алейроновые зерна поглощают воду, набухают и постепенно превращаются в типичные вакуоли. Белки и вещества глобидов расходуются на рост и развитие проростка.

Белковые включения можно окрасить слабым раствором йода в йодиде калия (реактив Люголя) в золотисто-желтый цвет.

Задания

1. Рассмотреть в микроскоп препарат поперечного среза зерновки пшеницы и семядолей фасоли.
2. Провести анализ строения семян однодольных и двудольных растений.
3. Зарисовать общий вид изученных семян и их внутреннее строение, сделать обозначения.

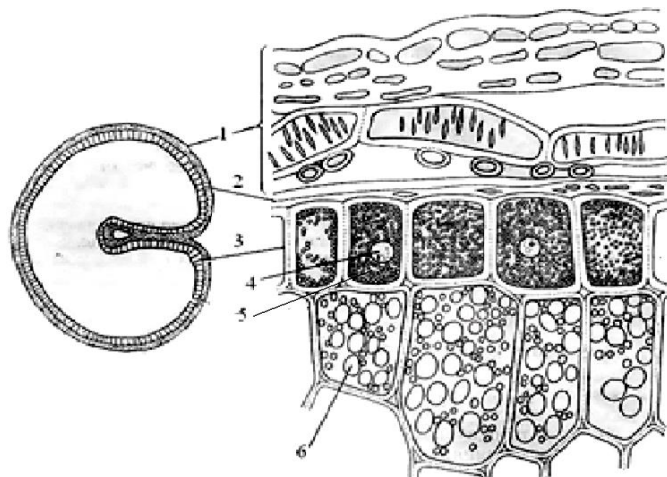


Рис. 5.1. Зерновка пшеницы на поперечном срезе:

- 1 – околоплодник; 2 – спермодерма; 3 – алейроновый слой; 4 – ядро;
5 – алейроновые зерна; 6 – клетки эндосперма с крахмальными зернами;
7 – крахмальные зерна

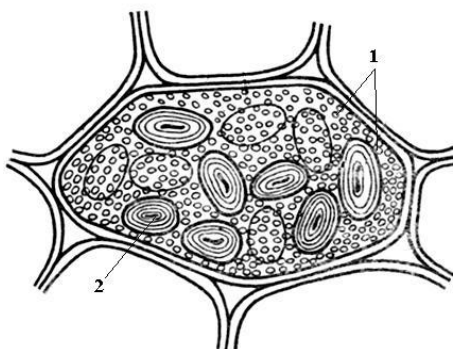


Рис. 5.2. Простые алейроновые и крахмальные зерна в клетке семядоли семени фасоли:

- 1 – простые алейроновые зерна; 2 – крахмальное зерно

Порядок работы

Для изучения алейроновых зерен используются готовые постоянные препараты зерновки пшеницы и семядолей фасоли.

1. Рассмотреть под микроскопом постоянный препарат поперечного среза зерновки пшеницы сначала при малом увеличении. Обратит внимание на золотистую полоску алейронового слоя, расположенного сразу же под спермодермой и околоплодником.

2. Затем при большом увеличении найти плотно сомкнутые клетки кубической формы алейронового слоя, заполненные мелкими алейроновыми зернами.

3. Рассмотреть: околоплодник, спермодерма, алейроновый слой, ядро, алейроновые зерна, клетки эндосперма с крахмальными зернами, крахмальные зерна.

4. Рассмотреть под микроскопом постоянный препарат поперечного среза семядоли фасоли при малом и большом увеличении. Найти алейроновые зерна.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличаются запасные и конституционные белки?
2. Как, и в каких частях клетки образуются алейроновые зерна?
3. В каких органах растения накапливается запасной белок?
4. Чем отличаются простые и сложные алейроновые зерна?
5. Перечислите культуры с высоким содержанием белка.

Работа 6. Деление клетки

Цель работы: изучить типы деления клеток – митоз и мейоз.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, постоянный препарат кончика корня лука, демонстрационные таблицы.

Митоз – это универсальная форма деления ядра, сходная у растений и животных. В нем различают четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Период между двумя митотическими делениями называется интерфаза. В интерфазу удваивается ДНК, т.е. происходит ее репликация. Процесс удвоения идет по принципу комплементарности и в результате в каждой хромосоме содержится по две молекулы ДНК (две хроматиды – дочерние хромосомы), соединенных перетяжкой (центромерой). Кроме того, накапливается энергия в виде молекул АТФ, увеличивается количество РНК, синтезируются белки.

Профаза: в ядре происходит спирализация ДНК и хромосомы становятся видны в световой микроскоп. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Ядрышки исчезают. Центриоли расходятся к полюсам клетки и из белковых нитей – микротрубочек начинает образовываться веретено деления. Ядерная оболочка разрушается.

Метафаза: хромосомы располагаются по экватору, и к их центромерам прикрепляются нити веретена деления.

Анафаза: центромеры делятся, нити веретена деления сокращаются, хроматиды расходятся к полюсам клетки, т.е. наследственный материал распределяется равномерно.

Телофаза: дочерние хромосомы деспирализуются (раскручиваются). Формируются ядерные оболочки и ядрышки. Нити веретена деления распадаются.

В телофазе происходит деление цитоплазмы – цитокинез. Сначала между двумя дочерними ядрами появляются многочисленные волокна, совокупность этих волокон имеет форму цилиндра и называется фрагмопласт. В центре фрагмопласта скапливаются пузырьки Гольджи, содержащие пектиновые вещества. Они сливаются друг с другом и дают начало клеточной пластинке, а ограничивающая их мембрана становится частью плазмалеммы.

Митотический цикл – это период существования клетки от одного деления до следующего. Он состоит из интерфазы и митоза. Продолжительность митоза колеблется от 1 до 24 часов. В результате митоза и последующей интерфазы клетки получают одинаковую наследственную информацию и содержат идентичные по числу, размеру и форме с материнскими клетками хромосомы.

Митоз характерен для соматических клеток. Он лежит в основе роста и бесполого размножения растений. Определяет генетическую стабильность, так как дочерние клетки являются точной копией родительской клетки (рис. 6.1).

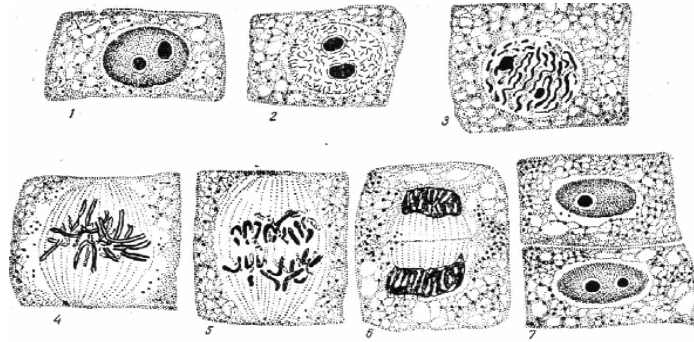


Рис. 6.1. Схема митоза и цитокинеза клетки:
 1 – интерфаза; 2, 3 – профаза; 4 – метафаза; 5 – анафаза;
 6 – телофаза и образование клеточной пластинки;
 7 – две дочерние клетки в интерфазе

Мейоз – редукционное деление клеток, которое приводит к образованию гамет. При мейозе происходит редукция (уменьшение) числа хромосом: из исходной клетки с диплоидным набором хромосом ($2n$) возникает четыре гаплоидные клетки с одинарным набором (n) хромосом.

Мейозу, так же как и митозу, предшествует фаза подготовки – интерфаза. В эту интерфазу происходит репликация (удвоение) ДНК, синтез белков, РНК, АТФ.

Мейоз включает два следующих друг за другом деления, каждое из которых проходит в четыре фазы (рис. 6.2).

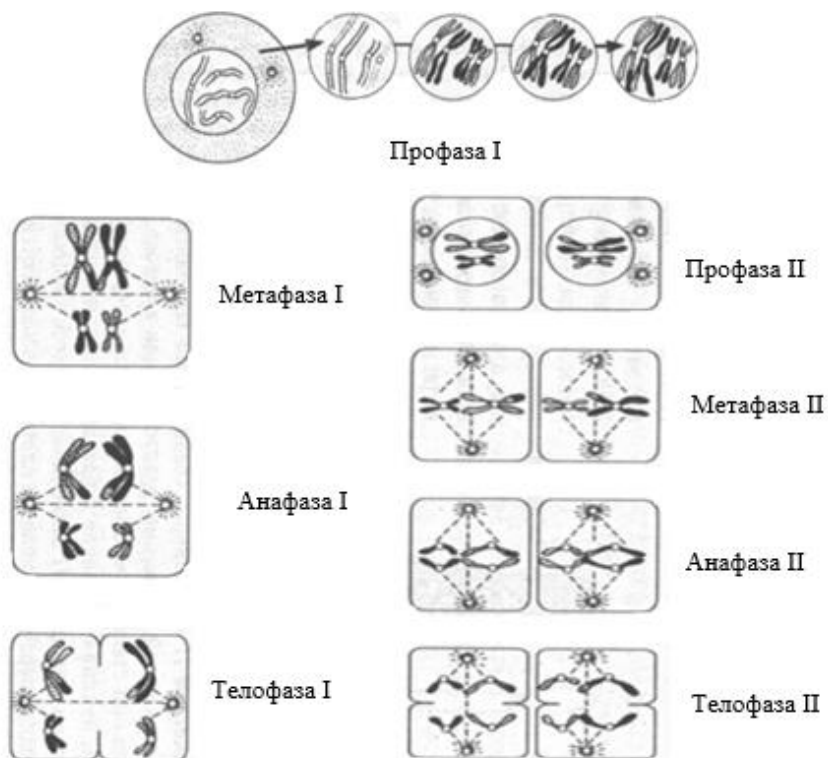


Рис. 6.2. Основные стадии мейоза

Первое деление мейоза.

Профаза I: в ядре происходит спирализация ДНК и хромосомы становятся видны в световой микроскоп. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Ядрышки исчезают. Центриоли расходятся к полюсам клетки и из белковых нитей – микротрубочек начинает образовываться веретено деления. Гомологичные хромосомы объединяются попарно (конъюгация), образуя биваленты. В бивалентах может происходить обмен идентичными участками. Этот процесс называется кроссинговер. Он приводит к появлению нового сочетания генов. Ядерная оболочка разрушается.

Метафаза I: гомологичные хромосомы в бивалентах располагаются по экватору и к их центромерам прикрепляются нити веретена деления.

Анафаза I: нити веретена деления сокращаются и из каждой пары гомологичных хромосом к полюсам клетки направляются по одной хромосоме, т.е. происходит редукция (уменьшение) числа хромосом в два раза.

Телофаза I: дочерние хромосомы деспирализуются (раскручиваются). Формируются ядерные оболочки и ядрышки. Нити веретена деления распадаются. Образуется оболочка клетки, которая разделяет цитоплазму на две дочерние клетки.

Далее наступает короткая интерфаза. В течение ее репликации ДНК не происходит, а лишь синтезируются белки, АТФ, РНК.

Второе деление мейоза следует за интерфазой и проходит как митоз включая фазы: профазы II, метафазы II, анафазы II, телофазы II.

Значение мейоза состоит не только в обеспечении постоянства числа хромосом у организмов из поколения в поколение при половом размножении. Благодаря случайному распределению гомологичных хромосом и обмену их отдельными участками, образующиеся в мейозе половые клетки содержат разнообразнейшие сочетания хромосом. Это обеспечивает разнообразие хромосомных наборов, повышает изменчивость признаков у последующих поколений и, таким образом, дает материал для эволюции организмов.

Задания

1. На постоянном препарате кончика корня лука найти при большом увеличении клетки отражающие все фазы митоза.
2. Пользуясь литературными источниками изучить митоз и мейоз. Проанализировать принципиальные отличия.
3. Зарисовать и обозначить все фазы митотического и мейотического циклов.

Порядок работы

1. Рассмотреть под микроскопом при малом и большом увеличении постоянный препарат кончика корня лука.
2. Найти и изучить клетки, находящиеся в разных фазах митоза.
3. Зарисовать стадии мейоза.

Вопросы для самоконтроля

1. В какой период митотического цикла генетический материал клетки удваивается?
2. В какой фазе митоза заканчивается формирование митотического аппарата?
3. В какой фазе митоза происходит деление центромер?
4. В какой фазе митоза хроматиды расходятся к полюсам клетки?
5. В какой фазе митоза заканчивается деспирализация сестринских хроматид?
6. В какой фазе митоза начинается разделение цитоплазмы и ее органоидов в дочерние клетки?
7. В какой фазе митоза начинается синтез срединной пластинки?
8. Назовите значение митоза.
9. В какой стадии мейоза происходит конъюгация хромосом?
10. Что такое кроссинговер?
11. Когда образуются биваленты?
12. Чем отличается анафаза I от анафазы II?
13. В какой фазе мейоза к полюсам расходятся хромосомы?
14. В какой стадии мейоза к полюсам расходятся хроматиды?
15. Какой набор хромосом имеют гаметы?
16. Назовите значение мейоза.
17. В чем заключается различия деления клетки митозом и мейозом?

Работа 7. Образовательные ткани. Первичная меристема

Цель работы: изучить особенности строения клеток образовательных тканей и их локализацию в разных органах растений.

Материалы и оборудование: постоянный микропрепарат продольного среза верхушечной почки побега элодеи (*Elodea canadensis*).

Меристема обуславливает рост органов растения в длину и толщину в связи с делением клеток и их дифференциацией. Различают первичную и вторичную меристемы. Первичная меристема возникает в самом начале развития нового организма из оплодотворенной яйцеклетки, которая путем деления образует зародыш. В проростке она присутствует в виде конуса нарастания стебля и корня.

В основании конуса нарастания в первичной меристеме закладывается прокамбий. При этом клетки меристемы делятся преимущественно продольными перегородками, удлинняются путем скользящего роста, концы их заостряются. Так возникает прокамбиальный тяж, состоящий из прозенхимных меристематических клеток, из которых впоследствии дифференцируются проводящие и механические ткани или вторичная меристема – камбий. Вторичной называют меристему, возникшую из какой-либо уже дифференцированной ткани.

Ткани, которые образуются из первичной меристемы, называют первичными, а из вторичной меристемы – вторичными.

Задания

1. Ознакомиться с общими чертами микроскопического строения верхушки стебля и отличительными признаками меристемы конуса нарастания, рассмотрев постоянный микропрепарат продольного среза верхушечной почки элодеи.
2. Сделать в тетради обозначения строения верхушечной почки элодеи.

Порядок работы

1. Рассматривают первичную меристему верхушки стебля водяного растения элодеи. Для этого лучше всего воспользоваться постоянным препаратом, окрашенным гематоксилином.
2. Находят при малом увеличении в центральной части продольного разреза почки удлинённый конус нарастания с верхушкой округлой формы (рис. 7.1). Над конусом нарастания виден как бы свод, образованный листьями, идущими от основания почки.

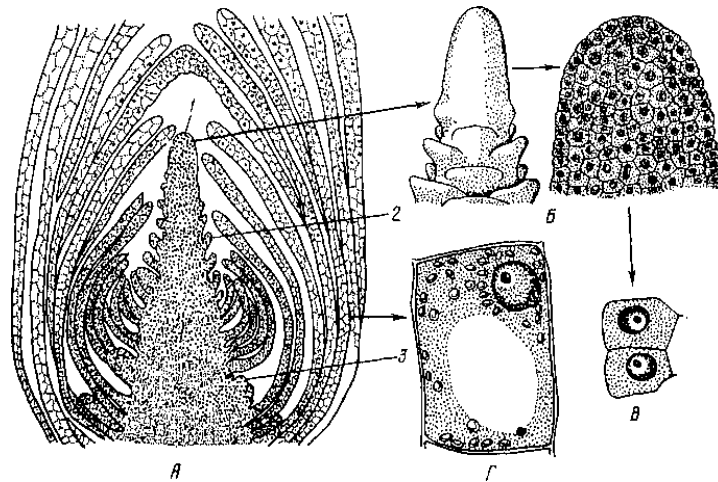


Рис. 7.1. Верхушечная почка побега элодеи (*Etodea canadensis*):

А – продольный разрез; Б – конус нарастания (внешний вид и разрез);
В – клетки первичной меристемы; Г – клетка из сформировавшегося листа;
1 – конус нарастания; 2 – зачаток листа; 3 – бугорок пазушной почки

3. Прослеживают возникновение и рост этих листьев, постепенно передвигая препарат. Так, на некотором расстоянии от конуса нарастания на поверхности стебля появляются бугорки – это самые молодые зачатки листьев. Чем ниже по стеблю, тем бугорки больше, постепенно они вытягиваются, приобретают форму листьев (примордии). Над основанием (в пазухе) более крупных листьев имеется еще по одному бугорку, из которых в дальнейшем образуются пазушные почки, они дадут начало боковым ветвям.

4. Обозначают в тетради конус нарастания, листовые бугорки и бугорки пазушных почек.

5. Рассматривают конус нарастания при большом увеличении. Отмечают, что он образован паренхимными клетками. В центре клетки находится крупное темноокрашенное ядро. Границы клеток различаются с трудом, так как стенки их тонкие и прозрачные, а густая цитоплазма окрашена довольно интенсивно.

Если переместить препарат и рассмотреть клетки, расположенные ниже, можно заметить, что по мере удаления от конуса нарастания содержимое клеток становится светлее, в цитоплазме появляются вакуоли, а размеры самих клеток увеличиваются. Стенки клеток теперь видны четко. Величина ядер почти не изменяется, поэтому ядро занимает относительно меньшую часть разросшейся клетки. Такое превращение меристемы в специализированную ткань особенно хорошо выражено в крупных листьях, прикрывающих конус нарастания.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы характерные признаки меристематической ткани?
2. Какой тип деления характерен для клеток меристематической ткани?
3. В чем отличие первичной меристемы от вторичной?
4. Как классифицируют меристемы по расположению?
5. Деятельность какой меристемы обуславливает нарастание органа в длину и какой – в толщину?
6. Функционирование какой меристемы обуславливает приподнимание полегших стеблей мятликовых?
7. За счет чего идет зарастание ран на органах растения?
8. Какие различия в структуре между клеткой меристемы и дифференцированной клеткой листа?

Работа 8. Покровные ткани. Первичный, вторичный и третичный покровные комплексы

Цель работы: изучить строение и отличительные признаки различных видов покровных тканей; научиться находить их на препаратах.

Материалы и оборудование: постоянные препараты эпидермы листа, одно- или двухлетняя ветвь бузины (*Sambucus racemosa*); корки березы (*Betula verrucosa*), сосны (*Pinus sylvestris*).

Покровные ткани предохраняют органы растения от высыхания, а также от воздействия высоких и низких температур, механических повреждений и других неблагоприятных факторов внешней среды. Классифицируют их по происхождению.

Первичная покровная ткань – эпидерма – образуется из верхнего слоя клеток апикальной первичной меристемы стебля – протодермы. У большинства растений она состоит из одного слоя плотно сомкнутых клеток. Стенка клетки, граничащая с внешней средой, более толстая, чем остальные. Клетки эпидермы выделяют на ее поверхность слои кутина и воска (кутикула). Хлоропластов в этих клетках мало, и они фотосинтетически неактивны. В эпидерме есть особые образования – устьичные аппараты, выполняющие функции газообмена и транспирации. Молодая часть стебля многолетнего растения покрыта эпидермой. Однако вследствие утолщения стебля клетки ее разрываются и отмирают. На смену эпидерме приходит вторичная покровная ткань – пробка (феллема). Ее образование связано с деятельностью вторичной меристемы – пробкового камбия (феллогена), который возникает из субэпидермальных или глубже лежащих клеток, иногда из клеток самой эпидермы. Клетки пробкового камбия делятся тангенциальными перегородками и дифференцируются в центробежном направлении в пробку, а в центростремительном – в слой живых хлорофиллоносных клеток (феллодерму).

Комплекс, состоящий из трех тканей: феллогена, феллемы и феллодермы, называют перидермой. Защитную функцию выполняет только пробка. Она состоит из правильных радиальных рядов плотно сомкнутых клеток, на стенках которых откладывается суберин. В результате опробковения стенок содержимое клеток отмирает. Для транспирации и газообмена в пробке есть особые образования – чечевички. Они резко отличаются от пробки по структуре. Чечевичка заполнена округлыми клетками, между которыми имеются большие межклетники (выполняющая ткань). Она образуется еще до появления сплошного слоя пробкового камбия в результате деления паренхимных клеток, лежащих под устьичным аппаратом.

Утолщение стебля многолетних растений происходит из года в год. Под напором разрастающегося в толщину стебля перидерма через два-три года разрывается, а в более глубоких слоях коры закладываются новые участки пробкового камбия. Они дают начало новым слоям пробки. Вследствие образования внутренних перидерм

наружные ткани изолируются от центральной части стебля, отмирают и деформируются. Таким образом на поверхности стебля образуется комплекс мертвых тканей, состоящий из нескольких слоев пробки и отмерших участков коры. Это и будет корка.

Задания

1. Рассмотреть постоянный препарат эпидермы листа герани и ознакомиться с характерными особенностями этой ткани.
2. Изучить детали строения замыкающих клеток устьичного аппарата, рассмотрев временный препарат эпидермиса листа ириса.
3. Рассмотреть невооруженным глазом или при помощи микроскопа пробку и чечевички ветвей бузины.
4. Сделать обозначения в тетради.

Порядок работы

1. *Эпидерма листа ириса.* С поверхности листа ириса снимают кусочек эпидермы, захватив ее пинцетом у края надреза, кладут неповрежденной поверхностью вверх в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом.

На самом тонком месте препарата, где клетки лежат в один слой, при малом увеличении видны длинные клетки эпидермы, между которыми как бы вставлены пары полукруглых маленьких клеток. Это замыкающие клетки устьичного аппарата. При большом увеличении изучают клетки эпидермы. Они имеют толстые стенки с простыми порами, крупные вакуоли, цитоплазму, в которой обычно можно заметить лейкопласты, и ядро. Рассматривают также полукруглые замыкающие клетки устьичного аппарата и щель между ними – устьице. Если материал собран не осенью, когда хлорофилл разрушается, то замыкающие клетки содержат зеленые пластиды. Вращая микрометрический винт, отмечают, что замыкающие клетки углублены по сравнению с рядом расположенными клетками эпидермы. Стенки замыкающих клеток со стороны эпидермы гораздо тоньше, чем со стороны щели (рис. 8.1).

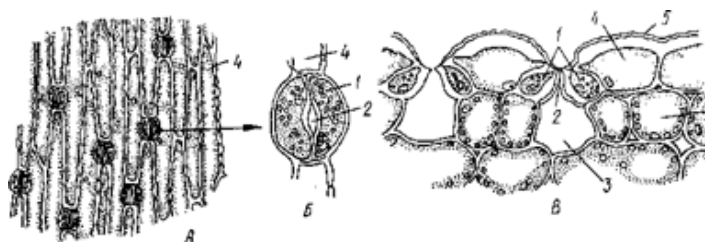


Рис. 8.1. Эпидерма листа ириса (*Iris germanica*) и герани:

- А – эпидерма герани вид с поверхности; Б – устьичный аппарат; В – эпидерма ириса поперечный разрез; 1 – замыкающие клетки, 2 – устьице, 3 – воздушная полость, 4 – клетки эпидермы, 5 – кутикула, 6 – клетки мезофилла

Более полную картину строения устьичного аппарата дает его поперечный разрез. На постоянном препарате поперечного среза листа ириса находят устьичный аппарат на эпидерме нижней части листа и рассматривают его при большом увеличении. Среди относительно крупных клеток эпидермы расположены углубления с двумя маленькими яйцевидными замыкающими клетками, направленными острыми концами друг к другу. Между ними есть щель, а под ними всегда находится крупная воздушная полость. На срезе хорошо видно, что наружная и внутренняя стенки замыкающих клеток, образующие в направлении щели острый угол, сильно утолщены. Это утолщение постепенно уменьшается в направлении от щели. При увеличении тургора тонкая часть стенки растягивается, утолщенные же части растянуться не могут, вследствие этого угол между ними становится тупым, при этом замыкающие клетки в поперечном сечении делаются более округлыми и между ними возникает щель – устьице.

На препарате хорошо заметна кутикула в виде блестящей прозрачной полоски на наружной поверхности клеток эпидермы. На замыкающих клетках она образует острую складку, которая на поперечном разрезе кажется клювовидным выростом. Складки кутикулы на замыкающих клетках при закрывании щели соприкасаются. Обращают внимание на то, что наружная стенка клеток эпидермы гораздо толще боковых и внутренней.

После внимательного изучения препарата зарисовывают устьичный аппарат с прилегающими клетками эпидермы и мезофилла листа, обозначают: замыкающие клетки, устьице, воздушную полость, клетки эпидермы и мезофилла, кутикулу.

2. Перидерма бузины. Рассматривают постоянный препарат ветки бузины.

При малом увеличении на поверхности стебля обычно видны полуразрушенные плоские клетки эпидермы, за ними следуют правильные радиальные ряды клеток пробки. Протопласты их отмерли. Только во внутренних более мелких клетках кое-где заметны ядра, еще не успевшие разрушиться. Под пробкой лежит слой плоских тонкостенных клеток с густым содержимым. Это – вторичная меристема – пробковый камбий. С внутренней стороны от него находится слой феллодермы. Расположение ее клеток такое же, как и у лежащих над ней клеток пробкового камбия, из которых она дифференцировалась. Только по этому признаку и можно отличить клетки феллодермы от лежащей глубже основной ткани коры. Три рассмотренных слоя (пробка, пробковый камбий и феллодерма), составляющих перидерму, изучают при большом увеличении.

Чечевичку рассматривают при малом увеличении. Она имеет двояковыпуклое очертание (отсюда ее название). Большая часть чечевички заполнена рыхло сложенными, более или менее округлившимися клетками, которые чередуются с более плотными их слоями (рис. 8.2). В наружной части этой ткани есть трещины. Пробковый камбий под чечевичкой усиленно делится. Это определяют по тому, что несколько слоев, им отложенных, не успели еще дифференцироваться в постоянную ткань и на вид не отличимы от камбия. Слои пробки легко узнать по характерному

расположению клеток правильными радиальными столбиками. Между слоями пробки лежат потемневшие участки отмерших тканей, главным образом основной паренхимы. В более глубоких слоях корки встречаются участки механической и проводящей тканей. Таким образом, корка, покрывающая старый ствол дерева, представляет собой комплекс тканей. Наружные слои ее постепенно разрушаются и сбрасываются.

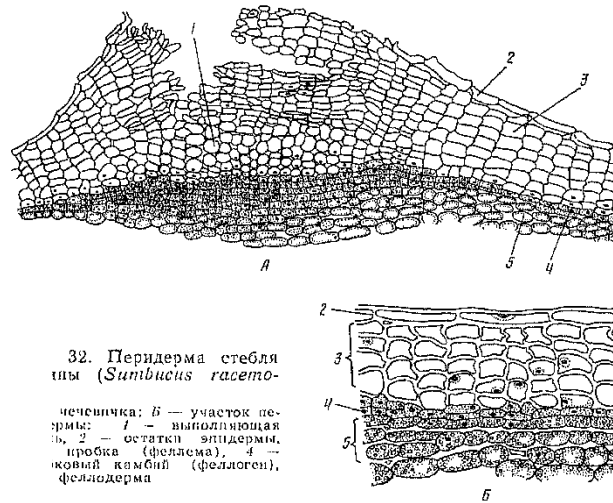


Рис. 8.2. Перидерма стебля бузины (*Sambucus racemosa*):
А – чечевичка; Б – участок перидермы; 1 – выполняющая ткань;
2 – остатки эпидермы; 3 – пробка (феллема);
4 – пробковый камбий (феллоген); 5 – феллодерма

3. *Строение корки дуба* можно рассмотреть на препарате тонкого поперечного среза при малом увеличении (рис. 8.3).

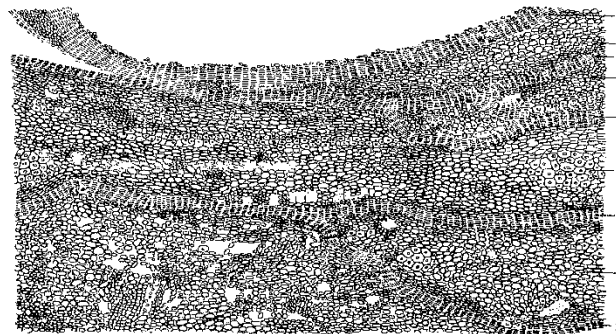


Рис. 8.3. Корка дуба (*Quercus robur*):
1 – слои пробки; 2 – слои отмерших тканей коры

Вопросы для самоконтроля

1. Почему эпидерму называют первичной покровной тканью?
2. Одинаковой ли толщины стенки имеют клетки эпидермы?
3. Почему между клетками эпидермы нет межклетников?
4. Из скольких слоев клеток состоит эпидерма?
5. Какие органы растения покрыты эпидермой?
6. Из каких компонентов состоит устьичный аппарат? 7. В чем особенность структуры замыкающих клеток? 8. Как функционирует устьичный аппарат?
9. Почему у деревьев и кустарников эпидерма стебля с возрастом заменяется пробкой?
10. В чем отличие в строении клеток пробки и эпидермы?
11. Почему пробку называют вторичной покровной тканью?
12. Благодаря каким особенностям строения пробка выполняет защитную функцию?
13. Частью какого комплекса является пробка? Как через пробку происходят газообмен и транспирация?
14. По каким признакам можно найти феллодерму среди паренхимных клеток коры стебля? Почему па смену пробки приходит корка?
15. Из каких элементов состоит корка?
16. Какие органы растений или их части покрыты перидермой, а какие – коркой?

Работа 9. Основные ткани

Цель работы: изучить строение и отличительные признаки различных видов покровных тканей; научиться находить их на препаратах.

Материалы и оборудование: свежий клубень картофеля (*Solanum tuberosum*), постоянный микропрепарат поперечного среза стебля рдеста (*Potamogeton natans*) или фиксированные черешок листа кувшинки (*Nymphaea alba*) и стебель ситника (*Juncus effusus*); раствор йода в йодиде калия.

Основные ткани составляют большую часть различных органов растения. Их называют также мякотью, основной паренхимой или просто паренхимой. Основная ткань состоит из живых паренхимных, более или менее округлых клеток с тонкими целлюлозными стенками. Между ними есть межклетники. В клетках обычно заметны вакуоли. Основная паренхима может выполнять какую-либо особую функцию, например, в листе она является ассимилирующей, в молодых корнях – поглощающей, в органах водяных растений пронизана воздухоносными каналами и носит название аэренхимы. Особенно часто основная ткань служит для отложения запасных продуктов.

Поглощающая паренхима будет рассмотрена при изучении корня, ассимиляционная – при изучении листа.

Задания

1. Приготовить препарат среза клубня картофеля и ознакомиться с общими чертами строения запасящей паренхимы.
2. Рассмотреть аэренхиму на постоянном препарате поперечного среза стебля рдеста или на временном препарате поперечного среза черешка листа кувшинки или стебля ситника.
3. Зарисовать запасящую паренхиму картофеля и аэренхиму рдеста, сделать обозначения.

Порядок работы

1. *Запасящая паренхима клубня картофеля.* Сделав тонкий срез с кусочка клубня картофеля, промывают его водой. Затем помещают материал в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом. При малом увеличении видны крупные тонкостенные клетки округлой формы и межклетники (рис. 9.1). Клетки заполнены крахмальными зёрнами различного размера.

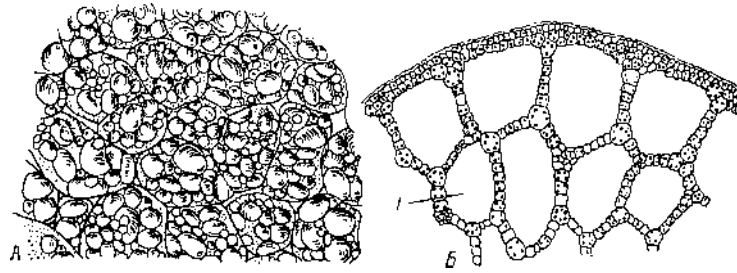


Рис. 9.1. Разновидности запасющих тканей:

А – запасаящая паренхима клубня картофеля *Solanum tuberosum*;
Б – аэренхима стебля рдеста *Potamogeton natans*;
1 – межклетник

При большом увеличении отмечают, что крахмальные зерна имеют эксцентрическую слоистость и окружены бесцветной цитоплазмой. Если под покровное стекло ввести каплю раствора йода в йодиде калия, то крахмальные зерна окрасятся и будут лучше видны. Зарисовывают несколько клеток и обозначают: крахмальные зерна и межклетники.

2. *Аэренхима рдеста.* Для изучения аэренхимы можно воспользоваться постоянным препаратом поперечного среза стебля рдеста или приготовить препарат поперечного среза черешка листа кувшинки. При малом увеличении на срезе стебля рдеста сразу под эпидермой видна необычного вида ткань с крупными полостями, отделенными друг от друга одним рядом относительно мелких клеток (рис 9.1). Ткань напоминает кружево. Межклетники, тянущиеся вдоль стебля, называют воздухоносными каналами. Они служат для накопления воздуха и его циркуляции по всему растению. Кроме рдеста или кувшинки, можно рассмотреть аэренхиму ситника, составляющую сердцевину стебля. Клетки ее имеют звездчатую форму.

Зарисовывают участок аэренхимы, обозначают воздухоносные ходы.

Вопросы для самоконтроля

1. Почему основные ткани получили такое название?
2. Каковы функции основных тканей?
3. Из каких клеток они состоят?
4. На каком принципе построена классификация основных тканей?
5. В каких органах растения встречаются различные типы этих тканей?

Работа 10. Механические ткани

Цель работы: изучить разновидности механических тканей знать места их локализации в растении.

Материалы и оборудование: свежие или фиксированные отрезки черешка листа свеклы (*Beta vulgaris*) и стебля герани (*Geranium pratense*), кусочки мякоти незрелого плода груши (*Pyrus communis*); хлор-цинк-йод, флороглюцин, соляная кислота.

Механические ткани придают растению прочность благодаря утолщениям их клеточных стенок и соответствующему распределению в органе растения. Различают следующие группы механических тканей: колленхиму, склеренхиму и склереиды.

Колленхима состоит из живых, обычно вытянутых паренхимных клеток с неравномерно утолщенными целлюлозными стенками. Если утолщения расположены в углах, колленхиму называют уголковой. Если утолщаются две противоположные стенки, а две другие остаются тонкими, возникает пластинчатая колленхима. Стенки колленхимы способны растягиваться, так как имеют тонкие участки, поэтому она представляет собой опорную ткань молодых растущих органов.

Склеренхима состоит из прозенхимных клеток с равномерно утолщенной стенкой. Молодые клетки живые. По мере старения содержимое их отмирает. По химическому составу стенки клетки различают два вида склеренхимы: лубяные волокна – с целлюлозной или слегка одревесневшей стенкой – и древесинные волокна (либриформ) – стенка у них всегда одревесневшая. Склеренхима широко распространена в вегетативных органах наземных растений.

Склереиды – это мертвые паренхимные клетки с равномерно толстыми одревесневшими стенками. Их встречают в плодах (каменистые клетки), листьях (опорные клетки) и других органах.

Задания

1. Приготовить препарат поперечного среза черешка листа свеклы и ознакомиться со строением уголковой колленхимы.
2. Изготовить препараты поперечного и продольного срезов стебля герани и рассмотреть клетки склеренхимы на поперечном и продольном разрезах.
3. Сделать препарат мякоти незрелого плода груши и изучить строение склереид.
4. Зарисовать по несколько клеток каждой ткани и сделать обозначения.

Порядок работы

1. Уголковая колленхима черешка листа свеклы. Готовят препарат поперечного среза черешка листа свеклы в капле воды.

При малом увеличении на нем можно различить выступающие ребра черешка, заполненные мелкоклеточной тканью, похожей на сетку из чередующихся белых и

темных пятен (рис. 10.1).

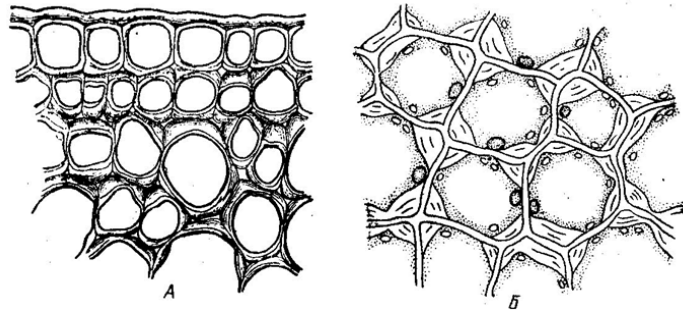


Рис. 10.1. Типы колленхимы на поперечных срезах:

А – пластинчатая осота шероховатого – *Sonchys asper*; Б – уголковая свеклы – *Beta vulgaris*

При большом увеличении хорошо заметны белые блестящие утолщения стенок, связанные между собой тонкими, часто еле заметными участками. Утолщения не только заполняют углы клетки, но вдаются в ее полость округлыми выступами, так что полость клетки в сечении по форме напоминает ромб или пяти-шестиугольник с вогнутыми сторонами. На препарате полость темная. Пользуясь микрометренным винтом, можно рассмотреть срединную пластинку внутри утолщений и таким образом зрительно восстановить первоначальную форму клеток с четырьмя-шестью углами. Если для среза взят свежий материал, то в клетках колленхимы видно живое содержимое с хлоропластами. На продольном разрезе клетки уголковой колленхимы имеют форму более или менее вытянутых прямоугольников с утолщенными углами. Если удалить воду и подействовать на срез хлор-цинк- йодом, то стенки клеток колленхимы примут фиолетовую окраску, так как они состоят из целлюлозы.

Зарисовывают несколько клеток колленхимы, обозначают: утолщенную стенку клетки, полость.

2. Древесинные волокна стебля герани. На поперечном срезе стебля герани при малом увеличении на некотором расстоянии от поверхности стебля видно желтоватое кольцо плотной ткани, к которому с внутренней стороны примыкают овальные проводящие пучки (рис. 10.2). Действуют на срез флороглюцином и соляной кислотой. Ткань принимает красную окраску, так как стенки древесинных волокон всегда содержат лигнин. При большом увеличении видны клетки, плотно прилегающие друг к другу и лишенные живого содержимого. Стенки их утолщены равномерно, кое-где они пронизаны поровыми каналами. При медленном движении микрометренного винта можно заметить слоистость стенок и тонкую темную полоску между стенками двух соседних клеток. Это срединная пластинка. Зарисовывают несколько древесинных волокон на поперечном разрезе и обозначают: срединную пластинку, утолщенную стенку, поровые каналы.

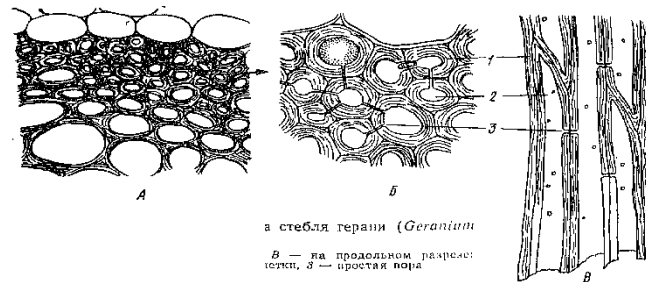


Рис. 10.2. Древесинные волокна стебля герани (*Geranium pretense*):

А, Б – на поперечном разрезе; В – на продольном разрезе;
1 – стенка клетки, 2 – полость клетки, 3 – простая пора

Разрезают кусочек стебля герани по диаметральной плоскости и делают тонкий продольный срез ближе к эпидерме. Действуют на него тем же реактивом. При малом увеличении находят слой древесинных волокон и рассматривают его, выбрав самое тонкое место, при большом увеличении. На продольном разрезе древесинные волокна очень длинные и часто не уместаются в поле зрения микроскопа. Концы клеток большей частью заострены благодаря наклонному положению поперечных стенок. Это прозенхимные клетки. В боковых стенках видны норовые каналы.

Зарисовывают несколько древесинных волокон на продольном разрезе и обозначают: срединную пластинку, утолщенную стенку, поровые каналы.

Лубяные волокна имеют такую же структуру, как и древесинные, однако стенки их состоят в основном из целлюлозы.

3. Склереиды (каменистые клетки) плода груши (рис. 10.3). Для того чтобы рассмотреть группу склереид в незрелом плоде груши, делают тонкий срез мякоти плода или берут иглой ее часть и разминают. Действуют на материал флороглюцином и соляной кислотой.

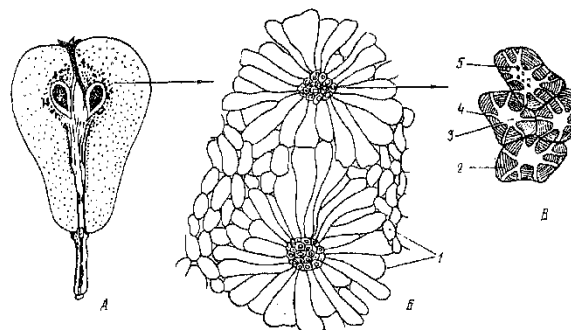


Рис. 10.3. Склереиды плода груши (*Pyrus communis*):

А – плод груши (продольный разрез); Б – группы склереид среди клеток мякоти плода; В – склереиды; 1 – паренхимные клетки мякоти; 2 – стенка клетки; 3 – полость клетки; 4 – простая пора на разрезе; 5 – простая пора в плане

При малом увеличении видно, что среди бесцветных паренхимных клеток разбросаны группы мелких клеток с красными от действия реактива стенками. Тонкостенные удлиненные клетки мякоти плода расходятся от них, как лучи. На самом прозрачном месте среза выбирают группу склереид из двух-пяти клеток и рассматривают ее при большом увеличении. В чрезвычайно толстой стенке клетки заметна слоистость, а также узкие, часто разветвленные поровые каналы. Если, пользуясь микрометренным винтом, рассмотреть наружную поверхность клетки, то поры имеют вид кружочков. Живого содержимого в полостях клеток не сохранилось.

Зарисовывают две-три склереиды, обозначают стенку клетки, ее полость и поры.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы характерные признаки клеток механической ткани?
2. В чем отличие по структуре клеток колленхимы от клеток склеренхимы?
3. Почему колленхима свойственна молодым органам растения?
4. В чем отличие лубяных волокон от древесинных волокон?
5. Каковы особенности структуры склереид?

Работа 11. Проводящие ткани

Цель работы: изучить строение и места локализации в растении проводящих тканей и научиться находить их на препаратах.

Материалы и оборудование: фиксированные отрезки стебля тыквы (*Cucurbita pepo*) и корневища папоротника-орляка (*Pteridium aquilinum*), фиксированные отрезки стеблей кукурузы (*Zea mays*), подсолнечника (*Helianthus annuus*) и тыквы (*Cucurbita pepo*), корневища ландыша (*Convallaria majalis*).

Проводящие ткани служат для транспорта веществ в растении. Они могут быть как первичного, так и вторичного происхождения. Проводящие ткани дифференцируются из прокамбия или камбия.

Различают три группы проводящих тканей: ситовидные трубки, сосуды и трахеиды.

Ситовидные трубки – это вертикальный ряд живых клеток (члеников), у которых поперечные стенки пронизаны перфорациями (ситовидные пластинки). Стенка членика ситовидной трубки целлюлозная, ядра в нем нет. Рядом с трубкой обычно расположены одна или несколько сопровождающих клеток (клеток-спутниц), имеющих ядро. Ситовидные трубки служат для транспорта раствора органических веществ.

Сосуды (трахеи) – это трубки, дифференцирующиеся из вертикального ряда клеток прокамбия или камбия, у которых утолщаются и одревесневают боковые стенки, отмирает содержимое, а в поперечных стенках образуются одна или несколько перфораций. По форме утолщения стенки различают сосуды: кольчатые, спиральные, лестничные, сетчато-пористые и др.

Трахеиды, как и сосуды – мертвые образования, но в отличие от последних это не трубки, а прозенхимные клетки. В стенках их есть окаймленные поры.

Сосуды и трахеиды служат для транспорта воды и растворенных в ней минеральных веществ.

Проводящий пучок представляет собой комплекс тканей. В этом комплексе различают две зоны: ксилему (древесину), служащую для транспорта раствора минеральных веществ, и флоэму (луб), служащую для транспорта раствора органических веществ. Основная часть ксилемы – сосуды и трахеиды, им сопутствуют древесинная паренхима и (не всегда) древесинные волокна. Основная часть флоэмы – ситовидные трубки с сопровождающими клетками, им сопутствуют лубяная паренхима и (также не всегда) лубяные волокна. Если между флоэмой и ксилемой есть камбий, то пучки называют открытыми, если его нет – закрытыми. Проводящие пучки классифицируют также по взаимному расположению флоэмы и ксилемы на: коллатеральные, биколлатеральные, концентрические и радиальные.

Задания

1. Рассмотреть постоянный препарат продольного среза проводящего пучка стебля тыквы и ознакомиться с проводящими тканями – ситовидными трубками и сосудами.
2. На препарате продольного среза корневища папоротника-орляка рассмотреть лестничные сосуды.
3. На препарате продольного среза древесины сосны рассмотреть трахеиды с окаймленными порами.
4. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля кукурузы и ознакомиться со строением закрытого коллатерального пучка.
5. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза стебля подсолнечника и рассмотреть открытый коллатеральный пучок.
6. Рассмотреть препарат поперечного среза стебля тыквы и рассмотреть открытый биколлатеральный пучок.
7. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корневища ландыша и папоротника, найти и рассмотреть концентрические проводящие пучки.
8. Рассмотреть первичное строение корня радиальный проводящий пучок.
9. Зарисовать и сделать обозначения.

Порядок работы

1. *Ситовидные трубки и сосуды стебля тыквы.* Препарат изучают при большом увеличении. Ближе к поверхности стебля, внутрь от слоя древесинных волокон, расположены ситовидные трубки. Их можно узнать по утолщенным блестящим и обычно несколько желтоватым поперечным стенкам, имеющим сквозные отверстия – ситовидным пластинкам.

Если использовать фиксированный материал, то в ситовидных трубках будут видны плазмолизированные тяжи цитоплазмы, расширяющиеся у ситовидных пластинок. Между ситовидными трубками лежат узкие сопровождающие клетки. Каждому членику ситовидной трубки соответствуют несколько сопровождающих клеток, расположенных в один вертикальный ряд (рис. 11.1). Делают обозначения.

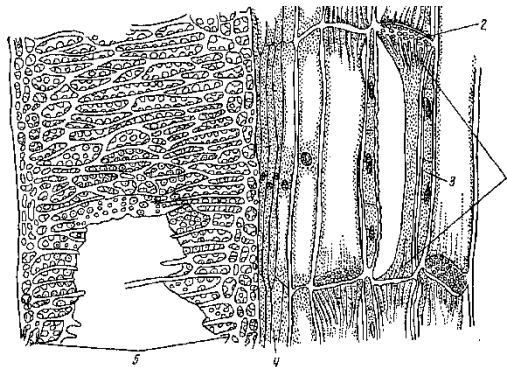


Рис. 11.1. Часть проводящего пучка стебля тыквы (*Cucurbita pepo*) на продольном разрезе:

- 1 – членик ситовидной трубки; 2 – ситовидная пластинка; 3 – сопровождающая клетка; 4 – камбий; 5 – сетчато-пористый сосуд

Затем переходят к рассмотрению сосудов. На том же препарате рядом с ситовидными трубками, ближе к центру стебля, можно увидеть сосуды очень большого диаметра. Они обычно не помещаются целиком в толще среза. Под микроскопом при большом увеличении можно наблюдать длинную пустую полость сосуда, ограниченную с двух сторон узкими полосками стенки. В некоторых местах среза видна и поверхность сосуда. Рассматривая ее при большом увеличении, устанавливают, что она имеет сеть утолщений. Такие сосуды называют сетчато-пористыми.

За сетчато-пористыми расположены сосуды меньшего диаметра – пористый, несколько спиральных и один-два малозаметных кольчатых (рис. 11.1, 11.2). Кольчатые сосуды образуются раньше других, они очень тонкие и сильно вытянуты в длину вследствие роста стебля после их возникновения. После кольчатого сосуда и участка мелкоклеточной паренхимы опять лежат ситовидные трубки с сопровождающими клетками.

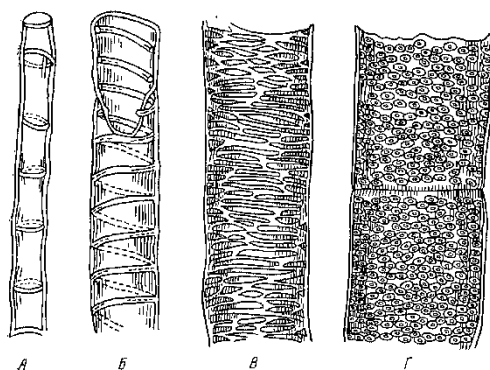


Рис. 11.2. Сосуды стебля тыквы (*Cucurbita pepo*):

А – кольчатый; Б – спиральный; В – сетчатый; Г – пористый

За сетчато-пористыми расположены сосуды меньшего диаметра – пористый, несколько спиральных и один-два малозаметных кольчатых (рис. 11.1, 11.2). Кольчатые сосуды образуются раньше других, они очень тонкие и сильно вытянуты в длину вследствие роста стебля после их возникновения. После кольчатого сосуда и участка мелкоклеточной паренхимы опять лежат ситовидные трубки с сопровождающими клетками.

Теперь необходимо вернуться к участку среза с сетчато-пористым сосудом. Между этим сосудом и ситовидными трубками находится узкий слой удлиненных клеток. Стенки этих клеток тонкие и с трудом различимы, но ядро и густая цитоплазма видны хорошо. Это клетки камбия – вторичной меристемы, возникшей из прокамбия. Из клеток, отделившихся от камбия к периферии стебля, формируются новые ситовидные трубки, а из отделившихся по направлению к центру стебля – новые сосуды. Кроме того, камбий дифференцируется в паренхимные клетки. Делают обозначения.

2. *Трахеиды сосны.* При малом увеличении видно, что вся древесина сосны состоит из длинных прозенхимных клеток – трахеид (рис. 11.3).

Более широкие и тонкостенные трахеиды весенней древесины постепенно переходят в толстостенные трахеиды осенней древесины с узкой полостью.

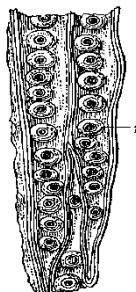


Рис. 11.3. Трахеиды древесины сосны (*Pinus sylvestris*):

1 – окаймленная пора

Рассматривая весенние трахеиды при большом увеличении обращают внимание на то, что между ними нет перфораций, следовательно, вода проникает из клетки в клетку только через поры, расположенные на их радиальных стенках. Это окаймленные поры, в плане они имеют вид двух concentric окружностей.

3. Проводящие пучки

а) *Закрытый коллатеральный проводящий пучок стебля кукурузы.* При малом увеличении видно большое число проводящих пучков, расположенных среди крупных клеток основной паренхимы стебля. Выбирают один из пучков, расположенных ближе к центру стебля, и рассматривают его при большом увеличении. Вокруг пучка или только с наружной его стороны лежат однородные клетки с утолщенными стенками, окрасившимися в результате реакции на лигнин в красный цвет. Это склеренхима (рис. 11.4). Посредине пучка на одной поперечной линии расположены два сетчатых или пористых сосуда большого диаметра и между ними – крупные клетки древесинной паренхимы с одревесневшими стенками и древесинные волокна.

Ближе к центру стебля находят один-три спиральных и кольчатых сосуда меньшего диаметра. Ниже их обычно видно большое межклетное пространство (воздушная полость), образовавшееся благодаря разрушению первых сосудов. Тонкие сосуды и воздушную полость окружает древесинная паренхима, состоящая из мелких клеток с неодревесневшими стенками. Сосуды, древесинные волокна и древесинная паренхима составляют ксилему пучка.

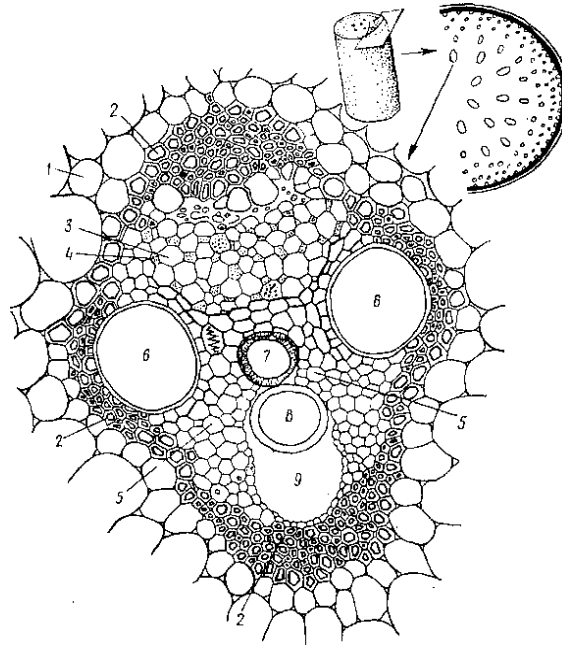


Рис. 11.4. Коллатеральный закрытый проводящий пучок стебля кукурузы (*Zea mays*):

- 1 – основная паренхима стебля; 2 – склеренхима; 3 – ситовидная трубка; 4 – сопровождающая клетка; 5 – древесинная паренхима; 6 – сетчатый сосуд; 7 – спиральный сосуд; 8 – кольчатый сосуд; 9 – полость

Снаружи от крупных сосудов находится флоэма. Как и у других мятликовых, она представлена ситовидными трубками и сопровождающими клетками, расположенными более или менее правильно в шахматном порядке. Крупные клетки – это ситовидные трубки. На поперечном срезе мы их видим пустыми, так как содержимое этих клеток обычно вытекает. Мелкие клетки с густым содержимым – сопровождающие клетки.

Лубяной паренхимы во флоэме нет, что характерно для однодольных растений, к которым и принадлежит кукуруза.

Все ткани пучка первичные, так как они возникли из первичной меристемы – прокамбия. Обращают внимание на то, что ксилема на разрезе полукругом охватывает флоэму, что также свойственно однодольным растениям.

Пучки кукурузы несколько вытянуты по радиусу стебля, при этом ксилема расположена ближе к центру, а флоэма – к периферии.

Такие пучки называют коллатеральными. У однодольных растений в пучках нет слоя вторичной меристемы – камбия, следовательно, пучок у них закрытый. Таким образом, рассмотренный пучок коллатеральный, закрытый, сосудисто-волокнистый.

В тетради обозначают: флоэму (ситовидные трубки, сопровождающие клетки), ксилему (сосуды, древесинные волокна, древесинная паренхима, полость) и склеренхиму, окружающую пучок.

б) Открытый коллатеральный проводящий пучок стебля подсолнечника.

Примером открытого коллатерального пучка, имеющего камбий между флоэмой и ксилемой, может служить проводящий пучок стебля подсолнечника.

При малом увеличении видна группа клеток склеренхимы, укрепляющих флоэму снаружи. Под склеренхимой находится флоэма, состоящая из ситовидных трубок с сопровождающими клетками и лубяной паренхимы. Из-за присутствия лубяной паренхимы ситовидные трубки и сопровождающие клетки расположены уже не в таком строгом порядке, как это было у кукурузы (рис. 11.5).

Между флоэмой и ксилемой есть слой мелких тонкостенных клеток с густой цитоплазмой – камбиальная зона. Клетки ее лежат одна над другой радиальными рядами. Собственно камбий представляет лишь один слой клеток, остальные – это отложенные им в обе стороны и еще недифференцированные клетки, внешне неотличимые от делящегося слоя. Благодаря деятельности клеток камбия к центру стебля откладываются новые элементы ксилемы, а к его поверхности – элементы флоэмы.

Внутри от камбия правильными радиальными рядами лежат сосуды ксилемы, а между ними более мелкие клетки с живым содержимым – древесинная паренхима.

Стенки ее клеток постепенно одревесневают, но протопласт остается живым. Самые первые сосуды, расположенные ближе к центру стебля, первичные, так как возникли из прокамбия.

Все последующие образовались в результате действия камбия и по происхождению вторичные.

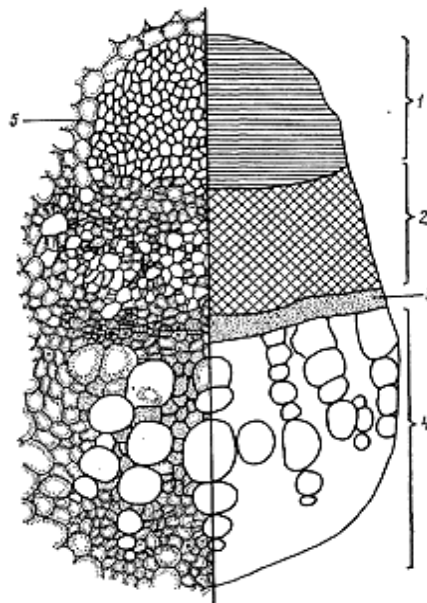


Рис. 11.5. Коллатеральный открытый пучок стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*, слева – детальный рисунок, справа – схематичный):

1 – склеренхима; 2 – флоэма; 3 – камбиальная зона; 4 – ксилема;
5 – основная паренхима стебля

Камбий делится тангенциальными перегородками, и отложенные им элементы ксилемы легко отличить, потому что они расположены правильными рядами. Флоэму, образованную камбием, также называют вторичной. Следовательно, рассмотренный пучок коллатеральный, открытый, сосудисто-волокнистый. В тетради обозначают флоэму (ситовидные трубки, сопровождающие клетки, лубяная паренхима), ксилему (сосуды, древесинная паренхима), камбий, склеренхиму.

в) Открытый биколлатеральный проводящий пучок стебля тыквы. Проводящий пучок стебля тыквы отличается крупными размерами, его легко рассмотреть и при малом увеличении. На участке наружной флоэмы ясно видны более крупные полости ситовидных трубок, иногда попадаются их поперечные стенки с отверстиями – ситовидные пластинки. Рядом с ситовидными трубками лежат очень мелкие сопровождающие клетки с густой цитоплазмой и клетки лубяной паренхимы (рис. 11.6).

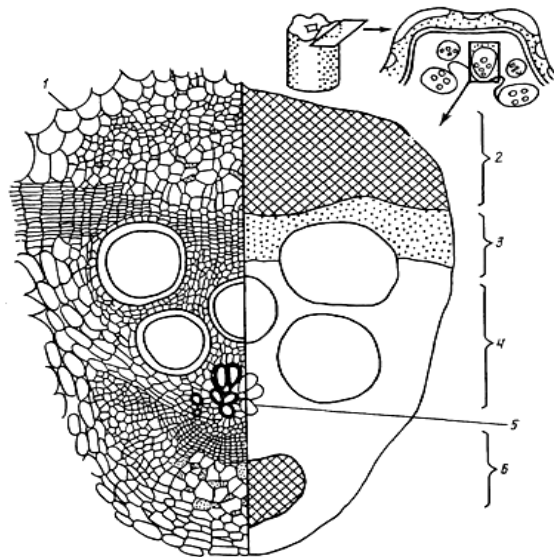


Рис. 11.6. Биколлатеральный открытый проводящий пучок стебля тыквы (*Cucurbita pepo*, слева – детальный рисунок, справа – схематичный):

- 1 – основная паренхима стебля; 2 – наружная флоэма; 3 – камбиальная зона;
4 – вторичная ксилема; 5 – первичная ксилема; 6 – внутренняя флоэма

Под флоэмой расположен широкий камбиальный слой, состоящий из радиальных рядов мелких клеток, а еще ниже – крупные сетчато-пористые сосуды и паренхима вторичной ксилемы. По направлению к центру стебля ксилема заканчивается группой мелких сосудов (спиральных и кольчатых). Это первичная ксилема.

Под первичной ксилемой находится участок мелких паренхимных клеток, похожих на камбий, но они не так правильно расположены и не являются меристемой. За ними вновь идут ситовидные трубки и другие элементы флоэмы. Этот участок флоэмы, примыкающий к первичной ксилеме, называют внутренней флоэмой. Проводящие пучки с наружной и внутренней флоэмой называют биколлатеральными.

В тетради обозначают: ксилему, наружную и внутреннюю флоэмы, камбий.

г) *Концентрический амфивазальный проводящий пучок корневища ландыша* (рис. 11.7). При изучении препарата поперечного среза корневища ландыша видно, что все проводящие пучки собраны в центре органа. Вполне концентрические лишь немногие из них, лежащие в самом центре и окруженные со всех сторон основной паренхимой. Рассматривают такой пучок при малом увеличении.

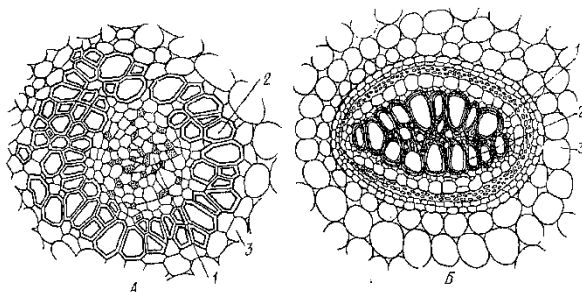


Рис. 11.7. Концентрические проводящие пучки:

А – амфивазальный пучок корневища ландыша (*Convallaria majalis*);
Б – амфикрибральный пучок корневища папоротника-орляка (*Pteridium aquilinum*); 1 – флоэма; 2 – ксилема; 3 – основная паренхима стебля

Ксилема, состоящая из крупных пустых клеток с толстыми стенками, окрасившимися под действием реактива в красный цвет, расположена кольцом по периферии пучка. Это сосуды. В центре пучка находится флоэма. В ней можно различить более крупные клетки – ситовидные трубки, а между ними мелкие клетки с густым содержимым – сопровождающие клетки. Концентрические пучки, у которых флоэма окружена ксилемой, называют амфивазальными. Зарисовывают схематично пучок и обозначают ксилему, флоэму. У других растений встречаются амфикрибральные концентрические пучки, в них ксилема окружена флоэмой (рис. 11.7).

Вопросы для самоконтроля

1. По каким проводящим тканям осуществляется транспорт органических веществ и по каким – минеральных?
2. В чем сходство генезиса ситовидных трубок и сосудов?
3. Что такое сопровождающая клетка, как она образуется?
4. В чем отличие ситовидных трубок от сосудов?
5. Как долго функционируют ситовидные трубки и сосуды, с чем связано прекращение их деятельности?
6. Чем отличаются сосуды от трахеид?
7. Почему кольчатые и спиральные сосуды свойственны молодым органам растений, а пористые, сетчато-пористые, лестничные – более старым?
8. Какие сосуды имеют наименьший диаметр и какие – наибольший?
9. Какой вид перфораций между члениками сосудов относят к наиболее примитивным?

10. Из каких тканей состоит флоэма, а из каких – ксилема?
11. Почему в одном пучке имеются сосуды различных типов?
12. В чем разница между первичной и вторичной флоэмой и между первичной и вторичной ксилемой?
13. В чем принципиальное отличие открытого проводящего пучка от закрытого?
14. Как классифицируют пучки по расположению флоэмы и ксилемы?
15. Какие пучки характерны для стебля однодольного растения, какие – для стебля двудольного и какие – для корня?
16. Какие проводящие пучки называют простыми, общими, сложными и сосудисто-волокнистыми?

Работа 12. Выделительные ткани

Цель работы: изучить строение и места локализации в растении выделительных тканей; научиться находить их на препаратах.

Материал и оборудование: постоянный микропрепарат поперечного среза ветки сосны (*Pinus sylvestris*); свежий или фиксированный околоплодник апельсина (*Citrus sinensis*) или мандарина (*C. unshiu*); постоянный препарат эпидермы листа герани (*Pelargonium roseum*).

Выделительные ткани встречаются далеко не у всех растений. Их делят на две группы: внутренней секреции и внешней. К первым относят млечники, вместилища выделений, выделительные клетки; ко вторым – разнообразные железистые волоски, нектарии, гидатоды. К продуктам внутренней секреции относят дубильные вещества, смолы, эфирные масла; к продуктам внешней секреции – эфирные масла, нектар, воду.

Задание

1. Изучить постоянный препарат поперечного среза древесины сосны или использовать постоянный препарат. Найти и рассмотреть схизогенные вместилища выделений.
2. Сделать препарат поперечного среза околоплодника мандарина или апельсина и рассмотреть лизигенные вместилища выделений.
3. Изучить постоянный препарат эпидермы листа герани и рассмотреть, строение железистых волосков.
4. Зарисовать и сделать обозначения.

Порядок работы

1. *Вместилища выделений древесины сосны.* При малом увеличении находят среди трахеид, окрасившихся под действием флороглюцина в красный цвет, резко выделяющиеся округлые группы неокрашенных клеток с межклетным пространством в центре (рис. 12.1, А). При большом увеличении видно, что клетки, окружающие межклетник (эпителиальные клетки), живые, так как они заполнены густой цитоплазмой с ясно заметными ядрами. В межклетнике иногда сохраняются капли смолы. Он имеет схизогенное происхождение, т. е. возникает путем разъединения клеток. Межклетное пространство обычно образуется между четырьмя клетками, куда и поступают выделяемые вещества. Группы эпителиальных клеток с межклетником в центре располагаются друг над другом, образуя длинный выделительный канал. Клетки, окружающие канал, могут делиться, тогда он становится шире.

Зарисовывают смоляной канал с прилегающими клетками и обозначают:

схизогенный смоляной канал, эпителиальные клетки, трахеиды.

2. *Вместилища выделений околоплодника мандарина.* На околоплоднике мандарина или апельсина невооруженным глазом заметны ямки. При сгибании околоплодника из этих ямок брызжет душистое эфирное масло. Бритвой делают несколько тонких поперечных срезов и рассматривают их при малом увеличении.

Близко к поверхности виден ряд больших округлых полостей (рис. 12.1, Б). Клетки, выстилающие их, имеют очень тонкую стенку и крупные вакуоли. Самый внутренний слой клеток обычно полуразрушен, видны остатки клеточных стенок. Здесь происходит постепенное растворение клеток, в которых накапливается эфирное масло. Процесс начинается с небольшой центральной группы клеток и распространяется, захватывая новые концентрические слои клеток и увеличивая таким образом полость вместилища. Вместилища выделений, образовавшиеся путем растворения клеток, называют лизигенными.

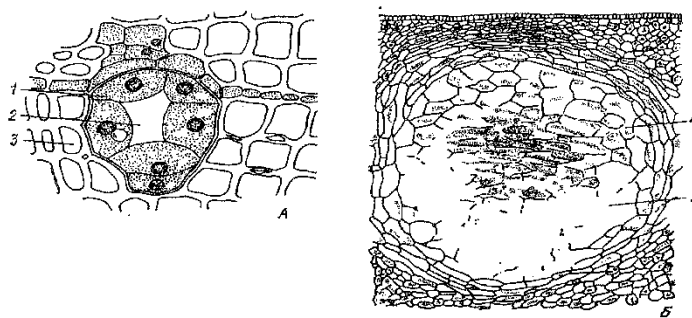


Рис. 12.1. Выделительные ткани:

- А – схизогенный смоляной канал древесины сосны (*Pinus sylvestris*);
- Б – лизигенное эфирнозное вместилище околоплодника мандарина (*Citrus reticulata*); 1 – эпителиальные клетки; 2 – межклетник; 3 – трахеиды;
- 4 – разрушающиеся клетки; 5 – полость

Зарисовывают вместилище эфирного масла, обозначают: полость лизигенного вместилища, разрушающиеся клетки.

3. *Железистые волоски эпидермы листа герани.* При большом увеличении на краю среза среди длинных остроконечных простых волосков видны маленькие головчатые волоски. Ножка их состоит обычно из двух живых клеток головка – из железистой клетки. Выделяемое последней эфирное масло накапливается под кутикулой, раздувая ее в прозрачный пузырек на верхушке волоска. Затем пузырек лопается и жидкость вытекает. После этого начинает собираться новая капелька эфирного масла (рис. 12.2).

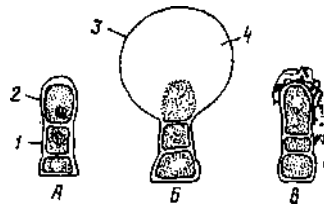


Рис. 12.2. Железистые волоски эпидермы листа герани
(*Pelargonium roseum*):

А – до образования капли эфирного масла; Б – капля эфирного масла приподняла кутикулу;
В – кутикула лопнула и капля вытекла; 1 – ножка; 2 – головка;
3 – кутикула; 4 – капля эфирного масла

Зарисовывают несколько железистых волосков на разных этапах накопления эфирного масла и обозначают: ножку, головку, кутикулу, каплю эфирного масла.

Ворсы для самоконтроля

1. В чем отличие членистых млечников от нечленистых?
2. Каковы функции млечников?
3. Для представителей каких семейств характерно наличие млечников?
4. Что такое латекс?
5. В чем сходство и различие между схизогенным и лизигенным вместилищами?
6. Каково значение для растения веществ, накапливаемых в выделительных тканях?
7. Какие из выделительных тканей относят к тканям внутренней секреции, а какие – внешней?

Работа 13. Макроморфология проростка

Цель работы: изучить типы прорастания семян и строение проростков растений класса однодольные и двудольные.

Материалы и оборудование: бинокляры, предметные стекла, препаровальные иглы, проростки пшеницы (*Triticum aestivum*), ячменя (*Hordeum vulgare*), овса (*Avena sativa*), фасоли (*Phaseolus vulgaris*), гороха (*Pisum sativum*), подсолнечника (*Helianthus annuus*), выращенные в сосудах при разных сроках посева.

Основные вегетативные органы семенных растений – корень, стебель, лист – чаще всего закладываются уже в зародыше семени. С наступлением благоприятных температуры и влажности семена всасывают воду и при достаточном доступе воздуха прорастают, формируя проросток (*plantula*).

Первым начинает расти корень, благодаря чему молодой проросток укрепляется в почве и поглощает воду с растворенными в ней солями. Из зародышевого корешка образуется главный корень. У большинства растений стебель проростка вначале петлеобразно изогнут и через почву пробивается верхушкой своего изгиба, поэтому почка не повреждается. Позднее стебель распрямляется. При этом у проростков некоторых растений (подсолнечник, фасоль) семядоли выносятся на поверхность почвы, зеленеют и временно выполняют функцию листьев (рис. 13.1, А). Границу между корнем и стеблем называют корневой шейкой. Часть стебля между семядолями и корневой шейкой называют гипокотилем (подсемядольное колено). Однако не у всех двудольных растений гипокотиль хорошо выражен. У некоторых из них длина гипокотилия настолько мала, что он весь остается в почве и семядоли не выносятся на поверхность (горох, дуб) (рис. 13.1, Б). Участок стебля между семядолями и первым настоящим листом называют эпикотилем (надсемядольное колено). Первые настоящие листья проростка не всегда имеют форму, свойственную взрослому растению. Их называют ювенильными.

При прорастании семян мятликовых единственная семядоля остается в семени. Она поглощает питательные вещества эндосперма. Через почву пробивается почка, защищенная зародышевым листом – колеоптилем. Первый настоящий лист выходит наружу через прорыв колеоптиля (рис. 13.2).

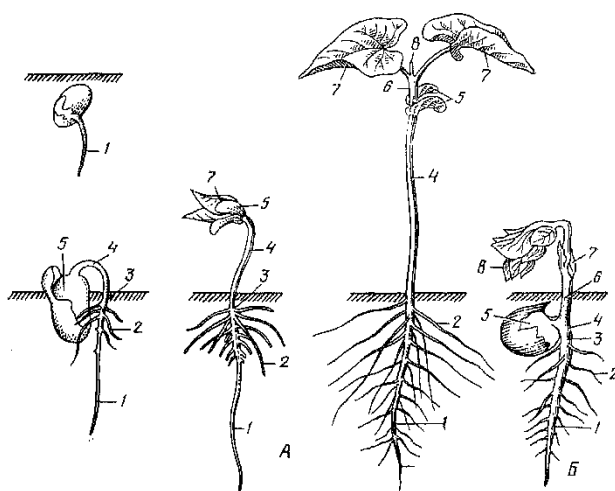


Рис.13.1. Проростки двудольных:

А – фасоль (*Paaseolus vulgaris*); В – горох (*Pisum sativum*); 1 – боковые корни; 3 – корневая шейка; 4 – гипокотиль; 5 – семядоля; 6 – эпикотиль; 7 – лист; 8 – почка

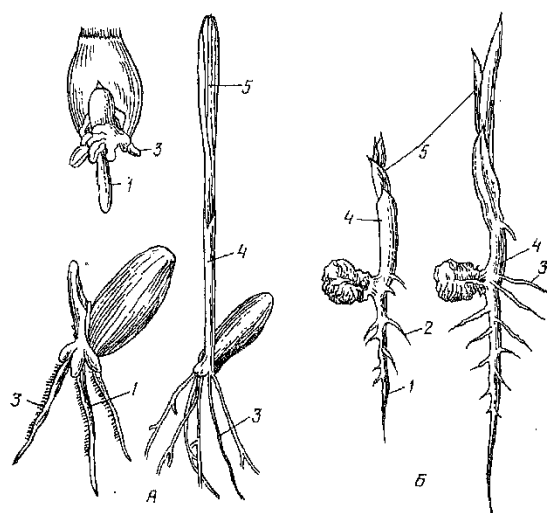


Рис.13.2. Проростки мятликовых:

А – (*Triticum aestivum*); Б – кукуруза (*Zea mays*);
1 – главный корень; 2 – боковые корни; 3 – придаточный корень;
4 – coleoptиль; 5 – лист

Задания

1. Изучить структуру разновозрастных проростков пшеницы, ячменя, овса, фасоли, подсолнечника, гороха.

2. Зарисовать этапы прорастания однодольных и двудольных в тетради и сделать обозначения основных частей: главный корень, боковой корень, придаточный корень, гипокотиль, эпикотиль, coleoptиль, корневую шейку, лист.

Порядок работы

1. Для примера рассматривают структуру проростков фасоли и пшеницы, находящихся в разных фазах роста: начало прорастания (весь проросток находится еще в почве), появление всходов, появление первых листьев.

2. Отмечают, что у фасоли корешок зародыша первым прорывает кожуру семени и внедряется в почву. Фасоль прорастает одним корнем.

3. Далее прослеживают рост почки. Вслед за корнем начинает интенсивно расти, изгибаясь петлеобразно, стебель. Обращают внимание на то, что почву раздвигает не почка, а стебель. Распрямляясь, он выносит на поверхность почвы семядоли и почку. Семядоли зеленеют, и некоторое время в них осуществляется фотосинтез. Почка же продолжает расти вверх образуя стебель и первые настоящие листья.

4. Обозначить главные части проростка: главный корень, боковые корни, корневую шейку, гипокотиль, эпикотиль, междоузлие, почку, листья, семядоли.

5. Пшеница прорастает двумя – тремя корнями. Один из них – главный, а другие образуются на гипокотиле. У пшеницы, как и у других мятликовых, почка защищена колеоптилем, под прикрытием которого она проходит слой почвы.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой из вегетативных органов зародыша трогаются в рост первым при прорастании семени, какое это имеет биологическое значение?

2. Что такое корневая шейка?

3. Какие части стебля называют гипокотилем и эпикотилем?

4. Всегда ли при прорастании семени семядоли выносятся на поверхность почвы, от чего это зависит?

5. Какие листья называют ювенильными?

Работа 14. Корень. Типы и формы корневых систем

Цель работы: изучить типы корневых систем и виды корней.

Материалы и оборудование: бинокляры, препаровальные иглы, живые или гербарные образцы корневых систем проростков тыквы (*Cucurbita pepo*), фасоли (*Phaseolus vulgaris*), пшеницы (*Triticum aestivum*), ячменя (*Hordeum vulgare*), ржи (*Secale cereale*).

Корень в типичных случаях является осевым полисимметричным подземным органом, который неопределенно долго нарастает в длину верхушкой, защищенной чехликом, и никогда не образует листьев; ветвление и заложение почек на нем происходит внутривидно, т. е. эндогенно. Корень служит для закрепления растения в почве, поглощения из нее воды с растворенными в ней солями, отложения запасных продуктов, отчасти синтеза органических веществ, вегетативного размножения, связи с микроорганизмами почвы. Корневая система – это совокупность всех корней растения, образующихся в результате их нарастания и ветвления.

По происхождению различают несколько типов корневых систем. Система главного корня образуется из корешка зародыша. Система придаточных корней состоит из корней, образованных стеблем или листом, а смешанная имеет и главный корень, и придаточные (рис. 14.1).

Система главного корня обычно имеет стержневую или разветвленную форму, а система придаточных корней мочковатую.

Задание

1. Ознакомиться с различными типами корневых систем проростков тыквы, пшеницы и фасоли.
2. Определить форму корневых систем этих проростков.
3. Зарисовать типы корневых систем в тетради и сделать соответствующие обозначения.

Порядок работы

1. Сравнивают между собой корневые системы проростков тыквы, пшеницы и фасоли. У тыквы ясно различим главный корень, который образовался из корешка зародыша. От него отходят разветвления – боковые корни различных порядков. По происхождению это система главного корня.

2. У пшеницы главный корень не выделяется среди других и основная масса корней не является боковыми разветвлениями главного корня, а отходит от нижней части стебля, т. е. состоит из придаточных корней. Такую корневую систему называют системой придаточных корней.

3. Корневая система фасоли поначалу кажется системой главного корня. Однако

при внимательном рассмотрении ее видно, что часть корней отходит не от главного корня, а от нижней части стебля (гипокотиль), следовательно, это придаточные корни. Таким образом, у фасоли корневая система смешанного типа.

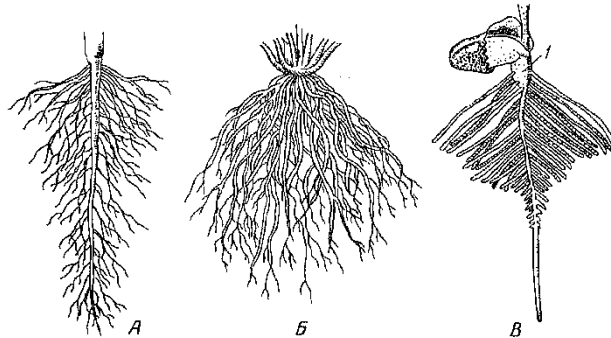


Рис. 14.1. Типы корневых систем по происхождению:

А – система главного корня; Б – система придаточных корней;

В – смешанная корневая система: 1 – гипокотиль

Следует определить также, какую форму имеют изученные корневые системы. У тыквы и фасоли резко выделяется толщиной и размером корень первого порядка (главный), корни второго порядка (боковые) тоньше и меньше главного, корни третьего порядка тоньше и меньше второго и т. д. Такую форму корневой системы называют стержневой. У пшеницы корневая система состоит из многих корней примерно одинаковой толщины, собранных как бы в пучок. Такую форму называют мочковатой.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково происхождение главного корня, придаточного и бокового?
2. Какие бывают типы корневых систем по происхождению?
3. Какие бывают формы корневых систем и отдельных корней?

Работа 15. Зоны корня

Цель работы: изучить строение растущей части корня, научиться определять значение всех зон корня.

Материалы и оборудование: микроскопы, бинокляры, предметные стекла, препаровальные иглы, постоянный микропрепарат кончик корня, проростки пшеницы (*Triticum aestivum*) или другого растения семейства мятликовые.

Корень по длине можно разделить на несколько участков, имеющих неодинаковое строение и выполняющих различные функции (рис. 15.1). Эти участки называют зонами корня. Выделяют зоны: деления клеток, растяжения клеток, всасывания (корневых волосков), проведения (ветвления).

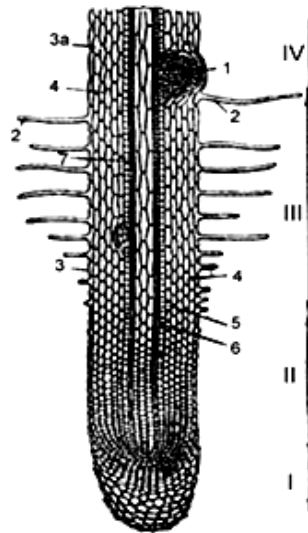


Рис. 15.1. Строение кончика корня:

I – зона деления; II – зона роста и растяжения; III – зона корневых волосков;
IV – зона проведения; 1 – боковой корень; 2 – корневой волосок; 3 – клетка эпиблемы корня; 4 – кора корня; 5 – эндодерма; 6 – перицикл; 7 – центральный цилиндр

К зоне деления относят верхушку конуса нарастания, в которой происходит деление клеток, а к зоне растяжения ту часть конуса нарастания, где идет их растяжение. Иногда эти зоны объединяют в одну зону роста. Зона деления клеток снаружи защищена корневым чехликом, который предохраняет ее от повреждения о частицы почвы и облегчает продвижение корня в почве. В зоне растяжения клеток можно выделить более светлый наружный слой и более темный внутренний. Поверхностные клетки, именуемые дерматогеном, в дальнейшем превратятся в эпиблему поверхностный слой следующей зоны корня. Остальная часть светлого слоя – периблема – в результате быстрого разрастания и дифференциации дает начало первичной коре. Из внутренней темной части – плеромы – образуется центральный цилиндр. Клетки поверхностного слоя зоны всасывания – эпіблемы – образуют выросты, называемые корневыми волосками, которые поглощают из почвы раствор

минеральных веществ. Корневые волоски функционируют 10-20 дней. На границе зоны всасывания с зоной проведения они отмирают, а на границе с зоной роста образуются новые. Поэтому зона всасывания как бы перемещается все время и всегда находится вблизи кончика корня. Одновременно с образованием корневых волосков происходит дифференциация внутренних тканей этой зоны корня.

Зона проведения тянется вплоть до корневой шейки и составляет большую часть протяженности корня. Здесь уже нет корневых волосков, на поверхности находится покровная ткань. На этом участке корня происходит ветвление.

Задания

1. Рассмотреть корень при помощи микроскопа, определить границы всех зон, зарисовать и сделать обозначения.
2. Зарисовывают кончик корня и обозначают: корневой чехлик, зоны деления и растяжения клеток и зону всасывания.
3. В зоне растяжения клеток отмечают: дерматоген, периблему, плерому.
4. Зарисовывают также несколько клеток эпibleмы с корневыми волосками при большом увеличении.

Порядок работы

1. Отрывают один из корней проростка пшеницы и рассматривают его при помощи стереоскопического микроскопа. На самом кончике виден небольшой участок с гладкой поверхностью, на верхушке которого расположен корневой чехлик. Это зоны деления и растяжения клеток.

2. За ним следует участок, покрытый корневыми волосками – маленькими в начале зоны и более длинными по мере приближения к следующей зоне.

Это зона всасывания. Место, где происходит отмирание корневых волосков, является началом зоны проведения. Если проросток достаточно большой, то на этом участке можно увидеть первые боковые корни. Более детально изучают первые три зоны под микроскопом. Для этого осторожно отделяют кончик корня длиной 1-1,5 см, кладут его в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным стеклом, не надавливая. При малом увеличении на кончике корня виден корневой чехлик, состоящий из тонкостенных клеток, мелких у основания и более крупных на вершине. Поверхностные клетки чехлика ослизняются и отслаиваются, выстилая собой путь растущего корня. Взамен отпавших клеток чехлика изнутри все время нарастают новые клетки. Зона деления клеток находится на верхушке конуса нарастания, она состоит из тонкостенных паренхимных клеток первичной меристемы. Затем деление клеток постепенно прекращается, клетки увеличиваются, вытягиваясь в длину.

3. Начинается зона растяжения клеток. Центральную темную часть этой зоны называют плеромой, а наружную светлую – периблемой. Самый поверхностный слой клеток – дерматоген. Протяженность этих двух зон от 0,5 до 2 см.

4. При дальнейшем изучении препарата видно, что за зоной растяжения на

поверхности корня появляется множество бугорков. Они вытягиваются и превращаются в корневые волоски. Каждый корневой волосок представляет собой вырост одной из клеток эпиблемы длиной до 1,5 мм, ядро клетки обычно находится на кончике волоска. Это зона всасывания. Протяженность ее 1,5-2 см.

Вопросы для самоконтроля

1. Из каких зон состоит корень?
2. Какую функцию выполняет каждая из зон и каково их строение?
3. Что представляет собой корневой волосок, какова его функция и как долго он ее выполняет?
4. Что помогает продвижению корня в почве?

Работа 16. Микроскопическое строение корня однодольных растений (первичное строение)

Цель работы: изучить особенности строения корня при первичном строении.

Материалы и оборудование: микроскопы, постоянные микропрепараты поперечных срезов корня ириса (*Iris germanica*) или купены (*Poligonatum officinale*) этих растений в зоне корневых волосков.

Дифференциация тканей корня происходит в зоне всасывания. По происхождению возникающие при этом ткани первичные, так как образуются из первичной меристемы конуса нарастания. Поэтому микроскопическое строение корня в зоне всасывания называют первичным (рис. 16.1).

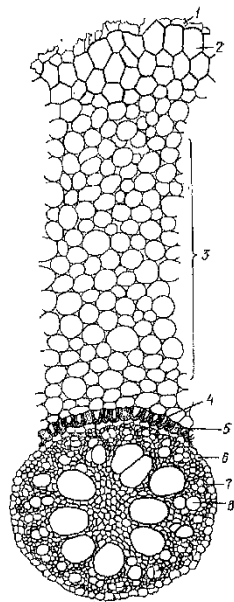


Рис. 16.1. Первичное строение корня ириса (*Iris germanica*):

- 1 – остатки эпиблемы; 2 – экзодерма; 3 – мезодерма; 4 – эндодерма;
5 – пропускная клетка эндодермы; 6 – перицикл; 7 – участок флоэмы;
8 – луч ксилемы (2 -5 первичная кора, 6-8 – центральный цилиндр)

У однодольных растений первичное строение сохраняется и в зоне проведения. Здесь лишь отсутствует самый поверхностный слой с корневыми волосками – эпиблема. Защитную функцию выполняет ниже лежащая ткань.

Задания

1. Рассмотреть и изучить препарат поперечного среза корня ириса или купены и ознакомиться с первичным строением корня.
2. Зарисовать часть корня в виде сектора и обозначить ткани и комплексы тканей.
3. Зарисовывают центральный цилиндр с прилегающим участком первичной коры.
4. Обозначают: 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.

Порядок работы

1. На постоянном препарате уже при малом увеличении ясно различимы небольшая внутренняя часть – центральный цилиндр и наружная – первичная кора, покрытая одним слоем клеток с корневыми волосками – эпibleмой.

2. Наружный слой первичной коры – экзодерма, состоит из плотно сомкнутых многоугольных клеток, стенки которых впоследствии опробковевают и выполняют защитную функцию.

3. Затем расположена основная паренхима, составляющая главную массу первичной коры. Эпibleма и паренхима выполняют поглощающую функцию.

4. Внутренний слой первичной коры – эндодерма, состоит из одного ряда клеток, радиальные и внутренняя стенки которых утолщены. Стенки клеток эндодермы более или менее опробковевают, а у некоторых растений, в том числе и у ириса, одревесневают. Но не все клетки эндодермы имеют непроницаемую стенку, среди толстостенных клеток есть тонкостенные живые клетки, называемые пропускными, так как именно через них вода и минеральные вещества поступают в центральный цилиндр. Цитоплазма пропускных клеток обладает избирательной проницаемостью.

На препарате видно, что пропускные клетки расположены почти напротив участков ксилемы.

5. Наружный слой центрального цилиндра – перицикл, состоит из одного ряда живых паренхимных клеток, обладающих меристематической активностью. Из перицикла образуются боковые корни, поэтому его называют иногда корнеродным слоем.

6. Центральная часть центрального цилиндра занята радиальным проводящим пучком. Ксилема расположена в его центре и образует ряд острых лучеобразных выступов, заканчивающихся снаружи более мелкими сосудами. На поперечном разрезе ксилема имеет вид звезды, окрасившейся под действием реактива в красный цвет. Между выступами ксилемы лежат участки флоэмы. Радиальные пучки с многолучевой ксилемой называют полиархными.

Вопросы для самоконтроля

1. В какой зоне корня можно наблюдать первичное строение и почему его так называют?
2. Какие комплексы тканей можно выделить, рассматривая первичное строение корня, из каких слоев первичной меристемы они дифференцируются?
3. Какой тип проводящего пучка свойствен корню при первичном строении и где он расположен?
4. Как называют радиальные пучки корней в зависимости от числа лучей ксилемы?
5. Какова роль перицикла?
6. Что такое пропускная клетка?
7. Какова роль, паренхимы и эпиблемы, как долго функционирует эпиблема?
8. Каково строение зоны проведения у однодольных растений?

Работа 17. Микроскопическое строение корня двудольных растений (вторичное строение)

Цель работы: изучить особенности строения корня двудольных растений; закрепить знания по предыдущему материалу.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, постоянный микропрепарат поперечного среза молодого, корня тыквы (*Cucurbita pepo*) в месте появления камбия, постоянный микропрепарат поперечного среза корня в зоне проведения.

Поскольку у однодольных растений не образуется вторичная меристема, первичное строение корня у них сохраняется и в зоне проведения. Поэтому корни однодольных не могут достигать большой толщины. Напротив, 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 корня.

Задания

1. Изучить постоянный препарат поперечного среза молодого корня тыквы и ознакомиться с началом деятельности камбиального слоя.
2. Рассмотреть постоянный препарат поперечного среза корня тыквы в зоне проведения и изучить вторичное строение корня.
3. Сделать схематичный рисунок и обозначить; ксилему (первичная и вторичная, радиальный луч), камбиальную зону, вторичную кору (вторичная и первичная флоэмы, паренхима), пробку.

Порядок работы

Переход от первичного строения ко вторичному в молодых корнях тыквы.

1. На постоянном препарате поперечного среза молодого корня тыквы находят при малом увеличении центральный цилиндр с четырьмя лучами первичной ксилемы (тетрархный пучок). Эндодерма заметна плохо, так как у ее клеток утолщены лишь, радиальные стенки. Когда эти утолщения опробковывают, их называют поясками Каспари. При большом увеличении видно, что клетки прокамбия, лежащие между ксилемой и флоэмой, разделены тангенциальными перегородками, а в некоторых местах внутрь от этого слоя заметны только что образовавшиеся и еще не одревесневшие сосуды. Делящийся слой и есть вторичная меристема – камбий, который к центру откладывает клетки, дифференцирующиеся в элементы вторичной ксилемы, а наружу – клетки, дифференцирующиеся в элементы вторичной флоэмы (рис. 17.1).

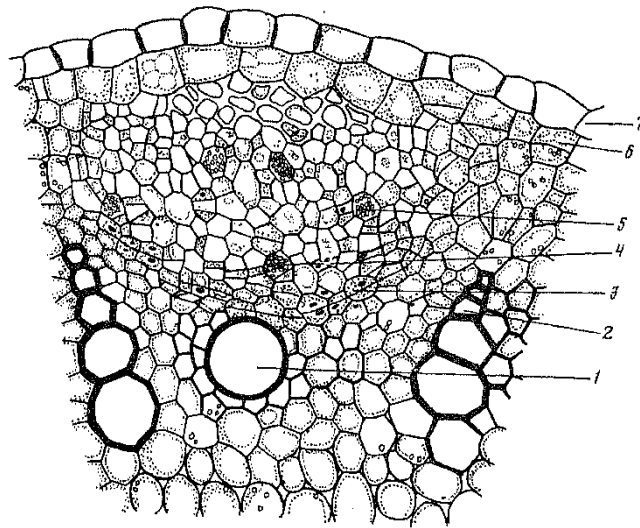


Рис. 17.1. Часть центрального цилиндра молодого корня тыквы
(*Cucurbita pepo*):

- 1 – вторичная ксилема; 2 – первичная ксилема; 3 – камбий;
- 4 – вторичная флоэма; 5 – первичная флоэма; 6 – перицикл;
- 7 – эндодерма с поясками Каспари

В тех местах, где сосуды первичной ксилемы соприкасаются с перициклом, клетки последнего также превращаются в камбий, который теперь образует сплошной слой, окружающий первичную ксилему. Первоначально слой камбия на поперечном разрезе имеет извилистую форму, а затем округляется и отодвигается от центра благодаря разрастанию отложенной им внутрь вторичной ксилемы. По мере увеличения вторичной ксилемы и вторичной флоэмы первичная флоэма отодвигается на периферию.

На некоторых препаратах видно, что клетки перицикла делятся по всей окружности, образуя пробковый камбий, который дифференцируется наружу в слой пробки. Благодаря этому первичная кора изолируется от центрального цилиндра, отмирает и отпадает. Остается только центральный цилиндр, одетый пробкой (рис. 17.2).

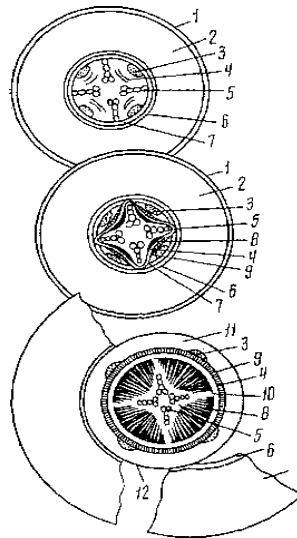


Рис. 17.2. Схема изменений происходящих в корне двудольных растений при переходе от первичного ко вторичному строению:

- 1 – эпидлема; 2 – первичная кора; 3 – первичная флоэма; 4 – камбий;
- 5 – первичная ксилема; 6 – эндодерма; 7 – перидерма;
- 8 – вторичная ксилема; 9 – вторичная флоэма; 10 – радиальный луч;
- 11 – паренхима вторичной коры; 12 – пробка

2. При малом увеличении находят в середине корня четырехлучевую более крупным центральным сосудом даже слабо заметными элементами ксилемы в ее лучах (рис. 17.3). От лучей первичной ксилемы начинаются радиальные лучи – участки тонкостенной живой паренхимы. Они образованы камбием, возникшим из перидермы. С радиальными лучами чередуются широкие участки вторичной ксилемы с крупными сосудами и мелкоклеточной древесинной паренхимой.

На границе вторичной ксилемы хорошо заметна камбиальная зона – обычно широкий слой мелких тонкостенных клеток, расположенных правильными рядами в радиальном направлении.

К периферии от нее против каждого участка вторичной ксилемы находят вторичную флоэму, которую легко узнать по крупным ситовидным трубкам и иногда встречающимся ситовидным пластинкам. Камбий, производящий паренхиму радиальных лучей, у тыквы мало заметен. Наружу он откладывает также основную паренхиму. На поверхности корня виден сравнительно тонкий слой пробки. Ткани, расположенные снаружи от камбия (флоэма, основная паренхима, феллодерма и пробковый камбий), называют вторичной корой.

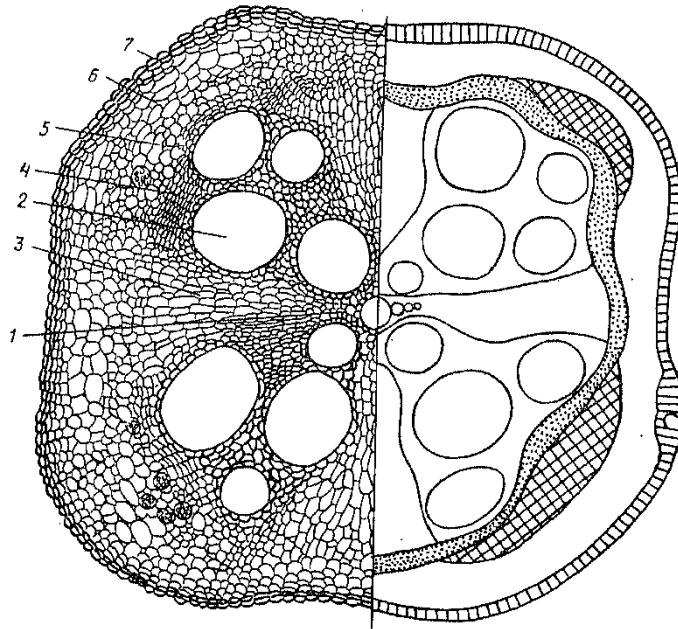


Рис. 17.3. Вторичное строение корня тыквы (*Cucurbita pepo*, слева – детальный рисунок, справа – схематический):

- 1 – первичная ксилема; 2 – вторичная ксилема; 3 – радиальный луч;
4 – камбиальная зона; 5 – первичная и вторичная флоэма;
6 – основная паренхима вторичной коры; 7 – пробка

Таким образом, можно сказать, что корень при вторичном строении состоит из ксилемы с радиальными лучами, камбиальной зоны, вторичной коры и пробки.

Вопросы для самоконтроля

1. Корни каких растений имеют только первичное строение, а каких – переходят во вторичное?
2. В какой зоне корня у двудольных растений можно наблюдать первичное строение, а в какой вторичное?
3. С чем связан переход корня от первичного строения ко вторичному?
4. Где закладывается слой камбия при переходе корня ко вторичному строению и каково его происхождение?
5. Какие ткани дифференцируются из камбия на всем его протяжении?
6. Что происходит с первичной корой при переходе корня ко вторичному строению?
7. Из каких комплексов тканей состоит корень при вторичном строении?

Работа 18. Запасающие корни – корнеплоды

Цель работы: изучить морфологическое строение корнеплода; рассмотреть типы строения корнеплодов; определить места локализации запасных веществ.

Материалы и оборудование: микроскопы, биноклюляры, постоянные микропрепараты корня моркови, редьки, свеклы, нарезанные кружками корнеплоды моркови (*Daucus carota*), редьки (*Raphanus sativus*), свеклы (*Beta vulgaris*).

Корнеплоды формируются из главного корня, в котором разрастается запасная паренхима, благодаря чему он достигает значительной толщины. При этом утолщение захватывает не только корень, но и часть стебля, главным образом гипокотиль. Корнеплоды бывают монокамбиальные и поликамбиальные.

Если запасные продукты откладываются не в главном корне, а в боковых или придаточных, образуются корневые клубни.

Задания

1. Рассмотреть внешнее строение корнеплода свеклы или другого растения.
2. Зарисовывают корнеплод и отмечают головку, шейку, собственно корень.
3. Сравнить между собой поперечные разрезы корнеплодов моркови, редьки, свеклы.
4. Изучить постоянные препараты поперечных срезов корней моркови, редьки и свеклы.
5. Схематично зарисовывать поперечный разрез корней: моркови, редьки, свеклы и обозначают: первичную ксилему, вторичную ксилему, радиальный луч, камбий, вторичную флоэму, покровную ткань.

Порядок работы

1. *Макроскопическое строение корнеплодов.* Рассматривают корнеплод свеклы и находят: головку – укороченную стеблевую часть с листьями, шейку – наиболее толстую часть корнеплода, образующуюся за счет утолщения гипокотыля, и собственно корень с двумя продольными бороздками, от которых отходят боковые корни (рис. 18.1). Длина шейки у корнеплодов разных видов растений может быть неодинаковой.

На поперечном разрезе корнеплода моркови можно различить светлое кольцо, отделяющее более широкую наружную часть от меньшей внутренней. Это камбиальная зона. С внешней стороны от нее находится вторичная кора, а с внутренней – ксилема. Следовательно, запасные продукты в корнеплоде моркови откладываются главным образом во вторичной коре.

При рассмотрении поперечного разреза корнеплода редьки видно, что камбиальная зона расположена на периферии, очень близко от поверхности корня.

Вторичная кора тонкая, а вторичная ксилема, напротив, заполняет почти весь корнеплод, в паренхиме ее накапливаются запасные продукты.

Строение корнеплода свеклы отличается от строения корнеплодов моркови и редьки. На поперечном разрезе видны чередующиеся концентрические слои: узкие жесткие и широкие сочные.

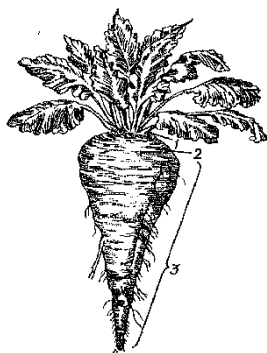


Рис. 18.1. Корнеплод свеклы (*Beta vulgaris*):
1 – головка; 2 – шейка; 3 – собственно корень

Чтобы более детально разобраться в строении корнеплодов, изучают постоянные препараты их поперечных срезов.

2. *Микроскопическое строение корнеплодов.* На постоянном препарате поперечного среза молодого корня моркови при малом увеличении в самом центре обычно хорошо видна двулучевая первичная ксилема (диархный пучок). От лучей первичной ксилемы отходят два радиальных луча паренхимы, а между ними размещаются два веерообразных участка вторичной ксилемы. Вокруг вторичной ксилемы расположен слой мелких клеток. Это камбиальная зона. С внешней стороны от нее – широкий слой вторичной коры, состоящий главным образом из паренхимы и небольшого числа ситовидных трубок с сопровождающими клетками. Паренхима вторичной коры и служит основнымместилищем запасных продуктов в корне моркови (рис. 18.2).

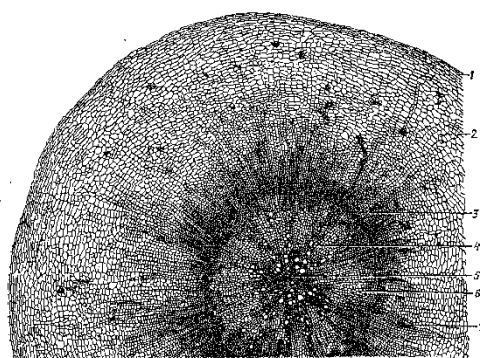


Рис. 18.2. Вторичное строение корня моркови (*Daucus carota*):
1 – пробка; 2 – паренхима первичной коры; 3 – камбиальная зона; 4 – вторичная ксилема; 5 – первичная ксилема; 6 – радиальный луч;
7 – первичная и вторичная флоэма

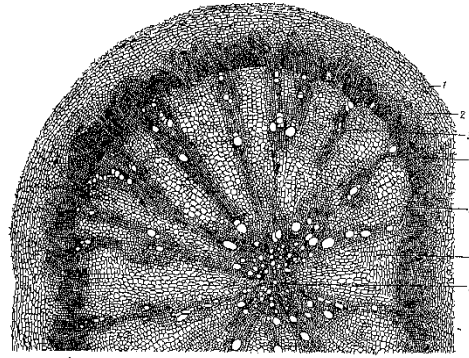


Рис. 18.3. Вторичное строение корня редьки (*Raphanus sativus*):

- 1 – пробка; 2 – паренхима первично коры; 3 – вторичная ксилема;
- 4 – первичная и вторичная флоэма; 5 – камбиальная зона; 6 – радиальный луч;
- 7 – первичная ксилема

При рассмотрении постоянного препарата поперечного среза молодого корня редьки находят в центре двулучевую первичную ксилему. От ее концов отходят два радиальных луча паренхимы, затем два участка вторичной ксилемы, камбиальная зона и, наконец, вторичная кора. Отмечают, что наибольшую площадь на поперечном срезе занимает неодревесневшая паренхима. Она лежит с внутренней стороны от камбиальной зоны, т. е. это паренхима ксилемы и радиальных лучей. В ней и находятся запасные продукты. Сосуды, окруженные кольцом одревесневшей паренхимы, расположены разрозненными группами по радиусам среди запасяющей ткани (рис. 18.3).

Сравнивая между собой вторичную структуру корнеплодов моркови и редьки, делают вывод, что оба они монокамбиальные. Однако у моркови большую часть корнеплода занимает вторичная кора, в которой накапливаются запасные продукты. У редьки же вторичная кора маленькая, а основная масса корнеплода представлена ксилемой, состоящей в основном из неодревесневшей паренхимы, в которой откладываются запасные продукты.

На постоянном препарате поперечного среза молодого корня свеклы при малом увеличении в самом центре корня видна двулучевая первичная ксилема, к которой прилегают два участка вторичной ксилемы, разделенных радиальными участками паренхимы (рис. 18.4).

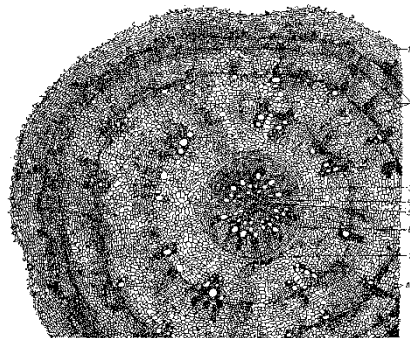


Рис. 18.4. Строение поликамбиального корня свеклы (*Beta vulgaris*):

- 1 – покровная ткань; 2 – добавочные слои камбия; 3 – вторичная ксилема;
- 4 – радиальный луч; 5 – первичная ксилема; 6 – камбиальная зона; 7 – первичная и вторичная флоэма; 8 – коллатеральные проводящие пучки

Камбий вокруг ксилемы обычно уже незаметен, а прилегающие участки вторичной флоэмы видны довольно отчетливо. Таким образом, вторичное строение корня свеклы такое же, как и у других корнеплодов. Но вслед за вторичным наступает так называемое третичное изменение. Вокруг вторичной флоэмы по периферии корня образуется благодаря делению клеток перицикла слой паренхимных клеток.

В нем один ряд клеток начинает делиться тангенциальными перегородками и становится новым слоем камбия, откладывающим внутрь клетки ксилемы, а наружу – флоэмы в виде коллатеральных пучков, отделенных друг от друга прослойкой тонкостенной паренхимы. Одновременно в периферическом слое паренхимы образуется новое кольцо камбиальных клеток и т.д. (рис. 18.5).

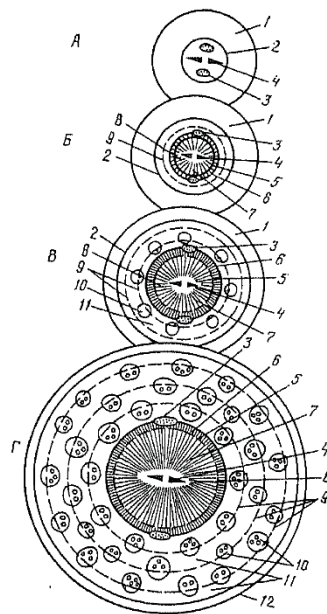


Рис. 18.5. Схема вторичных и третичных образований в корне свеклы (*Beta vulgaris*):

А – первичное строение; Б – вторичное строение; В – начало развития третичного строения; Г – третичное строение; 1 – первичная кора; 2 – эндодерма первичной коры; 3 – первичная флоэма; 4 – первичная ксилема; 5 – камбий; 6 – вторичная флоэма; 7 – вторичная ксилема; 8 – радиальный луч; 9 – добавочные слои камбия; 10 – проводящие пучки; 11 – запасящая паренхима; 12 – покровная ткань

Камбий вокруг ксилемы обычно уже незаметен, а прилегающие участки вторичной флоэмы видны довольно отчетливо. Таким образом, вторичное строение корня свеклы такое же, как и у других корнеплодов. Но вслед за вторичным наступает так называемое третичное изменение. Вокруг вторичной флоэмы по периферии корня образуется благодаря делению клеток перицикла слой паренхимных клеток.

В нем один ряд клеток начинает делиться тангенциальными перегородками и становится новым слоем камбия, откладывающим внутрь клетки ксилемы, а наружу – флоэмы в виде коллатеральных пучков, отделенных друг от друга прослойкой тонкостенной паренхимы. Одновременно в периферическом слое паренхимы образуется новое кольцо камбиальных клеток и т.д. (рис. 18.5).

Таким образом, жесткие слои, замеченные на поперечном разрезе корнеплода, являются ксилемой концентрических рядов, проводящих пучков, а сочные широкие слои состоят из камбиальной зоны, флоэмы и запасяющей паренхимы. Корнеплод свеклы является поликамбиальным (рис. 18.4).

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие корнеплода от корневого клубня?
2. Из каких частей растения образуется корнеплод?
3. В чем сходство и отличие в строении корнеплодов моркови и редьки?
4. В чем отличие в строении между корнеплодами моркови и свеклы?
5. В каких частях корнеплода откладываются запасные продукты у моркови, редьки, свеклы?

Работа 19. Побег и стебель. Строение почки

Цель работы: изучить строение побега, научиться определять типы ветвления и листорасположения, виды побегов; изучить строение расположение почек.

Материалы и оборудование: живые или гербарные образцы побегов плауна (р. *Lycopodium*), сосны (р. *Pinus*) или ели (р. *Picea*), вишни (р. *Cerasus*), сливы (р. *Prunus*), липы (р. *Tilia*), сирени (р. *Syringa*), каштана конского (*Aesculus hyppo-castanum*), яблони (р. *Malus*), дуба (р. *Quercus*), смородины (р. *Ribes*), березы (р. *Betula*), ольхи (р. *Alnus*), льна (р. *Linum*), тополя (р. *Populus*), а также пшеницы (р. *Triticum*), ржи (р. *Secale*) или другого растения из семейства мятликовые.

Побег – это орган, который формируется из верхушечной меристемы и расчленяется на раннем этапе морфогенеза на специализированные части: стебель, листья, почки. Основная функция побега – фотосинтез. Части его могут служить также для вегетативного размножения, накопления запасных продуктов и воды.

При характеристике побега обращают внимание на следующие особенности: тип стебля и форму его поперечного сечения, способ нарастания, положение в пространстве, тип ветвления, длину междоузлий, расположение листьев, тип почек, расположение почек.

Различают два типа стеблей. Деревянистый стебель живет много лет. Он характерен для деревьев, кустарников и полукустарников. Полукустарники отличаются от кустарников тем, что верхняя часть их стебля не одревесневает, а ежегодно отмирает, например у полыни (р. *Artemisia*). Стебель травянистого типа живет один вегетационный период, он характерен для однолетних, двулетних и многолетних трав.

Обычно стебель нарастает верхушкой – верхушечный рост. Однако у некоторых растений наблюдают вставочный (интеркалярный) рост, при котором меристема расположена не на верхушке, а у основания каждого междоузлия.

Наиболее типичен вставочный рост для мятликовых (рожь, кукуруза и др.). Верхушечное нарастание может быть моноподиальным, если верхушечная меристема функционирует неопределенно долгое время, и симподиальным, если она существует ограниченное время, обычно один вегетационный период, и рост побега продолжается за счет ближайшей боковой почки (переве́ршинивание).

По очертанию поперечного разреза различают стебли округлые, ребристые, трехгранные, четырехгранные и др. (рис. 19.1).

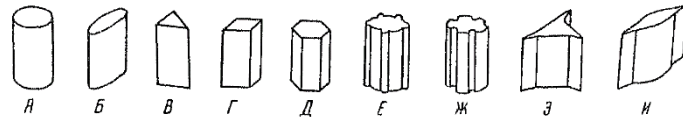


Рис. 19.1. Формы стебля на поперечном разрезе:

А – округлый; Б – сплюснутый; В – трехгранный; Г – четырехгранный; Д – многогранный; Е – ребристый; Ж – борздатый; З, И – крылатые

Довольно разнообразны побеги по положению в пространстве: прямостоячие, восходящие, стелющиеся, цепляющиеся, вьющиеся и др. (рис. 19.2).

Выделяют два способа ветвления побега: верхушечное (дихотомическое) и боковое. При верхушечном конус нарастания (раздваивается, в результате чего от самой верхней части оси первого порядка отходят две оси второго порядка, которые, в свою очередь, также раздваиваются (рис. 19.3). Такое ветвление свойственно примитивным растениям.

Основной способ ветвления современных растений – боковой. При этом система осей может быть моноподиальной (при моноподиальном нарастании) с очередным, супротивным или мутовчатым расположением осей или симподиальной (при симподиальном нарастании) с расположением осей в виде монохазия, дихазия, плейохазия. Особого внимания заслуживает способ ветвления побега, называемый кущением. Ветвление при этом происходит только у основания стебля вследствие развития приземных и подземных почек. Этот участок называют зоной кущения. Кущение свойственно кустарникам, многолетним, а иногда и однолетним травам. У мятликовых в зависимости от длины горизонтально расположенной части побега, различают виды плотнокустовые, рыхлокустовые и корневищные. У плотнокустовых видов разветвления растут вертикально. У рыхлокустовых они сначала растут горизонтально или под углом, а затем загибаются вверх.

У корневищных разветвления растут горизонтально (рис. 19.4).



Рис. 19.2. Положение стебля в пространстве:

А – прямостоячий (кукуруза – *Zea mais*), Б – цепляющийся (виноград – *Vitis vinifera*), В – вьющийся (хмель – *Humulus lupulus*), Г – стелящийся (вербейник – *Lysimachia nummularia*), Д – ползучий (клевер – *Trifolium repens*)

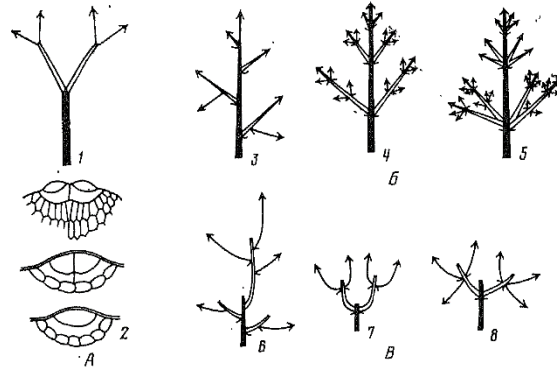


Рис. 19.3. Схема типов ветвления стебля и систем осей:

А – верхушечное ветвление; Б – боковое ветвление, моноподиальная система; В – боковое ветвление, симподиальная система; 1 – дихотомия, 2 – раздвоение верхушечной клетки (водоросль); 3 – очередное расположение осей; 4 – супротивное; 5 – мутовчатое; 6 – монохазий; 7 – дихазий; 8 – плейохазий



Рис. 19.4. Ветвление мятликовых:

А – плотнокустовое (белоус – *Nardus stricta*); Б – рыхлокустовое (мятлик – *Poa annua*); В – корневищное (пырей – *Eleotrigia repens*); 1 – придаточные корни; 2 – зона кущения; 3 – побег первого порядка; 3₂-3₃ – боковые побеги второго и последующих порядков; 4 – корневище

Известны растения с неветвящимся стеблем. У таких форм боковые почки на оси первого порядка не развиваются (рис. 19.5).

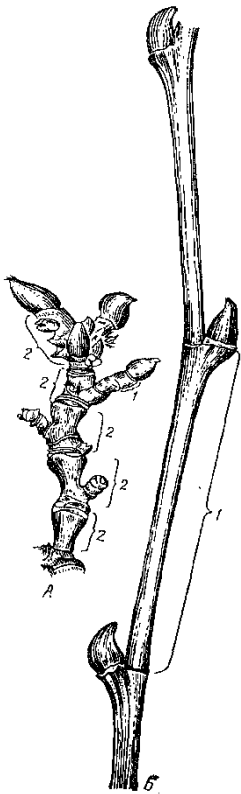


Рис. 19.6. Побеги платана (*Platanus orientalis*):
А – укороченный;
Б – удлиненный;
1 – междоузлие;
2 – годичный прирост

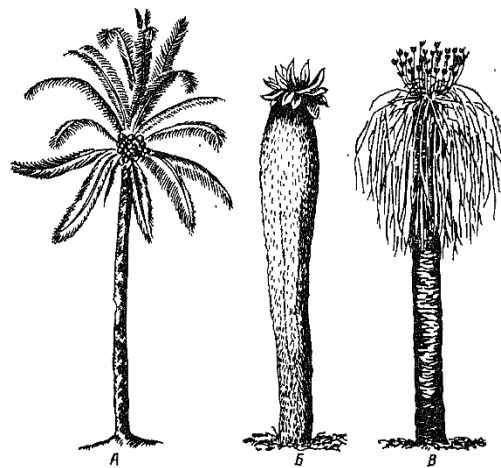


Рис. 19.5. Неветвящиеся стебли:
А – пальма (*Cocos nucifera*); Б – крестовник (*Senecio friesiorum*); В – кингия (*Kingia australis*)

Побеги различают также по длине междоузлий. При ясно выраженных междоузлиях побег называют удлиненным. Если узлы сближены и междоузлия практически незаметны – это укороченный побег (плодушка, розетка) (рис. 19.6).

Существуют три основных типа листорасположения: супротивное, мутовчатое и спиральное (очередное) (рис. 19.7). Наиболее сложное и наиболее распространенное у

покрытосеменных спиральное листорасположение.

У некоторых растений сочетаются различные типы листорасположения, например, на нижнем (базальном) участке стебля может быть хорошо выражено супротивное, а на верхнем – спиральное листорасположение, или наоборот. Даже при однотипном спиральном листорасположении на ортотропных и плагиотропных побегах многих древесных пород можно наблюдать разные варианты цикличности.

Порядок заложения зачатков листьев на конусе нарастания зависит от генетических факторов и является наследственным признаком, характерным для вида, а иногда и для рода или даже семейства. Однако на расположение листьев на побеге могут оказывать влияние и факторы внешней среды – освещение, сила тяжести и другие. В конечном итоге листья располагаются на стебле так, что их пластинки оказываются в наиболее благоприятных условиях освещения. Кроме того, при сохранении симметрии размещения оснований листьев на стебле, черешки их могут изгибаться и поворачивать пластинки так, что уже не удастся определить исходную формулу листорасположения. При этом пластинки листьев образуют единую плоскость, в которой нет просветов, так как пустые места между большими листьями занимают более мелкие. В результате возникает листовая мозаика, которую чаще

всего можно наблюдать на горизонтальных ветвях и на вертикальных укороченных побегах (розетках), например, у липы, ели, герани и других.



Рис. 19.7. Листорасположение:

А – спиральное, или очередное (персик – *Persica vulgaris*); Б – супротивное (бирючина – *Ligustrum ovalifolium*); В – мутовчатое (олеандр – *Nerium oleander*)

Иногда стебель бывает лишен листьев. В таких случаях он часто имеет зеленую окраску, т. е. ассимилирует. Зеленый, способный к фотосинтезу стебель, увенчанный цветком или соцветием, называют стрелкой. Побег образуется из почки зародыша семени или почки на стебле.

Почка, как и зародыш, содержит в зачаточном состоянии все органы будущего побега: зачаточный стебель с конусом нарастания, зачаточные листья (примордии).

У большинства деревьев и кустарников умеренной зоны (дуб, береза, липа, ольха, ива, лещина, бузина и др.), а также у некоторых многолетних трав (копытень, грушанка и др.) почки снаружи защищены кроющими чешуйками (видоизмененными листьями), которые предохраняют их от усыхания, ярких лучей солнца, холода. Число чешуй у разных видов колеблется: иногда их более 20 (дуб), а иногда всего две (ива).

Однако у некоторых растений почки лишены чешуек и защищены лишь волосным покровом (голые почки). Такие почки характерны для гордовины (*Viburnum lantana*), крушины ломкой: (*Frangula alnus*), барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris*) и др.

По положению на стебле различают верхушечные и боковые почки (рис. 19.8).

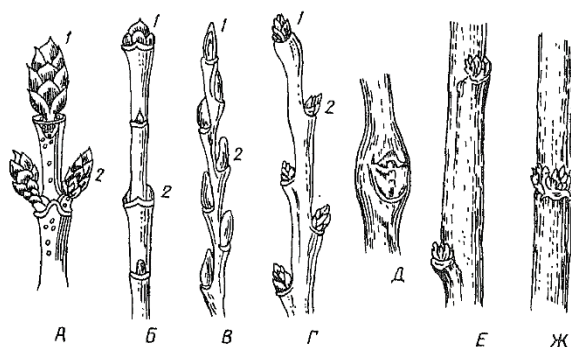


Рис. 19.8. Типы расположения одиночных (А-Г) и групповых (Д-Ж) почек:

А, Б – верхушечное и пазушное супротивное: А – каштан конский (*Aesculus hippocastanum*); Б – клен (*Acer platanoides*); В, Г – верхушечное и пазушное очередное: В – ива (*Salix alba*), Г – ильм (*Ulmus scarba*); Д – пазушное сериальное – сифизия (*Aristolochia sicho*); Е – пазушное коллатеральное – волчье лыко (*Daphne mezereum*); Ж – пазушное мутовчатое – слива (*Prunus domestica*); 1 – верхушечная почка; 2 – пазушная почка

Боковые почки бывают пазушными, если расположены в пазухах листьев, и придаточными, если расположены в любом месте стебля, корня и других органов. Пазушные почки, длительное время не дающие побегов, называют спящими. Иногда придаточные почки на листьях сразу же дают маленькие побеги с придаточными корнями (р. бриофиллум – *Bryophilum*) или луковички (лук луковичконосный – *Allium scaruleutn* var. *bulbiferum*). Такие почки называют выводковыми. Пазушные почки могут быть как одиночными, так и групповыми.

В последнем случае название почек соответствует их взаиморасположению: сериальные (вертикально-рядовые), в том случае когда почки расположены в один ряд по длине побега; коллатеральные (горизонтально-рядовые), если они размещаются в ряд поперек побега; мутовчатые, они расположены кружком.

По назначению различают вегетативные почки, репродуктивные (цветочные) и вегетативно-репродуктивные.

Задания

1. Определить тип ветвления побегов различных растений: плауна, сосны или ели, вишни или липы, сирени или конского каштана. Зарисовать схемы ветвления этих растений, как было показано на рисунке 19.3.

2. Познакомиться с особенностями зоны кущения мятликовых на примере пшеницы или ржи. Зарисовать зону кущения и сделать обозначения.

3. Проанализировать спиральное листорасположение.

4. Рассмотреть внешний вид и внутреннее строение вегетативной, генеративной и смешанной почек. Зарисовать продольный разрез всех изученных почек и обозначить их части.

5. Рассмотреть почки на побегах различных растений: тополя, дуба, сливы и др. Описать их особенности и классифицировать.
6. Изучить и зарисовать побег с удлинёнными и укороченными междоузлиями.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают ветвь широко распространённого кустарника – сирени обыкновенной. Уже при беглом взгляде на стебли видно, что они деревянистые, прямостоячие. Разрезав стебель при помощи ножа или скальпеля, отмечают, что в поперечном сечении он округлый.

2. Особенно внимательно изучают характер нарастания и ветвления, т. е. расположение осей разных порядков по отношению друг к другу. Определив ось первого порядка, устанавливают, что она, как правило, довольно скоро заканчивает свой рост. Одновременно начинают расти две оси второго порядка, отходящие ниже верхушки оси первого порядка и расположенные супротивно. В свою очередь, на осях второго порядка после прекращения их роста образуются оси третьего порядка, также расположенные супротивно. Таким образом, нарастание побега будет верхушечным симподиальным, а ветвление – боковым с симподиальной системой осей (дихазий). Побеги сирени летом хорошо облиственны, зимой же о расположении можно судить по отчетливо заметным листовым рубцам. Листорасположение у сирени супротивное, от каждого узла отходит по два листа. Междоузлия хорошо заметны, следовательно, это типичные удлинённые побеги. На верхушке побега и в пазухе каждого листа расположено по одной почке. Почка покрыта сверху почечными чешуйками.

Итак, стебель сирени обыкновенной деревянистый, прямостоячий, с верхушечным симподиальным нарастанием и боковым ветвлением. Система осей симподиальная, дихазий. В поперечном сечении стебель округлый. Побеги облиственные, удлинённые, с супротивным листорасположением и пазушными одиночными почками. Все почки защищенные.

3. Рассматривают почки побега сирени обыкновенной или другого растения и устанавливают, что они покрыты плотными чешуями бурого цвета, расположенными черепитчато. Скальпелем или бритвой делают продольный разрез более крупной боковой почки, выросшей под отмершей верхушкой побега. Изучают ее при помощи лупы или бинокля. Находят довольно короткий зачаточный стебель с конусом нарастания, превратившимся в зачаточное, соцветие, и листья. Следовательно, это вегетативно-репродуктивная почка.

4. Затем изучают боковую почку со средней части побега. Она не имеет зачаточного соцветия. Это вегетативная почка.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие деревянистого стебля от травянистого?
2. Стебли каких растений имеют в основном вставочный (интеркалярный) рост?
3. Чем отличается ползучий побег от стелющегося, вьющийся от цепляющегося, прямостоячий – от всех указанных выше?
4. В чем принципиальное отличие верхушечного ветвления от бокового?
5. Чем отличается моноподиальная система боковых осей от симподиальной?
6. В чем отличие главной оси растения с монодиальным верхушечным нарастанием от главной оси растения с симподиальным верхушечным нарастанием?
7. Почему симподиальное нарастание более прогрессивно, чем моноподиальное?
8. В чем отличие укороченного побега от удлиненного?
9. Как определить листовой цикл при спиральном листорасположении?
10. Всегда ли почки защищены почечными чешуйками?
11. Какая разница между пазушными и придаточными почками?
12. Какова характерная особенность вегетативно-репродуктивных почек?
13. Какие почки называют спящими?
14. В чем отличие сериального расположения групповых почек от коллатерального и мутовчатого?

Работа 20. Микроскопическое строение стебля голосеменных и древесных покрытосеменных (двудольных) растений – непучковое строение

Цель работы: изучить особенности строения различных древесных растений; научиться определять на срезах виды тканей и возраст растения.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы бинокуляры, распилы многолетних стволов сосны (*Pinus sylvestris*), ели (*Picea abies*), дуба (р. *Quercus*), липы (*Tilia cordata*), березы (*Betula verrucosa*) и др., постоянные микропрепараты их поперечных срезов.

Стебель в типичных случаях – это осевой полисимметричный орган неограниченного роста, несущий листья и почки; увеличение его в длину происходит за счет верхушечного и вставочного роста, ветвление и заложение почек осуществляются наружно (экзогенно). Стебель обеспечивает связь между надземными ассимилирующими органами (воздушное питание) и подземными органами (почвенное питание) обуславливает образование большого числа листьев с мощной ассимиляционной поверхностью и наилучшее размещение их по отношению к свету, являетсяместищем запасных продуктов.

У стебля, как и у корня, ниже конуса нарастания в зоне зачаточных (примордиальных) листьев происходят дифференциация клеток первичной меристемы и формирование первичного строения. У голосеменных и большинства двудольных покрытосеменных растений впоследствии появляется латеральная меристема – сплошной камбиальный цилиндр, образующий вторичные ткани и обуславливающий таким образом рост стебля в толщину.

У древесных растений прокамбий закладывается сплошным цилиндром и вскоре преобразуется в камбий. Прокамбий и камбий на всем протяжении дифференцируются в элементы флоэмы и ксилемы. Следовательно, и при первичном, и при вторичном строении флоэма и ксилема представляют собой сплошной цилиндр. Так возникает непучковое строение.

Задания

1. Рассмотреть распилы многолетних стволов двух-трех видов растений, схематично зарисовать один из них и сделать обозначения.
2. Изучить постоянный микропрепарат поперечного среза стебля сосны. Ознакомиться с его общей структурой, а затем обозначить ткани и их комплексы в тетради. Можно воспользоваться готовым препаратом.
3. Изучить постоянный микропрепарат поперечного среза стебля липы. Ознакомиться с его общей структурой, а затем обозначить ткани и их комплексы в тетради. Можно воспользоваться готовым препаратом.

Порядок работы

1. Рассматривают два-три распила многолетних стволов, желательно не моложе 30-35 лет. Обращают внимание на то, что на распилах березы вся древесина (первичная и вторичная ксилемы) более или менее однородна, тогда как на остальных хорошо выражена слоистость. Причем последовательно чередуются более широкие светлые кольца и более узкие темные. Светлое кольцо формируется при интенсивном росте. Оно состоит из элементов ксилемы, которые имеют относительно тонкие стенки и большие полости. Темное кольцо формируется осенью при замедленном росте. Оно состоит из сходных элементов ксилемы, но более толстостенных, с небольшими полостями. Светлые и темные кольца составляют годичное кольцо древесины. Таким образом, слоистость древесины определяется периодичностью функционирования камбия. У березы же камбий в течение всего вегетационного периода образует более или менее одинаковые элементы ксилемы, поэтому слоистость у нее выражена слабо, однако под микроскопом она заметна. По числу колец можно установить приблизительный возраст ствола, ветви.

В центре распила находится сердцевина, иногда слабо выраженная, иногда более или менее разрушенная. При рассмотрении распилов невооруженным глазом или при помощи лупы видно, что на некоторых из них по радиусам, т. е. в направлении от сердцевины к коре, идут светлые линии. Это сердцевинные лучи. Они состоят из тонкостенных паренхимных клеток.

Даже при беглом взгляде на распилы видов некоторых родов (дуб, тисс и др.) хорошо заметна окрашенная центральная часть ствола. Это ядровая древесина, светлый же массив древесины, расположенный между ядровой древесиной и корой, называют заболонью (рис. 20.1). Ткани ядровой древесины выполняют не проводящую функцию, а только скелетную (механическая опора). В ее клеточных стенках и полостях откладываются дубильные вещества, смолы, камеди, соли и другие продукты метаболизма.

По периферии распила хорошо обособлена кора (ткани, расположенные между камбием и коркой). Между корой и древесиной функционировал тонкий камбиальный слой. Его отмечают на рисунке условно. Самый наружный слой распила – корка.

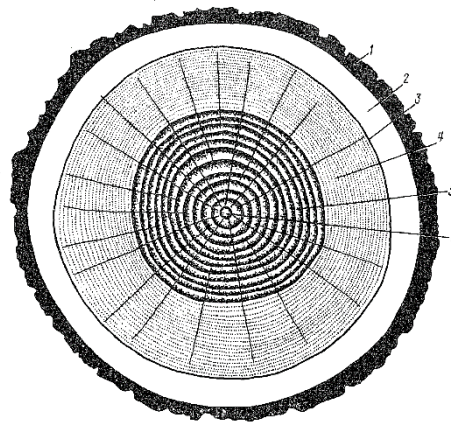


Рис. 20.1. Распил ствола дуба (*Quercus longipes*):

1 – корка; 2 – кора; 3 – камбий; 4 – заболонь; 5 – ядро (4-5 древесина); 6 – сердцевина

2. *Стебель сосны.* В центре стебля находят небольшой участок тонкостенных паренхимных клеток. Это сердцевина стебля (рис. 20.2).

К периферии от нее концентрическими слоями лежат годовичные кольца древесины (ксилемы). Они составляют основной массив стебля. В древесине повсюду, но преимущественно в более темных (осенних) участках годовичных колец, находятся смоляные каналы. Это схизогенныеместилища выделений. Стенки смоляных каналов выстланы живыми тонкостенными клетками. При большом увеличении отчетливо видно, что древесина состоит из однородных элементов – трахеид. Различия в пределах каждого кольца наблюдаются лишь в размерах трахеид: в светлой части кольца расположены трахеиды тонкостенные, с большой полостью (работа камбия весной); в более темной части кольца – толстостенные, с малой полостью, сжатые в радиальном направлении (работа камбия летом и осенью). Первые из них выполняют проводящую функцию, вторые – главным образом механическую. На радиальных стенках крупных трахеид имеются окаймленные поры. Они свойственны только проводящим элементам.

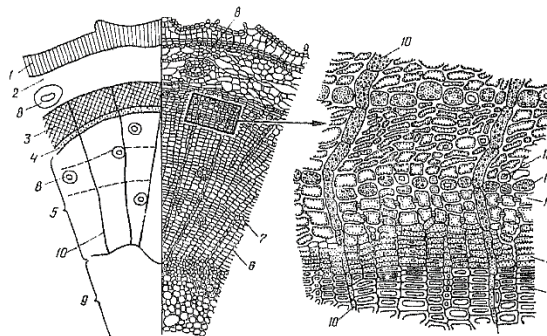


Рис. 20.2. Стебель сосны (*Pinus sylvestris*) на поперечном разрезе:

1 – покровная ткань; 2 – паренхима первичной коры; 3 – флоэма; 4 – камбиальная зона; 5 – ксилема; 6 – весенние трахеиды; 7 – осенние трахеиды; 8 – смоляной канал; 9 – сердцевина; 10 – сердцевинный луч; 11 – лубяная паренхима; 12 – ситовидная клетка; 13 – клетка с кристаллом

В общей массе трахеид легко обнаружить радиальные полосы – сердцевинные луча. Их образуют живые удлинённые паренхимные клетки, расположенные в один ряд. Одни сердцевинные лучи идут от сердцевины до коры (первичные лучи), другие начинаются от какого-либо годичного кольца древесины и иногда не достигают коры (вторичные лучи). По сердцевинным лучам осуществляется передвижение веществ в горизонтальном направлении.

Таким образом, древесина сосны, как и других хвойных, имеет весьма однородную и поэтому примитивную организацию: ни сосудов, ни специализированных механических элементов (либриформа) у хвойных нет, а древесинная паренхима представлена только клетками сердцевинных лучей и эпителиальными клетками смоляных каналов. Границей между древесиной и вторичной корой является камбиальная зона.

Вторичная кора состоит из вторичной и первичной флоэмы и перициклической зоны. Хорошо заметна довольно четкая граница между камбиальной зоной и ксилемой, в то время как между камбиальной зоной и флоэмой переход постепенный. Клетки камбия внешне сходны с ситовидными трубками. Последние во флоэме сосны не имеют сопровождающих клеток. Однако их можно отличить от камбия по отсутствию содержимого, большим размерам и утолщениям на радиальных стенках – это дополнительные ситовидные пластинки, которые имеются не только на поперечных, но и на боковых стенках ситовидных трубок. Ситовидные трубки, располагающиеся радиальными рядами по периферии флоэмы, облитерированы, т. е. смяты. Между слоями мелких ситовидных трубок видны более крупные округлые клетки лубяной паренхимы. Они содержат крахмал и другие запасные продукты.

Серцевинные лучи и во флоэме состоят из одного ряда клеток, однако более крупных, чем в ксилеме. С внешней стороны от флоэмы располагаются крупные клетки паренхимы первичной коры, среди которых заметны большие смоляные каналы.

Покровная ткань образована слоями клеток с тонкими опробковевшими стенками, чередующимися со слоями клеток с толстыми одревесневшими стенками.

В результате исследования можно отметить две важные структурные особенности коры у сосны: отсутствие сопровождающих клеток у ситовидных трубок и наличие в первичной коре, как и в древесине, смоляных каналов.

Выполняют два рисунка. Схематично зарисовывают сектор поперечного среза при малом увеличении и обозначают: сердцевину; древесину с годичными кольцами, смоляными каналами и сердцевинными лучами; камбиальную зону; вторичную кору со вторичной и первичной флоэмой, сердцевинными лучами и перициклической зоной; первичную кору с паренхимой, смоляными каналами, живыми элементами перидермы; покровную ткань. Детально зарисовывают участок среза на границе флоэмы и ксилемы при большом увеличении, обозначив: клетки камбиальной зоны, элементы флоэмы с ситовидными трубками, лубяной паренхимой, клетками сердцевинного луча, а также элементы ксилемы (трахеиды, клетки сердцевинного луча).

3. *Стебель липы.* Стебель липы имеет типичное для двудольных древесных растений строение. Сначала знакомятся с общим планом строения- стебля на поперечном срезе при малом увеличении. На препарате видно, что вокруг небольшого центрального участка сердцевины располагаются концентрическими кругами годовичные слои древесины, окрасившиеся от реактива в малиново-красный цвет (рис. 20.3). Вокруг древесины ясно заметна темная полоска камбия. За камбием лежит ряд трапециевидных участков флоэмы, обращенных широким основанием к камбию.

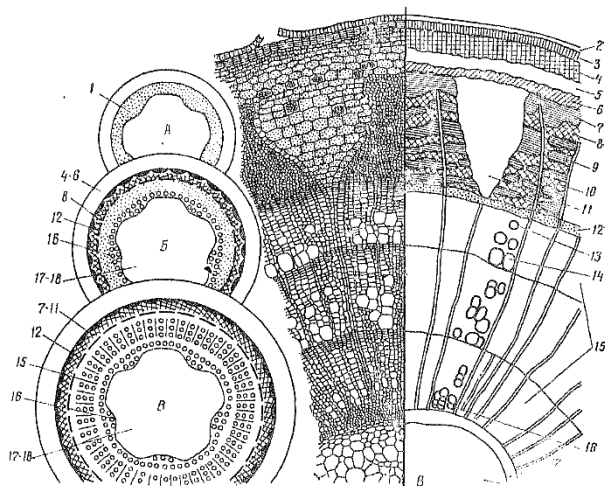


Рис. 20.3. Схема строения стебля липы (*Tilia cordata* на разных уровнях (слева) и поперечный разрез стебля на уровне сформированной структуры (справа):

А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – остатки эпидермы; 3 – пробка; 4 – колленхима; 5 – паренхима коры, 6 – эндодерма (4-6 – первичная кора); 7 – перицеллюлярная зона; 8 – первичная флоэма; 9 – твердый луб; 10 – мягкий луб (вторичная флоэма); 11 – сердцевинный луч (7-11 – вторичная кора); 12 – камбиальная зона; 13 – осенняя древесина; 14 – весенняя древесина (1-14 – годовичное кольцо древесины); 15 – вторичная древесина; 16 – первичная древесина (15, 16 – древесина); 17 – перимедулярная зона; 18 – основная паренхима (17, 18 – сердцевина, 7-18 – центральный цилиндр)

Они рассечены поперек прослойками склеренхимы, окрасившейся под действием реактива в розовый цвет. Между участками флоэмы видны участки паренхимы треугольной формы, обращенные вершиной к камбию, а основанием – к периферии. От вершины такого треугольника в древесину тянется радиальный ряд клеток с темным содержимым. Это сердцевинный луч. В ксилеме он представлен одним рядом клеток.

Участки флоэмы, паренхима сердцевинных лучей, разделяющая участки флоэмы, и перицеллюлярная зона, расположенная под эндодермой, составляют вместе вторичную кору. С наружной стороны от нее начинается первичная кора, в состав которой входят: эндодерма, паренхима и пластинчатая колленхима. У древесных растений эндодерма выражена слабо, по форме клеток она почти не отличима от

следующей за ней паренхимы, представляющей собой более или менее растянутые в тангенциальном направлении крупные клетки, в которых нередко попадаются друзы оксалата кальция; снаружи от паренхимы видна мелкоклеточная ткань с густым темным содержимым – пластинчатая колленхима. Сверху стебель покрыт пробкой, которая кажется сплошной благодаря темно-коричневой окраске клеточных стенок.

Когда общий план строения стебля хорошо усвоен, переходят к более детальному изучению основных его блоков. Их рассматривают последовательно от периферии к центру, сначала при малом, затем при большом увеличении. При этом обращают внимание на ткани, из которых они состоят.

Покровная ткань. Самая наружная часть среза наиболее пигментирована. Только на тонких участках при большом увеличении хорошо видна клеточная структура. Зарисовывают рядом с общей схемой небольшой участок пробки, состоящий из плотно сомкнутых радиальных рядов клеток. Иногда на поверхности пробки сохраняются остатки отмершей первичной покровной ткани – эпидермы.

Первичная кора. К пробке примыкает слой мелких клеток с блестящими белыми стенками. Обращают внимание на то, что тангенциальные стенки явно утолщены. Это живые клетки механической ткани – пластинчатой колленхимы. Под колленхимой лежит хорошо обособленный и легко наблюдаемый слой крупных клеток паренхимы первичной коры. Эти клетки имеют живое содержимое, а в некоторых есть друзы. Наиболее глубокий слой клеток первичной коры – эндодерма, выражен слабо. Зарисовывают рядом с соответствующими участками схемы по несколько клеток колленхимы и паренхимы.

Вторичная кора. Это хорошо обособленная морфологически и постоянно функционирующая часть стебля. Вторичная кора представляет собой один из трех крупных блоков, формирующих центральный цилиндр.

Наружный слой вторичной коры, расположенный под эндодермой, называют перициклической зоной. Обращают внимание на то, что она многослойна. Здесь чередуются по кругу группы клеток склеренхимы и паренхимы. К центру от перициклической зоны хорошо заметны участки флоэмы. На поперечном срезе стебля они имеют форму трапеций, расширяющихся в сторону камбия и древесины и суженных к периферии. При большом увеличении видно, что горизонтальные прослойки слабо одревесневшей ткани состоят из плотно примыкающих друг к другу клеток склеренхимы – лубяных волокон. Стенки этих клеток настолько утолщены, что полости их наблюдают лишь в виде точек.

Между слоями лубяных волокон, называемых часто твердым, или толстостенным, лубом, расположены остальные элементы флоэмы, называемые все вместе мягким, или тонкостенным, лубом. К мягкому лубу относят также паренхиму сердцевинных лучей. Ситовидные трубки липы имеют наклонные ситовидные пластинки, поэтому на поперечном срезе они не видны полностью. Их отрезки можно заметить только в виде темных пятен. Ситовидные трубки легко узнать по их относительно крупным размерам и отсутствию содержимого (жидкое содержимое вытекает при поперечном разрезе).

Рядом с ситовидными трубками находятся мелкие сопровождающие клетки с темным густым содержимым. Лубяная паренхима состоит из мелких клеток, похожих на сопровождающие клетки, также с густым содержимым. Она лежит более или менее правильными рядами вокруг ситовидных трубок.

Камбий. Пограничной зоной флоэмы и древесины служит камбий – латеральная меристема. Он состоит из типичных мелких тонкостенных клеток, крупноядерных, заполненных цитоплазмой, не имеющих больших вакуолей. Откладывая новые клетки древесины, слой камбия отодвигается тем самым к периферии, а вместе с ним отодвигаются и все ткани, лежащие снаружи от этого слоя. К осени деятельность камбия приостанавливается, а с началом весеннего роста возобновляется.

Древесина. Древесина – второй крупный блок центрального цилиндра. Вторичная древесина, как и у сосны, представлена годичными кольцами. Неоднородное строение древесины образуется в результате периодичности функционирования камбия. Весенняя древесина состоит преимущественно из больших по диаметру сосудов. Причем сосуды максимального диаметра сосредоточены у границы предыдущего годичного кольца. Такую древесину называют кольцесосудистой. Летнее – осенняя древесина состоит из сосудов малого диаметра с преобладанием трахеид и либриформа, которые как бы сплюснуты. За мелкими элементами осенней древесины на следующий год опять образуются сосуды большого диаметра. Этот резкий переход от мелкоклеточной осенней древесины к крупноклеточной весенней и создает видимые простым глазом границы слоев годичного прироста древесины. Детально знакомятся с общей структурой вторичной древесины и отдельными элементами одного из годичных колец при большом увеличении. На границе с сердцевинной заметны небольшие выступы – участки первичной древесины. На продольных срезах видно, что они состоят главным образом из кольчатых и спиральных сосудов.

Сердцевина. В центре стебля размещается тонкостенная паренхимная ткань – сердцевина. Она состоит из неоднородных клеток, различающихся по размерам и характеру содержимого. Некоторые, более крупные, не имеют живого содержимого, стенки их одревесневают. Вокруг них располагаются еще живые клетки, но обычно с темным содержимым, богатым дубильными веществами. Ближе к древесине видны более мелкие клетки сердцевинной, часто богатые крахмалом. Это так называемая перимедуллярная зона.

В заключение отмечают, что при переходе ко вторичному строению первичная кора у стебля сохраняется. В центре лежит основная паренхима, составляющая сердцевину. У некоторых растений клетки сердцевинной разрушаются, образуя полость. У корня же при переходе ко вторичному строению первичная кора сбрасывается, а в центре сохраняется ксилема (первичная и вторичная).

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности структуры флоэмы и ксилемы у хвойных растений?
2. По каким элементам можно отличить стебель голосеменного растения от стебля древесного покрытосеменного?
3. Какой тип строения имеют стебли древесных растений? Как закладывается в них прокамбий?
4. Что такое вторичная кора?
5. Каковы различия в происхождении первичной и вторичной коры? Из каких тканей они состоят?
6. Сколько колец камбия имеют стебли древесных растений?
7. Какими элементами представлена перициклическая зона у липы?
8. С чем связано образование годичных колец вторичной древесины? От чего зависит их толщина?
9. Какую древесину называют кольцесосудистой и какую рассеянно-сосудистой? Какая из них свойственна липе и яблоне?
10. Что такое заболонь?
11. Что такое ядровая древесина? Как она образуется?
12. Из каких элементов состоят сердцевинные лучи и какую функцию они выполняют? Как отличить первичный сердцевинный луч от вторичного?
13. Что такое перимедуллярная зона?
14. Из каких блоков состоит центральный цилиндр стебля при вторичном строении?

Работа 21. Микроскопическое строение стебля травянистых двудольных растений

Цель работы: изучить все типы анатомического строения стебля травянистых растений, класса двудольные.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, постоянные микропрепараты поперечных срезов стеблей льна (*Linum usitatissimum*), подсолнечника (*Helianthus annuus*), кирказона (*Aristolochia clematitis*), лютика ползучего (*Ranunculus repens*).

Происхождение камбия у травянистых двудольных растений может быть различным. У одних видов он возникает очень рано из сплошного кольца прокамбия вслед за появлением первичных элементов ксилемы и флоэмы. В этом случае первичное и вторичное строение стебля будет непучковым. У других растений прокамбий закладывается тяжами и камбий возникает не только из прокамбия, но и из паренхимы между уже сформировавшимися проводящими пучками. В этом случае первичное строение стебля будет пучковым, а вторичное – либо пучковым, либо переходным. Пучковое строение будет в том случае, если межпучковый камбий дифференцируется только в паренхиму; переходное – если межпучковый камбий, как и пучковый, образует элементы флоэмы и ксилемы. Лишь у немногих травянистых двудольных не образуется сплошной камбиальный цилиндр, а камбий остается только внутри пучков, между которыми расположена паренхима. У таких растений стебель не может сильно утолщаться.

При пучковом строении стебля у двудольных растений пучки расположены в один ряд по окружности параллельно поверхности стебля. Разнообразие строения стеблей двудольных чрезвычайно велико. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся типы строения.

Задания

1. Изучить поперечный срез стебля льна и ознакомиться с непучковым строением, а также со строением лубяных волокон этого растения.
2. Ознакомиться с переходным строением стебля подсолнечника.
3. Изучить пучковое строение стебля кирказона.
4. На примере стебля лютика ползучего познакомиться с пучковым строением стебля без межпучкового камбия.
5. Обозначить ткани и комплексы всех изученных типов строения стеблей в рабочей тетради.

Порядок работы

1. *Стебель льна (непучковое строение).* При малом увеличении обращают внимание на сплошной мощный слой *ксилемы*, элементы которой у льна расположены

правильными радиальными рядами (рис. 21.1).

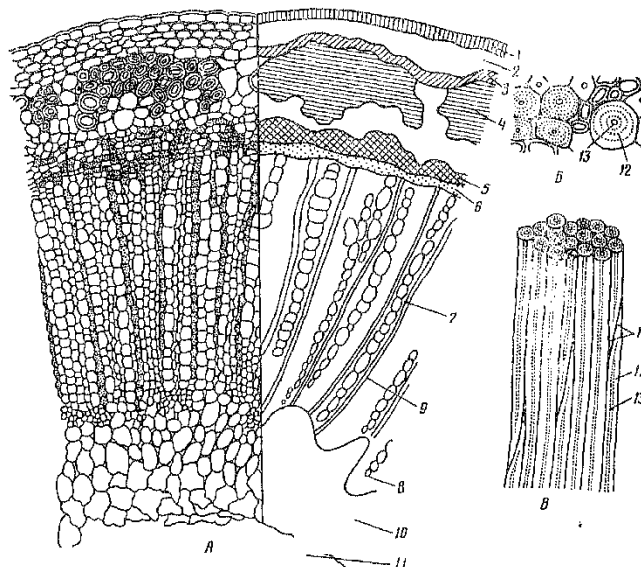


Рис. 21.1. Стебель льна (*Linum usitatissimum*) на поперечном разрезе (А) и лубяные волокна на поперечном (Б) и продольном (В) разрезах:

- 1 – эпидерма; 2 – паренхима первичной коры; 3 – эндодерма; 4 – лубяные волокна; 5 – флоэма; 6 – камбиальная зона; 7 – вторичная ксилема; 8 – первичная ксилема; 9 – сердцевинный луч; 10 – паренхима сердцевины; 11 – полость; 12 – стенка клетки; 13 – полость клетки; 14 – заостренные концы клетки

К центру от ксилемы находят сердцевину, как правило, с большой полостью. Флоэма, как и ксилема, располагается одним непрерывным слоем.

Ознакомившись с общим планом строения стебля, пространственным расположением и соотношением его отдельных блоков, отыскивают наиболее тонкий сектор и ставят объектив большого увеличения.

У поверхности стебля видны сравнительно крупные клетки эпидермы, покрытые желтоватой кутикулой. За эпидермой лежит небольшой слой мелких клеток хлорофиллоносной паренхимы коры. Первичная кора заканчивается волнистым рядом более крупных клеток эндодермы, называемой иногда крахмалоносным влагищем, так как в клетках ее накапливается вторичный крахмал. Эндодерма будет видна лучше, если подействовать на срез раствором йода в йодиде калия.

Под эндодермой расположены плотные группы толстостенных сравнительно крупных клеток, округлых или многогранных, причем в более толстых местах среза стенки их остались белыми и блестящими, а в тонких местах пропитываются хлор – цинк – йодом и принимают фиолетовую окраску. Это лубяные волокна перicyклического происхождения, ради которых главным образом и возделывают лен. Пользуясь микрометренным винтом, можно увидеть слоистость стенок. Внутри от лубяных волокон расположен тонкий слой флоэмы, а за ней – камбий.

Рассматривая ксилему при большом увеличении, замечают, что между довольно крупными элементами без протопластов располагаются радиальные ряды мелких клеток, заполненных цитоплазмой и от этого имеющих более темный цвет. Это серд-

целинные лучи, состоящие из живых паренхимных клеток с одревесневшими стенками. Расположенные ближе к центру мелкие первичные элементы ксилемы не одревесневают. Определить, из каких элементов состоит ксилема, можно только при исследовании продольных срезов стебля. Первичная ксилема содержит кольчатые и спиральные сосуды, а вторичная – пористые сосуды, трахеиды и либриформ. Ниже ксилемы расположена крупноклеточная паренхима сердцевины.

Микроскопический анализ поперечных срезов стеблей льна осуществляют при определении качества волокна в селекционной работе. Плотные группы лубяных волокон с толстыми стенками и маленькими полостями представляют собой хорошее техническое волокно, а рыхло расположенные, разрозненные лубяные волокна с относительно тонкими стенками и большими полостями дают техническое волокно плохого качества.

2. *Стебель подсолнечника (переходное строение).* Проводящие пучки на срезе расположены близко к поверхности стебля в один ряд. Все пучки как бы связаны волнистой полоской очень мелких клеток с более темным содержимым. Это и есть образовавшийся из паренхимы межпучковый камбий. Из него дифференцируются новые проводящие пучки, которые расположены между более крупными пучками (рис. 21.2).

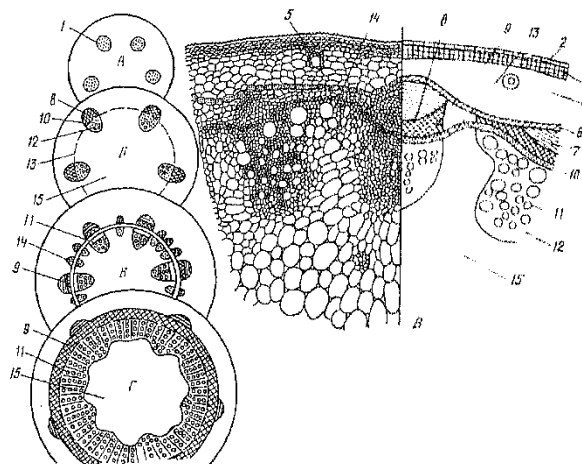


Рис. 21.2. Схемы строения стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*) на разных уровнях (слева) и поперечный разрез стебля на уровне перехода к пучковому строению (справа):

- А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне перехода к непучковому строению; Г – на уровне сформированной структуры;
- 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – колленхима; 4 – паренхима коры;
 - 5 – смоляной канал; 6 – эндодерма (3-6 – первичная кора); 7 – склеренхима;
 - 8 – первичная флоэма; 9 – вторичная флоэма; 10 – пучковой камбий;
 - 11 – вторичная ксилема; 12 – первичная ксилема; 13 – межпучковый камбий;
 - 14 – пучок из межпучкового камбия; 15 – паренхима сердцевины (7-15 – центральный цилиндр)

Затем рассматривают ткани стебля при большом увеличении. Снаружи стебель покрыт эпидермой, на которой образуются крупные многоклеточные волоски. Под эпидермой расположена механическая ткань – колленхима. Ближе к периферии находятся слои пластинчатой колленхимы, а глубже – угловой. Обращают внимание на то, что клетки колленхимы имеют живое содержимое, в том числе ядро и хлоропласты.

Под колленхимой лежит небольшой слой паренхимы первичной коры, заканчивающийся извилистым слоем из цепочки клеток, прилегающих к участкам склеренхимы. Это эндодерма. Однако крахмал в клетках разрушен действием соляной кислоты. Он виден на срезах, на которые подействовали раствором йода в йодиде калия. В основной паренхиме изредка встречаются схизогенные смоляные каналы. Таким образом, первичная кора состоит из колленхимы, основной паренхимы, эндодермы.

Сразу же за первичной корой расположен центральный цилиндр. Он начинается хорошо обособленными группами толстостенных клеток склеренхимы с одревесневшими стенками (на продольном срезе они представляют собой тяжи) перициклического происхождения. Отмечают, что у стебля подсолнечника, как и у стеблей древесных растений, перициклическая зона состоит из участков склеренхимы, чередующихся по кругу с паренхимой. Здесь также изредка встречаются смоляные каналы.

Важно отметить, что тяжи склеренхимы разбросаны не произвольно, а в комплексе с коллатеральными пучками всегда прилегают к флоэмной части пучка. Пучки открытые, размещены равномерно по окружности стебля.

Несколько изогнутая зона пучкового камбия, выходя за пределы пучка, формирует выпуклую дугу межпучкового камбия. Широкая камбиальная зона – свидетельство активной деятельности камбия. За два месяца стебель подсолнечника утолщается в 8-10 раз. Межпучковый камбий возникает из основной паренхимы, после того как из прокамбия сформируются проводящие пучки и начнется деятельность пучкового камбия. Межпучковый камбий образует элементы нового проводящего пучка: ксилему внутрь от камбия и флоэму наружу от него. Постепенно новые и старые пучки разрастаются и сливаются. В итоге деятельности межпучкового камбия в нижней части стебля образуется сплошной слой ксилемы с острыми выступами, вдающимися в сердцевину. Снаружи к ксилеме примыкает непрерывный слой камбия, а за ним слой флоэмы.

С внутренней стороны от пучков видна крупноклеточная паренхима сердцевины, составляющая основную массу стебля. Молодые клетки паренхимы прозрачны, имеют целлюлозные стенки и сохраняют живое содержимое.

3. Стебель кирказона (пучковое строение). При малом увеличении хорошо видны основные блоки стебля: эпидерма, первичная кора и центральный цилиндр, который начинается широким кольцом склеренхимы перициклического происхождения (рис. 21.3). Внешняя граница этого кольца ровная, а внутренняя – волнистая, над пучками

она приподнимается, между пучками опускается. Стенки клеток склеренхимы окрашены в красный цвет в результате действия реактива. Однако у верхней границы кольца стенки клеток окрашены более интенсивно, чем у нижней, так как содержат больше лигнина. Если для исследования взята довольно молодая часть стебля, то стенки клеток, расположенных у внутренней границы кольца, могут еще не содержать лигнина и имеют серый цвет.

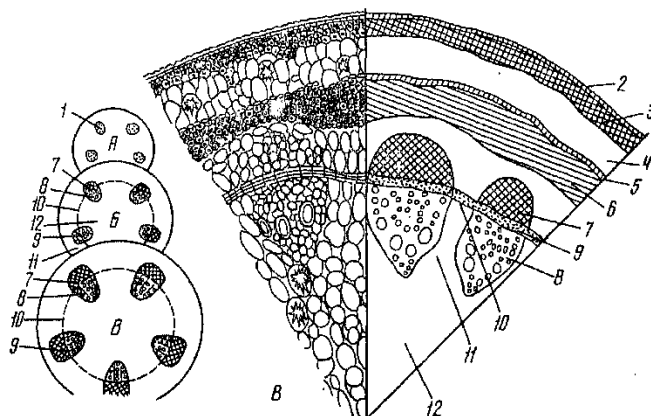


Рис. 21.3. Схемы строения стебля кирказона (*Aristolochia clematitidis*) на разных уровнях (слева) и поперечный разрез стебля на уровне сформированной структуры (справа):

- А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия;
- В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидерма;
- 3 – колленхима; 4 – паренхима коры; 5 – эндодерма (3-5 – первичная кора);
- 6 – склеренхима перицикла; 7 – флоэма; 8 – ксилема; 9 – пучковый камбий (7-9 – открытый коллатеральный пучок); 10 – межпучковый камбий;
- 11 – сердцевинный луч; 12 – паренхима сердцевины (6-12 – центральный цилиндр)

Однако внутренняя граница склеренхимного кольца всегда хорошо видна, так как под ним лежит крупноклеточная тонкостенная паренхима. Обращают внимание на то, что проводящие пучки расположены в один ряд по кругу. Это коллатеральные пучки. Ксилема окрасилась под действием реактива в красный цвет. Флоэма отличается от окружающей ее паренхимы более мелкими клетками. Пучки разделены первичными сердцевинными лучами. В центре стебля расположен большой участок паренхимы, представляющий собой сердцевину.

После этого переходят к изучению препарата при большом увеличении. Начинают с поверхности стебля. Отмечают, что эпидерма состоит из прямоугольных, плотно сомкнутых клеток. Наружная стенка их гораздо толще боковых и внутренней. Эпидерма покрыта слоем кутикулы. Под эпидермой виден слой мелких клеток с утолщенными стенками. При внимательном рассмотрении можно установить, что это колленхима, чаще пластинчатая, иногда уголковая. Далее расположен слой крупноклеточной тонкостенной паренхимы. В некоторых клетках имеются кристаллы оксалата кальция в виде друз. Самый внутренний слой паренхимы состоит из более

мелких клеток. Это эндодерма. Ею заканчивается первичная кора.

Клетки первого слоя центрального цилиндра – склеренхимы – на поперечном разрезе многоугольные, плотно прилегают друг к другу, стенки их толстые, пронизаны простыми порами. На продольном разрезе эти клетки длинные, прозенхимные. Следовательно, это древесинные волокна.

Далее изучают структуру проводящих пучков. Первичная ксилема размещается на границе с сердцевинной и состоит из небольшого числа кольчатых и спиральных сосудов малого диаметра и трахеид. Вторичная ксилема, образованная камбием, включает сосуды большого диаметра (сетчато-пористые), древесинные волокна и древесинную паренхиму. Вторичную флоэму образуют ситовидные трубки и сопровождающие клетки. Первые – крупные, вторые – мелкие, с густым содержимым. Кроме того, во флоэме имеется тонкостенная лубяная паренхима. Первичная флоэма расположена в наружной части пучка и состоит из Деформированных клеток,

Между ксилемой и флоэмой лежит камбиальная зона, состоящая из прямоугольных клеток, расположенных правильными радиальными рядами. Она состоит из камбия (один слой клеток) и его производных, не утративших еще сходства с ним. Участок камбия между флоэмой и ксилемой называют пучковым. На более поздних фазах роста в паренхиме, разделяющей пучки, также образуется камбий, который называют межпучковым. Участки межпучкового камбия примыкают к пучковому камбию, образуя сплошной камбиальный цилиндр. Межпучковый камбий дифференцируется только в паренхиму сердцевинных лучей.

Сердцевина представляет собой рыхло сложенную паренхимную ткань. В некоторых ее клетках также есть друзы.

4. Стебель лютика ползучего (пучковое строение без межпучкового камбия). Изучение общего плана строения проводят при малом увеличении, а детали структуры отдельных частей стебля проводят при большом увеличении в той же последовательности, что и при изучении предыдущего объекта.

Даже при беглом взгляде на препарат при малом увеличении заметно, что структура стебля у лютика значительно проще, чем у кирказона. Основная масса стебля представлена рыхлой паренхимой. По окружности расположены открытые коллатеральные проводящие пучки. Они небольшие, поскольку работа камбия очень быстро прекращается. Сплошного слоя камбия не образуется, поэтому стебли с возрастом почти не утолщаются (рис. 21.4).

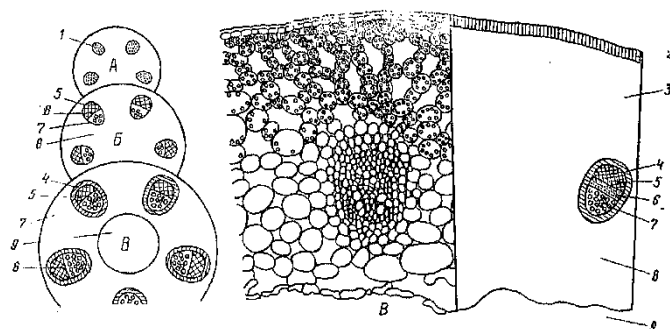


Рис. 21.4. Схемы строения стебля лютика (*Ranunculus repens*) на разных уровнях и поперечный разрез стебля на уровне сформированной структуры:

А – срез на уровне появления прокамбия; Б – на уровне появления камбия; В – на уровне сформированной структуры; 1 – прокамбий; 2 – эпидерма; 3 – паренхима коры (хлоренхима и аэренхима); 4 – склеренхима; 5 – флоэма; 6 – пучковый камбий; 7 – ксилема (5-7 – коллатеральный пучок); 8 – паренхима сердцевины; 9 – полость

При большом увеличении рассматривают хлорофиллоносную паренхиму первичной коры. Обращают внимание на то, что между клетками имеются большие межклетники, типичные для аэренхимы. Следовательно, хлоренхима является одновременно и аэренхимой. Граница между первичной корой и центральным цилиндром выражена слабо, а местами даже условна.

При изучении структуры проводящих пучков видно, что каждый пучок окружен склеренхимой. Однако механических тканей настолько мало, что они не поддерживают стебель в вертикальном положении. Поэтому он лежит на земле, укореняясь в узлах. Посредине пучка, снаружи от окрасившейся под действием реактива в красный цвет ксилемы, заметен слой камбия, следовательно, пучки здесь открытые, но разрастаются они очень слабо. Межпучковый камбий совсем не образуется. Поэтому стебли имеют в основном первичное строение и хорошо выраженных структур вторичного строения в них нет. Пучки разделены основной паренхимой, которая даже в наиболее старых участках стебля не одревесневает. В центре стебля паренхима разрушается, образуя полость.

Вопросы для самоконтроля

1. В какой части стебля двудольного растения можно увидеть первичное строение, а в какой – вторичное?
2. Чем обусловлено образование непучкового, переходного и пучкового типов вторичного строения стебля?
3. Как закладывается прокамбий при непучковом, переходном и пучковом типах строения стебля?
4. Как дифференцируется камбий при непучковом, переходном и пучковом типах строения стебля?

5. Как расположены проводящие пучки в стебле двудольных при пучковом и переходном типах строения?
6. Какова особенность структуры стебля лютика?
7. В чем разница между структурой травянистого стебля и древесного?
8. Какие различия имеются между стеблем и корнем при переходе от первичного строения ко вторичному?
9. Какая разница между расположением механических и проводящих тканей в стебле и корне?
10. По каким признакам микроскопической структуры можно отличить стебель от корня?

Работа 22. Микроскопическое строение стебля однодольных растений

Цель работы: изучить анатомическое строение стебля травянистых растений, класса однодольные.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, постоянные микропрепараты поперечного среза стеблей ириса (*Iris germanica*), спаржи (*Asparagus officinalis*), ржи (*Secale cereale*), пшеницы (*Triticum aestivum*), кукурузы (*Zea mays*).

Стебли однодольных растений имеют пучковое строение. Пучки распределены по всему поперечному сечению стебля беспорядочно. Такое расположение пучков, называемое пальмовым, возникает в связи с тем, что все они представляют собой листовые следы и при прохождении по междоузлию изгибаются. Наиболее распространены два типа пучкового строения стебля: первый – с хорошо выраженной первичной корой, второй – с отсутствием отчетливых границ между первичной корой и центральным цилиндром. В стеблях большинства однодольных, как и в корнях, не образуется камбий, поэтому они не имеют вторичного утолщения. Механическую прочность обеспечивают проводящие пучки и одревесневающие эпидерма и паренхима.

У немногих однодольных, в основном древовидных, вторичное утолщение стебля возникает за счет образования (вероятно, из перицикла) меристемы – кольца утолщения. Из него дифференцируются в центробежном направлении основная паренхима и закрытые проводящие пучки.

Задания

1. Изучить препарат поперечного среза стебля ириса или спаржи и изучить структуру стебля с хорошо выраженной первичной корой.
2. На примере ржи или пшеницы изучить строение стебля мятликовых – соломины – с плохо выраженной первичной корой и большой полостью в центре.
3. Изучить строение стебля кукурузы.
4. Сделать рисунки изученных срезов и обозначить основные их части.

Порядок работы

1. *Стебель ириса.* На препарате при малом увеличении хорошо видно окрасившееся под действием реактива в красный цвет кольцо склеренхимы, внутри от которого среди крупных паренхимных клеток сердцевины расположены небольшие коллатеральные пучки (рис. 22.1). Слой склеренхимы представляет собой многорядный перицикл и является наружным слоем центрального цилиндра.

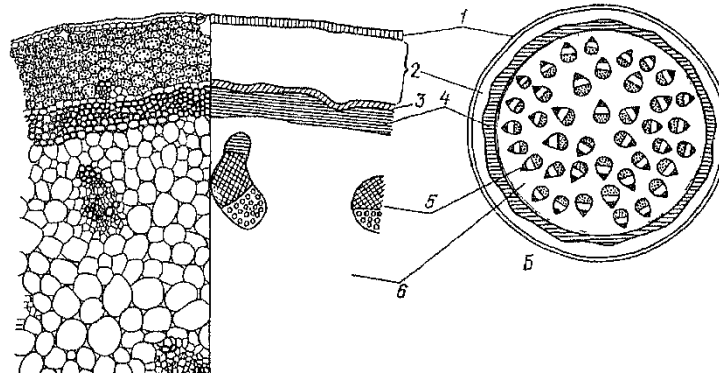


Рис. 22.1. Стебель ириса (*Iris germanica*) на поперечном разрезе (А) и схема поперечного разреза (Б):

1 – эпидерма; 2 – хлоренхима; 3 – эндодерма (2-3 – первичная кора); 4 – склеренхима перицикла; 5 – закрытый коллатеральный пучок; 6 – основная паренхима (4-6 – центральный цилиндр)

Ткани, лежащие с наружной стороны от него, принадлежат первичной коре. Снаружи стебель покрыт эпидермой с толстой кутикулой и небольшим числом устьичных аппаратов.

При большом увеличении видно, что основную часть первичной коры составляет хлоренхима. Внутренний ряд более крупных клеток паренхимы коры, прилегающий к склеренхиме, – это эндодерма. Клетки ее обычно содержат крахмал. Гранулы крахмала хорошо видны на срезах, на которые подействовали раствором йода в йодиде калия.

Затем рассматривают строение центрального цилиндра. Все пространство внутри от склеренхимного кольца перициклического происхождения занято основной паренхимой, среди которой повсюду рассеяны проводящие пучки. Проводящие пучки располагаются в кажущемся беспорядке: на периферии их больше, но они мелкие, в центре стебля – меньше, но они крупнее. Отмечают, что проводящий пучок состоит только из ксилемы и флоэмы и не содержит камбия, т. е. является закрытым. В более старой части стебля пучки окружены склеренхимой.

Таким образом, при первичном строении стебля ириса, как и его корня, можно различить центральный цилиндр и первичную кору. Однако в корне центральный цилиндр занимает в несколько раз меньший объем, чем кора. В стебле же основная часть принадлежит центральному цилиндру, а кора представлена сравнительно тонким слоем.

3. *Стебель ржи (соломина).* При малом увеличении обращают внимание на мощный слой механической ткани. Выступы ее доходят до эпидермы. Между этими выступами лежат участки хлоренхимы, над ними можно заметить устьичные аппараты (рис. 22.2). В более старых стеблях хлорофиллоносную паренхиму заметить почти невозможно, так как стенки ее клеток постепенно одревесневают, как и стенки клеток эпидермы. Первичная кора не выражена.

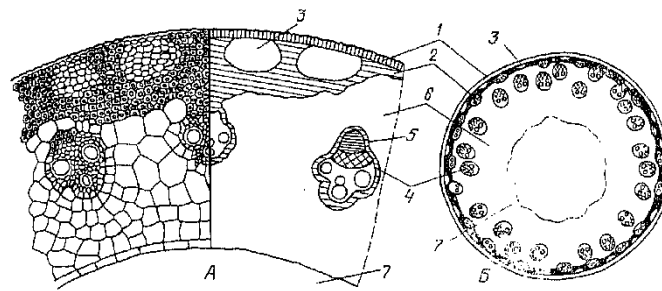


Рис. 22.2. Стебель ржи (*Secale cereale*) на поперечном разрезе (А) и схема поперечного разреза (Б):

1 – эпидерма; 2 – механическая ткань; 3 – хлоренхима; 4 – закрытый коллатеральный пучок; 5 – склеренхима; 6 – основная паренхима; 7 – полость

Рассматривая срез при большом увеличении, можно заметить, что к механической ткани примыкают небольшие закрытые коллатеральные проводящие пучки. Ближе к центру расположены более крупные пучки. Они окружены склеренхимой. Между пучками находится крупноклеточная паренхима.

В центре стебля сердцевина не сохранилась. При росте его в длину клетки ее разрываются, и образуется полость, свойственная стеблям большинства мятликовых. Поэтому у растений этого семейства значительно меньше проводящих пучков, чем у ириса, и располагаются они более или менее в шахматном порядке в два, реже в три ряда.

3. *Стебель кукурузы.* При малом увеличении отмечают, что стебель не имеет полости. Центральная его часть заполнена основной паренхимой. Проводящие пучки расположены так же, как в стебле ириса. Хлорофиллоносная паренхима представляет собой тонкий слой клеток под эпидермой. В более старых стеблях стенки ее клеток одревесневают (рис. 22.3). Первичная кора, как и у ржи, не выражена.

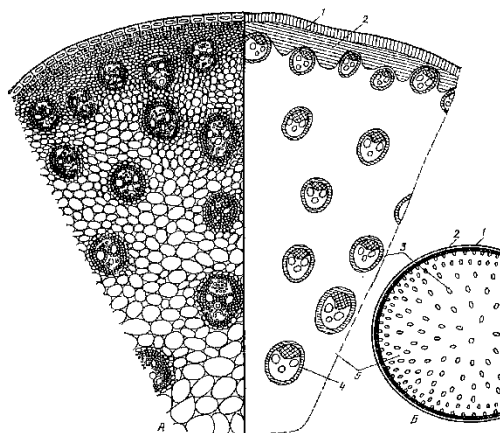


Рис. 22.3. Стебель кукурузы (*Zea mays*) на поперечном разрезе (А) и схема поперечного разреза (Б):

1 – эпидерма; 2 – механическая ткань; 3 – закрытый коллатеральный пучок; 4 – склеренхима; 5 – основная паренхима

Рассматривают при большом увеличении проводящий пучок. Он имеет характерное строение, свойственное однодольным. Отмечают, что во флоэме отсутствует лубяная паренхима. Ситовидные трубки и сопровождающие их клетки имеют вид сеточки. Ксилема содержит два крупных сосуда и несколько более мелких, расположенных радиальным рядом. С внутренней стороны от ксилемы есть полость. Флоэма полуокружена ксилемой. Камбий отсутствует. Пучок окружен слоем склеренхимы.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы особенности структуры стебля однодольных растений?
2. Почему стебель большинства однодольных не утолщается?
3. С чем связано вторичное утолщение стебля некоторых древесных однодольных?
4. В связи с чем возникает пальмовый тип расположения пучков в стебле, свойственный большинству однодольных?
5. Какие два типа пучкового строения стебля наиболее распространены у однодольных?
6. Что такое соломина?
7. Каково отличие по строению стебля однодольных от стебля травянистых двудольных?
8. В чем разница между первичным строением стебля и первичным строением корня?

Работа 23. Морфология и анатомия листа

Цель работы: изучить морфологическое и анатомическое строение листа, научиться определять тип листовой пластинки.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, бинокляры, гербарные образцы листьев яблони (р. *Malus*), фиалки трех-цветной (*Viola tricolor*), мака (р. *Papaver*), ячменя (р. *Hordeum*), кукурузы (*Zea mays*), элодеи (р. *Elodea*), плауна (*Lycopodium clavatum*), пихты (р. *Abies*), ландыша (*Convallaria majalis*), винограда (р. *Vitis*), клена (р. *Acer*), сосны (р. *Pinus*), пшеницы (р. *Triticum*) олеандра (*Nerium oleander*), ивы (р. *Salix*), граба (р. *Carpinus*), подорожника (*Plantago major*), осины (*Populus tremula*), копытня (*Asarum europaeum*), сирени (р. *Syringa*), вьюнка (*Convolvulus arvensis*), стрелолиста (р. *Sagittaria*), настурции (р. *Tropaeolum*), дуба (р. *Quercus*), одуванчика (р. *Taraxacum*), инжира (*Ficus carica*), клещевины (*Ricinus communis*), редьки (р. *Raphanus*), лютика (р. *Ranunculus*), тысячелистника (*Achillea millefolium*), моркови (р. *Daucus*), караганы (р. *Caragana*), шиповника (р. *Rosa*), каштана конского (*Aesculus hippocastanum*), лимона (*Citrus limon*), лебеды (р. *Chaenopodium*), бука (р. *Fagus*).

Лист – это боковой орган ограниченного роста, нарастающий у однодольных растений у основания путем вставочного роста, у двудольных – всей поверхностью; у деревьев и кустарников это временный орган. Основные функции листа – фотосинтез, транспирация и газообмен. В листьях могут откладываться запасные продукты, иногда этот орган служит для вегетативного размножения.

Перечисленным функциям отвечает внешнее и внутреннее строение листа. У большинства растений он состоит из более или менее широкой пластинки, прикрепленной к стеблю при помощи гибкого черешка.

Черешок может и отсутствовать, тогда листья называют сидячими. Если пластинка сидячего листа прирастает к стеблю на некотором протяжении, образуется нисбегающий лист. Часто у основания черешка (по бокам его) имеются прилистники, зеленые или пленчатые. Они чаще всего бывают меньше пластинки листа, хотя у некоторых растений могут превосходить ее по величине. Иногда основание черешка расширяется во влагалище, охватывающее стебель. У мятликовых лист состоит из длинного трубчатого влагалища и узкой пластинки. У основания пластинки есть пленчатый придаток язычок, а иногда еще два выроста по бокам ушки (рис. 23.1).

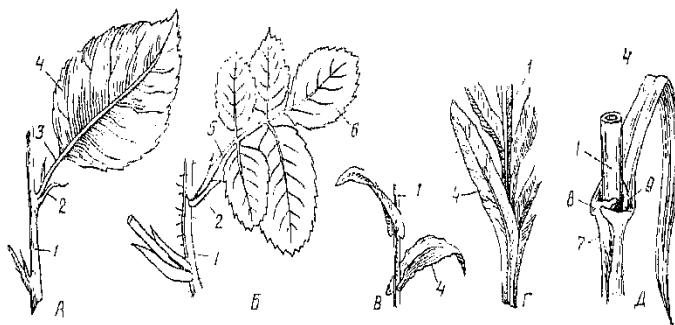


Рис. 23.1. Типы листьев:

- А, Б – черешковые с прилистниками; А – простой – у яблони (*Malus domestica*);
Б – сложный – у шиповника (*Rosa canina*); В – сидячий – у ирutki
(*Thlaspi arvenste*); Г – нисбегающий у василька (*Centaurea montano*);
Д – влагалищный – у ячменя (*Hordeun vulgare*); 1 – стебель; 2 – прилистники;
3 – черешок; 4 – листовая пластинка; 5 – рахис; 6 – листочек; 7 – влагалище;
8 – ушки; 9 – язычок

Листья бывают простые и сложные. Простые листья состоят из одной пластинки, цельной или расчлененной более или менее глубокими выемками. У древесных растений такие листья опадают осенью вместе с черешком, а у травянистых отмирают вместе со стеблем. Сложные листья состоят из нескольких (два или более) листочков, прикрепленных к общему черешку – рахису – короткими черешочками, образующими сочленения. Благодаря такому строению листочки сложного листа опадают осенью отдельно, а после них отпадает и рахис. Формы листовых пластинок чрезвычайно разнообразны. Поэтому будут рассмотрены лишь наиболее распространенные из них.

Постоянные микропрепараты поперечных срезов листьев камелии (*Camellia japonica*), кукурузы (*Zea mays*); сосны (*Pinus sylvestris*).

Задания

1. Изучить строение листьев: черешкового, сидячего, влагалищного.
2. Изучить жилкование листьев.
3. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых цельных листьев.
4. Ознакомиться с наиболее распространенными формами листовой пластинки простых, расчлененных выемками листьев.
5. Ознакомиться с формами сложных листьев.
6. Ознакомиться с формами изрезанности края листовой пластинки.
7. Зарисовать строение трех типов листьев, типы жилкования листьев, простые листья разной формы с цельной и расчлененной выемками пластинкой, сложные листья разной формы, типы края листовой пластинки и сделать обозначения.
8. Изучить микроскопическое строение листа камелии, лимона, фикуса.
9. Изучить строение листа ковыля или кукурузы.
10. Изучить строение листа сосны – хвои.
11. Сделать обозначения на схематических рисунках в рабочей тетради.

Порядок работы

1. Рассматривают строение черешкового листа – простого (яблоня, фиалка трехцветная) и сложного (шиповник). Зарисовывают их и обозначают: у простого листа – черешок, пластинку, прилистники; у сложного – рахис, листочки, прилистники. Зарисовывают также сидячий лист (мак). У влагалищного листа (ячмень, кукуруза) находят пластинку, влагалище и в месте перехода влагалища в листовую пластинку язычок и ушки. Зарисовывают и делают обозначения.

2. Далее рассматривают и зарисовывают листья с простым жилкованием (элодея, плаун, пихта), параллельным (кукуруза, ячмень), дуговым (ландыш), сетчатым перистым (яблоня) и сетчатым пальчатым (виноград, клен) (рис. 23.2).

3. Затем переходят к изучению форм листовой пластинки простого цельного листа (рис. 23.3): игольчатой (сосна), линейной (пшеница, ячмень), ланцетной (ива, олеандр, плаун), яйцевидной (граб, подорожник), округлой (осина), почковидной (копытень), сердцевидной (сирень), копьевидной (вьюнок), стреловидной (стрелолист), щитовидной (настурция). Зарисовывают их и делают обозначения.

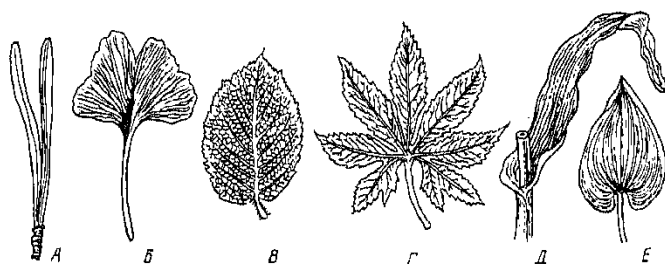


Рис. 23.2. Жилкование листьев:

А – простое; Б – дихотомическое; В, Г – сетчатое (В – перистое, Г – пальчатое);
Д – параллельное; Е – дуговое

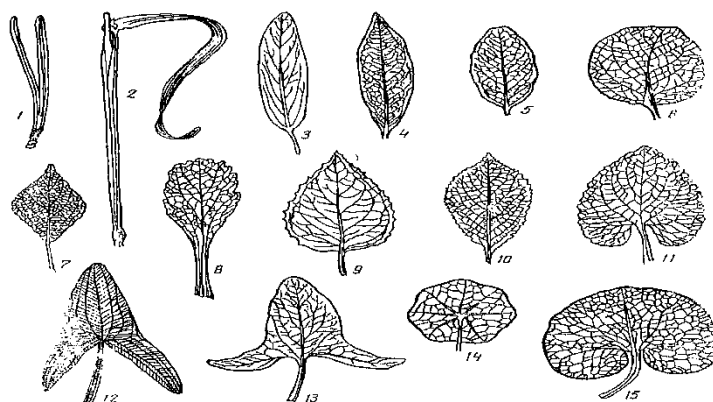


Рис. 23.3. Простые листья с цельной пластинкой:

1 – игольчатый; 2 – линейный; 3 – продолговатый; 4 – ланцетный; 5 – овальный;
6 – округлый; 7 – ромбический; 8 – лопаточный; 9 – яйцевидный;
10 – обратнойяцевидный; 11 – сердцевидно-яйцевидный; 12 – стреловидный;
13 – копьевидный; 14 – щитовидный; 15 – почковидный

4. Рассматривают простые листья с расчлененной выемками пластинкой (рис. 23.4) – лопастные (с выемками не глубже $1/3$ расстояния от края пластинки до средней жилки): перистолопастный (дуб), пальчатолопастный (виноград, клен); отдельные (с выемками, равными $2/3$ расстояния от края пластинки до средней жилки): перистораздельный (одуванчик), пальчатораздельный (инжир, клещевина); рассеченные (с выемками, достигающими до средней жилки): перисторассеченный (редька), пальчаторассеченный (лютик), многократноперисторассеченный (тысячелистник, морковь).

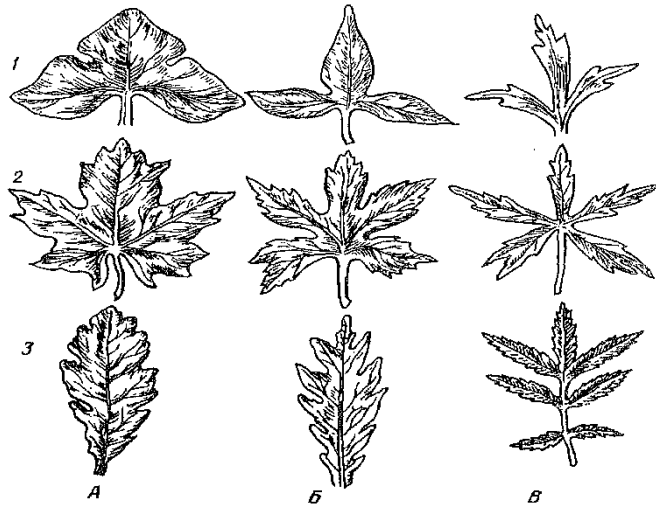


Рис. 23.4. Простые листья с расчлененной выемками пластинкой:

А – лопастные; Б – раздельные; В – рассеченные;
1 – тройчато-рассеченные; 2 – пальчато-рассеченные; 3 – перисто-рассеченные

5. Изучают формы сложных листьев (рис. 23.5) – перистосложные: парноперистосложный (карагана), непарноперистосложный (шиповник), пальчато-сложный (каштан конский). Зарисовывают их и обозначают.

6. Рассматривают и зарисовывают формы края листовой пластинки: цельную (лимон), пильчатую (ива), зубчатую (лебеда), городчатую (бук) (рис. 23.6).

7. *Лист камелии.* Рассматривают препарат при малом увеличении, отмечают, что снаружи лист покрыт эпидермой. Между верхней и нижней эпидермой находится ткань, которая состоит из клеток, содержащих хлорофилл. Это ассимиляционная паренхима – мезофилл. Между клетками мезофилла на некотором расстоянии друг от друга расположены сосудисто-волокнистые пучки (рис. 23.7).

Затем переходят к детальному изучению тканей листовой пластинки при большом увеличении. Сначала рассматривают верхнюю эпидерму листа и сравнивают ее с нижней эпидермой. Отмечают, что клетки первой имеют более толстые наружную стенку и кутикулу и у нее почти полностью отсутствуют устьичные аппараты. На ранее сделанную схему врисовывают несколько клеток верхней и нижней эпидермы так, чтобы захватить хотя бы один устьичный аппарат.

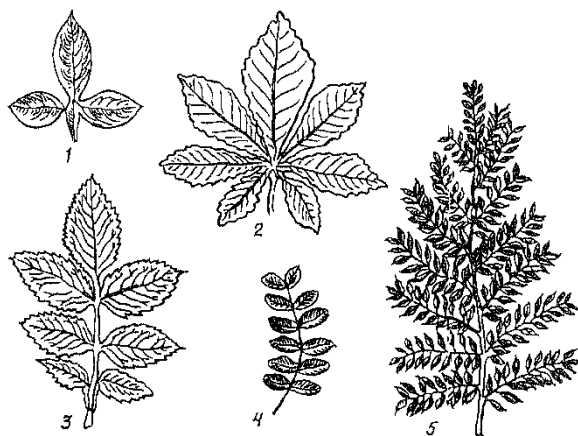


Рис. 23.5. Сложные листья:

1 – тройчатый; 2 – пальчатосложный; 3 – непарноперистоаложный;
4 – парноперистосложный; 5 – двоякоперистосложный

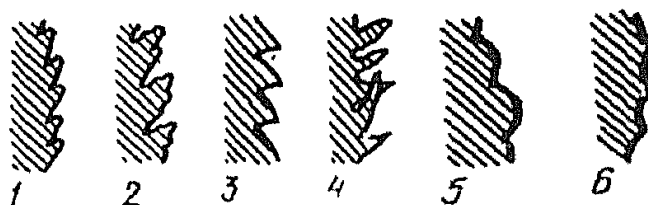


Рис. 23.6. Форма края листовой пластинки:

1 – пильчатая; 2 – двоякопильчатая; 3 – зубчатая; 4 – колючезубчатая
(шиповатая); 5 – городчатая; 6 – выемчатая

Далее изучают мезофилл. Обращают внимание на то, что под верхней эпидермой его клетки имеют вытянутую форму, плотно сомкнуты, без межклетников, расположены в два слоя. Это столбчатая (палисадная) паренхима. В ней в основном происходит фотосинтез. У нижней эпидермы расположены более округлые клетки с крупными межклетниками – губчатая паренхима. Листья, у которых мезофилл дифференцирован на столбчатую и губчатую паренхиму, называют дорсивентральными. Главная функция нижней стороны листа – газообмен и транспирация. При внимательном изучении губчатой паренхимы можно в некоторых клетках заметить друзы оксалата кальция, а также крупные разветвленные механические клетки – склереиды, выполняющие опорную функцию.

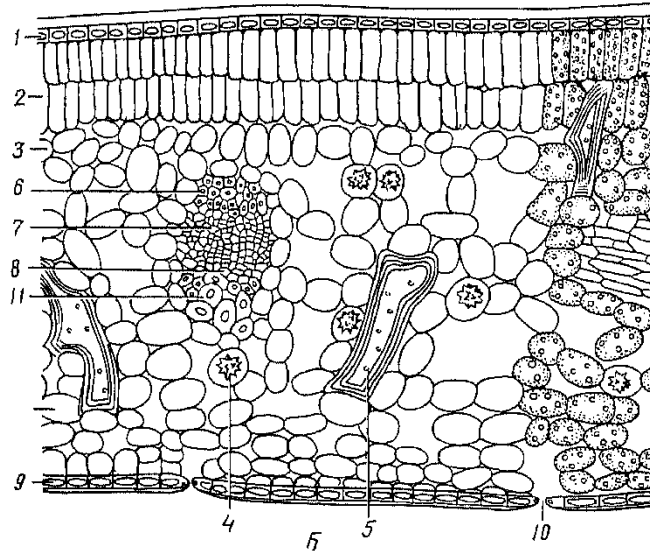


Рис. 23.7. Лист камелии (*Camellia japonica*):

1 – верхняя эпидерма; 2 – столбчатая паренхима; 3 – губчатая паренхима; 4 – клетка с друзой; 5 – склереида; 6 – склеренхима; 7 – ксилема; 8 – флоэма (6-8 – закрытый коллатеральный проводящий пучок); 9 – нижняя эпидерма; 10 – устьичный аппарат; 11 – колленхима

Строение сосудисто-волокнистого пучка лучше изучать на главной жилке, так как с увеличением порядка ветвления постепенно исчезает флоэмная часть, и пучок становится простым. Главная жилка занимает почти всю толщу листа от верхней до нижней эпидермы. При малом увеличении хорошо видна мощная ксилема. Она состоит из правильных рядов проводящих элементов, которые чередуются с древесинной паренхимой. К ксилеме примыкает флоэма. Отмечают, что ксилема обращена к верхней стороне листа, а флоэма – к нижней. Только при таком расположении ксилемы и флоэмы проводящий пучок листа может сомкнуться с проводящим пучком стебля, у которого ксилема всегда обращена к центру стебля, а флоэма – к поверхности. Проводящий пучок окружен склеренхимой. Паренхимная обкладка состоит из одного слоя тонкостенных клеток. Она отделяет проводящий пучок от мезофилла. Обращают внимание на то, что выше и ниже его лежит колленхима, примыкающая к эпидерме. Таким образом, рассмотренный проводящий пучок закрытый, коллатеральный, сосудисто – волокнистый.

8. *Лист и кукурузы.* Строение листьев мятликовых изучают на примере кукурузы (рис. 23.8).

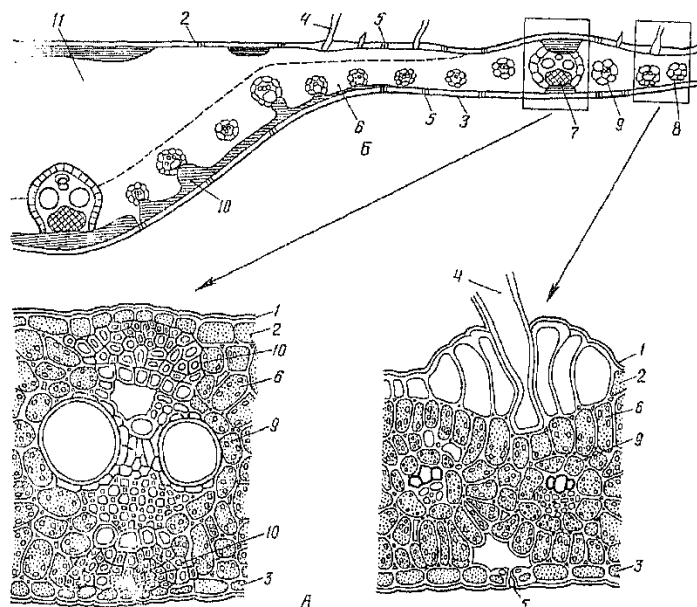


Рис. 23.8. Лист кукурузы (*Zea mays*):

А – поперечный разрез; Б – схема строения листа в районе главной жилки;

1 – кутикула; 2 – верхняя эпидерма; 3 – нижняя эпидерма; 4 – волосок;

5 – устьичный аппарат; 6 – мезофилл; 7 – рупный проводящий пучок; 8 – мелкий проводящий пучок; 9 – обкладка; 10 – склеренхима; 11 – бесцветная паренхима

При малом увеличении на постоянном препарате видно, что клетки эпидермы верхней его стороны образуют простые волоски двух видов: короткие шиловидные и длинные нитевидные. У основания длинных волосков видны пузыревидные клетки, возвышающиеся над поверхностью листа. Эпидерма покрыта кутикулой. Устьичные аппараты есть в эпидерме верхней и нижней сторон листа. Проводящие пучки закрытые, коллатеральные, ксилема обращена к верхней стороне листа, флоэма к нижней. Проводящие пучки двух размеров: крупные и мелкие. Каждый из них окружен тонкостенными обкладочными клетками. Предполагают, что последние играют роль физиологического барьера, регулирующего передвижение веществ подобно эндодерме осевых органов.

Мезофилл состоит из более или менее однородных клеток, расположенных венцом вокруг мелких пучков. В средней утолщенной части пластинки мезофилл есть лишь у нижней стороны листа, остальное пространство заполнено крупными клетками, не содержащими хлоропластов. В этой же части листа под эпидермой видны тяжи одревесневающей склеренхимы, которые на нижней стороне пластинки образуют выступы, достигающие до пучков. В остальной части пластинки субэпидермальные тяжи склеренхимы примыкают с обеих сторон к крупным проводящим пучкам. Лист кукурузы, как и ковыля, является изолатеральным.

9. Лист сосны – хвоя. Сначала рассматривают постоянный срез при малом увеличении и зарисовывают его контуры. В центральной части листа, окруженной

эндодермой, расположены два проводящих пучка (рис. 23.9). Мезофилл пронизан смоляными каналами.

Защитный покров состоит из двух слоев клеток: эпидермы и гиподермы. Эпидерма покрыта толстым слоем кутикулы. Клетки эпидермы в сечении почти квадратной формы. Все стенки клеток сильно утолщены, в углах есть поровые каналы. Полость клетки округлой формы. В углублениях на уровне гиподермы расположены устьичные аппараты, под которыми видны большие воздушные полости. У старых листьев стенки клеток эпидермы одревесневают. Гиподерма состоит из одного, а в углах – из двух-трех слоев клеток с менее утолщенными одревесневшими стенками.

Под гиподермой находится мезофилл, состоящий из однородных клеток. Обращают внимание на то, что стенки клеток местами врастают в ее полость, образуя складки (складчатая паренхима). Это значительно увеличивает площадь прилегающего к стенке слоя цитоплазмы с хлоропластами, а, следовательно, и ассимилирующую поверхность. В каждой клетке видно ядро.

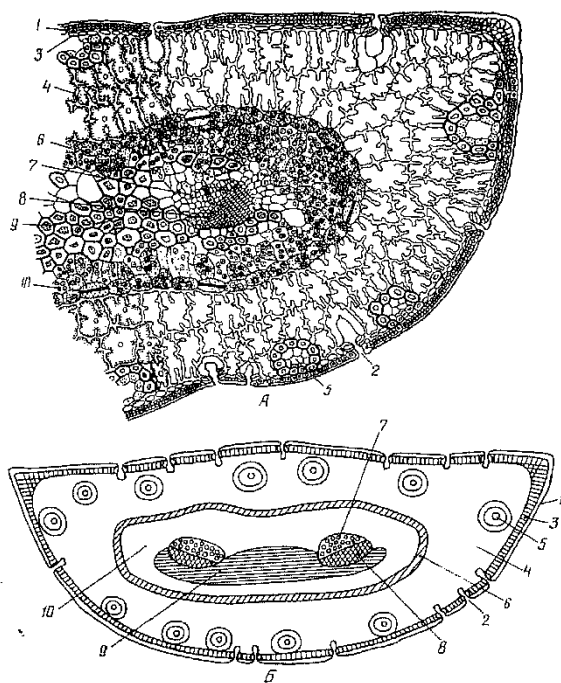


Рис. 23.9. Хвоя сосны (*Pinus sylvestris*):

- А – поперечный разрез; Б – схема строения хвои сосны;
1 – эпидерма; 2 – устьичный аппарат; 3 – гиподерма; 4 – складчатая паренхима;
5 – смоляной канал; 6 – эндодерма; 7 – ксилема; 8 – флоэма;
7-8 – проводящий пучок; 9 – склеренхима; 10 – паренхима

Смоляные каналы, пронизывающие складчатую паренхиму, внутри выстланы тонкостенными клетками, выделяющими внутрь смолу, а снаружи имеют обкладку из толстостенных клеток. Это каналы схизогенного происхождения. Особенно внимательно изучают эндодерму. На радиальных стенках ее клеток видны утолщения – пояски Каспари.

Проводящие пучки коллатерального типа. Ксилемная часть, обращена к плоской стороне листа, флоэмная – к выпуклой. Следовательно, плоская сторона хвои является верхней, а выпуклая – нижней. Между проводящими пучками расположена механическая ткань – склеренхима. Остальное пространство центральной части занято трансфузионной тканью, по-видимому, участвующей в перемещении веществ между проводящими пучками и мезофиллом.

Вопросы для самоконтроля

1. Как отличают черешковый лист от сидячего?
2. Что такое нисбегающий лист?
3. Какие листья называют влагалищными, где у них образуются ушки и язычок?
4. Какие типы жилкования бывают у листьев?
5. В чем отличие простого листа от сложного?
6. Как классифицируют простые листья с цельной пластинкой?
7. Какие два признака положены в основу классификации простых листьев с расчлененной выемками пластинкой?
8. В чем отличие парноперистосложного листа и двоякоперистосложного?
9. Чем отличается перистосложный лист от пальчатосложного?
10. Чем отличается по микроскопическому строению дорсивентральный лист от коллатерального?
11. Где располагаются устьичные аппараты у листьев этих типов?
12. В чем различие между столбчатой и губчатой паренхимой листа?
13. Чем обусловлено их расположение?
14. Каково строение проводящих пучков листа?
15. Чем отличаются крупные пучки от мелких?
16. Почему ксилема в пучке обращена к верхней стороне листа?
17. Какова роль пузыревидных клеток эпидермы?
18. Какую функцию выполняют обкладочные клетки?
19. В чем особенность строения мезофилла хвои?
20. Как по микроскопическому строению определить верхнюю сторону листа?
21. Какие признаки в микроскопической структуре листа свидетельствуют о ксерофитности растения?

Работа 24. Цветок. Строение околоцветника

Цель работы: изучить особенности строения цветка покрытосеменных растений, назначение и функции основных его частей.

Материалы и оборудование: бинокляры, препаровальные иглы, живые или фиксированные в спирте цветки капусты (*Brassica oleracea*), лютика едкого (*Ranunculus acris*), яблони (*Malus domestica*), гороха (*Pisum sativum*), сирени (р. *Syringa*), картофеля (*Solanum tuberosum*), цикория (*Cichorium inthybus*), льнянки (*Linaria vulgaris*), сокирки (*Consolida regalis*).

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

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

Стеблевая часть цветка представлена цветоножкой и цветоложем (рис. 24.1). Цветоложе может иметь разнообразную форму – от конической до плоской и даже вогнутой в виде бокала (рис. 24.2). К цветоложу прикрепляются видоизмененные листья – цветолостики: чашелистики, лепестки, тычинки, пестики. Чаще всего они располагаются кругами (мутовками). Цветки с таким; размещением цветолостиков называют циклическими.

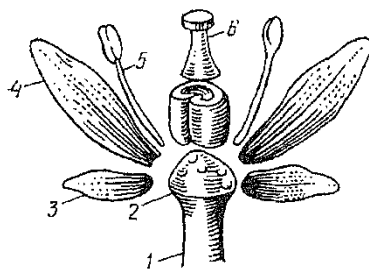


Рис. 24.1. Схема строения цветка:

1 – цветоножка; 2 – цветоложе; 3 – чашелистик; 4 – лепесток; 5 – тычинка;
6 – пестик

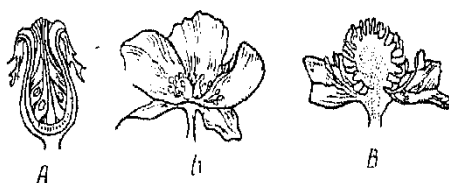


Рис. 24.2. Формы цветоложа:

А – вогнутое – у шиповника (*Rose canina*); Б – плоское – у пиона (р. *Paeonia*);
Б – выпуклое – у лютика (*Ranunculus sceleratus*)

В большинстве случаев цветок имеет пять (или четыре) кругов: чашелистики – один круг (чашечка), лепестки – один круг (венчик), тычинки – два круга или один (андроцей), пестики – один круг (гинецей). У некоторых групп растений, например у бобовых, в процессе образования цветка наблюдают иное число кругов, чем у распутившихся цветков.

При спиральном расположении цветочных чашечек цветок называют ациклическим. В таком цветке число членов каждой из частей обычно неопределенное. Промежуточное положение занимают цветки гемициклические, у которых круговое расположение одних цветочных чашечек сочетается со спиральным других. В этом случае цветок, например, может иметь два круга околоцветника и множество тычинок и пестиков, расположенных по спирали. Чашечка и венчик вместе составляют покров цветка, или околоцветник. Околоцветник, дифференцированный на различно окрашенные чашечку и венчик, называют двойным, а окрашенный одинаково – простым (рис. 24.3). Простой чашечковидный околоцветник обычно имеет зеленый цвет (свекла, щавель). Простой венчиковидный околоцветник окрашен ярко (тюльпан, гречиха).

Цветки, не имеющие околоцветника, называют голыми (ясень, белокрыльник, рис. 24.4).

Чашечка (*calyx*) состоит из более или менее плотных цветочных чашечек, обычно зеленых, называемых чашелистиками (*sepalum*). Иногда чашечка ярко окрашена (борец, фуксия, сокирки). В этом случае она выполняет или усиливает роль венчика в привлечении насекомых – опылителей.

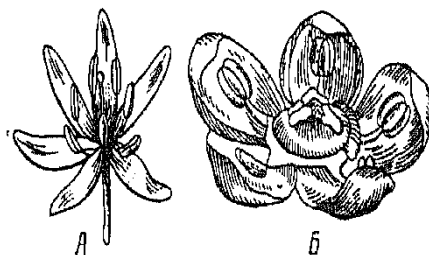


Рис. 24.3. Простые околоцветники:

А – венчиковидный – у лука гусиного (*Gagea lutea*); Б – чашечковидный – у свеклы (*Beta vulgaris*)

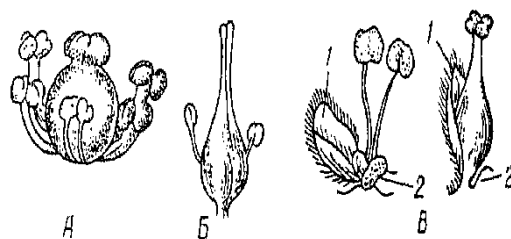


Рис. 24.4. Цветки без околоцветника, (голые):

А – белокрыльника (*Calla palustris*); Б – ясеня (р. *Fraxinus*); В – ивы (р. *Salix*);
(А, Б – обоеполые, В – раздельнополые): 1 – кроющий лист; 2 – нектарий

Чаще всего чашечка состоит из одного круга чашелистиков. Иногда же снаружи от чашечки расположена как бы вторая чашечка, именуемая подчашием (рис. 24.5). Подчашие образуется из прицветников (мальвовые), а иногда из прилистников (розовые: лапчатка, земляника, сабельник).

Чашелистики бывают свободными (чашечка свободнолистная, или раздельнолистная) или более или менее сросшимися (чашечка сrostнолистная, или спайнолистная). В зависимости от степени срастания чашелистиков различают: рассеченные чашечки – чашелистики срастаются лишь основаниями; раздельные – чашелистики срастаются примерно до половины или немного меньше; лопастные – срастание достигает примерно 2/3 длины чашелистиков; зубчатые – остаются свободными только верхушки чашелистиков.

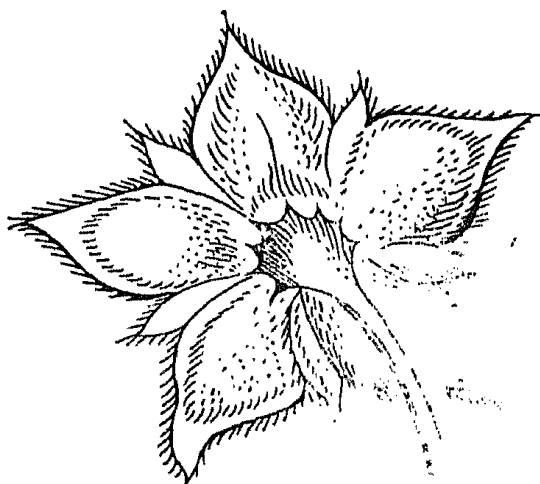


Рис. 24.5. Чашечка сабельника (*Comarum palustre*):

1 – подчашие

Чашечка выполняет защитную функцию, она предохраняет цветок от усыхания, а иногда и от низких температур.

Венчик (*corolla*) состоит из более или менее окрашенных лепестков (*petalum*), которые образуют чаще всего второй, а иногда и третий круг цветка. Изредка

лепестки бывают окрашены в зеленый цвет, например у винограда (р. *Vitis*). У некоторых видов растений окраска венчика может меняться в течение суток. Так, у декоративного растения гибискуса переменчивого утром лепестки белые, вечером ярко-розовые, а днем бледно-розовые. У незабудки альпийской во время распускания цветков лепестки розовые, а со временем они приобретают ярко-голубую окраску. Разнообразие венчиков очень велико. Их различают как по цвету и интенсивности окраски, так и по числу лепестков, их форме, величине, взаиморасположению, степени срастания. В зависимости от срастания венчики бывают двух типов: свободнолепестные (раздельнолепестные) и сростнолепестные (спайнолепестные). Срастание лепестков, равно как и других членов цветка, определяют следующим образом: тянут за один из лепестков и следят, не отрывается ли при этом весь венчик или хотя бы два или больше лепестков.

При исследовании свободнолепестного венчика внимательно рассматривают строение отдельных лепестков. Определяют, есть ли ноготок и цельный лепесток или разветвленный. Если лепесток к основанию ясно сужен, как лист в черешок, то лепесток ноготковый (гвоздичные, капустные и др.). Если основание широкое, округлое, лепесток называют сидячим (лютиковые, розановые и др.). Нередко встречаются и промежуточные формы лепестков. Разветвление лепестков бывает двух типов: в направлении продольной оси тогда говорят о форме зубчатости, или надрезанности, лепестков (двунадрезанные, многораздельные и пр.); в направлении, перпендикулярном поверхности лепестка, такое разветвление нередко приводит к образованию на границе ноготка и пластинки лепестка разнообразных выростов, которые в совокупности дают особое образование, называемое придаточным венчиком, или привенчиком (рис. 24.6).

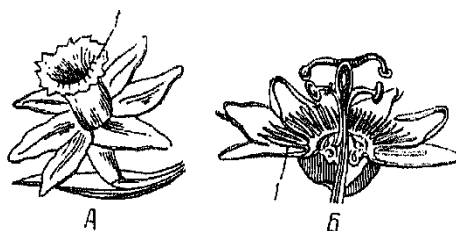


Рис. 24.6. Цветки с привенчиком:

А – сидячий – у лютика (*Ranunculus acris*); Б – ноготковый – у гвоздики (р. *Dianthus*): 1 – привенчик

У одних растений (нарцисс, пассифлора) придаточный венчик выражен хорошо (рис. 24.7), у других же (ясотка пурпуровая) он состоит лишь из кольца волосков, погруженных в трубку венчика, и почти незаметен.

У сростнолепестного венчика различают: трубку (трубковидно сросшаяся нижняя, а иногда и средняя часть венчика), отгиб (верхняя часть венчика, обычно сильно расширенная и отогнутая, расположенная перпендикулярно трубке), зев (часть венчика, которая лежит на границе отгиба и трубки) (рис. 24.8).

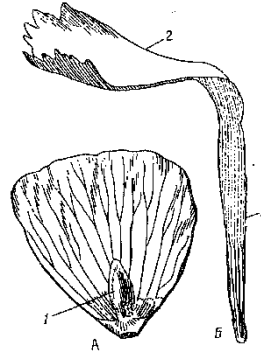


Рис. 24.7. Формы лепестков:

А – нарцисс (*Narcissus pseudonarcissus*); Б – пассифлора (р. *Passiflora*):
1 – чешуйка, прикрывающая нектарную ямку; 2 – пластинка; 3 – ноготок

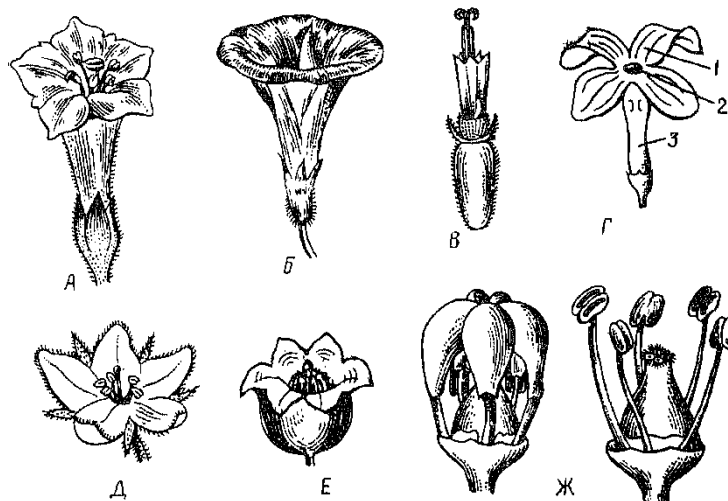


Рис. 24.8. Формы сростнолепестных актиноморфных венчиков:

А, Б – воронковидный [А – у табака (*Nicotiana tabacum*), Б – у вьюнка (*Convolvulus arvensis*)]; В – трубковидный – у подсолнечника (*Helianthus annuus*); Г – блюдцевидный – у сирени (р. *Syringa*); Д – колесовидный – у вербейника (р. *Lysimachia*); Е – колокольчатый – у ландыша (*Convallaria majalis*); Ж – колпачковый – у винограда (*Vitis vinifera*); 1 – отгиб; 2 – зев; 3 – трубка

По типу симметрии венчики, как и чашечки, можно разделить на две группы: актиноморфные (полисимметричные, правильные), когда через венчик можно провести две или более плоскостей симметрии, и зигоморфные (моносимметричные, неправильные, рис. 24.9), когда через него можно провести только одну плоскость симметрии.

Актиноморфные свободнолепестные венчики; классифицируют по числу лепестков, их форме, наличию или отсутствию ноготка и другим признакам.

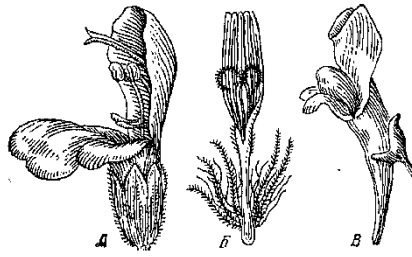


Рис. 24.9. Формы сростнолепестных зигоморфных венчиков:
А – двугубый – у шалфея (р. *Salvia*); Б – язычковый – у тау-сагыза (*Scorzonera tau saghyz*); В – шпористый – у льнянки (р. *Linaria*)

Актиноморфные сростнолепестные венчики классифицируют в зависимости от соотношения длины трубки, формы и величины отгиба (рис. 24.8):

- ✓ колесовидный – трубка мала или отсутствует, а отгиб развернут почти в одной плоскости (незабудка, вербейник);
- ✓ воронковидный – трубка крупная воронковидная, отгиб сравнительно небольшой (табак, дурман);
- ✓ колокольчатый – трубка сферическая, чашеобразная, постепенно переходящая в малозаметный отгиб (ландыш, колокольчик);
- ✓ трубковидный – трубка цилиндрическая с прямостоячим, более или менее коротким отгибом (подсолнечник и другие астровые);
- ✓ блюдцевидный – близок к трубковидному, но имеет широкий отгиб, придающий цветку блюдцевидную форму (сирень);
- ✓ колпачковый – лепестки срastaются верхушками (виноград);
- ✓ шпористый – лепестки образуют полый вырост, именуемый шпорцем (водосбор).

Зигоморфные венчики нередко имеют своеобразную форму, которую берут за основу при выделении той или иной таксономической группы растений (вид, род и даже семейство), например мотыльковый венчик у бобовых.

Среди зигоморфных сростнолепестных венчиков наиболее часто встречаются (рис.24.9):

- двугубый – отгиб состоит из двух неравноценных частей; верхней и нижней губ (яснотковые, многие норичниковые);
- язычковый – от трубки отходят сросшиеся лепестки, имеющие вид язычка (астровые);
- шпористый – лепестки образуют шпорец (льнянка, сокирки).

Различают еще асимметричные венчики, если через венчик нельзя провести даже одну плоскость симметрии (орхидея, каштан конский (рис. 24.10)).



Рис. 24.10. Асимметричный венчик цветка каштана конского (*Aesculus pavia*)

Задания

1. Проанализировать строение и зарисовать околоцветники цветков следующих растений: капусты, гороха или фасоли, сирени, картофеля, цикория, льнянки и сокирок.

2. Сравнить между собой чашечки цветков капусты, гороха, и дать им названия исходя из степени срастания чашелистиков; дать названия венчикам цветков картофеля, цикория, сирени, льнянки.

3. Обозначить на рисунке части сростнолепестного венчика: трубку, зев, отгиб, губу.

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

Порядок работы

1. В качестве образца исследуют околоцветник цветка капусты (рис. 24.11). Отмечают, что через цветок можно провести две и более плоскости симметрии, следовательно, он актиноморфный.

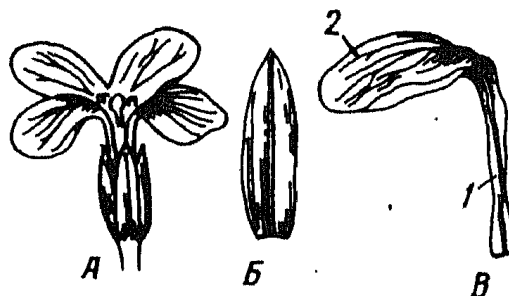


Рис. 24.11. Цветок капусты (*Brassica oleracea*):

А – общий вид; Б – чашелистик; В – лепесток: 1 – ноготок; 2 – пластинка

2. Рассматривая далее цветок в лупу, устанавливают, что листочки околоцветника расположены в два круга, причем у наружного круга они зеленые и явно отличаются от листочков внутреннего круга. Поэтому совершенно очевидно, что околоцветник капусты двойной, т. е. состоит из чашечки и венчика. Потянув за чашелистик, а потом за лепесток, убеждаются, что они легко отрываются по одному, следовательно, чашечка и венчик свободные. Зарисовывают чашелистик и лепесток. Особое внимание уделяют форме лепестка, отмечают, что он имеет хорошо выраженные: нижнюю суженную часть – ноготок – и верхнюю широкую часть – пластинку.

3. Итак, околоцветник капусты актиноморфный, двойной, чашечка и венчик вполне свободные, четырехчленные, лепестки с хорошо выраженными ноготками. Такой околоцветник типичен для растений из семейства капустные.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое цветок?
2. Какие части цветка имеют стеблевое происхождение, а какие – листовое?
3. Каких типов бывают цветоложа?
4. В чем различие между циклическим, ациклическим и гемициклическим цветками?
5. Какими кругами представлен пятикруговой цветок?
6. В чем отличие двойного околоцветника от простого?
7. Как различают простой венчикообразный и чашечкообразный околоцветники?
8. Какие цветки называют голыми?
9. Что такое подчашие?
10. В чем различие между сидячим и ноготковым лепестками?
11. Что такое трубка, отгиб, зев?
12. Что такое прицвенчик?
13. Какие венчики называют актиноморфными, зигоморфными, асимметричными?
14. Каковы основные типы сросшихся актиноморфных и зигоморфных венчиков?

Работа 25. Андроцей

Цель работы: изучить типы и строение андроцея в цветке покрытосеменных растений, его значение и функции.

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, живые или фиксированные в спирте цветки лютика (р. *Ranunculus*) или розы (р. *Rosa*), тюльпана (р. *Tulipa*) или лилии (р. *Lilium*), льнянки (р. *Linaria*), горчицы (р. *Sinapis*), подсолнечника (*Helianthus annuus*), гороха (р. *Pisum*), лука (р. *Allium*), клецвины (р. *Ricinus*), пшеницы (р. *Triticum*), барбариса (р. *Berberis*), омелы (р. *Viscum*), фиалки (р. *Viola*), постоянный микропрепарат поперечного среза пыльника.

Тычинки (микроспорофиллы) служат для образования микроспор, из которых формируется пыльца (мужской гаметофит). Совокупность тычинок называют андроцеем (androecium).

Нередко число тычинок равно числу лепестков околоцветника (лилия). В других случаях число тычинок в два или более раз превышает число лепестков или долей околоцветника (лютик, шиповник, груша, лавр благородный). Иногда число тычинок минимальное: одна (цинна, канна), или две (сирень, душистый колосок).

Часто цветки имеют не сросшиеся между собой тычинки – свободный андроцей (рис. 25.1).

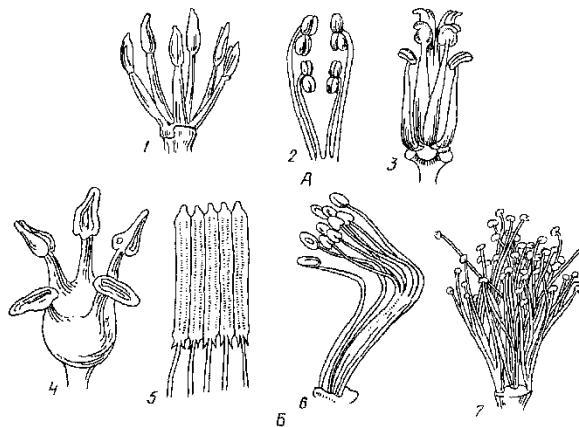


Рис. 25.1. Типы андроцея:

- А – свободный: 1 – тюльпана (р. *Tulipa*); 2 – двусильный яснотковых (сем. *Lamiaceae*); 3 – четырехсильный капустных (сем. *Brassicaceae*);
Б – сросшийся: 4 – однобратственный вербейника (р. *Lysimachiu*);
5 – однобратственный астровых (сем. *Astcraceae*); 6 – двубратственный бобовых (сем. *Fabaceae*); 7 – многобратственный зверобоя (р. *Hypericum*)

При рассмотрении андроцея такого типа важно установить, все ли тычинки одинаковой длины. У норичниковых и некоторых яснотковых тычинок всего четыре (пятая задняя тычинка редуцирована), причем две из них (чаще передние) длиннее остальных. Это двусильный андроцей. У капустных соотношение длинных и более коротких тычинок другое: общее число тычинок шесть, из них четыре длинные и две короткие. Такой андроцей называют четырехсильным. Если тычинки срастаются между собой, андроцей называют сросшимся (рис. 25.1, Б). Различают однобратственный андроцей, у которого срастаются все тычинки (астровые, вербейник); двубратственный, у которого одна тычинка остается свободной (многие бобовые); многобратственный, у которого тычинки срастаются в несколько групп (зверобой).

В типичном случае каждая тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника (рис. 25.2). Тычиночные нити имеют разнообразное строение. Так, у шиповника тычиночная нить цилиндрическая, достигает 10-12 мм в длину. У других растений она бывает на поперечном разрезе узкоовальной формы (лук, кувшинка белая), более длинной или более короткой. Иногда тычиночная нить почти отсутствует, тогда тычинку, вернее пыльник, называют сидячим (фиалка). У большинства растений тычиночные нити простые, неветвящиеся. Однако у некоторых видов (лук круглоголовый) от тычиночной нити отходят боковые выросты – придатки разнообразных формы и назначения. Иногда наблюдают ветвление тычиночной нити, причем каждая из ветвей увенчана пыльником. Разветвление нити приводит к образованию сложных тычинок (клещевина, береза, лещина).

У большинства растений пыльник состоит из двух половинок – тек, соединенных связником. Каждая из тек, в свою очередь, включает два гнезда (пыльцевые мешки), являющихся гомологами микроспорангиев, где образуются микроспоры, а затем пыльца. Разветвления сложных тычинок несут половинное число гнезд, так как они имеют только одну теку. Иногда и на простых тычинках образуется только два гнезда (барбарис). Рекордно большое число гнезд – 50 имеет тычинка омелы.

Некоторые ботаники – морфологи с не меньшим основанием полагают, что тычинка несет не один, а два пыльника: по одному с каждой стороны связника. Иногда связник рассматривают как самостоятельную третью часть тычинки, однако под микроскопом ткань его не отличима от ткани пыльника.

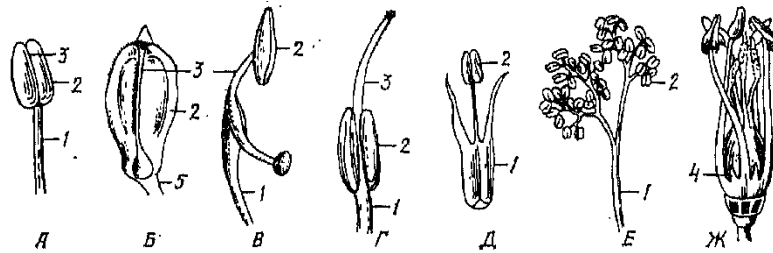


Рис. 25.2. Формы тычинок:

А – с неподвижным пыльником – у шиповника (*Rosa rugosa*); Б – с сидячим пыльником – у фиалки (р. *Viola*); В – со связником в виде коромысла – у шалфея (р. *Salvia*); Г – с длинным связником – у вороньего глаза (*Paris quadrifolia*);

Д – с боковыми выростами тычиночной нити – у лука круглоголового (*Allium sphaerocephalum*); Е – с разветвленной тычиночной нитью у клещевины (*Ricinus communis*); Ж – стаминодий – у льна (*Linum usitatissimum*);

1 – тычиночная нить, 2 – пыльник, 3 – связник, 4 – стаминодий, 5 – цветоложе

По строению пыльца довольно однородна, но структура ее покрова – спородермы – отличается большим разнообразием (рис. 25.3). Однобороздчатые пыльцевые зерна бывают у голосеменных, примитивных покрытосеменных (магнолиевые, перечные) и многих однодольных; трехбороздчатые – только у покрытосеменных, преимущественно двудольных; многопоровые – у примитивных двудольных и однодольных (барбарисовые, лютиковые, сусаковые, частуховые); многобороздчатые – у двудольных.

У некоторых видов часть тычинок не имеет пыльников и представлена лишь тычиночными нитями. Такие бесплодные тычинки называют стаминодиями (аистник, лен). Они могут приобретать вид ярко окрашенных лепестковидных пластинок (канна, имбирь). Иногда по строению андроцея можно определить, к какому семейству принадлежит растение.

Задания

1. Рассмотреть и дать краткую характеристику строения андроцея следующих растений: лютика или шиповника, тюльпана или лилии, льнянки, горчицы, подсолнечника и гороха. Особое внимание обратить как на число тычинок и их взаимное расположение, так и на их положение по отношению к лепесткам и чашелистикам, длину тычиночных нитей, их срастание.

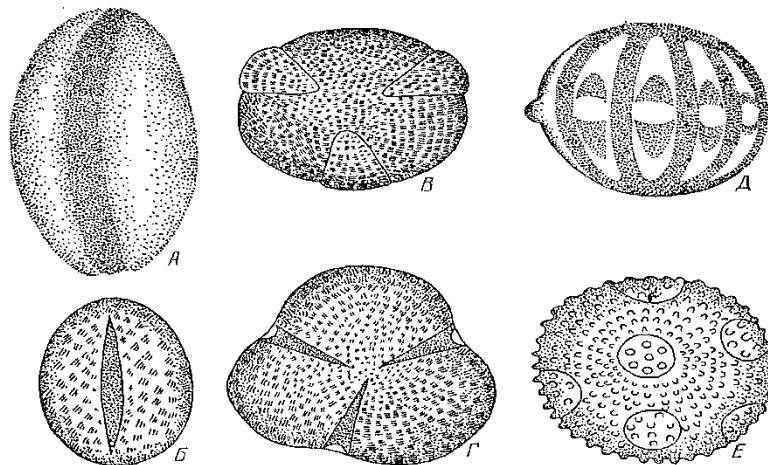


Рис. 25.3. Типы пыльцевых зерен:

А, Б – однобороздчатые [А – у магнолии (*Magnolia grandiflora*), Б – у сусака (*Butomus umbellatus*)]; В, Г – трехбороздчатые [В – у джизгуна, (*Calligonum polygonoides*), Г – у пиона (*Paeonia vittmaniana*)]; Д – многобороздчатое – у истода (*Polygala comosa*); Е – многопоровое – у лютика (*Ranunculus asiatica*)

У некоторых видов часть тычинок не имеет пыльников и представлена лишь тычиночными нитями. Такие бесплодные тычинки называют стаминодиями (аистник, лен). Они могут приобретать вид ярко окрашенных лепестковидных пластинок (канна, имбирь). Иногда по строению андроеца можно определить, к какому семейству принадлежит растение.

Задания

1. Рассмотреть и дать краткую характеристику строения андроеца следующих растений: лютика или шиповника, тюльпана или лилии, льнянки, горчицы, подсолнечника и гороха. Особое внимание обратить как на число тычинок и их взаимное расположение, так и на их положение по отношению к лепесткам и чашелистикам, длину тычиночных нитей, их срастание.

2. Проанализировать и зарисовать одну из тычинок цветков лютика, лука, клещевины, пшеницы, барбариса, омелы, фиалки, подсолнечника. Обратить внимание на число пыльцевых гнезд, а также на форму пыльника и способ его прикрепления к тычиночной нити.

3. Рассмотреть в микроскоп поперечный срез пыльника (постоянный препарат).

Порядок работы

1. В качестве образца рассматривают строение андроеца у лука круглоголового. Пользуясь стереоскопическим микроскопом и препаровальными принадлежностями, обнаруживают, что в цветке лука шесть тычинок. Они свободные, расположены в двух кругах и противостоят листочкам околоцветника. Обращают внимание на то, что

тычинки первого круга противостоят листочкам околоцветника внешнего круга, а тычинки второго круга – листочкам внутреннего круга. Тычиночная нить уплощенная, с боковыми выростами, особенно у тычинок внутреннего круга.

2. В заключение знакомятся с микроскопическим строением пыльника. Для этого рассматривают при малом и большом увеличениях постоянный препарат поперечного среза пыльника (рис. 25.4).

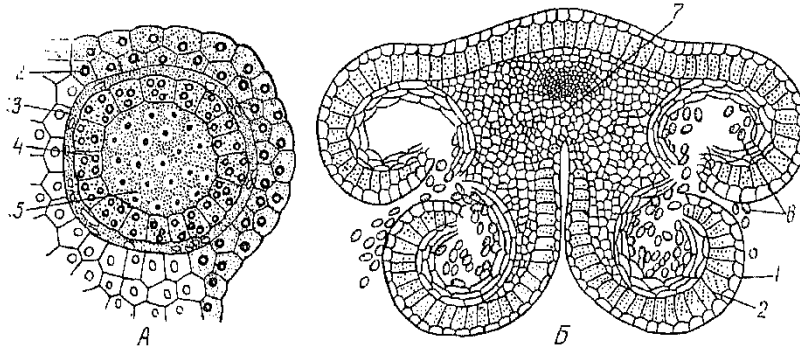


Рис. 25.4. Поперечный разрез пыльника:

А – пыльцевое гнездо молодого пыльника; Б – зрелый пыльник; 1 – эпидерма; 2 – эндотеций; 3 – средний слой; 4 – тапетум; 5 – спорогенная ткань; 6 – пыльца; 7 – связник

При малом увеличении зарисовывают контуры пыльника и отмечают: две теки, соединенные связником, четыре гнезда и пыльцу в них.

3. Далее рассматривают строение одного из гнезд при большом увеличении. Наружный слой пыльника – это эпидерма. Субэпидермальный слой называют эндотецием. Он состоит из крупных, рано теряющих содержимое клеток, у которых обращенная внутрь стенка несет утолщения – фиброзные пояски, способствующие вскрыванию пыльника. За эндотецием расположен средний слой. Самый внутренний слой пыльника – выстилающий, или тапетум. Клетки его крупные, с густой цитоплазмой и с несколькими ядрами. По мере созревания пыльника клетки тапетума и среднего слоя частично или полностью исчезают, так как их содержимое используется для питания растущими микроспорами и пыльцой.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое андроцей? Каких типов он бывает?
2. Какой андроцей называют двусильным, четырехсильным?
3. В чем различия между многобратственным, двубратственным и однобратственным андроцеями?
4. Из каких частей состоит тычинка?
5. Какой формы может быть тычиночная нить?
6. Что такое стаминодий?
7. Что такое тека, гнездо?
8. Из каких тканей состоит стенка гнезда пыльника?
9. Из какой ткани и в результате какого деления образуются микроспоры?
10. Как образуется пыльца, из каких клеток она состоит, чем покрыта?
11. Содержимое клеток каких тканей идет на питание пыльцы?
12. Какова роль эндотеция?
13. Каких типов бывают пыльцевые зерна?

Работа 26. Гинецей

Цель работы: изучить типы и строение гинецея в цветке покрытосеменных растений, его значение и функции.

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, преапробальные иглы, живые или фиксированные в спирте цветки моркови (*Daucus carota*), настурции (*Tropaeolum majus*), ивы (р. *Salix*), подсолнечника (*Helianthus annuus*), гороха (*Pisum sativum*), лилии (р. *Lilium*), пролески (р. *Scilla*), крыжовника (*Grossularia reclinata*), белладонны (*Atropa bella-donna*), дремы (*Melandrium album*), дурмана (*Datura stramonium*), льна (*Linum usitatissimum*); плоды чернушки (*Nigella damascena*).

Постоянные микропрепараты поперечных срезов завязей гороха, лилии, пролески, мака (р. *Papaver*), белладонны, дремы, крыжовника.

Гинецеум (*gynoeceum*) называют совокупность плодолистиков (мегаспорофиллов) одного цветка, образующих один или несколько пестиков. Гинецей, состоящий из одного плодолистика, образующего один пестик, называют одночленным, а состоящий из нескольких плодолистиков – многочленный гинецей может быть апокарпным, если плодолистики не срастаются между собой и образуют много пестиков, и ценокарпным, если они срастаются в один пестик (рис. 26.1).

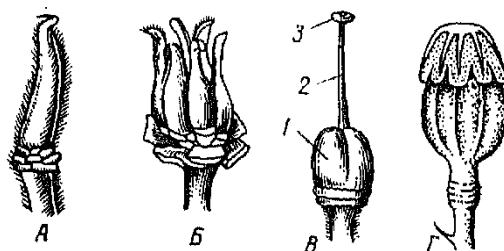


Рис. 26.1. Типы гинецеев:

А – одночленный – у сокирки (*Consolida regalis*); Б – многочленный апокарпный – у сусака (р. *Butomus*); В, Г – многочленный ценокарпный [Г – мак (*Papaver somniferum*); В – махорка (*Nicotiana rustica*); 1 – завязь; 2 – столбик; 3 – рыльце

В зависимости от способа срастания плодолистиков, а также от числа гнезд завязи выделяют следующие типы ценокарпного гинецея (рис. 26.2):

синкарпный – имеет многогнездную завязь, формирующуюся в результате срастания пестиков боковыми стенками (белладонна);

паракарпный – имеет одногнездную завязь, образующуюся вследствие срастания плодолистиков краями (крыжовник);

лизикарпный – образуется из синкарпного гинецея путем растворения перегородок внутри завязи, при этом возникает одногнездная завязь, в центре

которой сохраняется колонка из остатков краев плодолистиков.

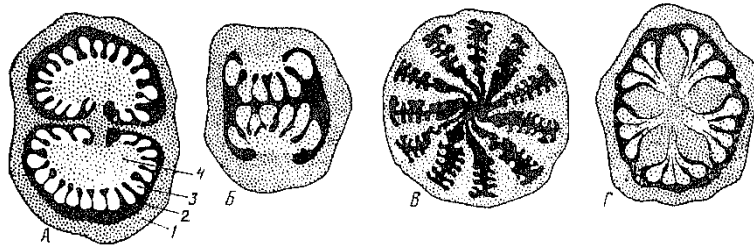


Рис. 26.2. Типы ценокарпного гинецея (поперечные разрезы на уровне завязи):

А – синкарпный у белладонны (*Atropa bella – donna*); Б, В – паракарпный [Б – у крыжовника (*Grossularia reclinata*), В – у мака (*Papaver somniferum*)]; Г – лизикарпный – у дремы (*Melandrium album*); 1 – стенка завязи; 2 – гнездо; 3 – семязачаток; 4 – плацента

При исследовании ценокарпного гинецея важно установить, из какого числа плодолистиков он состоит. Можно с уверенностью сказать, что пестик состоит из столько плодолистиков, сколько отдельных столбиков несет завязь или лопастей – рыльце и сколько гнезд или швов имеет завязь. Нужно, однако, иметь в виду, что один из этих признаков не всегда точно указывает на число плодолистиков, слагающих пестик. Поэтому при определении числа плодолистиков учитывают всю совокупность перечисленных признаков.

Строение гинецея указывает на эволюционный уровень данной группы растений и является важным систематическим признаком.

Пестик – закрытоеместилище для семязачатков, образованное вследствие срастания одного или нескольких плодолистиков. Он состоит из завязи – вздутой части, в которой находятся семязачатки; столбика (одного или нескольких) и рыльца, воспринимающего пыльцу (рис. 26.1). Иногда столбик отсутствует, например у мака, тогда рыльце сидит на завязи (сидячее рыльце).

В зависимости от положения по отношению к другим частям цветка и срастания с ними различают верхнюю, нижнюю и полунижнюю завязи.

Верхняя завязь располагается свободно на плоском выпуклом или вогнутом цветоложе. Она образована только плодолистиками (рис. 26.3 А, Б). Такую завязь легко отделить от цветоложа препаровальной иглой (лютик, спирея, горох). Цветки с верхней завязью обычно подпестичные, поскольку у них тычинки и другие части прикрепляются ниже пестика.

В образовании нижней завязи, кроме плодолистиков, принимают участие и другие части цветка, чаще всего – основания чашелистиков, лепестков и тычинок, с которыми она срастается (яблоня, огурец). Поэтому отпрепарировать иглой нижнюю завязь невозможно (рис. 26.3 В, Г). Цветки с нижней завязью обычно надпестичные.

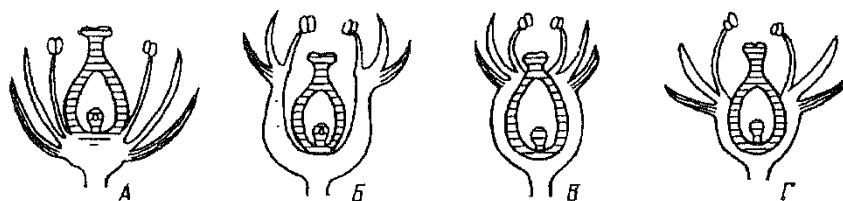


Рис. 26.3. Схема типов завязей:

А, Б – верхние завязи; В – нижняя; Г – полунижняя

Полунижняя завязь формируется в том случае, когда по крайней мере нижняя ее часть срастается с другими частями цветка (жимолость, камнеломка, бузина) (рис. 26.3, Г). При этом нижняя часть завязи лежит ниже уровня прикрепления тычинок, а верхняя, свободная ее часть располагается выше уровня прикрепления тычинок. Цветки с полунижней завязью относят к полунадпестичным.

В зависимости от числа не сообщающихся между собой гнезд завязи бывают одногнездные, двугнездные и многогнездные. Если гнезда так или иначе сообщаются между собой, завязь считают одногнездной, а гнезда называют камерами. Различают два типа перегородок между гнездами: настоящие (истинные), образованные в результате срастания боковых поверхностей двух плодолистиков, и ложные, представляющие собой выросты тканей внутренней стенки завязи. Гнезда, образованные настоящими перегородками, легко отличить от образованных ложными перегородками, так как в последних нет семязачатков (рис. 26.4).

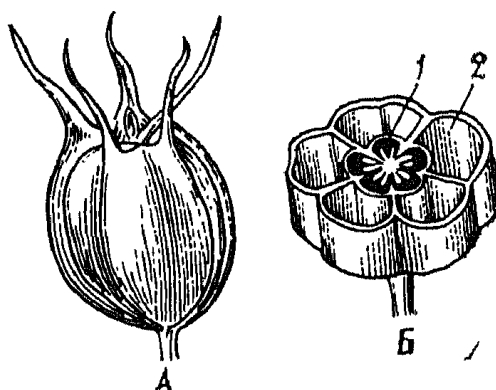


Рис. 26.4. Гинецей чернушки (*Nigella damascene*):

А – общий вид; Б – поперечный разрез: 1 – истинное гнездо;
2 – апокарпно-ложное гнездо

Место прикрепления семязачатков к стенке завязи называют плацентой. Способ расположения семязачатков подчинен определенным закономерностям, которые также отражают степень эволюции гинецея. Различают следующие способы плацентации, или типы расположения семязачатков (рис. 26.5):

ламинально-латеральный – плаценты располагаются диффузно по всей внутренней поверхности стенки завязи апокарпного гинецея (нимфейные, сусаковые);

угловой – плаценты закладываются вблизи сросшихся краев плодолистиков в

углах апокарпного гинецея (лютиковые) или синкарпного (лилейные) гинецея;

париетальный – плаценты закладываются на внутренней поверхности стенки завязи в тех местах, где срастаются края плодолистиков паракарпного гинецея (камнеломковые);

центральный – плаценты располагаются на колонке, которая находится в центре завязи лизикарпного гинецея (гвоздичные).

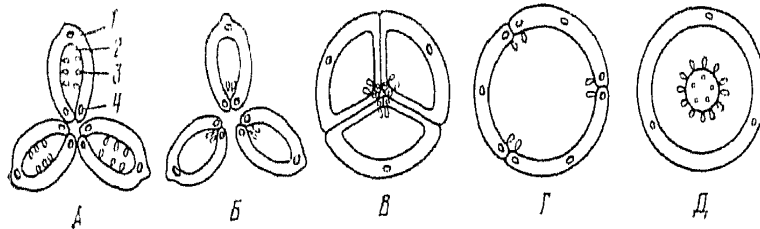


Рис. 26.5. Схема типов расположения семязачатков:

А – ламинально-латеральное (апокарпный гинецей); Б, В – угловое (Б – апокарпный гинецей, В – синкарпный); Г – парietальное (паракарпный гинецей); Д – центральное (лизикарпный гинецей); 1 – стенка завязи; 2 – гнездо; 3 – семязачаток; 4 – проводящий пучок

Семязачаток прикрепляется к плаценте фуникулуcom, или семяножкой (рис. 26.6).

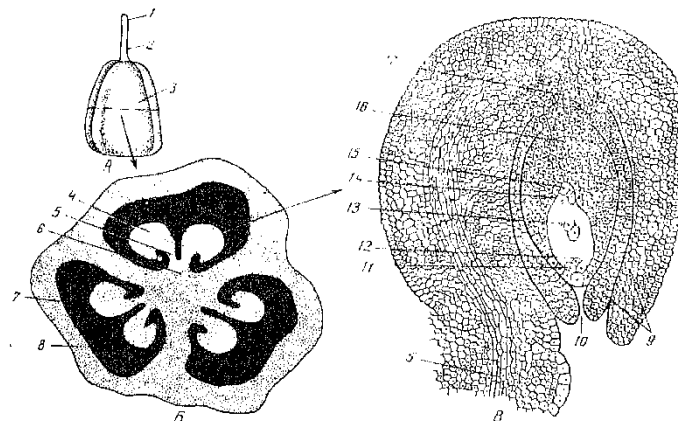


Рис. 26.6. Гинецей пролески (р. Seilla):

А – общий вид; Б – поперечный разрез завязи; В – семязачаток; 1 – рыльце; 2 – столбик; 3 – завязь; 4 – семязачаток; 5 – фуникулуc; 6 – плацента; 7 – гнездо; 8 – стенка завязи; 9 – интегумент; 10 – микропиле; 11 – синергиды; 12 – яйцеклетка; 13 – вторичное ядро центральной клетки; 14 – зародышевый мешок; 15 – антиподы; 16 – нуцеллуc; 17 – халаза

Снаружи семязачаток покрыт одним – двумя интегументами (покровами), которые на верхушке не смыкаются, образуя отверстие – микропиле, или пыльцевход. Основание семязачатка, противоположное микропиле, называют халазой. Под интегументами расположен многоклеточный нуцеллуc, являющийся гомологом мегаспорангия. В нем из мегаспоры формируется зародышевый мешок (женский

гаметофит). На микропилярном полюсе зародышевого мешка имеются три клетки: наиболее крупная яйцеклетка и две синергиды. На противоположном – халазальном полюсе, также находятся три клетки, называемые антиподами. В центре размещается вторичное ядро центральной клетки, которое образовалось в результате слияния двух полярных ядер и поэтому диплоидно. Все остальные клетки зародышевого мешка гаплоидны.

Задание

1. Зарисовать пестики цветков моркови, настурции, ивы, подсолнечника и на основе анализа дать заключение, из какого числа плодолистиков они состоят, а также определить тип завязи – верхняя или нижняя.

2. Зарисовать поперечные разрезы завязей цветков гороха, лилии или пролески, крыжовника, мака, белладонны, дремы. Определить по строению завязи тип гинецея.

3. На поперечном разрезе плода чернушки определить истинные и ложные гнезда. Установить присутствие ложных перегородок в завязях дурмана и льна.

4. Рассмотреть на постоянном препарате поперечного среза завязи пролески семязачаток, зарисовать и обозначить его части.

Порядок работы

1. Образец исследуют гинецей цветка пролески (рис. 26.6). Находят в цветке гинецей и определяют, что он состоит из одного пестика. Затем рассматривают, как расположены по отношению к гинецею остальные части цветка. Обращают внимание на то, что цветоложе не расширено и пестик прикрепляется к нему своим основанием. Листочки околоцветника и тычинки прикреплены к цветоложу ниже завязи пестика. Следовательно, пестик с верхней завязью.

2. Далее отчленивают от цветка при помощи препаровальных принадлежностей пестик и рассматривают его под стереоскопическим микроскопом. Отмечают, что он состоит из завязи, довольно длинного столбика и почти незаметного рыльца.

3. На завязи видны три шва. Скальпелем разрезают ее поперек. На разрезе хорошо заметны три плодолистика, сросшихся боковыми стенками и образовавших синкарпный гинецей с трехгнездной завязью и угловой плацентацией.

4. Рассматривают постоянный препарат поперечного среза завязи под микроскопом при малом увеличении.

5. Затем выбирают семязачаток, в котором заметен зародышевый мешок, и рассматривают его при большом увеличении, находят фуникулус, интегументы, микропиле, халазу, нуцеллус, зародышевый мешок, яйцеклетку, синергиды, антиподы, вторичное ядро центральной клетки.

6. В заключение дают краткое описание гинецея: гинецей многочленный ценокарпный (синкарпный), образован тремя плодолистиками; столбик хорошо выражен; рыльце головчатое; завязь верхняя, трехгнездная, семязачатки угловые с двумя интегументами и восьмиядерным зародышевым мешком.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое плодолистик, гинецей, пестик?
2. Какая из трех частей пестика (завязь, столбик, рыльце) может отсутствовать?
3. Какая разница между одночленным и многочленным гинецеем?
4. Как определить, является ли гинецей одночленным или многочленным цеиокарпным, как установить число слагающих его плодолистиков?
5. Каких типов бывает цеиокарпный гинецей?
6. В чем различие между верхней, нижней и полунижней завязями?
7. Какой цветок называют надпестичным и какой – подпестичным?
8. Какие бывают типы расположения семязачатков?
9. Какая часть семязачатка является гомологом мегаспорангия?
10. Как устроен семязачаток?
11. Что такое зародышевый мешок, из чего он образуется, из каких клеток состоит?

Работа 27. Формула и диаграмма цветка

Цель работы: научиться давать характеристику цветка в виде диаграммы и формулы.

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, живые или фиксированные в спирте цветки лилии (р. *Lilium*) или пролески (р. *Scilla*), лютика (р. *Ranunculus*), редьки дикой (*Raphanus raphanistrum*), огурца (*Cucumis sativus*), яблони (р. *Malus*) или боярышника (р. *Crataegus*), вишни (*Cerasus vulgaris*) или черемухи (*Padus racetnosa*), гороха (*Pisurn sativum*) или фасоли (*Phaseolus vulgari*).

Характеристику цветка можно дать сокращенно в виде формулы, при составлении которой пользуются следующими обозначениями его частей:

Ca – чашечка (calyx), Co – венчик (corolla), P – простой околоцветник (perigonium), A – андроцей (androeseum), G – гинецей (gynoeeseum).

Типы цветков также имеют условные обозначения: ♀♂ – обоеполюый цветок (этот значок обычно в формуле опускают); ♀ – пестичный цветок, ♂ – тычиночный цветок; или * – актиноморфный цветок, ↑ – зигоморфный цветок, ↙ – асимметричный цветок.

Число членов отдельных частей цветка обозначают цифрами (пятичленный венчик – Co₅, шестичленный андроцей – A₆). В том случае, когда число членов непостоянно, обычно больше 12, для их обозначения пользуются значком ∞ (многочленный андроцей A_∞). Очень редко число членов андроеца или гинецея бывает непостоянным в пределах 12 (боярышник). В таких случаях число членов также показывают знаком бесконечности.

В случае срастания членов цветка между собой цифру, указывающую на их число, заключают в скобки (сросшийся венчик картофеля – Co₍₅₎, двубратственный андроцей фасоли – A₍₉₊₁₎).

Если члены чашечки, венчика или простого околоцветника расположены несколькими кругами, то цифры, указывающие на число их в каждом круге, соединяют значком + (простой околоцветник лилии – P₃₊₃).

Формула должна отражать число плодолистиков, из которого образовался гинецей, срослись ли они между собой в один пестик (цепокарпный гинецей) или каждый из плодолистиков образовал отдельный пестик (апокарпный гинецей), а также какая завязь – верхняя или нижняя. Например, ценокарпный гинецей с верхней завязью в цветке лилии в формуле обозначают так: G₍₃₎, где (3) показывает, что гинецей образован тремя сросшимися плодолистиками, а черта снизу – верхнюю завязь. Нижнюю завязь соответственно обозначают чертой сверху.

Еще более полное представление о строении цветка дает диаграмма, которая является проекцией цветка на плоскость, перпендикулярную его оси. Диаграмма показывает не только число, но и расположение частей цветка и их членов

относительно друг друга. Ради удобства принят единый способ ориентации диаграммы: ось соцветия вверху, а кроющий лист внизу. Точно так же и члены цветка обозначают всегда строго определенными фигурами. Ось соцветия показывают маленьким кружком, однако если цветок верхушечный, то такой кружок не изображают; кроющий лист, прицветники и чашелистики – серповидными дугами с килем; лепестки – серповидными дугами без килея; тычинки – фигурами, более или менее отражающими очертания поперечного разреза пыльника, а гинецей – напоминающими поперечный разрез завязи. Внутри завязи маленькими кружками показывают семязачатки на соответствующих частях плодолистиков (рис. 27.1). В случае срастания между собой членов цветка фигуры, обозначающие их на диаграмме, соединяют линиями.

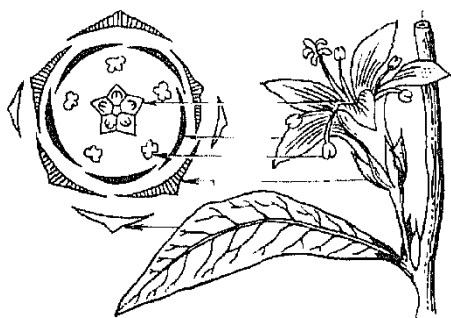


Рис. 27.1. Построение диаграммы цветка

Диаграммы, как и формулы, бывают эмпирическими, когда показывают только видимые части цветка, и теоретическими, когда обозначают также и редуцированные частично или полностью (отсутствующие) части.

Задания

1. Подробно проанализировать строение цветков лилии или пролески, лютика, редьки дикой, огурца, яблони или боярышника, вишни или черемухи, гороха или фасоли.
2. Составить их формулы и диаграммы.

Порядок работы

1. В качестве примера исследуют цветок гороха (рис. 27.2). Это типично зигоморфный цветок. В формуле зигоморфность обозначают знаком ↑.

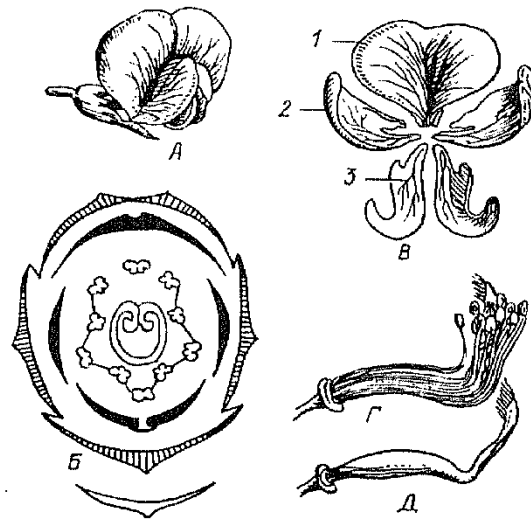


Рис. 27.2. Цветок гороха (*Pisum sativum*):

А – общий вид; Б – диаграмма; В – венчик; Г – андроцей; Д – гинецей; 1 – парус; 2 – весла; 3 – лодочка

2. Пользуясь стереоскопическим микроскопом, внимательно рассматривают части цветка и определяют: число чашелистиков, лепестков, тычинок и пестиков.

3. Затем определяют, в скольких кругах они расположены; каково взаиморасположение членов цветка: лепестков по отношению к чашелистикам, тычинок по отношению к лепесткам. Устанавливают также, срастаются ли между собой тычинки, пестики и другие члены цветка.

4. Один из цветков можно отпрепарировать на предметном стекле. Начинают с анализа чашечки. Она состоит из пяти чашелистиков, расположенных в один круг и сросшихся между собой. Следовательно, строение чашечки в формуле можно обозначить так: $Ca_{(5)}$.

5. Венчик состоит из пяти лепестков цветка; которые чередуются с чашелистиками. Лепестки имеют неодинаковую форму: самый крупный (задний) называют парусом, или флагом; два боковых имеют сходное строение – это весла, или крылья; два передних лепестка срастаются одним краем (не основаниями) – это лодочка, в ней помещаются тычинки и пестик. Итак, пять, лепестков в распустившемся цветке расположены в один круг, их обозначают в формуле так: $Co_{3+(2)}$. Однако необходимо отметить, что у гороха, как и у других бобовых, размещение лепестков и тычинок в почках иное, чем у распустившихся цветков. При внимательном рассмотрении цветочной почки хорошо видно, что лепестки расположены в три круга: парус охватывает весла, а весла – лодочку. Таким образом, в первом, самом внешнем круге один лепесток – парус; в среднем – два лепестка – весла; во внутреннем также два лепестка – лодочка. В дальнейшем при разрастании цветка вследствие смещения его частей образуется как бы один круг. Учитывая онтогенез цветка, венчик надо обозначить так: $Co_{1+2+(2)}$.

6. Далее рассматривают андроцей. Он состоит из десяти тычинок. Обращают

внимание на то, что девять из них срослись между собой нитями в трубку, а одна свободна – двубратственный андроцей. При исследовании вполне сформированного андроцея раскрывшихся цветков создается впечатление, что все тычинки расположены одним кругом, и тогда их обозначают так: $A_{1+(9)}$. Однако наблюдая за процессом образования андроцея, можно установить, что сначала тычинки закладываются в трех кругах (иногда в двух) и чередуются как между собой, так и с лепестками. Позднее вследствие смещения и срастания их в трубку образуется один круг. Следовательно, тычинки, как и лепестки, также расположены в три круга. Во внешнем круге одна тычинка свободная, остальные девять расположены в двух кругах: во втором круге (среднем) пять тычинок, во внутреннем – четыре. С учетом онтогенеза андроцей можно обозначить так: $A_{1+(5+4)}$.

7. Гинецей состоит лишь из одного плодolistика. Обращают внимание на то, что листочки околоцветника, а также андроцей располагаются на цветоложе как бы ниже пестика. Во всяком случае хорошо видно, что пестик совершенно свободный, не сросшийся ни с тычинками, ни с околоцветником, а с цветоложем – только нижней частью. Легко прийти к выводу, что у гороха завязь верхняя. Следовательно, гинецей в формуле должен быть обозначен так: G_1 .

8. В целом формула цветка гороха приобретает такой вид: $\uparrow Ca_{(5)}Co_{3+(2)}A_{1+(9)}G_1$ (эмпирическая формула). При учете онтогенеза формула будет несколько иной: $Ca_{(5)}Co_{1+2+(2)}A_{1+(5+4)}G$ (теоретическая формула).

Зная число и взаимное расположение членов цветка, легко составить его диаграммы (рис. 27.2).

Вопросы для самоконтроля

1. Что дает более полное представление о строении цветка – формула или диаграмма?
2. Какими значками обозначают члены цветка в формуле и в диаграмме?
3. Как отражают в формуле или диаграмме срастание членов цветка между собой?
4. Какую формулу называют эмпирической и какую – теоретической?

Работа 28. Классификация соцветий

Цель работы: ознакомиться с разнообразием соцветий и изучить их классификацию.

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, гербарные образцы соцветий подорожника (р. *Plantago*), аронника (*Arum maculatum*), черемухи (*Padus racemosa*), боярышника (р. *Crataegus*), проломника (р. *Androsace*), клевера (р. *Trifolium*), нивяника (*Leucanthemum vulgare*), моркови (р. *Daucus*), пшеницы (р. *Triticum*), сирени (р. *Syringa*), окопника (*Symphytum officinale*), солнцезвета (*Helianthemum nummularium*), молочая (р. *Euphorbia*), бурачника (*Borago officinalis*), ясколки (*Cerastium holosleum*), смолевки (*Silene nutans*), синяка (*Echium vulgare*).

Цветки, как правило, собраны в соцветия, хотя у некоторых растений имеются и одиночные цветки (тюльпан, мак). Биологическое преимущество соцветий перед одиночными цветками несомненно. Оно заключается в повышении гарантии опыления, уменьшении вероятности повреждения цветков при неблагоприятных условиях окружающей среды, обусловленном их постепенным распусканием.

Соцветие (*inflorescentia*) – это побег или система побегов, несущих цветки. К репродуктивным органам соцветия можно отнести лишь условно. На узлах осей соцветий располагаются такие же листья, как на вегетативной части побега (фрондозные соцветия), или видоизмененные, утратившие способность к фотосинтезу, – прицветники (брактеозные соцветия), а на узлах цветоножек – прицветнички.

Различают два типа соцветий: сложные, когда цветки располагаются на разветвлениях главной оси, и простые, когда цветки с цветоножками или без них прикрепляются непосредственно к главной оси.

Сложные соцветия в зависимости от способа нарастания делят на *симподиальные* (цимозные, верхоцветные, определенные) – при этом ось заканчивается цветком, а распускание цветков идет базипетально, т. е. от верхушки к боковым ветвям, или центробежно, если цветки расположены в одной плоскости; *моноподиальные* (ботрические, бокоцветные, неопределенные) – ось нарастает неопределенно долго, распускание цветков идет акропетально, т. е. от основания к верхушке, или центростремительно, если цветки расположены в одной плоскости.

Наиболее часто встречаются следующие симподиальные соцветия (рис. 28.1).

Монохазий (*monochasium*) – главная ось заканчивается цветком; под ним образуется ось второго порядка, также увенчанная цветком, и т. д.; если подцветочные оси отходят в одну сторону, то образуется завиток (*cincinnus*) или улитка (эчеверия), если же они отходят попеременно то в одну, то в другую сторону, то образуется извилина (*bostrux* – росянка, солнцезвет, бурачник); завиток, у которого боковые разветвления укорочены, называют клубочком (*glomerulus* – марь).

Дихазий (dichasium) – под цветком, сидящим на верхушке главной оси соцветия, образуются две супротивные оси; каждая из них также заканчивается цветком. От этих осей также отходят по две подцветочные оси следующего порядка, повторяющие такой же способ ветвления, и т. д. (звездчатка, ясколка).

Плейохазий (pleiochasium) – от главной оси соцветия, несущей один верхушечный цветок, отходят несколько подцветочных осей, образующих мутовку из монохазиев или дихазиев (очиток, картофель).

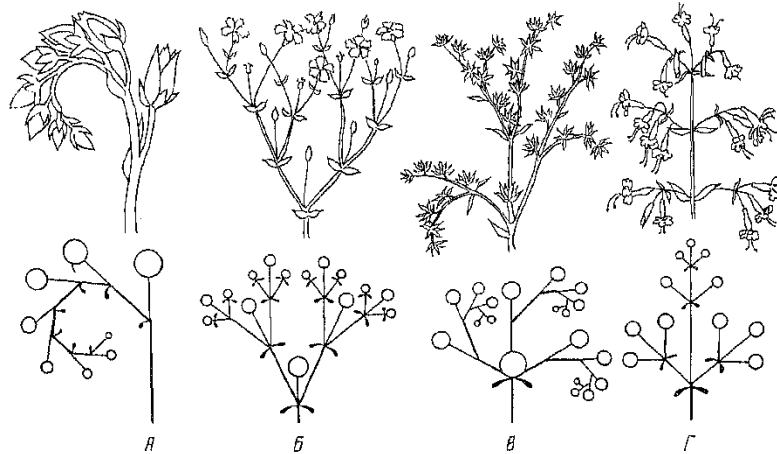


Рис. 28.1. Симподиальные соцветия и их схемы:

А – монохазий – завиток – у эчеверии (*Echeveria hybrida*); Б – дихазий – у ясколки (*Cerastium holosteum*); В – плейохазий – у очитка (*Sedum mexicanum*); Г – тирс – у смолевки (*Silene nutans*)

Тирс (thyrsus) – на главной оси располагается любое из указанных выше соцветий, обычно имеет пирамидальную форму (смолевка, синяк).

К моноподиальным соцветиям относят следующие (рис. 28.2):

метелка (panicula) – сильно разветвленное соцветие, нижние боковые разветвления ветвятся сильнее, чем верхние; в целом оно имеет пирамидальное очертание (сирень);

щиток (corymbus) – метелка, у которой нижние разветвления длиннее верхних, вследствие чего цветки располагаются в одной плоскости (калина, бузина);

сложный колос (spica composita) – от главной оси отходят разветвления, на которых расположены цветки без цветоножек; разветвления называют колосками (пшеница, рожь);

сложный зонтик (umbella composita) – соцветие, у которого расстояния между осями второго порядка укорочены, и они отходят от верхушек осей первого порядка; расстояния между цветоножками также укорочены и цветки прикрепляются к верхушкам осей второго порядка (укроп, борщевик); нередко листья у основания осей второго порядка образуют общую обертку, а у основания цветоножек – частную обертку (морковь).

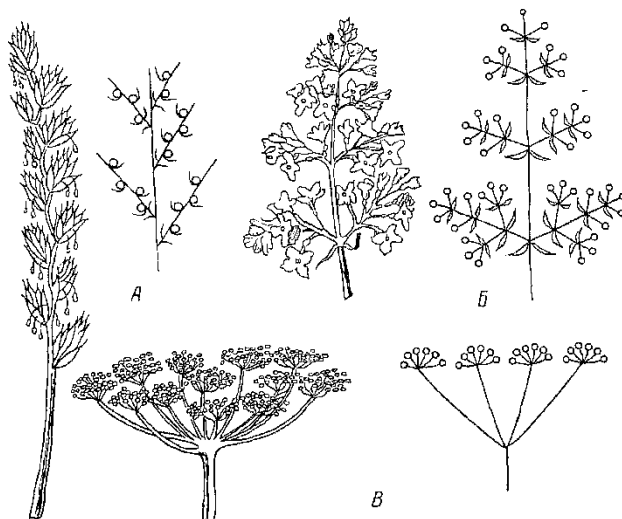


Рис. 28.2. Моноподиальные соцветия и их схемы:

А – сложный колос у пырея (*Eleotrigia repens*); Б – метелка у сирени (*Syringa vulgaris*); В – сложный зонтик у укропа (*Anethum graveoleus*)

Кроме перечисленных, существуют еще сложные соцветия, называемые агрегатными. Они образованы сочетанием разных типов простых и сложных соцветий (тысячелистник, ольха, овес).

Простые соцветия в зависимости от расстояния между цветками делят на соцветия с удлиненной и укороченной осью.

К простым соцветиям с удлиненной осью относят следующие (рис. 28.3):

кисть (racemys botrys) – на оси первого порядка расположены цветки с цветоножками обычно одинаковой длины; цветоножки выходят из пазух прицветников (люпин) или прицветники отсутствуют (капустные, барбарис, лук гадючий кистистый); если цветки обращены в одну сторону от оси, то образуется односторонняя кисть (ландыш);

колос (spica) – цветки не имеют цветоножек и сидят на оси первого порядка (вербена, подорожник);

сережка (amentum) – повислый колос, т. е. колос с мягкой осью, после цветения сережки обычно опадают (ива, тополь);

початок (spadix) – колос с сильно утолщенной осью, окружен одним или несколькими листьями, так называемым покрывалом, или крылом (белокрыльник).

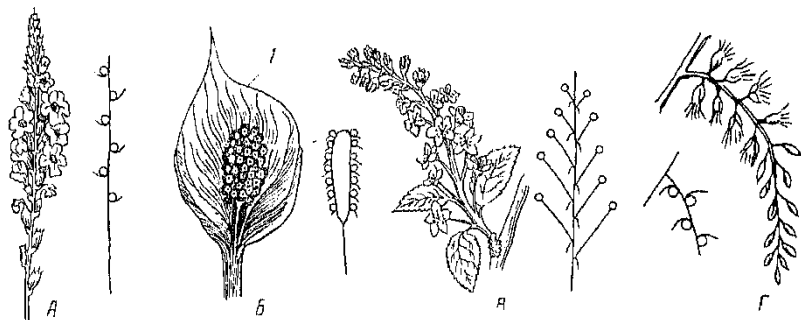


Рис. 28.3. Простые соцветия с удлиненной осью и их схемы:

А – колос – у вербены (*Verbena officinalis*); Б – початок – у белокрыльника (*Calla palustris*); В – кисть – у черемухи (*Prunus racemosa*); Г – сережка – у тополя (р. *Populus*); 1 – покрывало

К простым соцветиям с укороченной осью относят следующие (рис. 28.4):

зонтик (umbella) – цветоножки, имеющие почти одинаковую длину, отходят от верхушки оси, расстояние между цветоножками укорочены (первоцвет, лук, сусак зонтичный);

головка (capitulum) – зонтик, у которого цветки или без цветоножек, или последние очень короткие (клевер);

корзинка (calathidium) – верхушка главной оси разрастается в виде ложа, и к нему прикрепляются плотно сомкнутые цветки; верхушечные листья скучены и образуют обертку (подсолнечник, календула, астра).

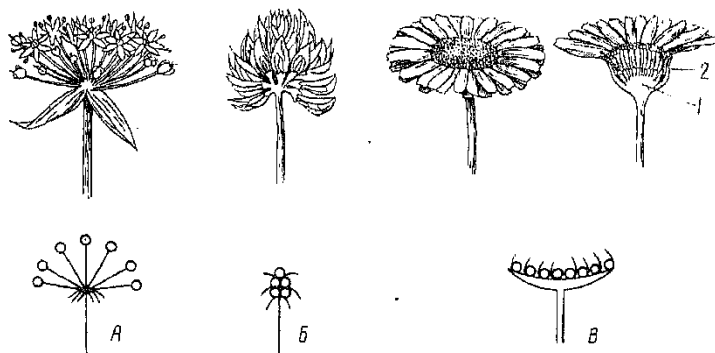


Рис. 28.4. Простые соцветия с укороченной осью и их схемы:

А – зонтик у лука (р. *Allium*); Б – головка – у клевера (*Trifolium pratense*); В – корзинка – у календулы (*Calendula officinalis*); 1 – ложе; 2 – обертка

Задания

1. Изучить симподиальные соцветия, зарисовать схемы и привести примеры.
2. Изучить сложные моноподиальные соцветия, зарисовать схемы и привести примеры.
3. Изучить простые соцветия с удлиненной и укороченной осью, зарисовать схемы и привести примеры.

4. Рассмотреть и определить типы соцветий следующих растений: подорожника, аронника, черемухи, боярышника, проломника, клевера, нивяника, моркови, пшеницы, сирени, окопника, солнцезвета, молочая, бурачника, ясколки, смолевки, синяка. Зарисовать схемы этих соцветий.

Порядок работы

1. В качестве образца исследуют соцветие моркови. Сначала определяют, какое это соцветие: сложное или простое.

2. Обращают внимание на то, что цветки сидят на осях второго порядка. Расстояние между осями второго порядка укорочены, поэтому они отходят от верхушки оси первого порядка. Расстояния между цветоножками также укорочены, и они отходят от верхушек осей второго порядка. Оси второго порядка, как и цветоножки, по длине равны между собой. При основании осей второго порядка есть прицветники, совокупность которых образует общую обертку, а при основании цветоножек – прицветнички, совокупность которых составляет частную обертку. Таким образом, соцветие моркови можно отнести к сложным, оно представляет собой сложный зонтик.

3. Затем отделяют одно разветвление и внимательно изучают расположение цветков. Все они лежат в одной плоскости. Нетрудно обнаружить, что распускание цветков происходит в центростремительном направлении (от периферии к центру). Следовательно, соцветие моноподиальное.

4. Итак, после морфологического анализа можно сделать вывод, что у моркови соцветие сложное, моноподиальное, представляет собой сложный зонтик с хорошо выраженными общей и частными обертками.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое соцветие?
2. Всегда ли у растений бывают соцветия?
3. В чем преимущество растений, имеющих соцветия, перед теми, у которых цветки одиночные?
4. В чем отличие простых соцветий от сложных?
5. Как отличить симподиальные соцветия от моноподиальных?
6. На какие две группы можно разделить простые соцветия?
7. Каковы характерные признаки каждого из сложных и простых соцветий?

Работа 29. Строение и классификация семян

Цель работы: ознакомиться с особенностями строения семян и изучить их классификацию.

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, предварительно намоченные зерновки овса (*Avena sativa*), пшеницы (*Triticum aestivum*) и ячменя (*Hordeum vulgare*), семена фасоли (*Phaseolus vulgaris*), гороха (*Pisum sativum*), подсолнечника (*Helianthus annuus*), куколя (*Agrostemma githago*); постоянные микропрепараты продольных срезов, зерновок овса, пшеницы и ячменя, а также семян куколя.

Семя (semen) служит для размножения и распространения семенных растений (рис. 29.1). Оно состоит из зародыша и запасавшей ткани, покрытых спермодермой (семенная кожура). Семя формируется из семязачатка в результате процесса двойного оплодотворения. Зародыш семени – производное зиготы, возникшей в результате слияния спермия с яйцеклеткой (2n).

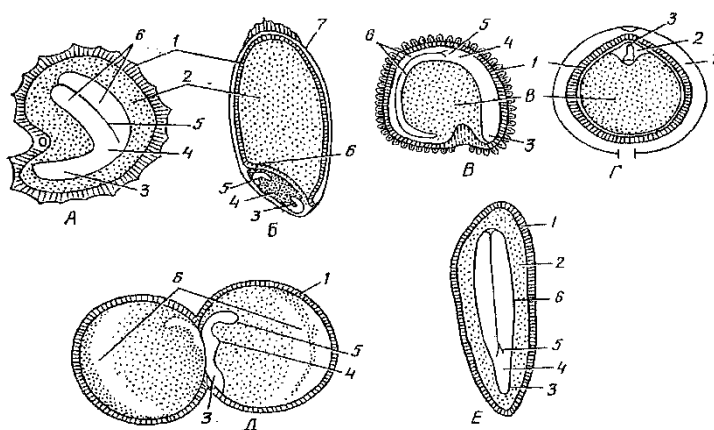


Рис. 29.1. Типы семян:

- А – с эндоспермом, окружающим зародыш – у мака (*Papaver somniferum*);
Б – с эндоспермом, лежащим рядом с зародышем – у пшеницы (*Triticum aestivum*); В – с периспермом – у куколя (*Agrostemma githago*); Г – с эндоспермом, окружающим зародыш и мощным периспермом – у перца (*Piper nigrum*);
Д – с запасными продуктами, отложенными в семядолях зародыша – у гороха (*Pisum sativum*); Е – с эндоспермом и запасными продуктами, отложенными в семядолях зародыша, – у льна (*Linum usitatissimum*); 1 – спермодерма; 2 – эндосперм; 3 – корешок; 4 – стебелек; 5 – почечка; 6 – семядоля (3-6 – зародыш); 7 – околоплодник; 8 – перисперм

Запасавшая ткань – эндосперм – результат деления клетки, образовавшейся от слияния другого спермия с центральной клеткой зародышевого мешка (3n). Спермодерма формируется из интегументов. Синергиды и антиподы обычно разрушаются, а содержимое клеток нуцеллуса у большинства растений используется зародышем в процессе его формирования, реже нуцеллус превращается в запасавшую ткань – перисперм.

Семя имеет очень важную особенность: в условиях, неблагоприятных для прорастания, оно может значительное время пребывать в состоянии покоя. С наступлением благоприятных условий температуры и влажности семя начинает поглощать воду и при достаточном доступе воздуха прорастает.

Классификация семян проста. Различают пять типов семян в зависимости от того, где накапливаются запасные продукты: в эндосперме, нуцеллусе, зародыше, в эндосперме и нуцеллусе в эндосперме и зародыше.

Задания

1. Провести анализ структуры семян овса, пшеницы, ячменя, фасоли, гороха, подсолнечника, куколя. Указать, к какому типу их относят.
2. Зарисовать общий вид изученных семян и их внутреннее строение, сделать обозначения.

Порядок работы

1. *Семя с эндоспермом.* Строение семян с эндоспермом рассматривают на примере зерновки овса (рис. 29.2). Освободив зерновку от чешуек, можно увидеть, что снаружи она покрыта довольно тонким пленчатым слоем, который трудно отделить от внутренней части зерновки. Этот слой представляет собой околоплодник, слипшийся с спермодермой (зерновка – односемянный плод). Околоплодник хорошо заметен на препарате продольного среза зерновки под стереоскопическим микроскопом. Находят еще две резко отличающиеся друг от друга части зерновки: зародыш и эндосперм. Обращают внимание на то, что размеры зародыша незначительны по сравнению с размерами эндосперма. Это объясняется тем, что запасные продукты отложены не в зародыше, а в эндосперме.

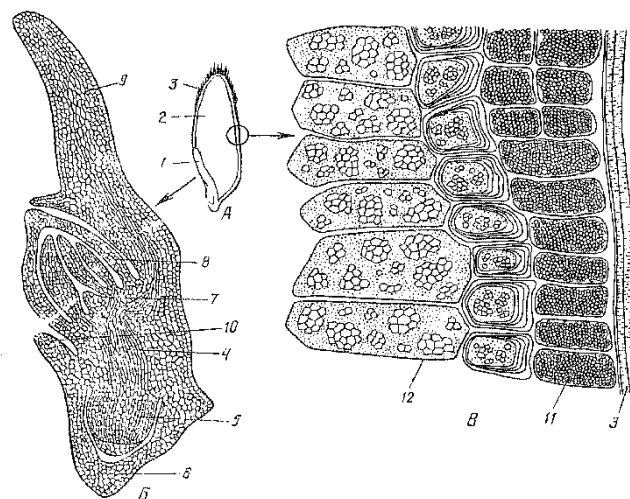


Рис. 29.2. Зерновка овса (*Avena sativa*):

- А – продольный разрез (схема); Б – зародыш; В – эндосперм: 1 – зародыш; 2 – эндосперм; 3 – околоплодник, слипшийся с спермодермой; 4 – стебелек; 5 – корешок; 6 – колеориза; 7 – почечка; 8 – колеоптиль; 9 – семядоля (щиток); 10 – эпибласт; 11 – алейроновый слой; 12 – клетки с запасным крахмалом

Затем рассматривают зародыш более подробно. При малом увеличении микроскопа отмечают, что он состоит из первичной меристемы и имеет зачатки вегетативных органов будущего растения: зародышевый корешок с корневым чехликом, корневое влагалище – колеоризу, зародышевый стебелек – гипокотиль и почечку. В центре почечки хорошо заметен конус нарастания стебля, прикрытый зародышевыми листьями. Наружный зародышевый лист называют колеоптилем. Находят семядолю – щиток. На стебельке со стороны, противоположной щитку, расположен эпибласт. Последний, видимо, представляет собой вторую редуцированную семядолю. У некоторых мятликовых эпибласт вовсе не образуется.

Далее переходят к изучению эндосперма. В периферической части его под спермодермой хорошо виден однородный слой клеток. Это алейроновый слой. Клетки его содержат гранулы белка – алейроновые зерна. Клетки под алейроновым слоем (к центру препарата) заполнены сложными крахмальными зёрнами.

Итак, зерновка овса состоит из околоплодника и одного семени. Семя имеет три основные части: спермодерму, слипшуюся с околоплодником, зародыш и эндосперм.

2. Семя с запасными продуктами в зародыше. Строение семени с запасными продуктами в зародыше изучают на примере фасоли (рис. 29.3). Снаружи ее семя покрыто довольно толстой спермодермой. Находят рубчик, расположенный на узкой вогнутой поверхности семени. Это место прикрепления семени к семяножке. На одной линии с рубчиком, рядом с ним, размещается микропиле. Через него вода и газы поступают внутрь семени. Убедиться в этом очень просто: если надавить пальцами на набухшее семя, то из микропиле выступит вода. Обращают внимание на то, что над микропиле находится небольшой бугорок, образованный зародышевым корешком. С противоположной от микропиле стороны к рубчику примыкает семенной шов – след от срастания семязачатка с семяножкой.

Внимательно рассмотрев семя, зарисовывают его с боковой стороны и со стороны рубчика и обозначают рубчик, микропиле, и семенной шов.

Затем осторожно снимают с семени спермодерму, под которой находится зародыш, состоящий из двух крупных семядолей почковидной формы, зародышевого корешка, зародышевого стебелька и почечки. Эндосперма в семени нет. Запасные продукты эндосперма были поглощены зародышем и отложены в его семядолях, клетки которых заполнены крахмальными зёрнами, расположенными в массе алейроновых зёрен.

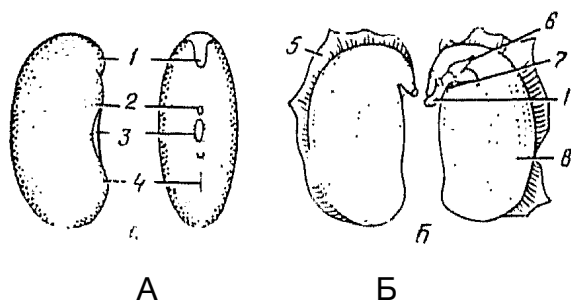


Рис. 29.3. Семя фасоли (*Phaseolus vulgaris*):

А – общий вид; Б – зародыш; 1 – корешок; 2 – микропиле; 3 – рубчик; 4 – семенной шов; 5 – спермодерма; 6 – почечка; 7 – стебелек; 8 – семядоля

Таким образом, семя фасоли можно отнести к семенам без эндосперма, у которых запасные продукты отложены в семядолях. Оно состоит из двух частей: спермодермы и зародыша.

3. *Семя с периспермом.* Семя с периспермом рассматривают на примере куколя (рис. 29.1). Последовательность работы та же.

Вопросы для самоконтроля

1. Как образуется семя, и какой процесс предшествует его формированию?
2. Из каких частей семязачатка образуются спермодерма, зародыш, эндосперм?
3. По какому признаку классифицируют семена?
4. Из чего образуется перисперм, чем он отличается от эндосперма?
5. Что представляют собой рубчик, семенной шов, микропиле?
6. Как устроены зародыши фасоли и овса?
7. Какую функцию выполняют семядоли у фасоли и какую – у овса?
8. Что такое колеоптиль, колеориза, эпибласт?

Работа 30. Строение и классификация плодов

Цель работы: ознакомиться с особенностями строения семян и изучить их классификацию.

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, пинцеты, скальпели, свежие или консервированные (засушенные и фиксированные в спирте) плоды сокирок (*Consolida regalis*) или ваточника (р. *Asclepias*), водосбора (р. *Aquilegia*), гороха (*Pisum sativum*), горчицы (р. *Sinapis*), ярутки (*Thlaspi arvense*), мака (р. *Papaver*), белены (р. *Hyoscyamus*), дурмана (р. *Datura*), хлопчатника (*Gossypium hirsutum*), лещины (*Corylus avellana*), гречихи (*Fagopyrum sagittatum*), подсолнечника (*Helianthus annuus*), лютика (р. *Ranunculus*), земляники (р. *Fragaria*), пшеницы (р. *Triticum*), вяза (р. *Ulmus*), клена (р. *Acer*), редьки дикой (*Raphanistrum*), борщевика (р. *Heracleum*), томата (*Lycopersicon esculentum*) или картофеля (*Solanum tuberosum*), вишни (*Cerasus vulgaris*), малины (*Rubus idaeus*), боярышника (р. *Crataegus*) или яблони (р. *Malus*), огурца (*Cucumis sativus*), свеклы (*Beta vulgaris*).

Плод (*fructus*) предназначен для защиты семян, а нередко и для их распространения и свойствен только покрытосеменным. Плод формируется из цветка в результате его изменения, происходящего после двойного оплодотворения (амфимиксиса). В образовании плода главную роль играет гинецей. Однако в этом процессе часто принимают участие и другие части цветка – цветоложе, основания тычинок, лепестков, чашелистиков. У некоторых растений (виноград, банан) плоды образуются без оплодотворения и не содержат семян. Такие плоды называют партенокарпическими.

Плод состоит из околоплодника (перикарпа) и семян. Околоплодник формируется из стенки завязи, а иногда и других частей цветка и состоит из трех слоев: экзокарпа (наружный слой), мезокарпа (средний слой) и эндокарпа (внутренний слой).

Разнообразие плодов очень велико, что вызвано главным образом приспособлением плодов к распространению. Это разнообразие очень усложняет создание их филогенетической классификации, связанной с общей эволюцией покрытосеменных. Существующая ныне филогенетическая классификация плодов основана на типе гинецея. Плоды, образованные из примитивного апокарпного гинецея, называют апокарпиями, а из эволюционно более прогрессивного ценокарпного – ценокарпиями.

Дальнейшая классификация, к сожалению, слишком сложна и не применима для определения растений. Поэтому на практике приходится придерживаться чисто морфологической классификации, в значительной степени искусственной.

Плод называют простым, если в его образовании принимает участие только один пестик (горох). Иногда простые плоды могут распадаться по гнездам на части – мерикарпии (тмин, мальва). Такие плоды называют дробными. Если простые плоды

разламываются по поперечным (ложным) перегородкам на односемянные членики, их называют членистыми (копеечник, редька дикая). Плод, образованный несколькими пестиками одного цветка (малина, лютик), называют сборным (рис. 30.1).

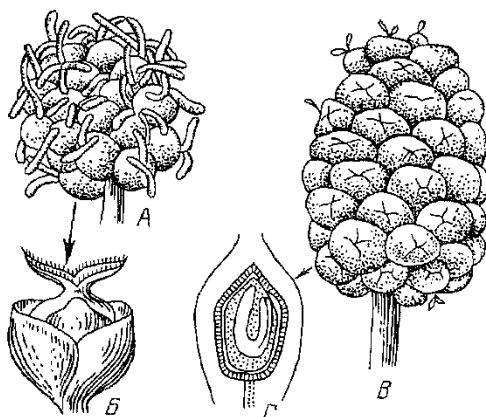


Рис. 30.1. Соцветие и соплодие шелковицы (*Morus alba*):

А – соцветие пестичных цветков; Б – пестичный цветок; В – соплодие;
Г – один плод на продольном разрезе

Соплодия в отличие от плодов возникают из нескольких цветков (свекла) или из целого соцветия (шелковица, инжир, ананас) (рис.). В образовании соплодий, кроме цветков, могут принимать участие и оси соцветия.

В основу дальнейшей классификации простых и сборных плодов положены следующие признаки: консистенция околоплодника (сухая или сочная), число семян (много или одно), вскрывание околоплодника (нераскрывающийся или раскрывающийся, способ вскрывания), число плодолистиков, формирующих плод. Выделяют следующие группы плодов.

Коробочковидные плоды – с сухим околоплодником, многосемянные, обычно растрескивающиеся (рис. 30.2).

Листовка (folliculus) – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается одной щелью по брюшному шву – линии срастания краев плодолистика (сокирки); из многочленного апокарпного гинецея возникает плод сборная листовка (водосбор, калужница).

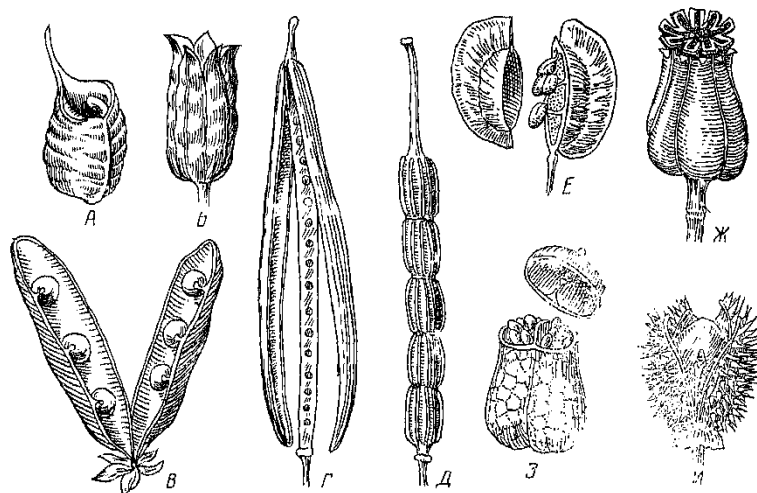


Рис. 30.2. Коробочковидные плоды:

А – листовка – у морозника (р. Helleborus); Б – сборная листовка – у водосбора (Aquilegia vulgaris); В – боб – у гороха (Pisum sativum); Г – стручок – у капусты (Brassica oleracea); Д – членистый стручок – у редьки (Raphanus raphanistrum); Е – стручочек – у ярутки (Thlaspi arvense); Ж-И – коробочка [Ж – у мака (Papaver rhoeas); З – у белены (Huoscyamus niger); И – у дурмана (Datura stramonium)]

Боб (legumen) – одногнездный плод, образованный одним плодолистиком, вскрывается двумя щелями по брюшному шву и по средней жилке плодолистика (фасоль, вика); характерен для бобовых; бобы могут быть членистыми (копеечник, сераделла), спирально закрученными (люцерна), односемянными нераскрывающимися (эспарцет).

Стручок (siliqua), стручочек (silicula) – двугнездный плод, образованный двумя плодолистиками, семена прикрепляются к продольной перегородке, вскрывается двумя щелями; стручочек отличается от стручка соотношением длины и ширины: если у стручка длина превышает ширину в четыре раза и более (капуста), то у стручочка длина превышает ширину не более чем в два-три раза (сумочник пастуший); характерны для капустных; стручки могут быть членистыми (редька дикая);

Коробочка (capsula) – образована несколькими плодолистиками; существуют различные способы вскрывания коробочки: дырочками (мак), крышечкой (белена), зубчиками (гвоздика), створками (дурман) и т. д.

Ореховидные плоды – с сухим околоплодником, односемянные, нерасстрескивающиеся (рис. 30.3).

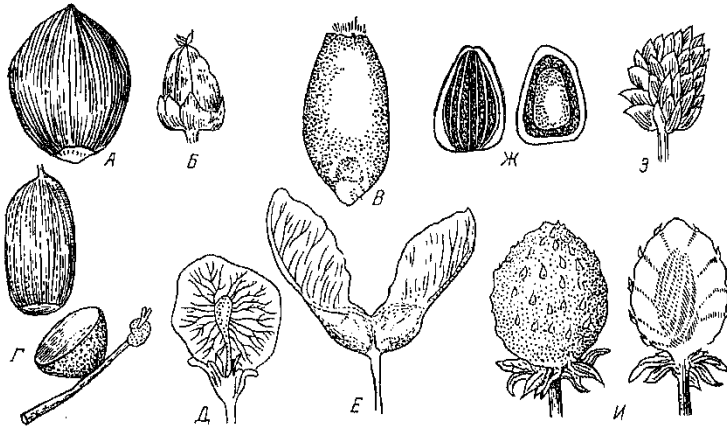


Рис. 30.3. Ореховидные плоды:

А – орех – у лещины (*Corytus avellana*); Б – орешек – у гречиши (*Fagopyrum sagitta-tum*); В – зерновка – у пшеницы (*Triticum aestivum*); Г – желудь – у дуба (*Quercus robur*); Д – крылатка – у вяза (*Ulmus campestris*); Е – дробная крылатка – у клена (*Acer platanoides*); Ж – семянка – у подсолнечника (*Helianthus annuus*); З, И – сборный орешек [З – у лютика (р. *Ranunculus*), И – у земляники (*Fragaria vesca*)]

Орех (nux), орешек (nucula) – околоплодник жесткий, деревянистый (лещина); орешек отличается от ореха меньшим размером (липа); из многочисленного апокарпного гинецея формируется сборный орешек (лютик).

Желудь (glans) – околоплодник менее жесткий, чем у ореха, у основания плод окружен чашевидной плюской, образующейся из защитного покрова цветка (дуб).

Семянка (achena) – околоплодник кожистый (подсолнечник);

Крылатка (samara) – семянка, околоплодник которой имеет кожистый или перепончатый крыловидный вырост (вяз); крылатка может быть дробной (клен).

Зерновка (cariopsis) – околоплодник кожистый, слипается со спермодермой (пшеница, рис, пырей).

Ягодovidные плоды – с сочным околоплодником, большей частью многосемянные (рис. 30.4):

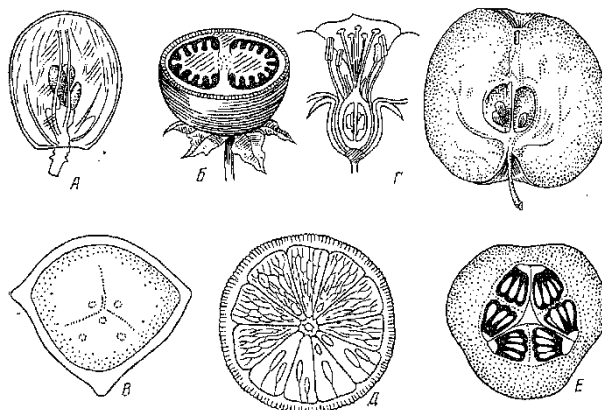


Рис. 30.4. Ягодovidные плоды:

А-В – ягода [А – у винограда (*Vitis vinifera*), Б – у картофеля (*Solanum tuberosum*), В – у банана (р. *Musa*)]; Г – яблоко – у яблони (р. *Malus*); Д – гесперидий – у апельсина (*Citrus aurantium*); Е – тыква – у огурца (*Cucumis sativus*)

Ягода (bacca) – околоплодник, за исключением тонкого экзокарпа, сочный, мясистый (виноград, картофель).

Яблоко (malum) – в его формировании, кроме завязи, принимают участие нижние части тычинок, лепестков, чашелистиков, а также цветоложе (яблоня, груша, рябина).

Тыквина (peponida) – образуется из нижней завязи, состоящей из трех плодолистиков; экзокарп жесткий, деревянистый, мякоть плода в основном состоит из разросшихся плацент (дыня, арбуз, тыква, огурец).

Гесперидий (hesperidium) или померанец (aurantium) – экзокарп окрашенный, с вместилищами эфирного масла; мезокарп сухой, губчатый, белый; эндокарп сочный, мясистый; плод характерен для цитрусовых (лимон, апельсин).

Костянкovidные плоды – с деревянистым эндокарпом, чаще односемянные (рис. 30.5).

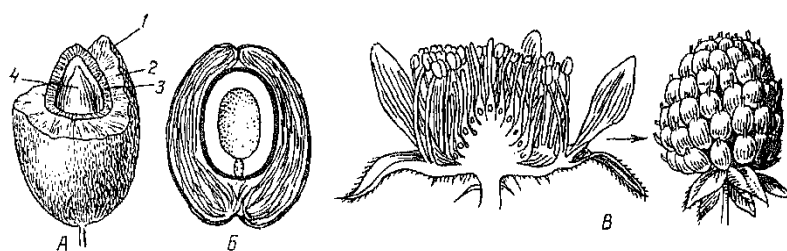


Рис. 30.5. Костянкovidные плоды:

А, Б – костянка: 1 – экзокарп; 2 – мезокарп; 3 – эндокарп; 4 – семя [А – у сливы (*Prunus domestica*); Б – у кокосовой пальмы (*Cocos nucifera*)]; В – поперечный разрез цветка и сборная костянка – у малины (*Rubus idaeus*)

Костянка (drupa) – околоплодник дифференцирован на тонкий экзокарп, мясистый мезокарп и более или менее толстый деревянистый эндокарп (вишня, персик, боярышник); из многочленного апокарпного гинецея образуется сборная костянка (малина); изредка костянка бывает сухая (миндаль, кокосовая пальма).

Задания

1. Провести анализ коллекции плодов, определить к какой группе их относят и дать им названия.
2. Зарисовать плоды и обозначить их.

Порядок работы

1. Для примера исследуют плоды, резко отличающиеся друг от друга: сокирок, картофеля и малины. Чтобы определить тип плода, надо установить: простой плод или сборный; с сочным или сухим околоплодником (если с сухим, то определить, раскрывающийся он или нераскрывающийся); число семян – одно или много; число плодолистиков, образующих плод (при наличии только плода это не всегда можно сделать); число гнезд в плоде.

Рассматривая плод сокирок, нетрудно обнаружить, что он простой, так как

образован из одного пестика, с сухим околоплодником. По форме плод напоминает лист, сросшийся своими краями. Если плод зрелый, то он вскрывается по месту срастания краев плодолистика и из него высыпаются многочисленные семена. Плод раскрывают полностью при помощи скальпеля. При этом обнаруживают, что перегородок внутри нет. Следовательно, плод одногнездный. Исходя из того, что он одногнездный, раскрывается одной щелью, а форма околоплодника напоминает лист, сросшийся краями, можно сделать вывод, что плод сокирок образован одним плодолистиком.

Дают изченному плоду краткую характеристику: простой, многосемянный, с сухим околоплодником, образован одним плодолистиком, растрескивающийся по одному шву. Согласно этой характеристике плод сокирок относят к группе коробочковидных и определяют, что это листовка.

2. При исследовании плода картофеля нетрудно обнаружить, что он также простой, но в отличие от плода сокирок имеет сочный околоплодник. Скальпелем делают поперечный разрез плода и рассматривают его строение. Экзокарп плода довольно тонкий, а внутри него сочная мякоть (мезокарп и эндокарп). В мякоти расположены многочисленные семена. Плод разделен перегородкой на два гнезда. Наличие двух гнезд позволяет предположить, что он образован двумя плодолистиками. Отмечают его части: экзокарп, мякоть, гнезда, семена. Дают ему краткую характеристику: простой, многосемянный, с сочным околоплодником, нераскрывающийся, двухгнездный, образован двумя плодолистиками. На основе данной характеристики плод картофеля относят к группе ягодавидных и определяют, что это ягода.

3. Плод малины отличается от уже рассмотренных тем, что состоит из многочисленных отдельных плодиков, каждый из которых легко отделить от других. По сохранившейся чашечке видно, что этот плод возник из одного цветка, следовательно, он сборный, формируется из многочленного апокарпного гинецея. Рассмотрев один из плодиков, определяют, что он имеет сочный околоплодник с деревянистым эндокарпом. Разбивают эндокарп и внутри находят одно семя. Итак, каждый плодик представляет собой костянку. На основании проведенного исследования приходят к выводу, что у малины плод – сборная костянка.

Вопросы для самоконтроля

1. Из чего образуется плод? Какова его структура?
2. Из каких слоев состоит околоплодник?
3. В чем разница между простым и сборным плодами?
4. Что такое соплодие?
5. По каким признакам классифицируют простые плоды?
6. В чем сходство и в чем различие между листовкой, бобом, стручком, коробочкой?
7. В чем сходство и в чем различие между орехом, желудем, семянкой, крылаткой, зерновкой?
8. В чем сходство и в чем различие между ягодой, яблоком, тыквиной, гесперидием?
9. Каковы характерные признаки костянки?
10. Какие плоды называют дробными, а какие – членистыми?
11. Как классифицируют сборные плоды?

Работа 31. Отдел Моховидные (Bryophita)

Цель работы: научиться определять и различать разных представителей высших споровых растений; изучить особенности строения гаметофита и спорофита.

Материалы и оборудование: микроскопы, бинокляры, лампы, препаровальные иглы, живые и гербарные образцы мхов, препараты таллома зеленых мхов и спорогонов, стеблей мха.

В жизненном цикле моховидных, как и у других высших растений, чередуются две фазы: гаметофит (n) и спорофит ($2n$), однако в отличие от других групп высших растений в нем доминирует гаметофит. Гаметофит имеет вид побега, расчлененного на каулидий и филлидии (условно их называют «стебель» и «листья»), или листовидного таллома. Корней нет. Их функцию выполняют выросты поверхностных клеток тела – ризоиды (одноклеточные или многоклеточные). Спорофит, называемый у моховидных спорогоном, играет подчиненную роль. Он представляет собой цилиндрическую ножку, заканчивающуюся шаровидной или цилиндрической коробочкой, внутри которой образуются споры. Спорогон тесно связан с гаметофитом, так как получает от него воду и необходимые питательные вещества. Таким образом, у моховидных нет корней, настоящих тканей. В жизненном цикле доминирует гаметофит(n) над спорофитом ($2n$). Это их главные отличительные особенности.

Общее число видов около 35 тыс. Их подразделяют на три класса: Антоцеротовые (Anthocerotopsida), Печеночники (Hepaticopsida) и Листостебельные или Настоящие мхи (Bryopsida).

Класс Листостебельные мхи включает три подкласса: Андреевые или Черные мхи (Andreaeidae), Сфагновые или Белые мхи (Sphagnidae), Бриевые или Зеленые, мхи (Bryidae).

Класс Печеночные мхи (Hepaticopsida). Представитель: маршанция многообразная (*Marchantia polymorpha*). Слоевище листовидное, стелющееся, пластинки дихотомически ветвятся. Точка роста находится на конце слоевища в небольшой выемке. Нарастая по обе стороны от выемки, образует новые лопасти. Старые части таллома отмирают и постепенно каждая лопасть становится самостоятельной особью. Слоевище прикрепляется к субстрату с помощью многочисленных ризоидов.

С верхней части слоевище покрыто своеобразными покровными клетками. Под ними располагается невысокая воздушная камера, в которой с её дна к покровному слою клеток поднимаются ряды зеленых клеток. Это клетки – ассимиляторы. Нижняя часть таллома содержит слои бесцветных клеток. Они выполняют транспортную функцию и обеспечивают связь между ризоидами и ассимилирующими клетками, также выполняют запасную функцию.

На верхней стороне слоевища образуются особые выводковые корзиночки, где формируются выводковые почки. Почки отрываются каплями дождевой воды и ею

распространяются.

Маршанция – растение двудомное (рис. 31.1). На слоевищах появляются особые выросты – подставки, где и формируются антеридии и архегоний (рис. 31.2).

Архегоний имеет колбообразную форму (рис. 31.3). Широкой частью, брюшком, он прикрепляется к подставке, удлиненная часть – шейка свешивается вниз. Стенка брюшка и шейки состоит из одного слоя одинаковых клеток. Яйцеклетка занимает почти всю полость брюшка. Канал шейки занят канальцевыми клетками. При созревании архегония канальцевые клетки превращаются в слизь. Оплодотворенная яйцеклетка превращается в зиготу, которая дает начало спорофиту. Сначала формируется многоклеточное образование, расчлененное на широкую шарообразную часть и короткую ножку. Таким образом, зрелый спорогон состоит из шарообразной коробочки со спорами и ножки. Споры одноклеточные, гаплоидные.



Рис. 31.1. Маршанция (*Marchantia polymorpha*) внешний вид:

1 – таллом с мужскими подставками; 2 – таллом с женскими подставками

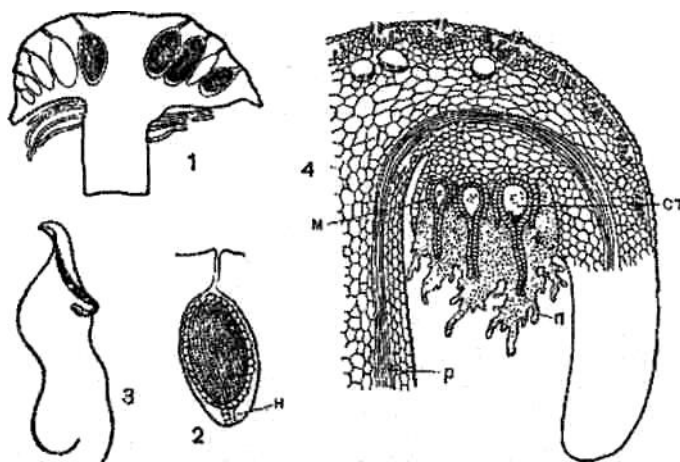


Рис. 31.2. Строение органов спороношения маршанции:

1 – вертикальный разрез через мужскую подставку (в некоторых антеридиальных полостях находятся антеридии); 2 – антеридий в антеридиальной полости (н – ножка антеридия); 3 – двужгутиковый сперматозоид; 4 – вертикальный разрез через женскую подставку (п – перихеций, р – пучок ризоидов, м – молодой архегоний, ст – старый, оплодотворенный, с увядающей шейкой. Вокруг каждого архегония возвышается перианций)

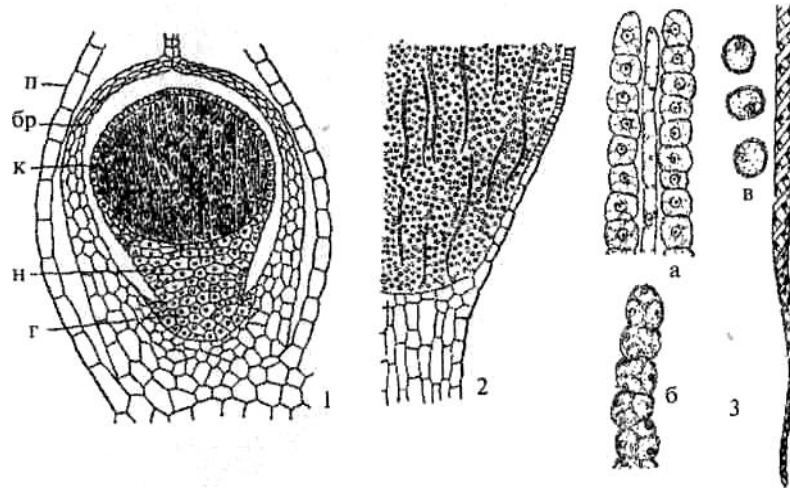


Рис. 31.3. Строение архегония маршанции:
 1 – молодой спорогон (к – коробочка, н – короткая ножка, г – гаустория, бр – брюшко архегония, п – разросшийся перианций); 2 – часть более старого спорогона (видны споры и пружинки); 3 – материнские клетки спор: а – два ряда материнских клеток спор и часть пружинки (удлиненная клетка); б – материнские клетки спор делятся с образованием тетрад; в – споры и пружинка

Класс Листостебельные мхи (Briopsida или Musci). Подкласс Бриевые – Зеленые или Настоящие мхи (Bryidae)

Зеленые мхи широко распространены. Одним из самых обычных видов нашей флоры является мох – кукушкин лен (*Polytrichum commune*) (рис. 31.4).

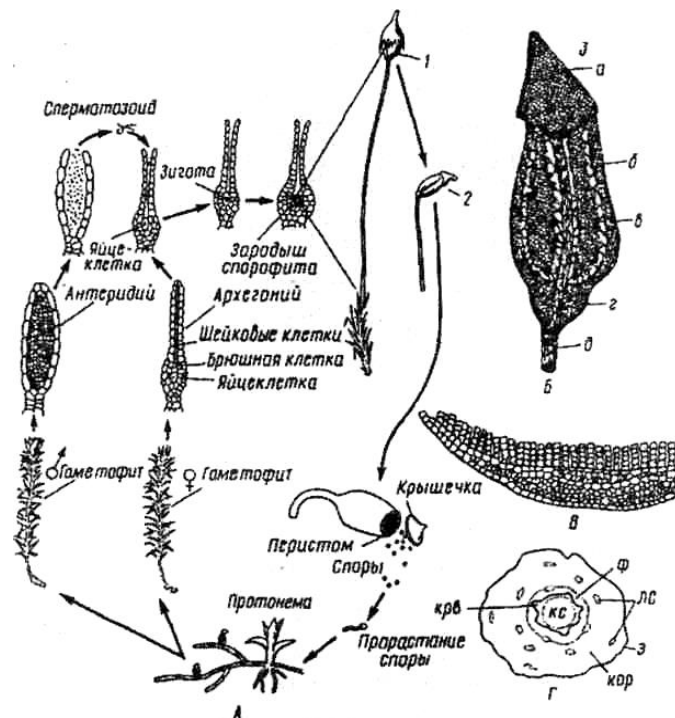


Рис. 31.4. Цикл развития мха Кукушкин лен (*Polytrichum commune*):
 А – цикл развития мха; Б – коробочка; 1 – с колпачком; 2 – без колпачка; 3 – в разрезе (а – крышечка, б – урночка, в – спорангий, г – апофиза, д – ножка); В – поперечный разрез листа с ассимиляторами; Г – поперечный разрез стебля (ф – флоэма, кв – крахмалоносное влагилице, кор – кора, э – эпидерма, лс – листовые следы)

Он представляет собой стебель с отходящими от него выростами – филлоидами, в некоторых пособиях их обозначают понятием «листья», но это не совсем точно. Прикрепляется организм к субстрату ризоидами. Листовидные выросты имеют по краям небольшие острые шипики. Снизу они покрыты тонкими покровными клетками. В середине стебля и филлоидов имеется проводящий пучок. Ассимиляционные клетки лежат открыто. Зрелый спорогон состоит из коробочки и длинной ножки. Коробочка сверху прикрыта колпачком, являющимся остатком архегония, т.е. гаметофита.

Подкласс Сфагновые мхи (Sphagnidae). Сфагнум широко распространен. Он образует огромные массивы в тундре, на верховых болотах, в таежных лесах и т. д. Мох дифференцирован на основной стебель и боковые ветви, которые покрыты очень мелкими выростами – своеобразными листочками (выше мы указывали, что обозначать филлоиды мхов термином листья не совсем правильно). Филлоиды однослойные, без жилок, имеют равномерное строение. Они состоят из длинных узких хлорофиллоносных клеток, между которыми помещаются мертвые бесцветные водоносные клетки. Такие клетки имеют кольчатое утолщение и поры на поверхности (рис. 31.5). У сфагнума доминирует гаметофит. Антеридии и архегонии образуются на вершине растения. Спорогон шарообразный, темно-коричневого цвета.

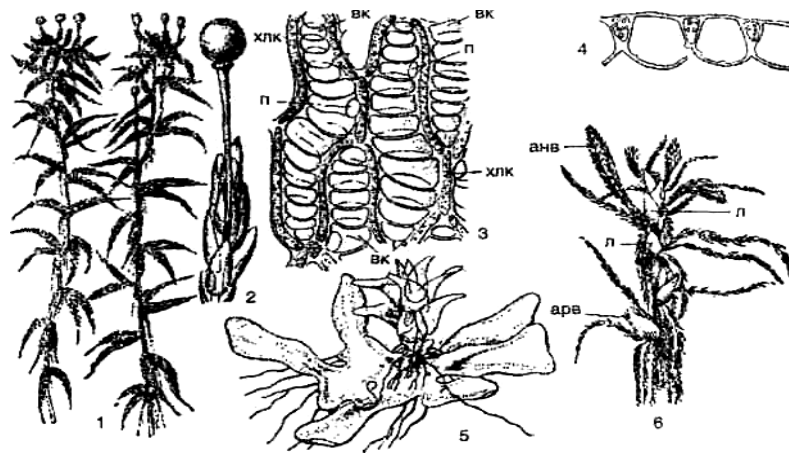


Рис. 31.5. Сфагнум (Sphagnum):

1 – внешний вид; 2 – верхушка ветви со спорогоном; 3 – часть (увеличено) веточного листа (хлк – хлорофиллоносные клетки, вк – водоносные клетки, п – поры); 4 – поперечный разрез листа; 5 – протонема; 6 – часть стебля (анв – антеридиальные веточки, арв – архегониальные веточки, л – стеблевые листья)

Задания

1. Определите, представители какого класса вам даны. Изучите описание особенностей строения данной группы растений и приступайте к изучению предложенных образцов и препаратов.

2. Сделайте временный препарат из кусочка таллома мха и рассмотрите его строение. Найдите хлорофиллоносные клетки, водоносные клетки, поры, подумайте, какое значение имеют они в жизни растения.

3. Изучите особенности строения слоевища (таллома). Способ его ветвления.
4. Изучите строение спорогона (коробочки). Где он образуется: на спорофите или гаметофите? Изучите особенности образования его у представителей разных классов моховидных.
5. Изучите, как устроены антеридии.
6. Изучите и зарисуйте особенности строения оогония.
7. Изучите и зарисуйте полный цикл развития моховидных разных классов.

Порядок работы

1. Начинают с изготовления препаратов. Коробочку размачивают и скальпелем разрезают вдоль, крышечка при этом отваливается. Половинки коробочки распластывают на предметном стекле так, чтобы их можно было рассмотреть с обеих сторон, и накрывают покровным стеклом. На таком препарате будет видно строение как внешнего, так и внутреннего (если он есть) перистома. Чтобы споры не мешали изучению перистома, их можно удалить.

2. Лист отрывают пинцетом, кладут в каплю воды на предметное стекло и накрывают покровным. При необходимости делают также препараты поперечных срезов листа и стебля. Срезы готовят обычным способом: верхушку стебля с листьями зажимают в бузину и режут бритвой. В случае, если листья скручены, их предварительно увлажняют.

3. Имея перед собой растение и препараты, можно приступить к описанию, а затем и определению. Отмечают, что не все побеги дернинки гаметофитов несут спорогонии. Следовательно, это двудомное растение. Подземная часть стебля гаметофита простирается в почве горизонтально, надземная прямостоячая, неветвистая, достигает в высоту 50 см. Листья расположены по спирали. Они состоят из пластинки и влагалища, полуохватывающего стебель. В сухом состоянии влагалище прижато к стеблю. Пользуясь стереоскопическим микроскопом, изучают препарат листа. Пластинка листа линейная, с заостренной верхушкой, край зубчатый. Влагалище пленчатое.

4. Далее исследуют микроскопическое строение поперечного среза листа. На верхней стороне его расположены ассимиляционные пластинки. Жилка с механическими и проводящими элементами расширена.

5. Далее рассматривают под микроскопом при малом увеличении препарат поперечного среза стебля. В центре находят концентрический проводящий пучок, состоящий из вытянутых клеток, сходных с трахеидами и ситовидными трубками. Он окружен паренхимой, также выполняющей проводящую функцию. Паренхимная ткань граничит со склеродермой (корой). Наружный слой склеродермы, состоящий из бесцветных клеток, называют гиалодермой.

6. На постоянных препаратах продольных срезов верхушек женского и мужского гаметофита рассматривают архегонии и антеридии. Архегоний многоклеточный, имеет бутылковидную форму, в расширенной его части (брюшко) находится

яйцеклетка. Антеридии тоже многоклеточные, мешковидной формы, внутри них образуются сперматозоиды. Между архегониями и антеридиями есть стерильные нити парафизы.

7. Внимательно рассматривают строение спорогона. Он состоит из ножки и коробочки. Ножка длинная. Коробочка прямостоячая или более или менее косо расположенная, призматическая, четырех-, пятигранная, покрыта войлочным колпаком ржаво-бурого цвета. Крышечка отваливающаяся. Шейка коробочки резко отграничена перехватом от урночки. При помощи стереоскопического микроскопа изучают строение урночки. На границе урночки и шейки в эпидерме имеются устьица. В центре урночки расположена колонка, которая у крышечки расширяется и формирует эпифрагму тонкую перегородку, закрывающую урночку. Вокруг колонки расположен спорангий, имеющий вид цилиндрического мешка, прикрепленного к стенке и колонке особыми нитевидными образованиями. По краю урночки есть один ряд зубцов, называемых перистомом. Верхушка зубцов закруглена. Между зубцами перистома, способными к гигроскопическим движениям, и эпифрагмой имеются отверстия, через которые высыпаются споры.

8. В заключение составляют схему жизненного цикла исследованного вида и определяют его.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие черты строения и особенности жизненного цикла моховидных свидетельствуют об их близости к водорослям?
2. Почему моховидные рассматривают как самостоятельную ветвь в эволюции растений?
3. На каких признаках основана классификация моховидных?
4. Каков жизненный цикл маршанции?
5. Как осуществляется у маршанции вегетативное размножение?
6. Каковы важнейшие признаки бриевых мхов, на примере политриха?
7. Каков жизненный цикл политриха, каково соотношение диплофазы и гаплофазы в нем?
8. Какие признаки примитивности строения имеют сфагновые мхи?

Работа 32. Отдел Плауновидные (Lycopodiophita)

Цель работы: научиться определять и различать разных представителей высших споровых растений; изучить особенности строения гметофита и спорофита.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, бинокюляры, гербарные образцы плаунов, постоянные препараты: колосков и стеблей плауна.

Характерный признак спорофитов плауновидных – мелкие, иногда чешуевидные листья (микрофиллия), близко расположенные друг к другу. Проводящий пучок листа сливается со стелой стебля. Плауновидные имеют хорошо выраженные стебли, травянистые или деревянистые, а также корни. Ветвление стеблей и корней верхушечное.

Особенности строения плауновидных рассмотрим на примере строения Плауна булавовидного (рис. 32.1) и Селягинеллы селягинелловидной (рис. 32.2).

Плаун булавовидный имеет длинные стелющиеся побеги, которые густо покрыты листьями. Листья расположены тесной спиралью. Листья сидячие, узкие, мелкозубчатые. В центре есть срединная жилка. Имеются тонкие придаточные корни. Споры образуются в стробилах. Это своеобразные видоизмененные укороченные побеги. Спорофиллы, видоизмененные листья, плотно сидят на оси колоска. Они отличаются от стеблевых листьев большей шириной и шиловидно вытянутой вершиной. Спорангий сидит на короткой ножке в пазухе спорофилла. Зрелые споры все одинаковые. Из спор вырастают бесцветные обоеполюе подземные гаметофиты, которые образуют в почве симбиоз с грибом и развиваются около 12-15 лет.

Селягинелла селягинелловидная – это разноспоровое растение. В мегаспорангиях 4 мегаспоры, а в микроспорангиях множество микроспор. Мегаспорангии и микроспорангии развиваются в пазухах спорофиллов листья спороносного колоска.

Спорофиллы несут язычки, которые никогда не отваливаются. Освободившись от спорангиев, микро- и мегаспоры в благоприятных условиях прорастают. Мужской и женский гаметофиты развиваются в границах оболочек микро- и мегаспоры.

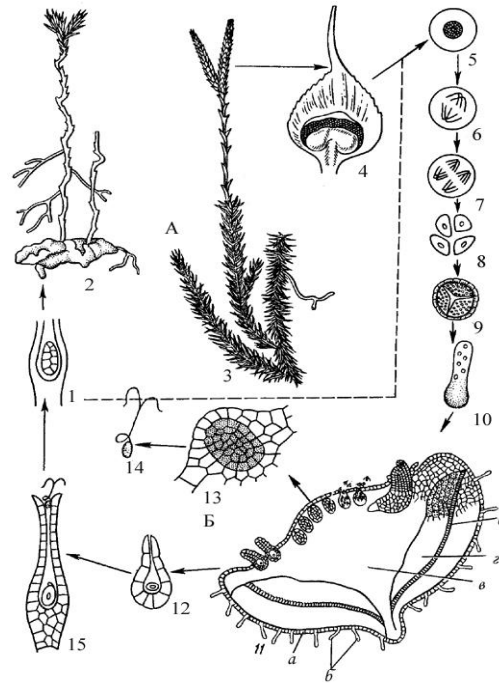


Рис. 32.1. Цикл развития Плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum*):

А – диплоидная фаза; Б – гаплоидная фаза; 1 – развитие зиготы; 2 – новый спорофит; 3 – спорофит; 4 – спорофилл со спорангием; 5-8 развитие четырех спор путем мейоза из спорогенной клетки; 9 – спора; 10 – прорастание споры; 11 – гаметофит с архегониями и антеридиями; 12 – архегоний с яйцеклеткой; 13 – антеридий; 14 – сперматозоид; 15 – половой процесс (слияние яйцеклетки и сперматозоида)

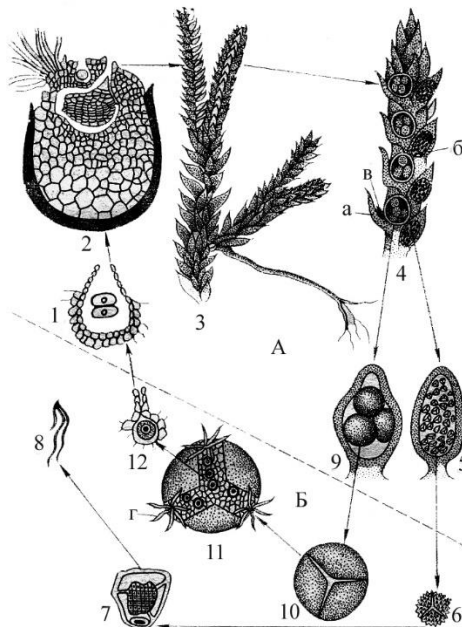


Рис. 32.2. Цикл развития Селягинеллы селягинелловидной (*Selaginella selaginelloides*):

А – спорофаза; Б – гаметофаза; 1 – деление зиготы; 2 – зародыш спорофита; 3 – общий вид; 4 – спороносный колосок в продольном разрезе (а – мегаспорофилл; б – микроспорофилл; в – язычок); 5 – микроспорангий; 6 – микроспора; 7 – мужской гаметофит; 8 – сперматозоид; 9 – мегаспорангий; 10 – мегаспора; 11 – женский гаметофит (г – ризоиды); 12 – архегоний с яйцеклеткой

Лишь небольшие лопасти заростка выдвинуты наружу. На этой лопасти женского заростка можно обнаружить архегонии. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зародыш.

Задания

1. Изучить отдел Плауновидные (Lycopodiophyta).
2. Описать один из видов р. Плаун – плаун булавовидный.
3. Зарисовать лист, участок оси колоска со спорофиллами, спорофилл со спорангием, две – три споры.
4. Описать один из видов р. Селагинелла – селягинеллу селягинелловидную.
5. Составить схему жизненного цикла исследованных видов и определить их.

Порядок работы

1. С особенностями плауновых знакомятся на примере плауна булавовидного. Рассматривая спорофит, обращают внимание на длинный ползучий стебель и вертикальные ветвящиеся побеги, а также корни, отходящие от горизонтального стебля. Как стебли, так и корни имеют верхушечное ветвление. Стебель округлый. Листорасположение спиральное. Листья не прижаты к стеблю.

2. Отделяют лист и рассматривают его при помощи стереоскопического микроскопа. Листовая пластинка линейная, заканчивается длинным тонким волоском, жилка неветвящаяся. Зарисовывают один лист.

3. Далее изучают спороносные колоски, венчающие вертикальные побеги. Они расположены на довольно длинных ножках по два, реже по три-пять. Колосок цилиндрической формы, состоит из оси, на которой плотно расположены спорофиллы. Спорофилл по форме и структуре отличается от вегетативного листа. Он чешуевидный, треугольный, с заостренным и загнутым кверху концом. Выделяют один спорофилл и рассматривают на верхней стороне его почковидный спорангий, сидящий на короткой ножке. Строение колоска можно также изучить, пользуясь постоянным препаратом его продольного среза.

4. Затем приступают к изучению спор. Раздавливают спорангий на предметном стекле, рассматривают споры под микроскопом. Обращают внимание на то, что все споры одинаковые, мелкие, тетраэдрической формы. Определяют описанное растение.

5. По этой же схеме изучают представителя разноспоровых плауновидных селягинеллу селягинелловидную.

6. В заключение зарисовывают и сопоставляют жизненные циклы равноспоровых и разноспоровых видов.

Вопросы для самоконтроля

1. Какой жизненный цикл у плауна булавовидного? Каково соотношение диплофазы и гаплофазы в нем?
2. Каково строение спороносного колоска, спорангиев и спор у плауна булавовидного?
3. Какой жизненный цикл у селангинеллы?
4. Какое строение у нее имеют спороносные части побега, спорангии и споры?
5. По каким признакам различают порядки Плауновые и Селангинелловые?
6. В чем эволюционное значение появления разноспоровости?

Работа 33. Отдел Хвощевидные (Equisetophyta)

Цель работы: научиться определять и различать разных представителей высших споровых растений; изучить особенности строения гаметофита и спорофита.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, бинокляры, гербарные образцы хвощей, постоянные препараты поперечных срезов стебля хвоща, спорангиев хвоща и др.

Хвощи – многолетние корневищные травы (рис. 33.1). Побег у хвощей имеет членистое строение. Листья мелкие, чешуевидные, собраны в узлах мутовками. Боковые побеги отходят от узлов. Междоузлия ребристые, стебли на ощупь жесткие из-за отложения кремнезема в эпидермальных клетках. Непосредственно под эпидермой имеются слои клеток механической ткани, особые скопления они образуют в ребрах стебля. Проводящие пучки коллатерального типа. Они образуют кольцо. Такой тип расположения пучков называется эустель. Флоэма состоит из ситовидных трубок и паренхимы, ксилема представлена трахеидами и иногда сосудами. Стебель хвощей в междоузлиях имеет крупную центральную полость, окруженную кольцом более мелких каринальных каналов, расположенных между клетками сердцевинной паренхимы. По наружному периметру их окружают клетки паренхимы коры (у ассимилирующих особей они имеют хлоропласты) и валекулярные полости. Ближе к центру стебля их окружают клетки сердцевинной паренхимы.

Хвощи – равноспоровые растения. Споры образуются в особых спороносных колосках, которые формируются на специализированных спороносных бесхлорофилльных побегах. У других видов хвощей они образуются на ассимилирующих побегах. На оси колоска находятся спорангиофоры, к ним прикреплены 8-10 спорангиев, в которых образуются споры. Споры с особыми образованиями, лентовидными пружинками – элатерами. При прорастании спор образуются мужские и обоеполые заростки. На концах лопастей мужских заростков развиваются антеридии. На обоеполых заростках архегонии развиваются раньше антеридиев, тем самым увеличивается вероятность оплодотворения чужими сперматозоидами. Они очень маленькие, с нижней стороны имеют ризоиды. После оплодотворения, без стадии покоя, развивается зародыш, а затем спорофит.

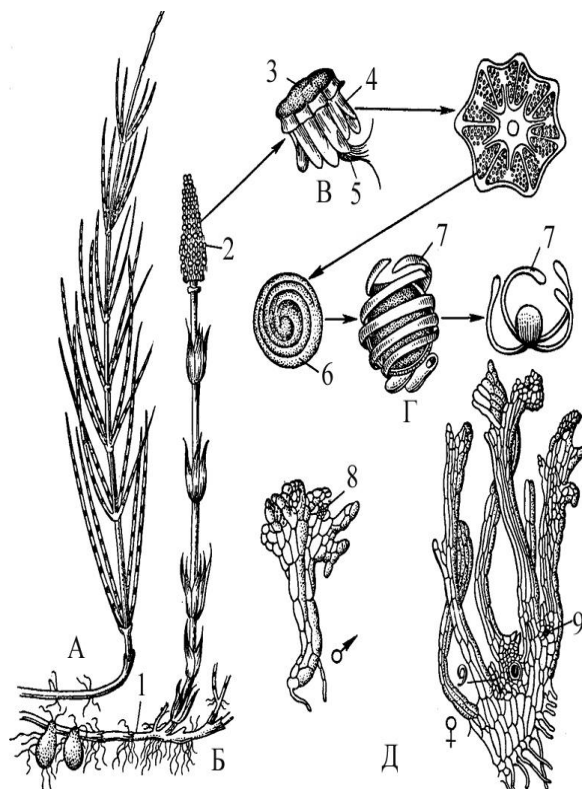


Рис. 33.1. Цикл развития хвоща полевого (*Equisetum arvense*):

А – общий вид растения; Б – спорангиеносец со спорангиями; В – споры с элатерами; Г – заростки; 1 – спороносный побег; 2 – вегетирующий побег; 3 – корневище; 4-5 – общий вид и поперечный разрез спорангиеносца; 6 – женский заросток; 7 – мужской заросток

Хвощ полевой – злостное сорное растение, индикатор кислых почв. Отличительная особенность вида – имеются весенние бесхлорофилльные неветвящиеся спороносные побеги, на верхушках которых расположены спороносные колоски. Эти побеги после созревания спор отмирают, и на смену им от тех же корневищ образуются летние ассимилирующие побеги.

Задания

1. Определите, представители какой группы растений вам представлены. Изучите описание особенностей строения данной группы растений и приступайте к изучению предложенных образцов и препаратов.
2. Изучите особенности строения стебля. Способ его ветвления, строение листьев и корней.
3. Изучите анатомическое строение стебля.
4. Изучите строение стробилы.
5. Под микроскопом рассмотрите строение спорангиофор, спорангиев и спор. Сделайте рисунки.
6. На постоянном препарате рассмотрите строение заростка.
7. Под микроскопом изучите, как устроены антеридии.

8. Изучите и зарисуйте полный цикл развития хвоща полевого.

Порядок работы

В качестве образца рассматривают один из наиболее широко распространенных и легко определяемых видов хвоща полевой

При помощи стереоскопического микроскопа рассматривают живые или фиксированные в спирте спороносные колоски. На верхушке они заостренные, образованы спорангиофорами, состоящими из шестигранного щитка, ножки, прикрепляющей щиток к стержню колоска, мешковидных спорангиев, размещающихся по нижнему краю щитка. Строение колоска можно изучить и на постоянном препарате.

Затем готовят препарат спор. Для этого надо засушенным колоском постучать по предметному стеклу так, чтобы высыпалось немного спор. Не накрывая покровным стеклом и не добавляя воды, рассматривают их под микроскопом. Хвощи равноспоровые растения. Спородерма у них состоит из трех слоев, т. е., кроме экзины и интины, есть еще один наружный слой перина, из которого при созревании спор образуются две спиральные ленты элатеры с ложковидными расширениями на концах. Если увлажнить споры, слегка подышав на них, и вновь рассмотреть вод микроскопом, можно наблюдать, как под действием влаги элатеры раскручиваются.

В заключение определяют изученное растение и составляют схему его жизненного цикла.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие отличительные признаки имеют представители отд. Хвощевидные?
2. Какой жизненный цикл у хвоща полевого? Каково соотношение диплофазы и гаплофазы в нем?
3. Какое строение имеют спороносный колосок, спорангии и споры у хвоща?
4. Каково строение гаметофита хвоща полевого?

Работа 34. Отдел Папоротниковидные (Polypodiophyta)

Цель работы: научиться определять и различать разных представителей высших споровых растений; изучить особенности строения гаметофита и спорофита.

Материалы и оборудование: микроскопы, лампы, бинокляры, гербарии разных видов папоротников, постоянные препараты поперечных срезов корневища папоротника орляка, соруса папоротника, препарат гаметофита папоротника и др.

Современные папоротники относятся к трем из семи классов: Ужовниковые (Ophioglossopsida), Мараттиопсиды (Marattiopsida) и Полиподиопсиды (Polypodiopsida). Класс Полиподиопсиды один из самых многочисленных. К нему относятся равноспоровые и разноспоровые папоротники. Большинство видов, которые встречаются в средней полосе России, относятся к равноспоровым: щитовники (*Dryopteris*), кочетыжники (*Athyrium*) и др. Всего во флоре средней полосы России отмечено около 20 видов папоротников. Папоротники средней полосы России не имеют развитого наземного стебля. Например, у мужского щитовника (*Dryopteris filix-mas*) (рис. 34.1), орляка (*Pteridium aquilinum*) спорофит представлен пучком зеленых листьев (ваями) и корневищем. Листья распложены черепитчато. Размеры листьев папоротников различные. У одних они всего достигают 2-4 мм, у древовидных тропических форм до 6 м. Лист нарастает верхушкой, при развитии свернуты улиткообразно. У наших видов листья однолетние, у тропических вечнозеленых форм живут несколько лет.

На нижней стороне листа образуются спорангии, собранные в пучки – сорусы. Пучки спорангиев прикрепляются к особому выросту листа – плаценте и покрыты общим покрывалом – индузием. Покровы спорангия однослойные и состоят на половину из тонкостенных клеток и полукольца толстостенных клеток, что обуславливает ее разрыв при созревании спор. Внутри спорангия находятся споры. Споры прорастают, дают начало гаметофиту (заростку). Они у папоротника около 1 см², в виде сердцевидной зеленой пластинки. Архегонии и антеридии образуются на нижней части заростка. На постоянных препаратах рассмотрите особенности их строения.

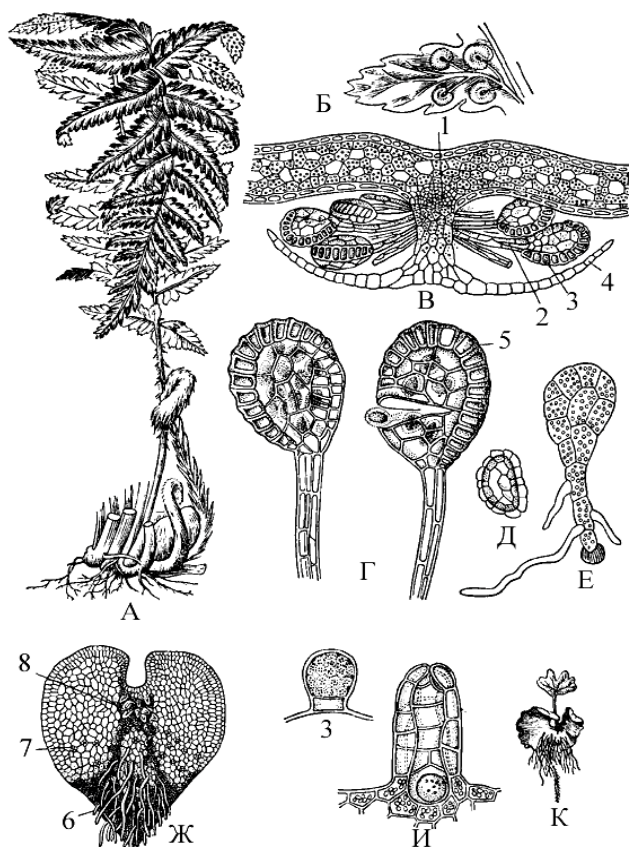


Рис. 34.1. Щитовник мужской (*Dryopteris filix – mas*):

- А – спорофит; Б – часть вайи с сориями; В – поперечный срез вайи с сорием;
- Г – спорангии; Д – спора; Е – протонема; Ж – гаметофит; З – антеридий;
- И – архегоний; К – молодой спорофит;
- 1 – плацента; 2 – ножка спорангия; 3 – спорангий; 4 – индузий; 5 – кольцо утолщения; 6 – ризоиды, 7 – антеридий; 8 – архегонии

Из разноспоровых в нашей флоре встречается сальвиния плавающая (*Salvinia natans*) (рис. 34.2).

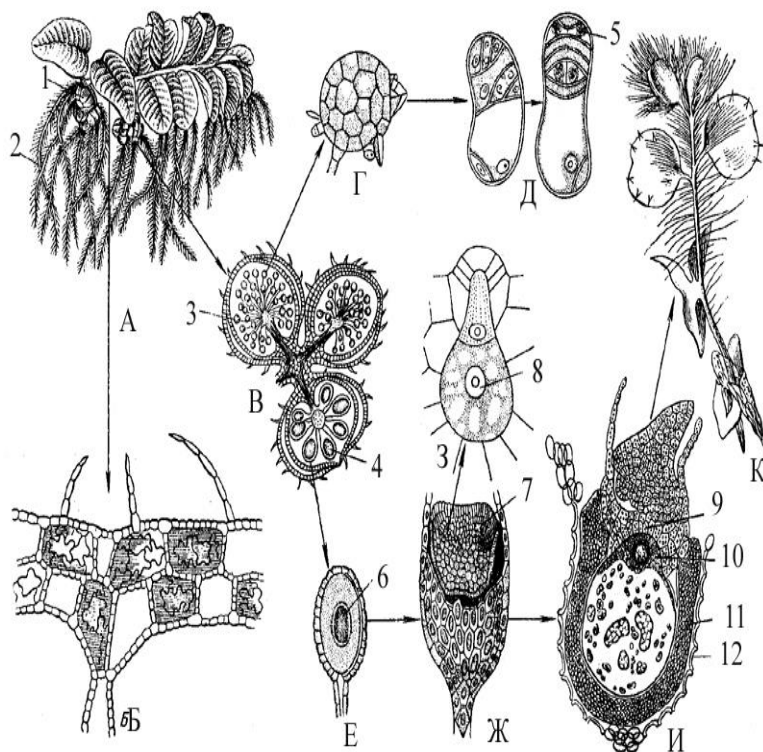


Рис. 34.2. Сальвиния плавающая (*Salvinia natans*):

А – спорофит; В – лист (поперечный срез); В – спорокарпии (поперечный срез);
 Г – микроспорангий с мужским гаметофитом; Д – завершающие стадии развития мужского гаметофита с восемью сперматозоидами; Е – мегаспорангий;
 Ж – мегаспорангий с женским гаметофитом; З – архегоний; И – мегаспорангий с женским заростком и развивающимся зародышем спорофита; К – молодой спорофит; 1 – спорокарпий; 2 – подводные рассеченные листья;
 3 – микроспорангий; 4 – мегаспорангий; 5 – сперматозоид; 6 – мегаспора;
 7 – архегоний; 8 – яйцеклетка; 9 – тело гаметофита; 10 – зародыш спорофита;
 11 – оболочка мегаспоры; 12 – остаток стенки мегаспорангия

Задания

1. Рассмотреть гербарные или живые образцы наиболее обычных видов папоротниковидных из родов: уховник, орляк, щитовник, страусник, листовик и др. Сравнить их между собой.
2. Исследовать один из видов, например орляк обыкновенный или щитовник мужской. Составить краткое описание.
3. Рассмотреть под микроскопом поперечный срез сория.
4. Определить исследованное растение и указать на важнейшие отличия его от наиболее близких по строению видов.
5. Познакомиться с особенностями строения сальвинии плавающей по гербарным или живым образцам.
6. Составить схемы жизненных циклов равно и разнотелых папоротников.

Порядок работы

В качестве образца рассматривают равноспоровый папоротник щитовник мужской.

Можно использовать гербарный материал, который перед изготовлением срезов размачивают, или исследовать постоянный препарат. Рассматривают срез сория при малом и большом увеличении. Индузий соединен с плацентой своей серединой. К плаценте прикреплены также довольно длинные ножки спорангиев. Последние имеют форму чечевицы. Оболочка спорангия многослойная, однослойная. На ней ясно выделяется ряд клеток с неравномерным подковообразным утолщением стенок, узкой полосой опоясывающий спорангий. Это кольцо. Обратите внимание, что часть кольца состоит из тонкостенных клеток. Именно здесь происходит разрыв спорангия при подсыхании, т. е. потере тургора клетками кольца.

Процесс разрыва спорангия и освобождения спор можно наблюдать. Для этого на предметное стекло кладут несколько спорангиев, извлеченных из сория, и рассматривают их при малом увеличении в капле воды. Легко заметить, что внутренние и радиальные стенки клеток кольца сильно утолщены по сравнению с наружными. При помощи фильтровальной бумаги заменяют воду 80%-м раствором спирта. В результате плазмолиза клетки кольца сжимаются, а само оно резко выпрямляется и разрывает оболочку спорангия в тонком участке. Споры имеют овальную форму и толстую бугорчатую спородерму. Детали строения индузия, спорангиев, кольца и спор варьируют у разных видов папоротников и учитываются при определении.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем отличие папоротниковидных от других современных высших споровых?
2. Каковы черты приспособительной эволюции папоротниковидных?
3. Какие особенности строения имеют представители пор. Равноспоровые папоротники?
4. Каково строение гаметофита щитовника мужского?
5. Какой жизненный цикл у щитовника мужского? Каково соотношение диплофазы и гаплофазы в нем?
6. Какие особенности строения спорофита и гаметофита характерны для разноспоровых папоротников?

Работа 35. Отдел Голосеменные (Gymnospermae) или сосновые (Pinophyta)

Цель работы: изучить строение и жизненный цикл голосеменных на примере сосны обыкновенной; познакомиться с разнообразием голосеменных.

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, мужские и женские шишки сосны, гербарный материал.

Голосеменные являются семенными растениями. Семя – орган, который служит для размножения и распространения растений. Семя устроено сложно. Оно имеет зародыш будущего растения, запас питательных веществ, защищено кожурой. Голосеменные – разноспоровые растения. Спорофит преобладает над гаметофитом.

Жизненные формы спорофита голосеменных – деревья или кустарники. Корень устроен сложно и имеет способность к вторичному утолщению. Листья у тропических и субтропических видов крупные, перисторассеченные, у видов умеренных широт – цельные, небольшие в виде игл (хвоя) или в виде чешуи (туя, кипарис).

Сосна – однодомное разноспоровое растение. Это светолюбивое, неприхотливое растение. Дает ценную древесину. Листья расположены на брахиобластах – укороченных побегах. Микро- и мегаспорангии образуются на одном и том же дереве. Шишки появляются рано весной на молодых побегах (рис. 35.1).

Мужские шишки небольшие, имеют ось, к которой прикрепляются чешуи – микроспорофиллы. На нижней стороне их располагаются два микроспорангия, где формируются тетрады гаплоидных микроспор. Они покрываются толстой оболочкой – экзиной. Затем формируется тонкая внутренняя оболочка – интина. У сосны экзина отстает от интины и образует воздушные мешки (рис. 35.2). Микроспоры начинают прорасти еще в микроспорангиях. Формируются мужские заростки. К моменту высыпания пылинки состоит из двух клеток.

Женские шишки. На центральной оси в пазухах кроющих чешуи располагаются семенные чешуи. Семенная чешуя – это укороченный редуцированный брахиобласт. У сосны они срастаются с кроющей чешуйкой. В конце весны чешуи женских шишек раздвигаются и пыльца, приносимая ветром, прилипает к жидкости, которую выделяет микропиле. После опыления чешуи смыкаются. У сосны семена созревают полтора года.

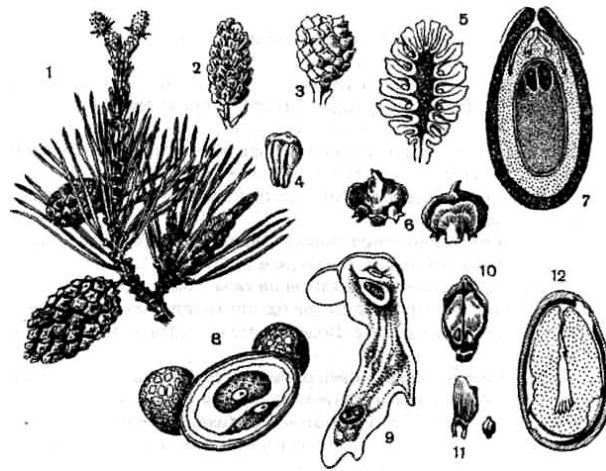


Рис. 35.1. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*):

1 – ветвь с укороченными побегами; справа – группа микростробилов; на вершине побега – две женские шишки; ниже слева – развивающаяся женская шишка прошлого года, еще ниже зрелая шишка; 2 – микростробил; 3 – женская шишка; 4 – микроспорофилл с двумя микроспорангиями; 5 – женская шишка в продольном разрезе; 6 – семенная чешуя с внутренней и наружной стороны; 7 – продольный разрез семязачатка, видны: интегумент; микропиле; нуцеллус; мегагаметофит; 8 – пыльца с крупной вегетативной и маленькой генеративной клетками; 9 – пыльца, проросшая в пыльцевую трубку; 10 – семенная чешуя с двумя крылатыми семенами; 11 – семя с крылышком; 12 – разрез семени: видны интегумент, остатки нуцеллуса, эндосперм, зародыш на подвеске

Задания

1. Ознакомьтесь по гербарным образцам и препаратам с видами кл. Шишконосные пор. Хвойные – сосной обыкновенной, сосной сибирской, пихтой сибирской, кипарисом вечнозеленым, можжевельником обыкновенным, елью обыкновенной, лиственницей сибирской.
2. Составить краткое описание этих видов по схеме.
3. Определить некоторые из них.

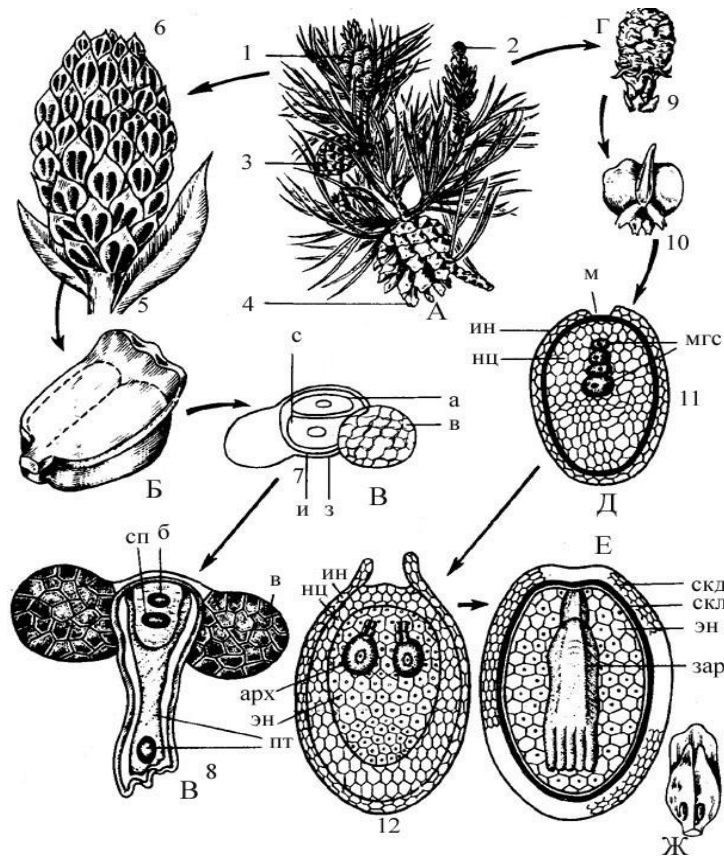


Рис. 35.2. Семенное размножение Сосны лесной:

А – ветка сосны с мужскими (1) и женскими шишками: 2 – первого года жизни; 3 – второго года жизни после опыления; 4 – зрелая с высыпавшимися семенами; Б – мужская шишка: 5 – общий вид; 6 – микроспорофилл с двумя микроспорангиями; В – пылинка мужской гаметофит: 7 – строение; 8 – прорастание (э – экзина, и – интина, в – воздушные мешки, а – антеридиальная клетка, с – сифоногенная клетка трубки, б – ядро базальной клетки, сп – ядро спермагенной клетки, пт – пыльцевая трубка); Г – женская шишка: 9 – общий вид; 10 – семенная чешуя с двумя семязачатками; Д – семязачаток: 11 – после образования мегаспор (ин – интегумент, м – микропиле, нц – нуцеллус, мгс – мегаспоры); 12 – после развития женского гаметофита (эн – эндосперм, арх – архегонии); Е – семя (скд – семенная кожура деревянистая, скп – семенная кожура пленчатая, зар – зародыш); Ж – семенная чешуя с семенами

Порядок работы

В качестве образца рассматривают строение ели обыкновенной вечнозеленое, летнезеленое.

Рассматривают один лист хвои. Он имеет игольчатую форму, заострен на верхушке. Длина листа 2,5-3 см. Делают его поперечный разрез и рассматривают при помощи стереоскопического микроскопа. В сечении лист имеет форму четырехугольника или ромбовидную.

Затем переходят к изучению строения шишек. Мужские и женские шишки находятся на одном растении, следовательно, растение однодомное. Мужские шишки зеленовато-желтые, расположены по две-три на концах или сбоку однолетних

побегов. Шишка состоит из оси и чешуек (микроспорофиллов), черепитчато налегающих друг на друга. Препаровальной иглой отделяют микроспорофилл и исследуют его при помощи стереоскопического микроскопа. На нижней стороне видны два мешковидных микроспорангия. Детально рассматривают строение мужской шишки под микроскопом, пользуясь постоянным препаратом ее продольного среза.

Раздавливают микроспорангий на предметном стекле, готовят препарат и изучают его при большом увеличении. Пыльца (мужской гаметофит) имеет спородерму из двух слоев: внутреннего интины и наружного экзины. В двух местах экзина и интина расходятся и образуются воздушные мешки. Пыльца состоит из генеративной клетки, клетки трубки и нескольких проталлиальных клеток. Последние чаще всего разрушаются. Зарисовывают пыльцу и обозначают ее части.

Женские шишки в молодом возрасте прямостоячие, кармин-но-красного или зеленого цвета, сидят по одной-две на концах верхушечных побегов. Разрезают одну шишку вдоль. На главной оси расположены семенные чешуйки. Препаровальной иглой отделяют одну из них и рассматривают с обеих сторон. На верхней стороне у основания чешуйки находятся два семязачатка. С нижней стороны к ней приросла маленькая чешуйка, называемая кроющей.

Затем рассматривают старую женскую шишку. Она большая, длиной 6-16 см, продолговато-эллиптической формы, с заостренной верхушкой, повисающая. Семенные чешуйки одревесневшие, коричневые, гладкие, блестящие.

Изучают также семена и зарисовывают одно из них. Семя имеет крыловидный вырост. Созревание семени у ели происходит осенью того же года, что и опыление. Шишки опадают целиком после выпадения семян. В заключение составляют схему жизненного цикла голосеменных.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы наиболее важные признаки, отличающие голосеменные от высших споровых растений?
2. Какие признаки сближают голосеменные с другими высшими споровыми?
3. Как классифицируют голосеменные? В чем заключаются важнейшие отличительные признаки классов, порядков и главнейших представителей?
4. Каков жизненный цикл голосеменных на примере сосны обыкновенной?
5. Каково строение мужской шишки хвойных?
6. Как образуется и что представляет собой мужской гаметофит хвойных?
7. Каково строение женской шишки хвойных?
8. Чему гомологичен семязачаток голосеменных?
9. Каково строение семязачатка хвойных?
10. Как образуется и что представляет собой женский гаметофит хвойных?
11. Как образуется семя? Каково его строение?
12. В чем эволюционное значение появления семени у растений?

Работа 36. Отдел Покрытосеменные (Angiospermatophyta, Magnoliophyta)

Цель работы: изучить особенности растений отдела Покрытосеменные (Angiospermatophyta, Magnoliophyta). Освоить методику их описания и определения

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные и живые растения.

Для покрытосеменных растений характерно наличие пестика и плода. Образование спор на спорофите происходит на видоизмененных побегах – цветках. Микроспоры формируются в гнездах пыльника тычинки, мегаспоры – в семязачатках, находящихся внутри завязи пестика. Споры прорастают в гаметофиты внутри спорангиев. Мужской гаметофит – пыльца – состоит из двух клеток, женский – зародышевый мешок – имеет восемь клеток. В результате полового процесса из семязачатка образуется семя с эндоспермом, имеющим триплоидный набор хромосом ($3n$), а из пестика и других частей цветка – плод (рис. 36.1).

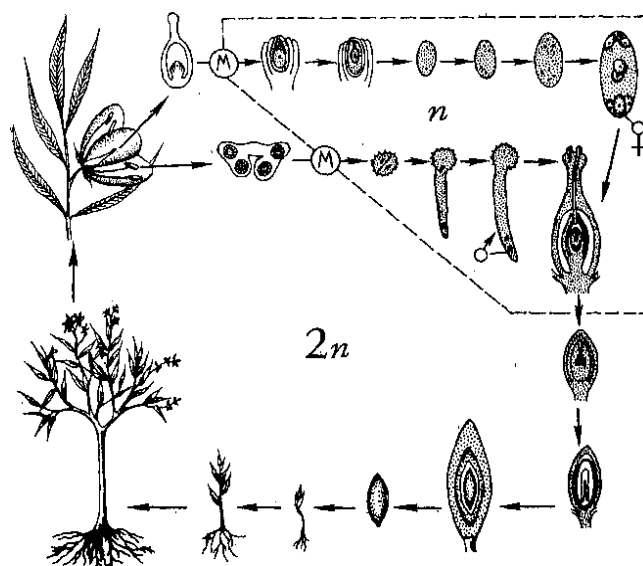


Рис. 36.1. Жизненный цикл покрытосеменных (отдел Angiospermatophyta)

Жизненные формы покрытосеменных – деревья, лианы, кустарники, травы (много-, дву-, однолетние). Микроскопическая структура вегетативных органов отличается большим разнообразием тканей, имеются не только трахеиды, но и сосуды. Продолжительность жизни от двух-трех недель до нескольких тысяч лет.

У многолетних травянистых растений образуются видоизмененные подземные вегетативные органы – клубни, луковицы и корневища, позволяющие переносить, неблагоприятные периоды года.

Покрытосеменные имеют важное значение в жизни природы и человека. К ним

относятся практически все сельскохозяйственные растения. Число видов от 250 тыс. до 300 тыс.

Покрытосеменные подразделяют на два класса: Двудольные (Dicotyledoneae) и Однодольные (Monocotyledoneae). Отличительные признаки этих классов приведены на рисунке 36.2 и в таблице 1.

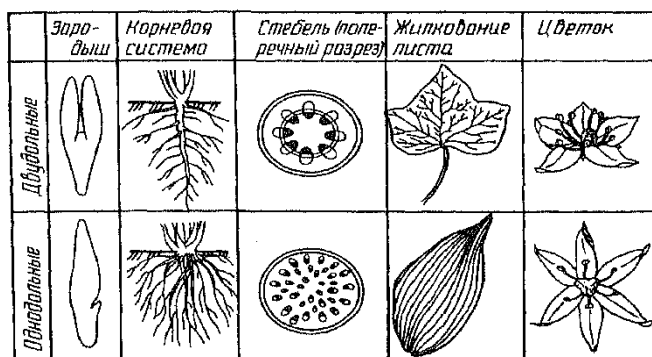


Рис. 36.2. Отличительные признаки двудольных (класс Dicotyledoneae) и однодольных (класс Monacotyledoneae) растений

Однако среди представителей как двудольных, так и однодольных известны отклонения от этих признаков. Так, у некоторых двудольных имеется только одна семядоля (чистяк весенний – *Ranunculus ficaria*) или дуговое жилкование листьев (виды рода подорожник – *Plantago*), а у некоторых однодольных стебель утолщается (виды родов: юкка – *Yucca* и драцена – *Dracaena*) и т. д. В связи с этим перечисленные признаки имеют относительное значение, и для определения принадлежности растения к той или иной систематической группе нельзя ограничиваться учетом только одного признака из приведенного перечня, а надо брать всю их совокупность.

Таблица 1

Отличительные признаки двудольных (класс Dicotyledoneae) и однодольных (класс Monacotyledoneae) растений

Двудольные	Однодольные
Зародыш имеет две семядоли	Зародыш с одной семядолей
Зародышевый корешок вырастает в главный корень, несущий боковые ответвления; корни способны к вторичному утолщению; корневая система по форме чаще стержневая	Зародышевый корешок более или менее рано отмирает, вместо главного корня образуются придаточные; корни не способны к вторичному утолщению; корневая система чаще мочковатая
Стебель по мере роста растения утолщается, так как проводящие пучки открытые; на поперечном разрезе стебля они расположены по кругу или имеется единый проводящий цилиндр	Стебель не утолщается, проводящие пучки закрытые, на поперечном разрезе стебля они расположены как бы беспорядочно
Листья простые и сложные с сетчатым жилкованием	Листья простые с параллельным или дуговым жилкованием
Число членов компонентов цветка кратно пяти, реже – четырем	Число членов компонентов цветка кратно трем

Анализ природных групп покрытосеменных на основе структуры цветка и жизненных форм показывает, что ряды (фили), объединяющие близкородственные

порядки, относительно коротки. Отсюда вытекает метод обзора покрытосеменных по группам порядков.

В практикуме приведены далеко не все семейства, знакомство с которыми необходимо агроному и предусмотрено программой. Однако те, что разобраны здесь, могут служить эталоном при самостоятельном изучении любых других семейств любой флоры мира.

Прежде чем приступить к определению растения, необходимо сделать его описание и зарисовать отдельные органы.

Ниже приведена схема, по которой можно описать представителя любого семейства покрытосеменных.

Схема описания покрытосеменного растения:

растение:

- а) древесное, кустарниковое, травянистое (многолетнее, двулетнее, однолетнее);
- б) однодольное, двудольное;

корневая система:

а) происхождение – система главного корня, придаточных корней, смешанная и др.;

б) форма – стержневая, мочковатая, ветвистая;

в) видоизменения корня – клубни, корнеплод, клубеньки;

стебель:

а) прямостоячий, вьющийся, цепляющийся, ползучий, стелющийся и др.;

б) ветвистый, неветвящийся;

в) опушенный, голый;

г) форма поперечного сечения – округлая, четырехгранная, трехгранная и др.;

д) видоизменения побега:

корневище – горизонтальное, вертикальное, длинное, короткое, тонкое, толстое;

луковица – пленчатая, чешуйчатая;

клубни – подземные, надземные;

усы, колючки и др.;

листья:

а) простые:

черешковые, сидячие, влагалищные, нисбегающие, без прилистников, с прилистниками, с раструбом;

форма листовой пластинки – округлая, овальная, продолговатая, широкояйцевидная, яйцевидная, ланцетная, обратно широкояйцевидная, обратнояйцевидная и обратноланцетная и др.;

форма края – цельная, пильчатая, зубчатая, городчатая;

жилкование – перистое, пальчатое, параллельное, дуговое и др.;

б) сложные:

без прилистников, с прилистниками;

форма листа – тройчатый, парноперистый, пальчатый, непарноперистый;

форма края листочка – цельная, пильчатая, зубчатая, городчатая;

число листочков;

в) листорасположение – очередное, супротивное, мутовчатое, прикорневая розетка;

г) видоизменения – колючки, усики, филлодии и др.;

соцветие:

а) сложное:

симподиальное – монохазий (завиток, извилина), дихазий, плейохазий, тирс;

моноподиальное – сложный колос, сложный зонтик, метелка, щиток;

агрегатное – метелка зонтиков, метелка корзинок, щиток корзинок, кисть корзинок, колос корзинок;

б) простое:

с удлинённой осью – кисть, колос, сережка, початок, с укороченной осью – зонтик, головка, корзинка;

цветок:

а) актиноморфный, зигоморфный;

б) околоцветник – двойной, простой (венчиковидный, чашечковидный), цветок голый;

в) чашечка – свободная, сросшаяся:

форма срастания – трубчатая, колокольчатая, воронковидная;

число долей;

г) венчик – свободный, сросшийся;

форма срастания – трубчатая, колокольчатая, воронковидная, язычковый, двугубый, и др.;

число долей;

окраска;

имеется – шпорце, нектарий, шлем;

д) андроцей:

свободный – тычинки одинаковой длины, двусильные, четырехсильные и др.;

сросшийся – однобратственный, двубратственный, многобратственный;

число тычинок;

е) гинецей:

одночленный, многочленный (апокарпный, ценокарпный);

число плодолистиков или пестиков;

ж) пестик:

завязь – верхняя, нижняя, полунижняя;

число столбиков;

з) формула цветка;

плод:

а) простой:

сухой многосемянный – листовка, боб, стручок, стручочек, коробочка;

сухой односемянный – орех, орешек, семянка, крылатка, зерновка, желудь;

сочный многосемянный – ягода, яблоко, тыква, померанец;

сочный односемянный – костянка (сочная, сухая);

б) сборный – сборная листовка, сборная семянка, сборный орешек, сборная костянка;

в) соплодие.

Задания

1. Нарисовать соцветие, цветок и его части, плод, листорасположение и другие органы определяемого растения.

2. Сделать его описание.

3. Определить растение.

4. Записать результаты определения.

Порядок работы

1. Сделать рисунки.

2. Описать растение по выше приведенной схеме.

3. Определить растение, пользуясь ниже приведенными правилами работы с определительными таблицами.

Предварительно необходимо подобрать определитель, соответствующий тому району флоры, где производился сбор растений.

Правила работы с определительными таблицами.

Определитель имеет таблицы для определения семейства, рода и вида, составленные по дихотомическому признаку. Это значит, что каждая ступень, обозначенная цифрой (1, 2, 3 и т. д.), имеет две, а иногда три части: тезу, антитезу, синтезу. Определение начинают с первой ступени: полностью читают тезу и антитезу, сравнивают их между собой и выбирают ту из них, которая соответствует признакам определяемого растения. Если в конце выбранной тезы или антитезы стоит цифра, значит, определение надо вести дальше и перейти к ступени, номер которой и указывает цифра. Так переходят от ступени к ступени до тех пор, пока в конце выбранной тезы или антитезы не будет указано название семейства.

Цифра, стоящая рядом с названием семейства, обозначает страницу, на которой находится таблица для определения рода. Определение рода (первого слова названия вида) ведут тем же методом.

Цифра, стоящая рядом с названием рода, обозначает номер таблицы, по которой определяют второе слово названия вида. После видового названия необходимо сокращенно написать фамилию ученого, впервые описавшего данный вид для науки.

В результате определения находят научные (латинские) названия семейства и вида растения и их русские эквиваленты.

Ход определения (номера ступеней, по которым идет определение) и его

результаты записывают по следующей схеме: ход определения семейства (если в ступени подошла теза, то пишут цифру номера ступени (например, 8), если антитеза, то рядом с номером ступени ставят один штрих (8'), а если синтеза, то два штриха (8'')).

В результате запись будет выглядеть так: 1–2'–3 –7 –8'.

4. Записать результаты определения и используемый для работы определитель следующим образом:

Семейство:

Ход определения семейства

Род:

Ход определения рода

Вид:

Ход определения вида:

Определитель (автор, название, год издания).

Вопросы для самоконтроля

1. В чем суть теории соматической эволюции покрытосеменных?
2. Каковы принципы классификации покрытосеменных?
3. Каковы признаки примитивной и высокоорганизованной структуры цветка?
4. Каковы признаки двудольных?
5. Как классифицируют двудольные?
6. Каковы признаки однодольных?
7. Как классифицируют однодольные?

Работа 37. Семейства Лавровые (Lauraceae) и Магнолиевые (Magnoliaceae)

Цель работы: изучить растения семейств Лавровые (Lauraceae) и Магнолиевые (Magnoliaceae) на примере лавра благородного (*Laurus nobilis*) и магнолии (род *Magnolia*).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы лавра благородного (*Laurus nobilis*) и магнолии (род *Magnolia*), фиксированные в спирте пестичные и тычиночные цветки лавра и цветки магнолии.

Магнолиевидные, несомненно, наиболее примитивные покрытосеменные с точки зрения эвантовой теории происхождения цветка. У представителей магнолиевидных встречаются признаки, приближающие их к голосеменным: цветок с удлинённым цветоложем, неопределённо большое число его членов, расположенных по спирали; жизненная форма – вечнозеленое дерево; древесина, состоящая только из трахеид; наличие внутренних эфирных железок.

Это центральная группа покрытосеменных, с которой связаны происхождением многие прогрессивные линии эволюции как двудольных, так и однодольных.

К магнолиевидным относят следующие порядки: Магнолиецветные (Magnoliales), Лавроцветные (Lurales), Перечноцветные (Piperales), Кирказоноцветные (Aristolochiales), Нимфейноцветные (Nymphaeales), Лютикоцветные (Ranunculales) и некоторые другие. Они объединяют около 40 семейств.

Семейство Лавровые. Семейство Лавровые объединяет около 2 тыс. видов, сосредоточенных преимущественно в тропических и субтропических лесах Южной Америки (Бразилия), Юго-Восточной Азии и Австралии. Однако среди дикорастущих нет ни одного вида, общего для обоих полушарий. Лавровые – в основном древесные растения, исключение составляют 16 видов травянистых паразитических видов, относимых к роду Кассита (*Cassytha*).

Наиболее широко известны роды: лавр (*Laurus*), коричник (*Cinnamomum*), анисовое дерево (*Sassafras*), авокадо (*Persea*).

Географическое распространение лавровых, явно тропическое их происхождение и, наконец, строение цветка – все говорит об их примитивности. Трехчленный цветок, который характерен для типичных представителей семейства, указывает на близость с однодольными. Цветки у лавровых актиноморфные, обоеполые (гермафродитные) или раздельнополые; наряду с трехчленными изредка встречаются двухчленные и пятичленные.

Древесных лавровых в естественной флоре России нет. Только в южных районах их можно встретить иногда в качестве интродуцированных растений. Одни из них разводят как декоративные растения, другие же – как сельскохозяйственные. По-видимому, наиболее перспективное значение из декоративных имеет лавр

благородный (*Laurus nobilis*). В Закавказье разводят авокадо (аллигатову грушу): авокадо американское (*Persea gratissima*), авокадо дримисолистное (*P. drimifolia*). Сочная и ароматная мякоть его плодов содержит до 25-30% масла. Известно около 500 сортов авокадо. В культуре используют также азимину (р. *Asimina*); камфорное дерево (*Cinnamomum camphora*) и др.

Семейство Магнолиевые. Семейство Магнолиевые объединяет более 200 видов 20 родов. На территории нашей страны на Курильских островах растет лишь один вид – Магнолия сибирская (*Magnolia obovata*). Это кустарник, не превышающий в высоту 2-3 м. Наиболее широко распространена в культуре магнолия крупноцветковая (*M. grandiflora*) – вечнозеленое дерево с крупными белыми цветками, обладающими приятным ароматом. Естественный ареал вида, как и других вечнозеленых магнолий – приатлантическая часть США. Азиатские виды листопадные. У магнолиевых особый интерес представляет строение цветков, плодов, вегетативных органов, а также современное распространение видов в природных условиях.

Задания

1. Сделать описание лавра благородного, руководствуясь приведенной выше схемой.
2. Зарисовать побег с соцветием, тычиночный и пестичный цветки, плод.
3. Провести анализ строения цветка и плода у одного из видов рода магнолия, сравнив их со строением цветка и плода у типичных лавровых.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают лавр благородный (*Laurus nobilis*) (рис. 37.1). При отсутствии необходимого для исследования материала ограничиваются рассмотрением гербарного экземпляра, а затем уже пользуются таблицами и рисунками. Делают описание растения по общей схеме.

2. Растение древесное или кустарниковое. Побеги с очередным листорасположением, покрытые гладкой бурой коркой. Листья с короткими черешками, широколанцетные, суживающиеся к обоим концам, без прилистников, вечнозеленые, кожистые, ароматные. Сверху они серовато-зеленые, лоснящиеся, снизу бледно-зеленые, матовые.

3. Цветки раздельнополые (растения двудомные), собранные в зонтиковидные соцветия, до цветения покрытые шаровидными обертками. Околоцветник из четырех сросшихся листочков, простой. Тычиночный цветок имеет чаще 12 тычинок, в кругах – по четыре. Иногда тычинок восемь, в этом случае остальные тычинки превратились в стаминодии. Пыльники раскрываются клапанами. Пестичные цветки с четырьмя лепестковидными стаминодиями. Завязь верхняя, на дне бокаловидного цветоложа, одногнездная, образована ярким плодолистиком, с одним семязачатком.

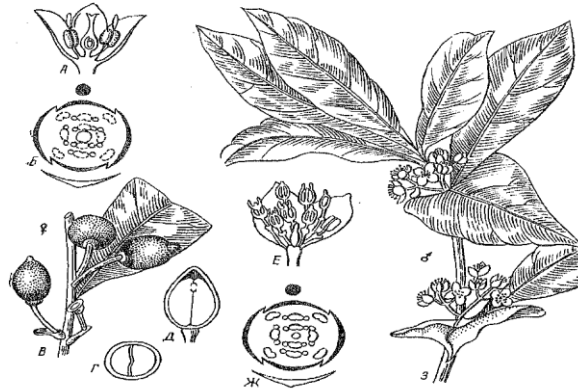


Рис. 37.1. Лавр благородный (*Laurus nobilis*):

А – продольный разрез; Б – диаграмма пестичного цветка; В – побег с плодами; Г – поперечный разрез плода; Д – продольный разрез плода; Е – продольный разрез тычиночного цветка; Ж – диаграмма тычиночного цветка; З – побег с тычиночными цветками

4. Формулы цветков: $\sigma^*P_{(4)} A_{8-12}G_0$; $\text{♀}^*P_{(4)} A_0G_1$. Однако цветок лавра в целом для лавровых нетипичен. Наиболее характерный для семейства цветок имеет кориандр цейлонский (*Cinnamomum zeylanicum*): $*P_{3+3} A_{3+3+3} G_1$.

5. По этой же схеме анализируют один из видов рода магнолия (рис. 37.2) и сравнивают его цветки с цветками лавра.

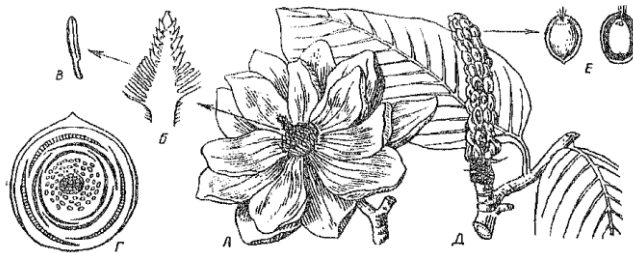


Рис. 37.2. Магнолия кемпбелла (*Magnolia campbellii*):

А – цветок; Б – продольный разрез цветка без околоцветника; В – тычинка; Г – диаграмма цветка; Д – побег с плодом – сборной листовкой; Е – продольный разрез семени

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Лавровые, какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Лавровые?
3. В каких экологических условиях встречаются представители семейства Лавровые?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Лавровые?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Лавровые?

Работа 38. Семейство Нимфейные или Кувшинковые (Nymphaeaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae) на примере видов из родов кувшинка (Nymphaea) и кубышка (Nuphar).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы видов из родов кувшинка (Nymphaea) и кубышка (Nuphar); фиксированные в спирте цветки и плоды этих растений.

Нимфейные – одно из наиболее древних семейств покрытосеменных, подразделяемое на четыре рода. Общее число видов около 60, но они хорошо обособлены, и поэтому их легко определять. Это травянистые многолетние водные и болотные растения. По структуре цветка нимфейные близки к магнолиевым и лавровым. Распространены на всех континентах мира.

Задания

1. Проанализировать строение вегетативных и репродуктивных органов кувшинки и кубышки и составить описания по общей схеме.
2. Зарисовать лист, цветок и его части, разрез цветоножки, плод, семя.
3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают один из видов рода кувшинка – кувшинку чисто-белую (Nymphaea candida) (рис. 38.1) или кувшинку белую (N. alba).

2. Кувшинка – многолетнее травянистое растение. При рассмотрении гербарного образца видно, что подземная ее часть представлена корневищем. Здесь откладывается запасной продукт – крахмал. Корневище имеет билатеральное (двубокобочное) строение: от нижней стороны отходят придаточные корни, а от верхней – черешки листьев и цветоножки. Типичный ортотропный стебель не образуется. Листья простые, цельные, цельнокрайние, сердцевидноовальной формы, с удлиненными черешками.

3. Цветки одиночные, диаметром 6-11 см. В околоцветнике явно дифференцированы чашечка и венчик (двойной околоцветник). Чашечка состоит из четырех чашелистиков, снаружи зеленых, внутри белых. Венчик имеет многочисленные крупные белые лепестки, постепенно уменьшающиеся в размерах от периферии к центру. Обращают внимание на то, что на внутренних лепестках близ верхушек есть желтые придатки – зачатки пыльников.

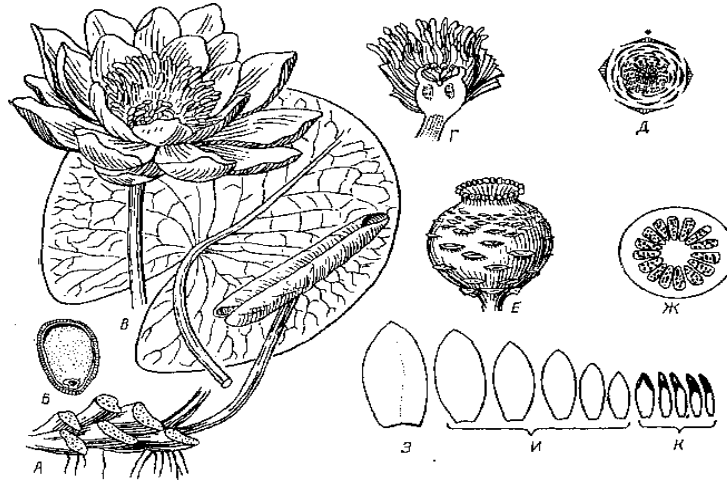


Рис. 38.1. Кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida*):

А – корневище и лист; Б – продольный разрез семени; В – цветок; Г – продольный разрез цветка с удаленным околоцветником; Д – диаграмма цветка; Е – гинецей; Ж – поперечный разрез завязи; З – чашелистик; И – лепестки; К – тычинки

4. Затем переходят к изучению андроцея. Он состоит из многочисленных несросшихся между собой тычинок (свободный андроцей). Тычинки, даже внутренние, имеют расширенные (крылатые) тычиночные нити. Это один из признаков примитивной организации.

5. Закончив изучение околоцветника и андроцея, последовательно аккуратно обрывают чашелистики, лепестки и тычинки и раскладывают их в ряд, который дает наглядное представление о постепенной трансформации лепестков в тычинки. Последовательная трансформация лепестков в тычинки свидетельствует о происхождении тычинок из лепестков. Существует, однако, и противоположная точка зрения о трансформации тычинок в лепестки. Получение махровых цветков в культуре связано с этим явлением. Обращают внимание на то, что рубцы на цветоложе, т. е. места прикрепления цветочных лепестков, имеют спиральное расположение.

6. Гинецей состоит из одного пестика. Столбик отсутствует, звездчатое рыльце расположено на крупной завязи.

7. Подсчет. На разрезе видно много гнезд. Число гнезд, как и число лучей рыльца неопределенно (8-12), но всегда соответствует числу сросшихся плодолистиков. Завязь частично срослась с цветоложем. Следовательно, она полунижняя. Далее разрезают завязь поперек и рассматривают в лупу. На разрезе видно много гнезд. Число гнезд, как и число лучей рыльца, соответствует числу сросшихся плодолистиков. В каждом гнезде много семязачатков, сидящих на длинных семяножках и прикрепленных к стенкам гнезд. На основании анализа структуры рыльца и завязи делают вывод, что гинецей многочленный синкарпный, с сидячим рыльцем. Закончив изучение цветка, составляют его формулу: $*Ca_4Co_\infty A_\infty G_\infty$.

8. Если есть плоды, изучают их строение. Околоплодник губчатый. Особое внимание обращают на структуру семян. Они покрыты особым покрывалом –

присемянником. Между спермодермой и присемянником имеются воздухоносные полости, обуславливающие плавучесть семян.

9. В заключение рассматривают основную ткань цветоножки – аэренхиму. С этой целью делают поперечный и продольный разрезы. На поперечном разрезе цветоножки хорошо видны четыре крупные и несколько более мелких воздухоносных полостей.

10. После завершения анализа структуры растения переходят к его определению. Поскольку представители родов кувшинка и кубышка имеют широкие ареалы, можно пользоваться многими определителями, как общими, так и региональными.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Нимфейные или Кувшинковые (Nymphaeaceae)? Какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Нимфейные, или Кувшинковые (Nymphaeaceae)?

Работа 39. Семейство Лютиковые (Ranunculaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Лютиковые (Ranunculaceae) на примере видов из родов печеночница (Hepatica), ветреница (Anemone), калужница (Caltha), ломонос (Clematis), василистник (Thalictrum), купальница (Trollius); с двойным околоцветником – виды родов лютик (Ranunculus), чистяк (Ficaria), водосбор (Aquilegia); с зигоморфными цветками – виды родов сокирки (Consolida), аконит (Aconitum).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы гербарные образцы растений: с простым околоцветником – виды родов печеночница (Hepatica), ветреница (Anemone), калужница (Caltha), ломонос (Clematis), василистник (Thalictrum), купальница (Trollius); с двойным околоцветником – виды родов лютик (Ranunculus), чистяк (Ficaria), водосбор (Aquilegia); с зигоморфными цветками – виды родов сокирки (Consolida), аконит (Aconitum); фиксированные в спирте цветки и плоды этих растений.

К семейству лютиковые относят главным образом травянистые многолетние растения (45 родов, около 2 тыс. видов). Листья у них простые, цельные или расчлененные, без прилистников.

Роды хорошо различимы по строению цветков. Так, у одних видов цветки имеют более примитивные признаки организации: простой околоцветник; неопределенное число членов цветка, расположенных по спирали; отсутствие нектариев (виды родов: печеночница – Hepatica, ветреница – Anemone, калужница – Caltha) (рис. 39.1).

У других – в строении цветков заметны признаки более высокой специализации в связи с приспособлением к опылению насекомыми: шпорце (род Водосбор – Aquilegia, (рис. 39.2); зигоморфный околоцветник – [виды родов: аконит – (Aconitum) (рис. 39.3) и сокирки – (Consolida)]. Наконец у некоторых видов [род Василистник (Thalictrum)] (рис. 39.4) существует приспособление к опылению ветром, по-видимому, вторичное, – это редуцированный околоцветник. Гинецей многочленный, апокарпный или одночленный, но у некоторых представителей многочленный ценокарпный (род Чернушка – (Nigella) (см. рис.). Плод – чаще простая или сборная листовка, сборная семянка, сборный орешек.



Рис. 39.1. Калужница болотная (*Caltha palustris*):

А – репродуктивные побеги; Б – цветок (вид снизу); В – многочисленный апокарпный гинецей и тычинка; Г – диаграмма цветка;
1 – плод – сборная листовка



Рис. 39.2. Водосбор обыкновенный (*Aquilegia vulgaris*):

А – общий вид; Б – чашелистик; В – шпористый лепесток; Г – многочисленный апокарпный гинецей; Д – пестик; Е – тычинка; Ж – стаминодий; З — диаграмма цветка; И – плод – сборная листовка; К – плодик – листовка

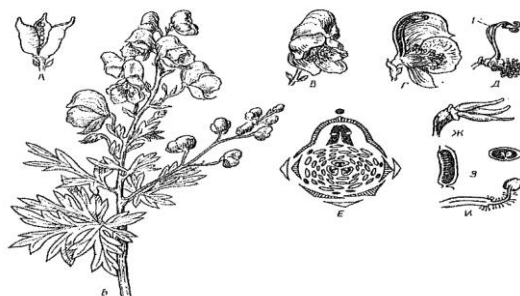


Рис. 39.3. Аконит аптечный (*Aconitum napellus*):

А – плод – сборная листовка; Б – репродуктивный побег; В – общий вид цветка; Г – продольный разрез цветка; Д – цветок без чашечки; Е – диаграмма цветка;
Ж – гинецей; З – продольный и поперечный разрезы завязи; И – тычинка;
1 – лепестки – нектарий



Рис. 39.4. Василистник водосборолистный (*Thalictrum aquilegifolium*):
А – репродуктивный побег; Б – бутоны; В – цветок; Г – тычинка; Д – пестик;
Е – плодик

При определении родов лютиковых важное значение имеют признаки строения цветка, корневища, а также форма и расположение листьев и т. д.

Задания

1. Ознакомиться с разнообразием цветков лютиковых.
2. Проанализировать растения, взятые для исследования, и составить их описание, руководствуясь общей схемой.
3. Зарисовать общий вид цветка; листочек простого околоцветника или чашелистик и лепесток, нектарий; тычинку; гинецей и один пестик; лист.
4. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают лютик едкий (*Ranunculus acris*) (рис. 39.5), растущий повсеместно на лугах, полянах и в других местах.
2. Растение многолетнее, высотой 30-100 см, травянистое. Корневище короткое, утолщенное; придаточные корни мочковатые. Стебель ветвистый, прямостоячий, на поперечном разрезе округлый, полый. Листья расположены поочередно, простые. Нижние листья длинночерешковые, в очертании пятиугольные, пальчаторассеченные на ромбические отдельные доли. Верхние листья короткочерешковые или сидячие, рассеченные на линейные доли. Все листья без прилистников.
3. Цветки на довольно длинных цветоножках, одиночные или собраны в малоцветковом симподиальном соцветии, актиноморфные, гемициклические. Околоцветник двойной. Чашечка – из пяти свободных чашелистиков зеленого или желто-зеленого цвета, прижатых к венчику. Венчик – из пяти свободных лепестков.

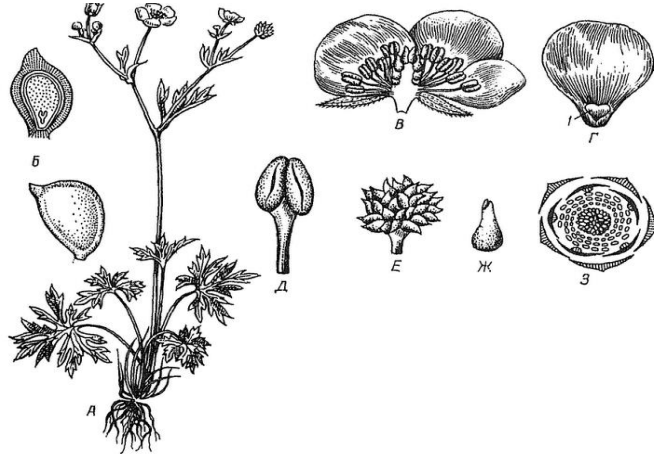


Рис. 39.5. Лютик едкий (*Ranunculus acris*):

А – общий вид растения; Б – общий вид и продольный разрез плодика;
В – продольный разрез цветка; Г – лепесток; Д – тычинка; Е – многочленный апокарпный гинецей; Ж – пестик; З – диаграмма цветка; 1 – нектарная ямка, прикрытая чешуйкой

4. Лепестки обратноширокояйцевидные, желтые, при основании несут нектарную ямку, прикрытую чешуйкой. Ее легко заметить, если положить отделенный от цветка лепесток на столик стереоскопического микроскопа и при помощи иглы слегка приподнять чешуйку.

5. Андроцей состоит из неопределенного числа тычинок, не сросшихся между собой, расположенных по спирали. Гинецей – многочленный, апокарпный, из неопределенного числа пестиков, также расположенных по спирали на коническом цветоложе. Завязь верхняя, одногнездная, с одним семязачатком. Столбик короткий, рыльце не утолщено. Формула цветка: $*Ca_5 Co_5 A_{\infty} G_{\infty}$.

6. Плод – сборный орешек. В заключение определяют растение.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*)? Какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Лютиковые (*Ranunculaceae*).

Работа 40. Порядок Розоцветные (Rosales). Семейство Розановые (Rosaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Розановые (Rosaceae) на примере видов из родов Спирея (Spiraea), Лапчатка (Potentilla), Гравилат (Geum), Земляника (Fragaria), Малина (Rubus), Шиповник (Rosa), Манжетка (Alchemilla), Яблоня (Malus), Груша (Pyrus), Боярышник (Crataegus), Вишня (Cerasus), Черемуха (Padus), Слива (Prunus).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы видов из родов Спирея (Spiraea), Лапчатка (Potentilla), Гравилат (Geum), Земляника (Fragaria), Малина (Rubus), Шиповник (Rosa), Манжетка (Alchemilla), Яблоня (Malus), Груша (Pyrus), Боярышник (Crataegus), Вишня (Cerasus), Черемуха (Padus), Слива (Prunus); фиксированные в спирте цветки этих растений.

Розоцветные – один из крупных и в целом естественных порядков. Он объединяет около 16 семейств, стоящих, однако, на разных путях эволюции. Розоцветные генетически связаны с двумя порядками магнолиевидных: Магнолиецветными (Magnoliales) и Диллениецветными (Dilleniales), что подтверждается наличием у них большого числа тычинок и многочленного апокарпного гинецея. Поскольку составляющие порядок семейства довольно разнообразны, дать характеристику порядка, которая была бы не слишком общей, затруднительно.

Все же по сравнению с магнолиевидными розоцветные имеют структурные признаки, указывающие на их более высокую организацию. К ним относят: защиту гинецея путем погружения его в цветоложе (полунижняя или нижняя завязь), наиболее совершенные приспособления к перекрестному опылению (самообесплодие) наряду с появлением апомиксиса.

Наиболее широко распространены в Северном полушарии три семейства: Толстянковые (Crassulaceae), Камнеломковые (Saxifragaceae), Розановые (Rosaceae).

Семейство Толстянковые (Crassulaceae). Семейство Толстянковые объединяет 35 родов, 1,5 тыс. видов. Для него характерны запасующие воду вегетативные органы, пятичленные цветки с многочисленным апокарпным гинецеем. Большинство видов – обитатели стран с жарким засушливым климатом, в частности африканских пустынь. На территории бывшего СССР встречается около 100 видов, относящихся к десяти родам. Важнейшие из них: молодило (Sempervivum), очиток (Sedum).

Семейство Камнеломковые (Saxifragaceae). Семейство Камнеломковые объединяет 90 родов, 750 видов. На территории бывшего СССР произрастают 150 видов из 11 родов. Камнеломковые отличаются от Розановых главным образом листьями без прилистников и семенами с эндоспермом. Виды семейства распространены в обоих полушариях, преимущественно в странах с умеренным и холодным климатом, их ареалы заходят в арктическую область и высоко в горы.

Основные роды:

Камнеломка (*Saxifraga*), Бадан (*Bergenia*), Смородина (*Ribes*), Гортензия (*Hydrangea*).

Семейство Розановые (*Rosaceae*). Семейство Розановые объединяет 120 родов, около 3 тыс. видов. Это очень полиморфное семейство. Розановые широко распространены в Северном полушарии. Многие виды издавна разводятся как плодовые или ягодные культуры, имеющие народнохозяйственное значение.

В состав семейства входят как деревянистые (деревья и кустарники), так и травянистые растения.

Для одних представителей характерны признаки более низкой организации цветков и плодов, приближающие их к магнолиевидным, например, многочленный апокарпный гинецей. Другие имеют небольшое число некоторых частей цветка и такие прогрессивные признаки, как нижняя завязь. В отличие от лютиковых специализация цветка у розановых шла главным образом по пути выработки приспособлений для распространения плодов и семян.

Отличительная особенность семейства – строение гинецея и цветоложа. Последнее может быть от конического с многочленным апокарпным гинецеом у родов, близких к магнолиевидным, до вогнутого с многочленным ценокарпным гинецеом или с одночленным гинецеом. Между этими крайними формами существуют многочисленные переходы. У всех представителей семейства цветоложе в большей или меньшей степени разрастается и приобретает вид блюдца, чаши или бокала. Такое цветоложе называют гипантием. В образовании гипантия, кроме цветоложа, принимают участие и другие части цветка: основания чашелистиков, лепестков, тычинок, иногда и подчашие. Нередко при созревании плодов цветоложе приобретает яркую окраску, становится мясистым и сочным, что способствует распространению плодов и семян. Это характерно для видов родов: земляника (*Fragaria*), шиповник (*Rosa*), яблоня (*Malus*).

Розановые отличают от лютиковых по следующим признакам: более или менее хорошо выраженный гипантий, в типичных случаях сочный, ярко окрашенный; листья с прилистниками;

чашечка иногда с подчашием, особенно у представителей родов, внешне близких к лютиковым;

цветки всегда актиноморфные, циклические, с двойным пятичленным околоцветником;

тычинки расположены по кругу, их число кратно пяти.

По строению цветков, а также плодов семейство розановые подразделяют на следующие четыре подсемейства.

Подсемейство Спирейные (*Spiraeoideae*). Кустарники. Листья простые, без прилистников. Цветки подпестичные и околопестичные с цветоложем плоским или блюдцевидным. Чашелистиков пять, лепестков пять и тычинок много. В центре гипантия располагается многочленный апокарпный гинецей, состоящий из пяти

пестиков; завязь верхняя.

Формула цветка: $*Ca_{(5)} Co_{5} A_{\infty} G_{5}$. Плод – сборная листовка (гипантий при плодах не образуется). Представители подсемейства – роды: Спирея (*Spiraea*) (рис. 40.1), Рябинник (*Sorbaria*), Волжанка (*Aruncus*).

Подсемейство Шиповниковые (*Rosoideae*). Кустарники и травы. Листья сложные, реже простые, с прилистниками. Цветки подпестичные, надпестичные и околопестичные. Цветоложе от конического [виды родов: лапчатка (*Potentilla*), гравилат (*Geum*), земляника (*Fragaria*) (рис. 40.2), малина (*Rubus*)] до бокальчатого [виды рода Шиповник (*Rosa*)] (рис. 40.3). Нередко чашечка имеет подчашие (роды: Гравилат, Лапчатка, Земляника). Гинецей многочленный, апокарпный, реже одночленный. Наиболее типичные формулы цветка: $*Ca_{(5+5)} Co_{5} A_{\infty} G_{\infty}$ (виды родов: земляника, лапчатка); $*Ca_{(5)} Co_{5} A_{\infty} G_{\infty}$ (виды рода Шиповник), но встречаются и отклонения, например: $*Ca_{(4+4)} Co_{4} A_{\infty} G_{\infty}$ (лапчатка прямостоячая – *Potentilla erecta*) или $*Ca_{(4+4)} Co_{0} A_{\infty} G_{1}$ (виды рода Манжетка – *Alchemilla*). Плоды сборные (за исключением манжетки), но плодики в отличие от спирейных односемянные: семянка, орешек, костянка.

Подсемейство Яблоневые (*Pomoideae*). Деревья и кустарники. Листья простые или сложные с рано опадающими прилистниками. Цветки надпестичные.



Рис. 40.1. Спирея иволистная (*Spiraea salicifolia*):

А – репродуктивный побег; Б – цветок (вид снизу и продольный разрез);
В – тычинка; Г – гинецей; Д – продольный и поперечный разрезы пестика;
Е – диаграмма цветка

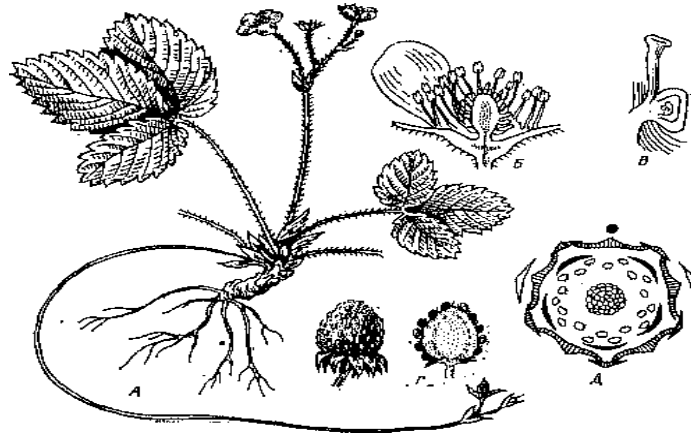


Рис. 40.2. Земляника лесная (*Fragaria vesca*):

А – общий вид; Б – цветок; В – пестик; Г – плод – сборный орешек;
Д – диаграмма цветка

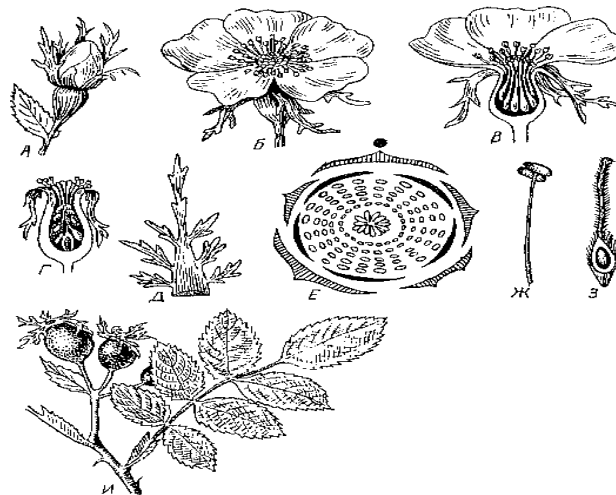


Рис. 40.3. Роза собачья (*Rosa canina*):

А – бутон; Б – общий вид цветка; В – продольный разрез цветка; Г – продольный разрез
плода сборного орешка; Д – чашелистик; Е – диаграмма цветка;
Ж – тычинка; З – пестик; И – репродуктивный побег

Цветоложе вогнутое. Плодолистиков обычно пять, но часто встречается и уменьшенное их число – два-три и даже один. Гинецей синкарпный. Завязь нижняя.

Формула цветка $*C_{a(5)}C_{o5}A_{\infty}G_{(5-1)}$. Плод ягодовидный – яблоко. На верхушке плода сохраняются остатки чашечки. К яблоневым относят такие распространенные роды, как Яблоня (*Malus*), Груша (*Pyrus*) (рис. 40.4), Боярышник (*Crataegus*), Рябина (*Sorbus*) и др.

Подсемейство Сливовые (*Prunoideae*). Деревья и кустарники. Листья простые с рано опадающими прилистниками. Цветки надпестичные. Цветоложе вогнутое, не срастающееся с завязью. Плодолистик один. Формула цветка $*C_{a(5)}C_{o(5)}A_{\infty}G_1$. Плод – костянка сочная или сухая. Включает широко известные роды: Слива (*Prunus*), Вишня

(*Cerasus*), Абрикос (*Armeniaca*), Персик (*Persica*) (рис. 40.5), Черемуха (*Padus*) и др. В последнее время эти роды объединяют в один – Слива (*Prunus*).

При определении особое внимание обращают на жизненную форму, строение цветка и листьев.

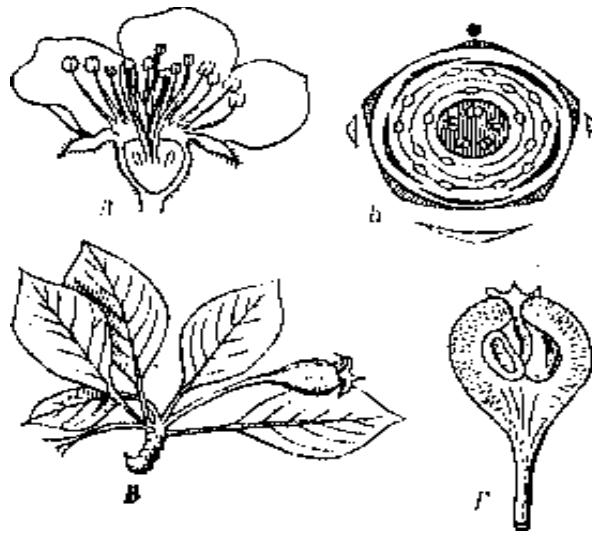


Рис. 40.4. Груша обыкновенная (*Pyrus communis*):

А – продольный разрез цветка; Б – диаграмма цветка; В – репродуктивный побег; Г – продольный разрез плода – яблока

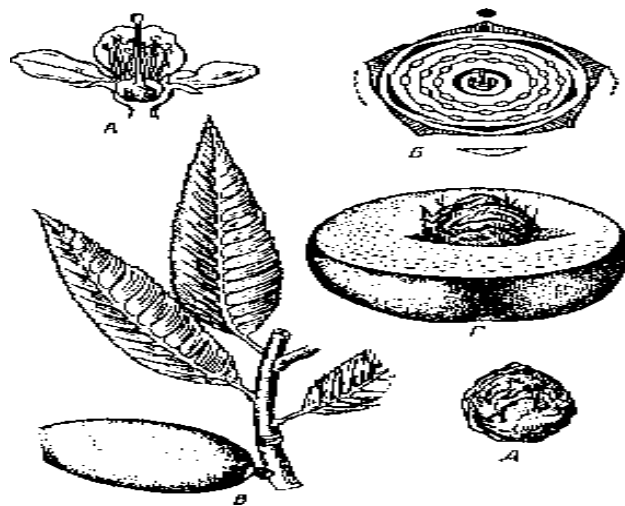


Рис. 40.5. Персик (*Persica vulgaris*):

А – продольный разрез цветка; Б – диаграмма цветка; В – репродуктивный побег; Г – поперечный разрез плода; Д – косточка (эндокарп с семенем внутри)

Задания

1. Детально проанализировать растения, относимые к разным подсемействам и родам, составить их описание.
2. Зарисовать лист, цветок в разрезе, а также чашечку с подчашием, лепесток, тычинку, гинецей, пестик, плод.
3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве образца можно рассмотреть лапчатку серебристую (*Potentilla argentea*) (рис. 40.6). Она растет почти повсеместно на сухих холмах, склонах, у дороги и т. д.

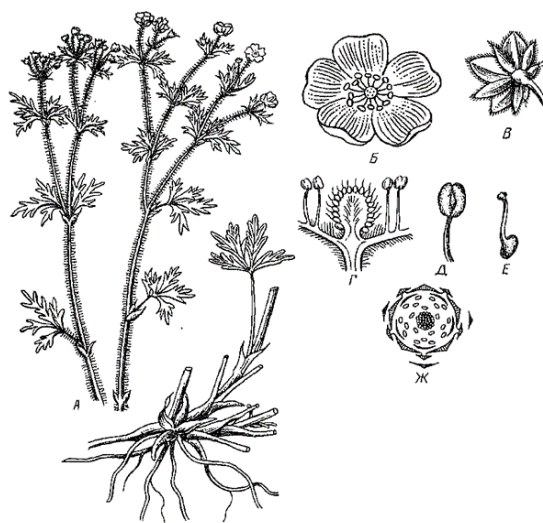


Рис. 40.6. Лапчатка серебристая (*Potentilla argentea*):

А – общий вид; Б – цветок; В – чашечка с подчашием; Г – продольный разрез цветка без околоцветника; Д – тычинка; Е – пестик; Ж – диаграмма цветка

2. Растение травянистое, многолетнее, высотой 15-30 см. Корневище деревянистое, разветвленное. Корни придаточные. Стебель прямостоячий или восходящий, округло-граненый, густо покрыт оттопыренными белыми волосками. Листья очередные, с двумя ланцетными прилистниками, простые, пальчаторассеченные, голые или покрыты короткими прямыми простыми волосками, снизу белые, войлочные. Край листа с немногочисленными зубцами, загнут вниз. Нижние листья черешковые, верхние – сидячие.

3. Соцветие – щитковидная метелка. Цветоножки после цветения прямостоячие или отклоненные. Цветки некрупные, желтые. Гипантий блюдцевидный. Чашечка и подчашие имеют по пять членов. Венчик состоит из пяти свободных обратнойцевидных лепестков, с выемкой на верхушке. Многочисленные тычинки андроцея прикрепляются к краям гипантия. Пестики многочленного апокарпного гинецея расположены на выпуклом цветоложе, завязь верхняя. Формула цветка:

* $Ca_{(5+5)}Co_5A_{\infty}G_{\infty}$. Плод – сборный орешек, отдельные плодики слегка морщинистые.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Розановые (Rosaceae)? Какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Розановые (Rosaceae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Розановые (Rosaceae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Розановые (Rosaceae)?

Работа 41. Порядок Бобовоцветные (Fabales). Семейство Бобовые (Fabaceae). Подсемейство Мотыльковые (Papilionoideae)

Цель работы: изучить растения подсемейства Мотыльковые (Papilionoideae) на примере видов из родов: Робиния (Robinia), Карагана (Caragana), Дрок (Genista), Чина (Lathyrus), Вика (Vicia), Люпин (Lupinus), Лядвенец (Lotus), Эспарцет (Onobrychis), Люцерна (Medicago), Клевер (Trifolium).

Материалы и оборудование: гербарные образцы: робинии ложноакациевой (Robinia pseudoacacia), караганы древовидной (Caragana arborescens), дрока красильного (Genista tinctoria), чины луговой (Lathyrus pratensis), вики яровой (Vicia sativa), люпина многолистного (Lupinus polyphyllus), лядвенца рогатого (Lotus corniculatus), эспарцета песчаного (Onobrychis arenaria), люцерны посевной (Medicago sativa), клевера лугового (Trifolium pratense); фиксированные в спирте цветки этих растений.

К порядку Бобовоцветные относят около 18 тыс. видов (570 родов) древесных (деревья, лианы, кустарники, полукустарники) и травянистых многолетних и однолетних растений, распространенных на всех материках, за исключением, конечно, Антарктиды. Многие виды представлены огромным числом особей и доминируют в растительных сообществах, особенно в странах с умеренным климатом.

Порядок включает лишь одно семейство – Бобовые (Fabaceae), поэтому характеристики порядка и семейства совпадают. Общий диагностический признак, на основании которого А. Л. Жюсье выделил это семейство, – плод – боб. Другие общие черты – это пестик с одногнездной верхней завязью, строение двойного околоцветника, андроцея, листьев и др. Семена большинства видов наряду с довольно крупными семядолями имеют эндосперм.

Еще одна характерная особенность бобовых, очень важная для земледелия, – симбиоз с бактериями, способными усваивать азот непосредственно из атмосферы. Эти бактерии называют клубеньковыми (Rhizobium leguminosarum и другие виды этого рода).

По строению цветков семейство Бобовые делят на три подсемейства.

Подсемейство Цезальпиниевые (Caesalpinioideae). К нему относят 2,8 тыс. видов, 152 рода, представленных деревьями, кустарниками и лианами, распространенными в тропической зоне. Цветки у них слабозигоморфные, с раздельнолистной или сростнолистной чашечкой (рис. 41.1). Однако в отличие от мотыльковых почкосложение венчика цезальпиниевых не нисходящее, а восходящее. В условиях субтропического климата Европы растет только один вид – дерево иуды (Cercis siliquastrum). Важное народнохозяйственное значение имеют представители следующих родов: Кассия (Cassia) – кассия узколистная (C. angustifolia), кассия

остролистная (*C. acutifolia*) – лекарственные растения; Тамаринд (*Tamarindus*) – тамаринд индийский (*T. indica*) – возделывают из-за бобов как овощную культуру; Цезальпиния (*Caesalpinia*) и Гематоксилон (*Haematoxylon*) – цезальпиния саппан (*C. sappan*), пернамбуковое дерево (*C. echinata*), кампешевое дерево (*H. campeschianum*), используют для получения дорогостоящей цветной древесины.



Рис. 41.1. Кассия трубчатая (*Cassia fistula*):

А – внешний вид плода; Б – продольный разрез плода; В – семя;
Г – репродуктивный побег; Д – диаграмма цветка; Е – цветок;
Ж – общий вид и поперечный разрез гинецея

Подсемейство Мимозовые (*Mimosoideae*). Оно объединяет 2,8 тыс. видов, 56 родов. Преимущественно это древесные растения субтропических и тропических районов (Африка, Австралия, Азия). Для представителей этого подсемейства характерны

актиноморфные цветки с двойным пяти- и четырехчленным околоцветником. Андроцей свободный пяти-, чаще десятичленный, иногда многочленный (рис. 41.2).

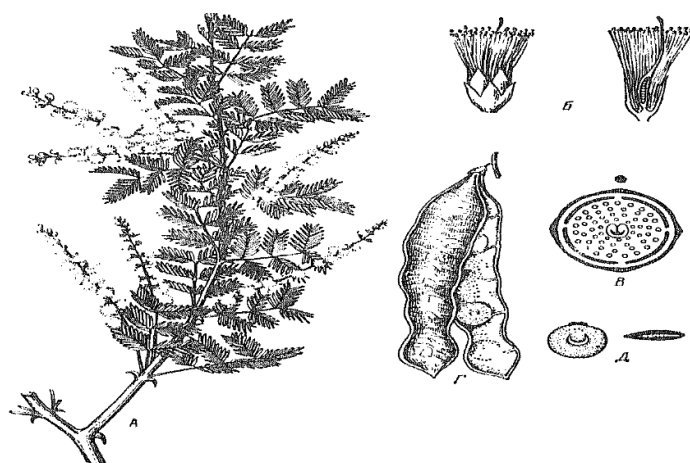


Рис. 41.2. Акация сенегальская (*Acacia senegal*):

А – репродуктивный побег; Б – общий вид и продольный разрез цветка;
В – диаграмма цветка; Г – плод – боб; Д – семя

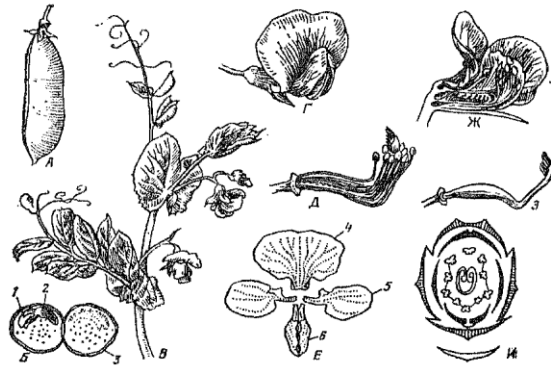


Рис. 41.3. Горох посевной (*Pisum sativum*):

А – плод – боб; Б – разворот семени; В – репродуктивный побег; Г – общий вид цветка; Д – цветок без околоцветника; Е – венчик; Ж – продольный разрез цветка; З – гинецей; И – диаграмма цветка;

1 – почечка, 2 – корешок, 3 – семядоля, 4 – парус, 5 – весла, 6 – лодочка

Важнейший род – Акация (*Acacia*). Он включает около 500 видов, из них 300 произрастают в Австралии (не имеют колючек, многие с филлодиями вместо листа), а 200 – в странах Ближнего Востока, Африке (имеют колючки). В флоре бывшего СССР род представлен: шелковой акацией (*Acacia julibrissin*) – на Талышских горах и мимозкой выполненной (*Lagonychium farctum*) – на Кавказе и в Средней Азии, где она часто растет как сорняк.

Цезальпиниевые и мимозовые представляют собой как бы связующее звено между бобовоцветными и розоцветными.

Подсемейство Мотыльковые (*Papilionoideae*). Это центральное подсемейство всего порядка, включающее 12 тыс. видов (362 рода), сосредоточенных преимущественно во внетропических странах Северного полушария.

Цветки собраны в простые соцветия – кисть, зонтик, головку и пр. Характерная особенность строения растений, на основании которой их объединяют в подсемейство, – мотыльковый тип цветка (рис. 41.3). Чашечка сростнолистная, пятизубчатая, актиноморфная или зигоморфная (двугубая). Мотыльковый венчик чаще всего имеет пять лепестков. Из них три вполне свободные: парус, или флаг, и два весла, или крыла, а два срослись верхушкой в так называемую лодочку. Но для некоторых родов характерно дальнейшее срастание между собой весел и лодочки, а подчас и паруса, как у видов рода Клевер (*Trifolium*). Размер и окраску венчика, форму лепестков учитывают при определении видов.

Для определения родов в рамках рассматриваемого подсемейства важное значение имеет строение андроцея. У одних родов [Софора (*Sophora*), Термопсис (*Thermopsis*)] все десять тычинок андроцея свободные. У других андроцей сросшийся, однобратственный, т. е. все десять тычинок срастаются между собой тычиночными нитями, образуя тычиночную трубку, внутри которой располагается пестик (виды родов: Люпин (*Lupinus*), Дрок (*Genista*) и др.).

Большинство родов подсемейства имеет сросшийся двубратственный андроцей: девять тычинок срастаются тычиночными нитями в трубку, а одна свободная. Такой андроцей развивается у видов родов: Горох (*Pisum*), Люцерна (*Medicago*), Вика (*Vicia*), Чина (*Lathyrus*) и др. Форма тычиночной трубки также бывает разнообразной, что учитывают при определении. В одних случаях тычиночная трубка срезана прямо, тогда пыльники находятся на одном уровне (виды рода Чина), в других случаях – косо, тогда пыльники расположены на разных уровнях (виды рода Вика) (рис. 41.4).

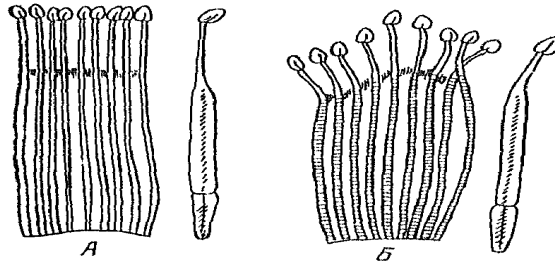


Рис. 41.4. Тычиночные трубки:

А – прямо срезанная – у чины (род *Lathyrus*); Б – косо срезанная – у вики (род *Vicia*)

Не менее важна для определения строение плодов, их опушенность. Они могут быть многосемянными, раскрывающимися двумя створками (виды родов: Горох, Вика); многосемянными, распадающимися на односемянные членики [(род Вязель (*Coronilla*)] односемянными, нераскрывающимися [род Эспарцет (*Onobrychis*)]. При определении видов в рамках родов имеет значение также и структура вегетативных органов – размер и число листочков сложного листа, наличие или отсутствие усика на верхушке листа, строение и форма прилистников и т. д.

Задания

1. Изучить представителей мотыльковых, различающихся строением вегетативных органов, цветков и плодов – робинию, карагану, чину, дрок, вику, люпин, лядвенец, эспарцет, люцерну, клевер и др. Описать их, руководствуясь общей схемой.
2. Зарисовать лист, соцветие, цветок, чашечку, лепестки, андроцей, гинецей, плод каждого вида.
3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают люцерну посевную (*Medicago sativa*) (рис. 41.5). Многолетнее травянистое растение высотой 30-90 см. Корневая система стержневая, на корнях есть клубеньки с азотфиксирующими бактериями. Стебель ветвистый, прямостоячий, на поперечном разрезе округло-ребристый. Листья очередные, тройчатосложные, с прилистниками, листочки продолговатые или

эллиптические, по краю пильчатые.



Рис. 41.5. Люцерна посевная (*Medicago sativa*):

А – корневая система; Б – репродуктивный побег; В – общий вид и продольный разрез цветка; Г – плод – боб

2. Цветки собраны в густые кисти, превышающие по длине листья, зигоморфные, мотылькового типа. Околоцветник двойной: чашечка из пяти сросшихся чашелистиков; венчик из трех свободных лепестков (парус и два весла) и двух сросшихся верхушками (лодочка), синего цвета. Андроцей двубратственный, состоит из десяти тычинок: девять срослись тычиночными нитями в трубку и одна свободная. Пестик один, завязь верхняя, одногнездная, с несколькими семязачатками, согнутая от самого основания.

Формула цветка: $\uparrow C_{(5)} C_{(3+(2))} A_{(9)+1} G_1$. Плод – спирально закрученный боб.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Бобовые (Fabaceae)? Какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Бобовые (Fabaceae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Бобовые (Fabaceae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Бобовые (Fabaceae)?

Работа 42. Порядок Мальвоцветные (Malvales). Семейство Мальвовые (Malvaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Мальвовые (Malvaceae) на примере видов из родов: Просвирник (*Malva*), Хлопчатник (*Gossypium*), Гибискус (*Hibiscus*), Хатьма (*Lavatera*).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы наиболее часто встречающихся видов: просвирника лесного (*Malva sylvestris*) или просвирника мавританского (*M. mauritiana*), или просвирника пренебреженного (*M. neglecta*); хлопчатника обыкновенного (*Gossypium hirsutum*) или гибискуса болотного (*Hibiscus moscheutos*), хатьмы тюрингической (*Lavatera thuringiaca*); для сравнения гербарный образец представителя сем. Липовые – липа мелколистная или сердцевидная (*Tilia cordata*); цветки и плоды этих растений, фиксированные в растворе спирта.

Мальвоцветные объединяет восемь семейств (248 родов, 3,6 тыс. видов), имеющих важное значение как в формировании естественных растительных ценозов, так и в жизни человека. Представители большинства семейств встречаются только в тропиках, например Баобабовые (*Bombacaceae*), Стеркулиевые (*Sterculiaceae*). Виды Мальвовых (*Malvaceae*) и Липовых (*Tiliaceae*) распространены также и в нетропических странах. Их нередко возделывают за пределами природных ареалов. Преимущественно это деревья и кустарники, особенно в тропических странах, реже травы.

Цветки обоеполые, актиноморфные, редко зигоморфные; циклические (иногда за исключением андроцея). Околоцветник двойной. Чашечка сростнолистная. Нередко из прицветников, которых может быть три или более, формируется внешняя чашечка – подчашие. Андроцей чаще закладывается кругами, но внешний круг тычинок обычно редуцируется, а тычиночные бугорки внутреннего круга ветвятся. В результате образуется много тычинок с монотекowymi (двухгнездными) пыльниками. Нити тычинок срастаются в одну или несколько групп. Гинецей синкарпный; плодолистиков пять (иногда два-три) или их много, завязь верхняя.

Большое народнохозяйственное значение имеют виды четырех семейств: Стеркулиевые, Баобабовые, Липовые и Мальвовые.

Семейство Стеркулиевые. В культуре наибольшее значение имеют следующие виды:

Шоколадное дерево (*Theobroma cacao*). Родина – Бразилия. Возделывают во всех тропических странах. Семена, содержащие тонизирующие средства – теин, теобромин, служат для приготовления шоколада, какао и масла нежидкой консистенции.

Кола заостренная (*Cola acuminata*). Семена также богаты теином и теобромином.

Оба вида растут в естественных ценозах, их разводят в тропической зоне.

Семейство Баобабовые. Из семейства Баобабовые заслуживают внимания следующие виды:

Цейба пятитычинковая (*Ceiba pentandra*). Родина – Южная Америка. Характерная особенность – образование на внутренней поверхности околоплодника волосков (капок), годных лишь для набивки матрацев, но не для прядения.

Каваниллезия древовидная, или шерстяное дерево (*Cavanillesia arborea*). Растет в сухих тропических лесах Бразилии, имеет гигантские мясистые редьковидные стволы.

Адансония пальчатая, или обезьянье дерево, или баобаб африканский (*Adansonia digitata*). Волокна его древесины и коры используют для изготовления веревок и бумаги.

Семейство Липовые. Важнейшие представители семейства липовые относятся к следующим родам:

Род Липа (*Tilia*). Лесная порода, число видов – около 15. Лубяные волокна коры идут на изготовление мочала. Среди представителей рода есть медоносные и лекарственные растения.

Род Джут (*Corchorus*). Джут короткоплодный (*C. capsularis*) и джут длинноплодный (*C. olitorius*) в диком виде неизвестны. Эти виды издавна возделывают в тропических странах, где в естественных ценозах растут другие виды рода. Дают волокно ценного технического качества – негигроскопичное. Его используют при изготовлении тары для сахара.

Семейство Мальвовые. Семейство Мальвовые объединяет 82-90 родов и 1,5-1,6 тыс. видов. Это преимущественно древесные растения – деревья и кустарники тропической зоны. Однако в странах с умеренным и холодным климатом встречаются травы – многолетние, двулетние и однолетние. Листья, как правило, очередные, с прилистниками. Цветки правильные, обоеполые. Чашечка обычно из пяти чашелистиков, в основании более или менее срастающихся. Лепестков пять, они несимметричные, взаимно полуобвернутые, чаще всего при основании слегка спаянные как между собой, так и с основанием тычиночной трубки.

На территории бывшего СССР представлено 12 родами и 72 видами. Роды семейства различаются между собой: по строению плодов – коробочек (трехгнездных или пятигнездных), часто распадающихся на двусемянные или односемянные плодики; ягодовидных – у тропических представителей, по наличию или отсутствию подчашия и его строению (прицветнички сросшиеся или свободные, их число и т. д.); по величине цветков, форме и окраске лепестков; форме тычиночной трубки – цилиндрической или пятигранной.

Наиболее ценные в культуре представители семейства относятся к следующим родам:

Род хлопчатник (*Gossypium*). Объединяет около 66 видов. Родина – тропические и субтропические зоны обоих полушарий. Это прядильная культура, распространенная во всем мире. Ее возделывали еще в третьем тысячелетии до нашей эры в западной

части Индии. Для прядения используют хлопок – волоски, густо покрывающие семена (до семи тысяч на одном семени). Такие волоски одноклеточные, белого или желтого цвета, длиной до 60 мм. Хлопчатник дает до 70-75% прядильного сырья. Из его семян получают масло. Жмых используют на корм скоту. Виды, возделываемые на территории бывшего СССР:

гуза или хлопчатник коротковолокнистый (*G. herbaceum*), родина – Мексика;

упланд или хлопчатник обыкновенный или средневолокнистый (*G. hirsutum*), родина – Иран и Средняя Азия;

хлопчатник египетский, или хлопчатник длиноволокнистый (*G. peruvianum*), родина – Перу.

Род гибискус (*Hibiscus*). Кенаф, или бомбейская пенька, или пенька гамбо (*H. cannabinus*). Родина – Индия, Иран. Волокно, получаемое из стеблей, длинное, эластичное. Его применяют для изготовления шпагата, упаковочной ткани, рыболовных снастей. Костру используют при производстве строительных плит и бумаги, отходы переработки – как удобрение. Из семян получают масло, служащее сырьем в мыловаренной, лекарственной и кожевенной промышленности. Эту культуру возделывают в Казахстане, отчасти в Средней Азии (Киргизия), Краснодарском крае, реже – на Кавказе (Кабардино-Балкария) и на Украине.

Бамия или гибискус съедобный [*H. esculentus* (*Abelmoschus esculentus*)]. Родина – тропическая Африка, в естественных условиях встречается в долине Белого Нила. Незрелые плоды используют для салата. Семена содержат до 18% жира, много протеина. Их используют как суррогат кофе и какао. Возделывают в субтропиках Закавказья, особенно в южной части Муганской степи.

Китайская роза (*H. rosa-sinensis*). Родина – Южная Азия. В нашей стране используют в культуре как комнатное и оранжерейное декоративное растение.

Род Канатник (*Abutilon*). Канатник Теофраста (*A. theophrasti*). Родина, по-видимому, – субтропики Китая. В нашей флоре (Кавказ, южные районы европейской части России) встречается как вторично одичавшее растение. Возделывают маньчжурские сорта, а не одичавшие формы. Волокно широко используют при изготовлении кабелей.

Задания

1. Ознакомиться со строением вегетативных органов цветка и плода мальвовых на примере просвирника (мальвы), хатьмы, хлопчатника или представителя любого другого рода. Составить описание изученных растений по общей схеме.

2. Зарисовать лист, цветок, чашечку с подчашием, венчик, андроцей, гинецей, плод каждого из рассмотренных видов.

3. Определить исследованные растения.

4. Сравнить строение цветков и плодов рассмотренных видов семейства мальвовые с видами семейств: липовые, стеркулиевые, баобабовые (по крайней мере, по диаграммам и рисункам).

Порядок работы

1. Общий план строения цветка мальвовых, а также в значительной мере и мальвоцветных рассматривают на примере просвирника лесного (*Malva sylvestris*) (рис. 42.1) или просвирника пренебреженного (*M. neglecta*). Это наиболее широко распространенные в России представители семейства. Они довольно обычны как в естественных фитоценозах (светлые леса, лесные поляны, кустарниковые заросли, луга), так и в сорных местах.

2. Стебель высотой от 30 до 120 см обычно, как и листья, покрыт жесткими простыми или раздвоенными, а иногда и звездчатыми волосками. Листья имеют длинные черешки (20-25 см), нередко превышающие длину листовой пластинки. Последняя в общем очертании округло-сердцевидной формы, пяти-, семилопастная. Прилистники продолговато-ланцетные, бледно-зеленые или пленчатые, по краю длиннореснитчатые.

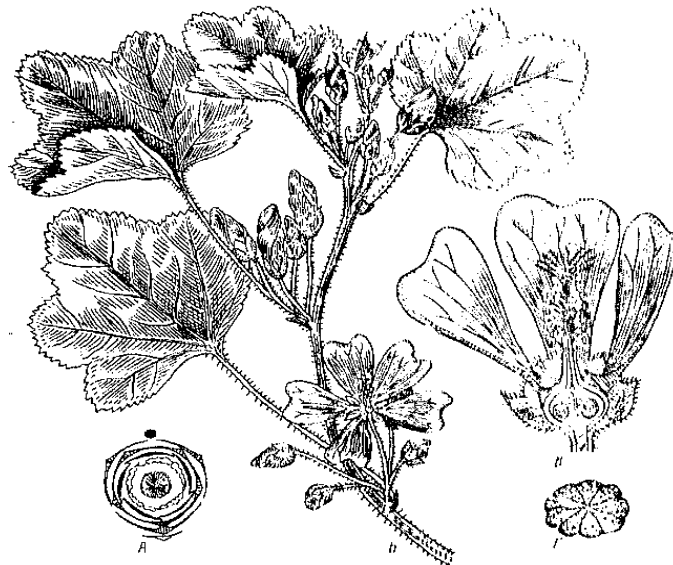


Рис. 42.1. Просвирник лесной (*Malva sylvestris*):

А – диаграмма цветка; Б – репродуктивный побег; В – продольный разрез цветка; Г – дробный плод

3. Цветки крупные, собраны в пучки по два или по три в пазухах верхних листьев, реже одиночные, на коротких цветоножках, покрытых простыми или звездчатыми волосками. Рассматривают продольный разрез цветка. Чашечка сросшаяся, по крайней мере, до половины, при плодах разрастающаяся. Зубчики ее широкотреугольные (яйцевиднотреугольные). Подчашие состоит из трех свободных удлинено-яйцевидных листочков (3-6 мм длины и 1,5-2,5 мм ширины), по краю длиннореснитчатых. Венчик розовый (в засушенном виде лиловый), в два-три раза превышает чашечку. Лепестки обратояйцевидные, клиновидные, длиной 20-25 мм. Тычиночные нити срастаются друг с другом от основания, только в верхней трети они свободны, несут двухгнездные (одна тека) пыльники.

Тычиночная трубка покрыта звездчатыми волосками. Гинецей состоит из многих плодолистиков. Столбики в нижней части срастаются в трубку, в верхней – свободные. В районе завязи плодолистики срастаются неполностью, поэтому формируется дробный плод, распадающийся на 8-16 односемянных мерикапиев – орешков. Формула цветка: $*C_{a3+(5)}C_{o5}A_{\infty}G_{\infty}$.

4. По такой же схеме изучают и другие растения из семейства: хлопчатник средневолокнистый и китайскую розу (рис. 42.2 и 42.3). Первый имеет вполне ценокарпный гинецей из трех-пяти плодолистиков и плод – трехгнездную или пятигнездную коробочку; у второй строение цветка сходно с просвирником.

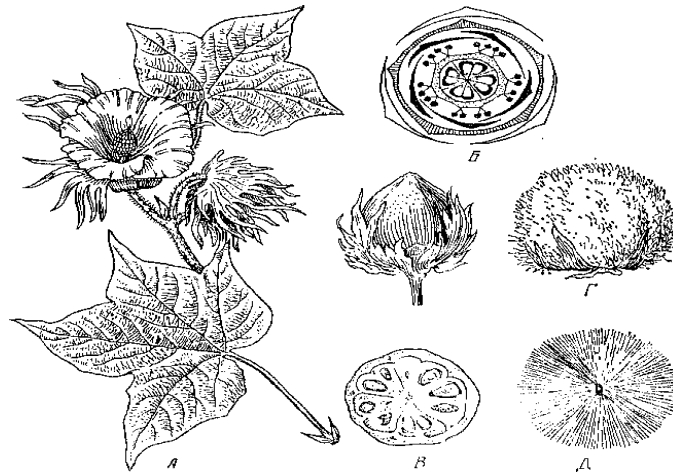


Рис. 42.2. Хлопчатник средневолокнистый (*Gossypium hirsutum*):

А – репродуктивный побег; Б – диаграмма цветка; В – общий вид и поперечный разрез плода – коробочки; Г – раскрывшаяся коробочка; Д – семя

5. Для сравнения рассматривают строение цветков и плодов у представителя семейства Липовые – липы сердцевидной (*Tilia cordata*) (рис. 42.4) или другого вида. Обращают внимание главным образом на признаки, по которым различают семейства липовые и мальвовые. В заключение сравнивают исследованные растения.

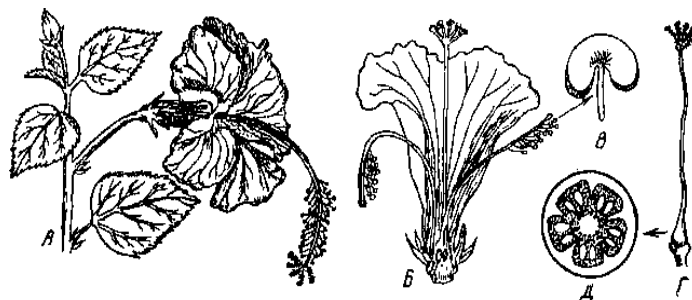


Рис. 42.3. Китайская роза (*Hibiscus rosa-sinensis*):

А – репродуктивный побег; Б – продольный разрез цветка; В – пыльник; Г – гинецей; Д – поперечный разрез завязи



Рис. 42.4. Липа сердцевидная (*Tilia cordata*):

А – репродуктивный побег; Б – цветок; В – диаграмма цветка; Г – плод

6. Просвирник.

1) Цветки одиночные или в пучках по два-три; кроющий лист не видоизменяется и не срастается с осью соцветия.

2) Прицветнички зеленые, непадающие, образующие подчашие.

3) Андроцей однобратственный, пыльники у тычинок двухгнездные.

4) Гинецей из многих неполностью сросшихся плодолистиков, каждый из которых превращается в односемянный плод.

5) Плод дробный, распадающийся на односемянные мерикарпии.

7. Липа.

1) Соцветие – трехцветковый или многоцветковый щитковидный или кистевидный дихазий или плейохазий; к оси соцветия прирастает видоизмененный кроющий лист.

2) Цветоножки несут мелкие чешуевидные опадающие прицветнички.

3) Андроцей из многочисленных тычинок, срастающихся в пять пучков (пятибратственный), тычинки – с четырехгнездными пыльниками.

4) Гинецей вполне ценокарпный, завязь пятигнездная с двумя семязачатками в каждом гнезде, но только в одном гнезде созревает один семязачаток.

5) Плод односемянный, реже двусемянный орешек.

8. По рисункам изучают строение цветков и плодов представителей семейства Стеркулиевые – колы заостренной, (рис. 42.5) и шоколадного дерева. У них коробочковидный плод; в начале пятигнездный, многосемянный, но растущие крупные семена вскоре разрушают перегородки.



Рис. 42.5. Кола заостренная (*Cola acuminata*):

А – репродуктивный побег; Б – цветок; В – диаграмма цветка; Г – продольный разрез плода

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Мальвовые (Malvaceae), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Мальвовые (Malvaceae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Мальвовые (Malvaceae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Мальвовые (Malvaceae)?

Работа 43. Порядок Аралиецветные (Araliales). Семейство Сельдерейные или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)

Цель работы: изучить растения семейства Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae) на примере видов из родов: Моркови (Daucus), Сныти (Aegoropodium), Тмина (Carum), Купыря (Anthriscus), Болиголова (Conium), Веха (Cicuta), Петрушки (Aethusa), Укропа (Anethum).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы: моркови дикой (Daucus carota), сныти обыкновенной (Aegoropodium podagraria), тмина обыкновенного (Carum carvi), купыря лесного (Anthriscus sylvestris), болиголова крапчатого (Conium maculatum), веха ядовитого (Cicuta virosa), петрушки собачьей (Aethusa cynapium), укропа пахучего (Anethum graveolens); фиксированные в спирте цветки, а также плоды этих растений.

Представители порядка Аралиецветные – преимущественно травы, широко распространенные вне тропиков, изредка кустарники или деревья, произрастающие в тропических или субтропических районах. Цветки с двойным четырехчленным или пятичленным околоцветником, актиноморфные или слегка зигоморфные, собраны в соцветие головку или зонтик, обычно сложный. Чашечка нередко сильно редуцирована. Тычинки в одном круге, чередующиеся с лепестками. Гинецей синкарпный, из двух-пяти плодолистиков; завязь нижняя, реже верхняя (у некоторых американских видов), с числом гнезд по числу плодолистиков; содержит в каждом гнезде по одному, редко по два висячих однопокровных семязачатка. Плод вислоплодник, ягода или костянка. Семена с эндоспермом.

В составе порядка семь семейств, в числе которых Кизилые (Cornaceae), Аралиевые (Araliaceae), Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae). Первые два семейства в флоре России представлены небольшим числом видов.

Семейство Кизилые. Важнейший представитель семейства Кизилые (общее число родов – 15, видов – 110) – кизил обыкновенный (Cornus mas). Его возделывают ради съедобных плодов костянок, употребляемых для изготовления варенья. Плоды собирают и в естественных зарослях.

Семейство Аралиевые. Важнейшие представители семейства Аралиевые (70 родов, около 850 видов) следующие:

женьшень (Panax ginseng) – имеет большое значение для медицины, содержит панаксин, панацен, гинзенин и другие физиологически активные вещества;

плющ обыкновенный (Hedera helix) имеет многочисленные культурные формы. Его используют в декоративном садоводстве.

Семейство Сельдерейные. В семейство Сельдерейные объединяют 300 родов, 3 тыс. видов. Представители семейства имеют большое значение в сложении растительного покрова, особенно засушливых районов. Они имеют также

определенную хозяйственную ценность.

Это травянистые многолетние и однолетние растения, редко кустарники. Все роды этого крупного и широко распространенного семейства очень близки между собой, что отражается на внешнем сходстве подавляющего числа видов родов семейства, особенно на строении их вегетативных органов. Сельдерейные имеют: дудчатый стебель, рассеченные листья с влагалищами, соцветие – сложный зонтик (редко простой зонтик или головка); актиноморфные, пятичленные, надпестичные цветки (краевые цветки могут быть слегка зигоморфными). Чашечка редуцирована и представлена пятью зубцами или небольшой закраиной; венчик состоит из пяти отдельных лепестков со слабо выраженными ноготками, андроцей свободный, также из пяти тычинок, гинецей синкарпный – из двух плодолистиков, завязь нижняя. Плод дробный – вислоплодник.

Определение сельдерейных основывается на таких признаках:

тип соцветия, наличие или отсутствие общей и частичной обверток;

строение цветка; форма и строение плода; форма листа;

строение стебля – наличие продольных борозд, форма на поперечном разрезе, характер опушения.

При определении родов и видов часто на первом месте стоят признаки строения плода (рис. 43.1).

Плод при созревании распадается на два односемянных мерикарпия, подвешенных на двураздельном карпофоре (столбочке). Вдоль поверхности мерикарпия проходят пять ребрышек. В околоплоднике им соответствуют пять проводящих пучков. Это первичные ребрышки, они не у всех видов хорошо различимы. Между ребрышками располагаются бороздки, под которыми лежат масляные каналы. Иногда на месте бороздок образуются вторичные ребрышки, легко отличимые от первичных по отсутствию в околоплоднике проводящих пучков. Масляные каналы также находятся на стороне мерикарпия, обращенной к плоскости расщепления плода. Число и форма ребрышек, а также число и расположение в околоплоднике эфиромасличных каналов – характерные признаки для классификации.

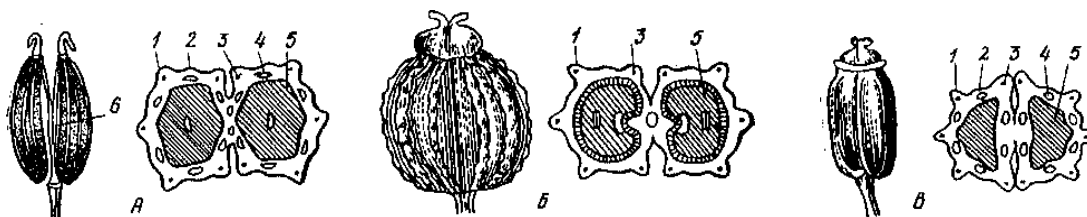


Рис. 43.1. Общий вид и поперечный разрез плодов сельдерейных (сем. Apiaceae):

А – тмин обыкновенный (*Carum carvi*); Б – болиголов крапчатый (*Conium maculatum*); В – фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare*);
1 – первичное ребрышко; 2 – вторичное ребрышко; 3 – проводящий пучок;
4 – масляный канал; 5 – эндосперм; 6 – карпофор

Существенное значение имеет также форма поверхности эндосперма семени, обращенная к плоскости расщепления. Она может быть плоской или слегка выпуклой, серповидной или вогнутой, что хорошо заметно на поперечном разрезе плода.

Задания

1. Изучить представителей семейства: морковь дикую, сныть обыкновенную, тмин обыкновенный, купырь лесной, болиголов крапчатый, вех ядовитый, петрушку собачью и др. Составить описание некоторых из них, руководствуясь общей схемой.

2. Зарисовать схему соцветия, цветок и его части, общий вид плода и его поперечный разрез у рассмотренных видов.

3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают морковь дикую (*Daucus carota*) (рис. 43.2) – широко распространенное сорное растение. Растение двулетнее, высотой 30-100 см. Корневая система стержневая. Главный корень утолщается, образуя в первый год жизни растения корнеплод. Только на второй год жизни развивается типичный побег с ветвистым прямостоячим стеблем, хорошо выраженными узлами и полыми междоузлиями. На поперечном разрезе стебель округло-ребристый.

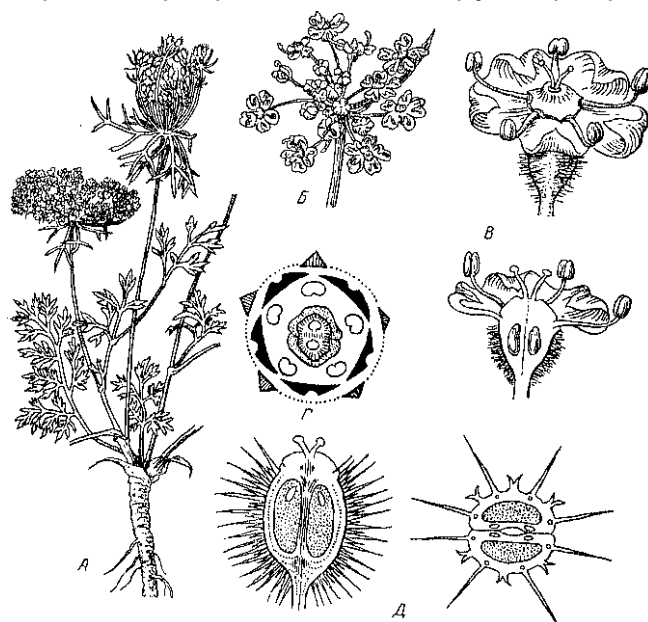


Рис. 43.2. Морковь дикая (*Daucus carota*):

А – общий вид; Б – зонтичек; В – общий вид и продольный разрез цветка;
Г – диаграмма; Д – продольный и поперечный разрезы плода

2. Листья в первый год жизни образуют прикорневую розетку, на второй – расположены поочередно, черешковые, без прилистников, простые, в очертании почти треугольные, триждыперисторассеченные на узкие доли, только верхние листья дваждыперисторассеченные. Основание черешка расширено во влагалище, охватывающее стебель.

3. Соцветие – сложный зонтик, в основании которого расположена обертка из тройчаторассеченных или перисторассеченных листьев, равных осям зонтика. В основании зонтичков имеются частные обертки из тройчаторассеченных листьев.

4. Цветки в зонтичках неодинаковые: срединные – актиноморфные, а краевые – зигоморфные (наружные лепестки значительно крупнее внутренних), циклические, пятичленные, надпестичные. Чашечка редуцирована и состоит из пяти небольших зубцов, венчик – из пяти свободных лепестков белого цвета с загнутой внутрь верхушкой. Андроцей – из пяти чередующихся с лепестками тычинок; нити тычинок длиннее лепестков. Гинецей синкарпный, образован двумя плодолистиками. Столбиков два, в основании их – двураздельный нектароносный диск. Завязь нижняя, двухгнездная, с одним семязачатком в каждом гнезде. Формула цветка: $*Ca_{(5)}Co_5A_5G_{(2)}$

5. Плод – вислоплодник, округлый, немного сжатый с боков. Околоплодник, разрастаясь, образует восемь высоких ребрышек с длинными игловидными щетинками, между которыми располагаются 12 мелких ребрышек, усаженных небольшими щетинками. Мерикарпий имеет соответственно четыре высоких и шесть мелких ребрышек. Готовят препарат поперечного среза плода. Для этого используют фиксированные в спирте незрелые плоды. Зажав часть зонтика в сердцевину бузины, делают серию срезов. При малом увеличении рассматривают полученные срезы и выбирают лучшие из них, желательны такие, на которых мерикарпии соединены между собой. Препарат изучают при малом и большом увеличении. Мерикарпии овальной формы. Маленькие ребрышки первичные, так как им соответствуют проводящие пучки. Высокие ребрышки вторичные, они образовались из ткани бороздок, расположенных между первичными ребрышками. Против высоких ребрышек в околоплоднике лежат четыре масляных канала и еще два канала на стороне околоплодника, обращенной к плоскости расщепления. В центральной части мерикарпия расположено семя. Главную часть его занимает эндосперм. Он окружает маленький зародыш. Поверхность эндосперма, обращенная к плоскости расщепления, почти плоская.

6. В заключение работы определяют растение.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)? Какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Сельдерейные, или Зонтичные (Apiaceae, Umbelliferae)?

Работа 44. Порядок Норичникоцветные (Scrophulariales). Семейство Пасленовые (Solanaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Пасленовые (Solanaceae) на примере видов из родов: паслена (*Solanum*), томата (*Lycopersicon*), дурмана (*Datura*), табака (*Nicotiana*), перца (*Capsicum*), белены (*Hyoscyamus*), красавки (*Atropa*).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы: картофеля клубненосного (*Solanum tuberosum*), паслена черного (*S. nigrum*), паслена сладко-горького (*S. dulcamara*), томата обыкновенного (*Lycopersicon esculentum*), дурмана обыкновенного (*Datura stramonium*), табака настоящего (*Nicotiana tabacum*), махорки (*N. rustica*), перца однолетнего (*Capsicum annuum*), белены черной (*Hyoscyamus niger*), красавки обыкновенной, или белладонны (*Atropa belladonna*) и др. Фиксированные в спирте цветки этих растений.

Норичникоцветные – крупный порядок, нередко называемый также Трубноцветные (Tubiflorales), в состав его входят 17 семейств. Наиболее широко распространены представители семейств: Пасленовые (Solanaceae), Норичниковые (Scrophulariaceae), Бигнониевые (Bignoniaceae) – преимущественно в Южной Америке; Геснериевые (Gesneriaceae) – в основном в тропических и субтропических районах, Заразиховые (Orobanchaceae) – в умеренной и субтропической зоне Европы и Азии (корневые паразиты на дикорастущих и возделываемых растениях); а также Подорожниковые (Plantaginaceae) – умеренная зона Южного полушария. Жизненные формы – травы или полукустарники, с очередными или супротивными листьями, как правило, без прилистников. У паразитов листья более или менее редуцированы.

Цветки обоеполые, циклические, четырехкруговые. Венчик спайнолепестной, в основании более или менее трубковидный. Андроцей чаще из пяти тычинок. Гинецей из двух, редко трех плодолистиков, синкарпный, завязь верхняя со многими или только двумя семязачатками в каждом гнезде. Семязачатки однопокровные.

Семейство Пасленовые объединяет около 2,2 тыс. видов. В наших широтах это главным образом травянистые растения. Изредка встречаются полукустарники и даже кустарники (род Дрезна – *Lycium*). В тропических странах преобладают лазящие кустарники, есть и деревья.

Листья очередные, без прилистников, простые, с цельной или рассеченной пластинкой. Цветки в завитках или одиночные, с виду актиноморфные, но нередко вследствие косоного положения завязи по отношению к плоскости симметрии цветка слегка зигоморфные. Чашечка сростнолистная, пятизубчатая, сохраняющаяся при плодах. Венчик колесовидный, блюдцевидный, трубчатый или ширококолокольчатый. К трубке венчика, чередуясь с его зубцами, изнутри прирастают пять тычинок с двухгнездными, реже четырехгнездными пыльниками. Гинецей синкарпный, из двух

плодолистиков. Завязь верхняя, обычно двухгнездная, однако иногда в результате образования ложных перегородок или срастания пестиков (фасциация) – четырехгнездная или шестигнездная. Плод – ягода или коробочка. Стебель имеет биколлатеральные проводящие пучки с внутренней флоэмой.

Богатые алкалоидами ядовитые пасленовые используют для получения лекарств – это белладонна, или красавка обыкновенная (*Atropa belladonna*), скополия карниольская (*Scopolia carniolica*), дурман обыкновенный (*Datura stramonium*), белена черная (*Hyoscyamus niger*). Очень большое значение как овощные растения в нашей стране имеют: картофель клубненосный (*Solanum tuberosum*) (рис. 44.1), томат обыкновенный (*Lycopersicon esculentum*), перец однолетний (*Capsicum annuum*), баклажан (*Solanum melongena*). Табак персидский (*Nicotiana affinis*) и петуния гибридная (*Petunia hybrida*) благодаря своей декоративности нашли применение в цветоводстве.

При определении обращают внимание на строение листьев, цветков, плодов.

Задания

1. Изучить виды родов: паслен, белена, красавка, перец, табак, дурман, различающиеся как строением вегетативных органов, так и цветков и плодов. Описать их, руководствуясь общей схемой.

2. Зарисовать лист, цветок, развернутые чашечку и венчик с прикрепленными к его трубке тычинками, а также гинецей и плод (общий вид и поперечный разрез) у изученных растений.

3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают томат (*Lycopersicon esculentum*) (рис. 44.2), широко распространенный в культуре. Естественный ареал вида находится в Перу.

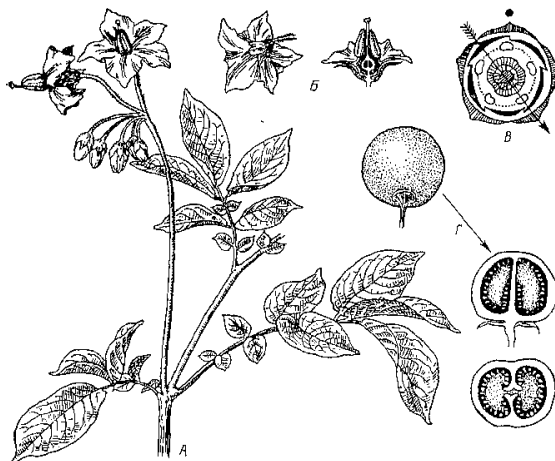


Рис. 44.1. Картофель (*Solanum tuberosum*):

А – репродуктивный побег; Б – общий вид цветка со стороны чашечки и его продольный разрез; Б' – диаграмма цветка; Г – общий вид, продольный и поперечный разрезы плода – ягоды

2. Растение однолетнее, высотой до 60 см, травянистое, с острым запахом. Корневая система стержневая. Стебель ветвистый, прямостоячий, в период формирования плодов лежащий, округло-ребристый, опушенный, нередко явно фасцированный, уплощенный. Листья очередные, прерывистоперисторассеченные на цельные или рассеченные доли, опушенные, без прилистников.

3. Соцветие – завиток, иногда извилина, может иметь от трех до двадцати цветков. Цветки актиноморфные. Околоцветник двойной. Чашечка зеленая, может иметь от пяти до десяти чашелистиков, сросшихся у основания, свободные концы чашелистиков шиловидные. При плодах чашечка разрастается.

Венчик желтый, колесовидный, диаметром до 2,5 см, может иметь от пяти до десяти острых, на верхушке отогнутых лепестков, также сросшихся у основания. Доли венчика чередуются с долями чашечки.

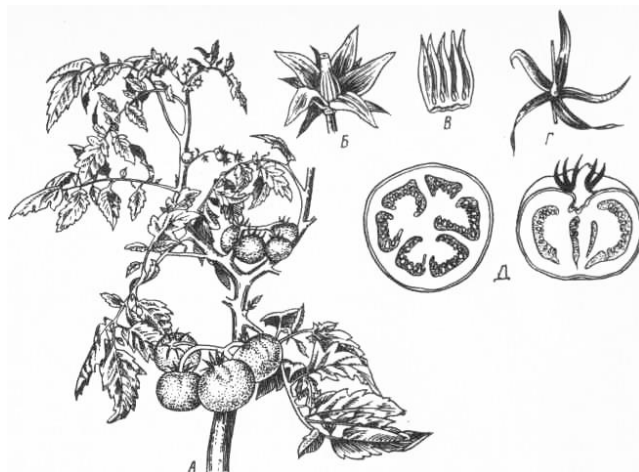


Рис. 44.2. Томат (*Lycopersicon esculentum*):

А – репродуктивный побег; Б – цветок; Б' – андроцей; Г – цветок без венчика и андроеца; Д – поперечный и продольный разрезы ягодовидного соплодия

4. Андроцей состоит из тычинок в количестве от пяти до десяти, прикрепленных к основанию трубки венчика между его зубцами. Тычиночные нити длиной 1-2 мм, пыльники довольно крупные, прижаты друг к другу так, что образуют трубку. Гинецей синкарпный, образован плодолистиками в количестве от двух до десяти. Завязь верхняя, двухгнездная или многогнездная, со многими семязачатками; плацентация осевая. Столбик прямой, довольно длинный, в верхней части несколько уплощен. Рыльце слегка двухлопастное. Формула цветка: $*C_{a(5-10)}C_{o(5-10)}A_{5-10}G_{(2-10)}$. При подсчете число членов чашечки, венчика и андроеца оказывается больше пяти, а гинецея – больше двух вследствие фасциации цветков.

5. Плод – мясистая ягода красного или желтого цвета. Если происходит срастание цветков, то образуется ягодовидное соплодие.

6. В заключение сравнивают признаки представителей двух разных родов: томата и махорки (*Nicotiana rustica*) (рис. 44.3).



Рис. 44.3. Махорка (*Nicotiana rustica*):

А – общий вид растения; Б – развернутый венчик с внутренней стороны;
В – диаграмма цветка; Г – общий вид и поперечный разрез плода-коробочки

Оба растения однолетние, травянистые, резко различаются по строению листьев, цветков и плодов.

Томат

1. Листья рассеченные, иногда дважды.
2. Венчик колесовидный, лепестки заостренные.
3. Плод – ягода.

Махорка

1. Листья цельные, яйцевидные, мягкие, железисто-волосистые.
2. Венчик трубчатый, со вздутой верхней частью и нешироким отгибом, с пятью тупыми лопастями.
3. Плод – почти шаровидная двух-гнездная коробочка.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Пасленовые (Solanaceae), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Пасленовые (Solanaceae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Пасленовые (Solanaceae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Пасленовые (Solanaceae)?

Работа 45. Порядок Ясноткоцветные (Lamiales). Семейство Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae)

Цель работы: изучить растения семейства Яснотковые, или Губоцветные (Lamiaceae, Labiatae) на примере видов из родов: яснотки (*Lamiutn*), живучки (*Ajuga*), бурды (*Glechoma*), черноголовки (*Prunella*), чистец (*Stachys*), мята (*Mentha*), шалфей (*Salvia*), пустырник (*Leonurus*), душица (*Origanum*), пикульник (*Galeopsis*), чабрец (*Thymus*).

Материалы и оборудование: гербарные образцы: яснотки белой (*Lamiutn album*), живучки ползучей (*Ajuga reptans*), бурды плющевидной (*Glechoma hederacea*), черноголовки обыкновенной (*Prunella vulgaris*), а также видов из родов: чистец (*Stachys*), мята (*Mentha*), шалфей (*Salvia*), пустырник (*Leonurus*), душица (*Origanum*), пикульник (*Galeopsis*), чабрец (*Thymus*) и др. Фиксированные в спирте цветки этих растений.

Ясноткоцветные очень близки к норичникоцветным. Часто их объединяют в один порядок – Трубноцветные. Признаки общей организации следующие:

жизненные формы – деревья, реже кустарники, распространенные в тропиках и субтропиках; полукустарники; многолетние и однолетние травы;

листья простые, без прилистников, расположены супротивно или мутовчато;

сосуды с простой перфорацией;

андроцей из четырех или двух (редко пяти или одной) тычинок;

гинецей простой, ценокарпный, из двух плодолистиков, завязь верхняя;

плоды коробочковидные.

В составе порядка четыре семейства, объединяющие около 6,1 тыс. видов (302 рода). Наиболее крупные семейства: Вербеновые (*Verbenaceae*) и Яснотковые, или Губоцветные (*Lamiaceae, Labiatae*).

Семейство Вербеновые. Вербеновые в флоре России представлены лишь четырьмя родами (*Вербена – Verbena*, *Прутняк – Vitex* и др.) и семью видами. Большинство видов семейства (около 700) произрастает в зонах с тропическим климатом. Среди них особенно большое значение имеет тиковое дерево (*Tectona grandis – Индокитай, Индонезия*). Его древесина устойчива к разрушениям морской водой и термитами.

Семейство Яснотковые. Семейство Яснотковые объединяет свыше 200 родов и около 4 тыс. видов травянистых растений, полукустарников и кустарников. Они произрастают почти повсеместно на всех континентах, кроме Антарктиды, но наибольшее видовое разнообразие сосредоточено в засушливых районах Средиземноморья.

Стебель четырехгранный. Листорасположение супротивное; листья простые, без

прилистников. Стебель и листья покрыты железистыми волосками или железистыми чешуйками, выделяющими эфирное масло.

Соцветие – различные виды тирса. Цветки зигоморфные, часто двугубые, изредка почти актиноморфные, например у видов рода Мята (*Mentha*). Чашечка сростнолистная, колокольчатая, трубчатая или двугубая, обычно пятичленная. Венчик всегда пятичленный, в результате срастания лепестков нижняя часть его образует трубку, а верхняя – отгиб. В типичных случаях отгиб двугубый: верхняя губа состоит из двух лепестков, а нижняя – из трех. Реже венчик четырехчленный или одногубый, например у видов родов Дубравник (*Teucrium*), Живучка (*Ajuga*). Внутри трубка голая и гладкая или несколько ниже места прикрепления тычинок несет кольцо волосков, преграждающих насекомым доступ к нектару. Наличие или отсутствие этого приспособления (нектаростегия) – важный систематический признак. Андроцей – из четырех обычно двусильных тычинок, прикрепленных к трубке венчика. Однако виды родов Шалфей (*Salvia*) (рис.), Розмарин (*Rosmarinus*) и некоторых других имеют только две тычинки. Гинецей всегда состоит из двух сросшихся плодолистиков. Завязь верхняя, четырехгнездная (две перегородки ложные), в каждом гнезде по одному семязачатку. Столбик довольно длинный, заканчивается двухлопастным рыльцем. Плод, называемый ценобием, распадается на четыре равных орешковидных мерикарпия (эремы).

Хотя яснотковые и норичниковые в процессе эволюции развивались как самостоятельные ветви, можно отметить большое сходство их друг с другом. Различают эти семейства по совокупности следующих признаков:

Семейство Яснотковые

1. Стебель всегда четырехгранный.
2. Листорасположение всегда супротивное.
3. Венчик обычно двугубый, редко одногубый или отгиб венчика четырехчленный, как у видов рода Мята.
4. Завязь четырехгнездная, с одним семязачатком в каждом гнезде.
5. Плод дробный, распадающийся на четыре орешковидных мерикарпия.
6. Вегетативные органы богаты эфирными маслами.

Семейство Норичниковые

1. Стебель округлый или округлоресчатый до четырехгранного.
2. Листорасположение очередное или супротивное, редко мутовчатое (иногда оба в пределах одного растения).
3. Венчик трубчатый, ширококолокольчатый, колесовидный или двугубый.
4. Завязь двухгнездная, семязачатки многочисленные.
5. Плод – коробочка.
6. Вегетативные органы богаты гликозидами.

Благодаря большому содержанию ароматного эфирного масла Яснотковые находят широкое применение в парфюмерии. Особенно ценны виды родов Розмарин, Лаванда (*Lavandula*), а также шалфей мускатный (*Salvia sclarea*). В пищевой

промышленности и в медицине используют мяту перечную (*Mentha piperita*) и виды родов Шалфей (*Salvia*), Базилик (*Ocimum*), Пустырник (*Leonurus*), Чабрец (*Thymus*). Некоторые виды разводят как декоративные – это шалфей блестящий (*Salvia splendens*), произрастающий в Южной Америке, иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis*), распространенный в Средиземноморье. К сорнякам относят: яснотку белую, или глухую крапиву (*Lamium album*), чистец болотный (*Stachys palustris*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*) и др.

Задания

1. Выбрать из имеющегося материала три-четыре растения, различающихся строением соцветий и цветков, внимательно изучить их и сделать описание, руководствуясь общей схемой.
2. Зарисовать лист, форму стебля на поперечном разрезе, общий вид цветка, чашечку, венчик, андроцей, гинецей, плод рассмотренных видов.
3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. С Яснотковыми знакомятся на примере обычной для средней полосы яснотки белой (*Lamium album*) (рис. 45.1). Она часто растет как сорное растение на полях, в огородах и садах. Растение травянистое, многолетнее, высотой 30-140 см. Корневая система состоит из придаточных корней, образующихся на горизонтальном корневище. Стебель четырехгранный, прямостоячий, маловетвистый, в междоузлиях полый. Листорасположение супротивное. Листья без прилистников; нижние – длинночерешковые, верхние – почти сидячие или короткочерешковые; все простые, яйцевидные, сверху мягковолосистые, снизу почти голые, морщинистые. Край листа пильчатый.

2. Цветки многочисленные, соцветие – колосовидный тирс. Прицветники в шесть-восемь раз короче чашечки, по краю реснитчатые. Чашечка длиной 1-1,5 см, колокольчатая, покрытая волосками, иногда почти мохнатая, в два раза короче венчика, пятизубчатая. Зубцы ланцетные, на верхушке острые, чуть длиннее трубочки, при плодах оттопыренные. Два боковых зубца несколько длиннее остальных. Венчик белый или грязно-белый, длиной 2-2,5 см, явно двугубый, снаружи опушенный. Трубка прямая, длиной 1-1,5 см, с волосистым кольцом в зеве. Верхняя губа шлемовидная, цельная, на верхушке тупая, по краю реснитчатая, почти равна нижней. Нижняя губа трехлопастная, средняя лопасть выемчатая, внизу суженная в короткий ноготок, а боковые лопасти недоразвиты, шиловидные.

3. Андроцей двусильный, спрятан под верхней губой. Тычинок четыре: две длинные, две короткие; они железисто-волосистые; пыльники черно-фиолетовые. Гинецей состоит из двух сросшихся плодолистиков. Столбик длинный, с двулопастным рыльцем, изогнут и расположен под верхней губой. Завязь верхняя, четырехгнездная, снаружи четырехлопастная, в каждом гнезде по одному семязачатку. Основание завязи окружено нектарием в виде валика. Формула цветка

$\uparrow Ca_{(5)}Co_{(2+3)}A_{2+2}G_{(2)}$.

4. Плод заключен в чашечке. Распадается на четыре удлинено-яйцевидных, почти трехгранных орешковидных мерикарпия.

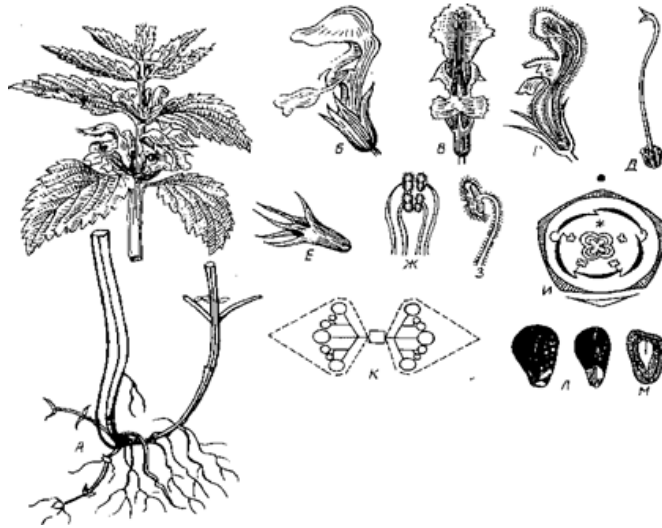


Рис. 45.1. Яснотка белая (*Lamium album*):

А – общий вид; Б, В – общий вид цветка; Г – продольный разрез цветка;
Д – гинецей; Е – чашечка; Ж – андроцей; З – тычинка; И – диаграмма цветка;
К – схема боковых соцветий; Л, М – общий вид и продольный разрез эрема

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Яснотковые или Губоцветные (*Lamiaceae*, *Labiatae*), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Яснотковые, или Губоцветные (*Lamiaceae*, *Labiatae*)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Яснотковые, или Губоцветные (*Lamiaceae*, *Labiatae*)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Яснотковые или Губоцветные (*Lamiaceae*, *Labiatae*)?

Работа 46. Порядок Марецветные (Chenopodiales). Семейство Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae) на примере видов из родов: Мари (Chenopodium), Лебеда, Солянки (Salsola).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы: мари белой (Chenopodium album), лебеда лоснящейся (Atriplex nitens), лебеда садовой (A. hortensis), солянки содоносной (Salsola soda); фиксированные в спирте цветки, а также плоды этих растений.

Представители порядка Марецветные – преимущественно травянистые растения, но есть и деревья. Они широко распространены, особенно – в субтропических странах с сухим климатом и засоленными почвами. Листья очередные или супротивные, чаще без прилистников. Цветки мелкие, невзрачные. Околоцветник простой, число свободных или сросшихся долей от пяти до одной. Иногда цветки голые. Андроцей из пяти тычинок, иногда их меньше. Гинецей многочленный, ценокарпный, из 2-3, реже 4-5 плодолистиков или апокарпный.

В состав порядка входит несколько семейств. Наиболее значительное из них – маревые, или лебедовые (Chenopodiaceae) – объединяющее около 1,5 тыс. видов, 100 родов, и щирицевые (Amaranthaceae) – около 900 видов.

Семейство Маревые во флоре бывшего СССР представлено около 350 видами (50 родов). Жизненные формы разнообразны: от многолетних, двулетних, однолетних трав до кустарников и деревьев (виды рода саксаул – Haloxylon). Широко представлены суккуленты с членистыми стеблями и редуцированными листьями.

Вегетативные органы отличаются большой изменчивостью, нередко даже в пределах одного растения. Особенно это относится к листьям. Они бывают копьевидные, стреловидные, ромбовидные с длинными черешками или от овальных до яйцевидных с явно более короткими черешками.

Цветки у многих видов очень мелкие, расположены по одному в пазухах прицветничков, образуя колосовидные соцветия, но чаще они собраны в тирсы, боковые соцветия которого – клубочки. Цветки однополые или обоеполые, часто имеют по два прицветничка, одночленные, четырехчленные, но чаще пятичленные. Околоцветник простой чашечковидный, иногда более или менее сочный или пленчатый, свободный или сросшийся почти до верхушки, при плодах нередко видоизменен в разнообразные придатки в виде крыловидных выростов, крючков и прочее, служащих для распространения.

Нередко на одном экземпляре растения можно наблюдать цветки трехчленные и пятичленные, однополые и обоеполые (полигамия), с околоцветником и голые (виды родов: Марь – Chenopodium, Лебеда – Atriplex). Семена с твердой спермодермой,

имеющей разнообразные скульптурные утолщения, постоянные для вида, а потому важные для определения, или же с пленчатой спермодермой без специфических утолщений. Плод односемянный – орешек или семянка, встречается гетерокарпия. Из клубочков иногда образуются соплодия (виды рода Свекла – Beta).

Многие представители семейства из родов: Солянка (*Salsola*), Солерос (*Salicornia*), Сарсазан (*Halospermum*), Анабазис (*Anabasis*) и Саксаул доминируют на солонцах и солончаках. Некоторые роды содержат виды важнейшего экономического значения. Например, свеклу обыкновенную (*Beta vulgaris*) широко возделывают как овощное и кормовое растение, но особенно ценна она как техническое сырье для сахарной промышленности. Саксаул черный (*Haloxylon aphyllum*) и Саксаул белый (*H. persicum*) – закрепители песков, а также топливо в безлесных районах Средней Азии. Некоторые виды общеизвестны как сорняки: марь белая (*Chenopodium album*), марь стенная (*Ch. murale*), лебеда садовая (*Atriplex hortensis*) и др.

Задания

1. Изучить виды из родов Марь и Лебеда. Составить их описание, руководствуясь общей схемой.
2. Зарисовать поперечное сечение стебля, лист и покрывающие его волоски, соцветие, цветок, андроцей, гинецей, плод, семя рассмотренных растений.
3. Сопоставить представителей обоих родов и выявить у них общие и отличительные признаки.
4. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. Марь белая (*Chenopodium album*) (рис. 46.1) – одно из наиболее широко распространенных растений (космополит). Она встречается почти повсеместно как сорняк на полях, а также на сорных местах.

Растение травянистое, однолетнее. Стебель пятигранный. Сердцевидные листья очередные, ромбовидные, неправильно зубчатые, длинночерешковые. Стебли и листья с мучнистым налетом. При помощи стереоскопического микроскопа рассматривают поверхность и край листа. Он покрыт пузыревидными волосками, которые и создают впечатление мучнистого налета.

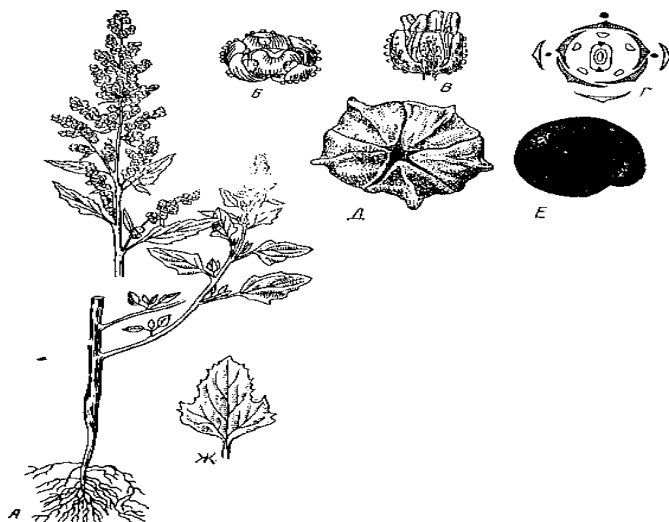


Рис. 46.1. Марь белая (*Chenopodium album*):

А – общий вид; Б – цветок обоеполый; В – цветок тычиночный; Г – диаграмма обоеполого цветка; Д – плод в околоцветнике; Е – семя; Ж – лист срединной формации

2. Цветки в клубочках, расположенных в пазухах листьев и собранных в тирс. Рассматривают один клубочек при помощи стереоскопического микроскопа и убеждаются в том, что он состоит из очень мелких цветков. Околоцветник простой чашечковидный, из пяти килеватых листочков, по краям пленчатых. Доли околоцветника в основании сросшиеся. По килю расположены пузыревидные волоски. Андроцей – из пяти тычинок, супротивных долям околоцветника. Гинецей – из двух плодолистиков, паракарпный. Завязь верхняя. Формула цветка: $P_{(5)} A_5 G_{(2)}$. Среди обоеполых цветков иногда можно встретить и однополые.

3. Рассматривают плод – семянку. Околоцветник остается при плоде, и его листочки загибаются внутрь, закрывая плод. Препаровальной иглой снимают пленчатый околоплодник и вынимают семя. Оно имеет твердую, почти черную блестящую спермодерму с рисунком.

4. Лебеда лоснящаяся (*Atriplex nitens*) (рис. 46.2) – также довольно обычное, легко добываемое травянистое однолетнее растение. Нижние побеги и листья на них супротивные. Листья копьевидные, выемчато-зубчатые, с мучнистым налетом. Соцветие агрегатное. Цветки собраны в рыхлые колосья, образующие метелку. По внешнему виду лебеда лоснящаяся настолько похожа на марь белую, что их трудно бывает различить. Однако цветки у лебеды раздельнополые. Тычиночный имеет простой околоцветник из пяти листочков и андроцей из пяти тычинок.

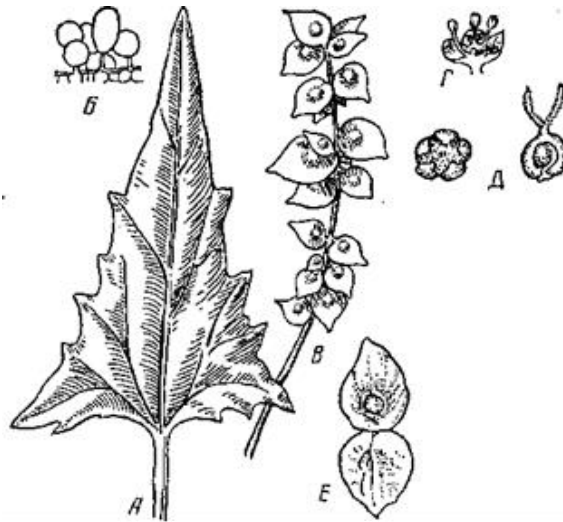


Рис. 46.2. Лебеда лоснящаяся (*Atriplex nitens*):

А – лист срединной формации; Б – пузыревидные волоски на эпидерме листа;
В – репродуктивный побег; Г – продольный разрез тычиночного цветка;
Д – пестичные цветки (с околоцветником и голый); Е – плод с прицветничками

Пестичный чаще голый, с двумя прицветничками, сросшимися в основании. Гинецей ценокарпный, из двух плодолистиков. Формулы цветков: $\sigma^*P_{(5)}A_5G_0$; $\text{♀}^*P_0A_0G_{(2)}$.

Среди голых пестичных цветков можно встретить и с околоцветником, но тогда без прицветничков.

5. Прицветнички при плодах округло-овальные, цельнокрайние, сидячие, голые, со временем пурпурно-красные, значительно превышают плоды. Плоды и семена двоякие: в цветках без околоцветника, крупные, диаметром 3-4 мм, в цветках с околоцветником мелкие, диаметром 1-1,5 мм.

В заключение составляют таблицу по основным отличительным признакам репродуктивных органов обоих видов:

Марь белая

1. Цветки обоеполые, иногда с примесью раздельнополых, всегда без прицветничков.
2. Соцветие – тирс (клубочки собраны в метелку).
3. Плоды одного размера.
4. Семена с твердой спермодермой, имеющей рисунок.

Лебеда лоснящаяся

1. Цветки раздельнополые, пестичные, чаще без околоцветника и с прицветничками.
2. Соцветие агрегатное (безлистные колосья, собранные в метелку).
3. Плоды разного размера (гетерокарпия).
4. Семена с пленчатой спермодермой, без рисунка.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Маревые, или Лебедовые (Chenopodiaceae)?

Работа 47. Порядок Макоцветные (Rhoeadales). Семейство Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae)

Цель работы: изучить растения семейства Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae) на примере видов из родов: Капусты (Brassica), Редьки (Raphanus), Рыжика (Camelina), Сурепицы (Barbarea), Мака (Papaver), Чистотела (Chelidonium), Дымянки (Fumaria), Хохлатки (Corydalis) Желтофиоли (Cheiranthus), Сумочника (Capsella), Брюквы (Brassica), Лунника (Lunaria), Катрана (Crambe).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы капусты огородной (Brassica oleracea), редьки дикой (Raphanus raphanistrum) или редьки посевной (R. sativus), рыжика ярового (Camelina glabrata) или сурепицы обыкновенной (Barbarea vulgaris) из семейства Капустные (Brassicaceae); мака снотворного (Papaver somniferum), мака самосейки (P. rhoeas) и чистотела большого (Chelidonium majus) из семейства Маковые (Papaveraceae) или дымянки аптечной (Fumaria officinalis) и хохлатки плотной (Corydalis solida) из семейства Дымянковые (Fumariaceae). Фиксированные в спирте цветки и плоды этих растений, а также плоды желтофиоли (Cheiranthus cheiri), сумочника пастушьего (Capsella bursa-pastoris), брюквы (Brassica napus) или горчицы черной (B. nigra), лунника многолетнего (Lunaria rediviva), катрана морского (Crambe maritima) или катрана шершавого (C. aspera).

Порядок Макоцветные объединяют 6-7 семейств, представители которых в основном произрастают во внетропических зонах: семейство Капустные, или Крестоцветные (Brassicaceae, Cruciferae), включающее 350 родов, 3 тыс. видов, представленных обычно травами, изредка полукустарниками; семейство Маковые (Papaveraceae) – 30 родов, около 800 видов – травы, изредка кустарники и даже деревья; семейство Дымянковые (Fumariaceae) – 19 родов, около 425 видов – травы, иногда лианы; семейство Каперсовые (Capparidaceae) – 450 видов – травы и кустарники; семейство Резедовые (Resedaceae) – 60 видов – травы и кустарники. Только в тропических странах растут немногие виды семейств: Товариевые (Tovariaceae) и Морингиевые (Moringaceae), представленные деревьями. Из них Хренное дерево (Moringa oleifera) возделывают для получения масла из семян и камеди.

Цветки актиноморфные, обычно обоеполые, с двойным околоцветником. Листочки околоцветника свободные в двухчленных, четырехчленных или пятичленных мутовках. Тычинок столько же, сколько лепестков, или больше и неопределенное число. Гинецей паракарпный из двух или нескольких плодолистиков. Завязь одногнездная или многогнездная, чаще верхняя. Представители многих родов, особенно семейства Маковые, имеют млечники.

У некоторых семейств Макоцветных прослеживаются родственные связи с магнолиевидными (например, маковые с барбарисовыми). Этого нельзя сказать в

отношении семейства Капустные и близких к нему семейств Резедовые и Каперсовые.

Семейство Капустные довольно полиморфное и вместе с тем наиболее естественное. Представители семейства распространены в странах с умеренным и холодным климатом Северного полушария. Роды связаны между собой настолько тесно, что зачастую между ними нет четких и надежных морфологических границ.

Особенно большое однообразие наблюдается в строении цветков, не имеющих прицветников и прицветничков и собранных в метелки или кисти. Чашечка свободная, из четырех чашелистиков, расположенных в двух двучленных кругах. Венчик также из четырех свободных лепестков, но расположенных в одном круге. Андроцей из шести тычинок в двух кругах: четыре – во внутреннем и две, более короткие – во внешнем, т. е. четырехсильный. Гинецей паракарпный, он всегда состоит из двух плодолистиков. У мест срастания плодолистиков образуются плаценты. На каждой из плацент вырастает по два семязачатка с двумя покровами, кампилотропные. Смежные ряды семязачатков, однако, разобщены ложной перегородкой, отходящей от середины плаценты, поэтому завязь имеет два ложных гнезда. Завязь верхняя. Столбик увенчан двухлопастным, иногда головчатым рыльцем, лопасти расположены комиссурально, т. е. по швам пестика.

Плод – стручок, иногда укороченный (стручочек). Раскрывается двумя створками, отделяющимися от ложной перегородки снизу вверх. У некоторых капустных (виды родов: Настурция – *Nasturtium*, Тетропома – *Tetropoma*) плод имеет не две, а четыре створки. Следовательно, можно предположить, что пестик состоит не из двух, а из четырех плодолистиков. В таком случае у большинства Крестоцветных два плодолистика образуют перегородку. Эта гипотеза подтверждается числом и способом расположения проводящих пучков. Иногда плоды нераскрывающиеся: односемянные (виды рода Катран – *Crambe*); многосемянные (редька посевная – *Raphanus sativus*); членистые (редька дикая – *R. raphanistrum*). Бывают крылатые стручочки (виды родов: Ярутка – *Thlaspi*, Клоповник – *Lepidium*). Для определения видов важно учитывать не только структуру плодов, но и их расположение по отношению к оси соцветия. Семена без эндосперма и перисперма.

Капустные – энтомофильные растения. Однако нередко наблюдают и самоопыление, например, клейстогамия известна у шильника водяного (*Subularia aquatica*) и др.

Многие виды широко возделывают как овощные культуры: капусту огородную (*Brassica oleracea*), брюкву, рапс (*Brassica napus*), репу, турнепс (*B. rapa*), редьку посевную (*Raphanus sativus*), кресс-салат (*Lepidium sativum*) и др. Как масличные возделывают горчицу черную (*Brassica nigra*), горчицу сарептскую (*Sinapis juncea*), горчицу белую (*S. alba*), рыжик посевной (*Camelina sativa*) и др. Используют также некоторые капустные, произрастающие в естественных зарослях: хрен обыкновенный (*Armoracia rusticana*), катран кочи (*Crambe kotschyana*). В корнях последнего много крахмала. Другие виды семейства издавна выращивают как декоративные: вечерницу, или ночную фиалку (*Hesperis matronalis*), желтофиоль садовый (*Cheiranthus cheiri*),

левкои (*Matthiola annua*, *M. incana*) и др. Многие представители родов: ярутка (*Thlaspi*), гулявник (*Sisymbrium*), сурепица (*Barbarea*), сумочник (*Capsella*) и других – известны как широко распространенные сорняки.

Задания

1. Изучить строение редьки посевной и сделать ее описание.
2. Зарисовать ее лист, цветок, чашелистик, лепесток, андроцей, гинецей, плод.
3. Определить описанное растение.
4. Сравнить строение плодов редьки посевной и редьки дикой, а также плодов видов других родов.
5. Установить сходство и различие в строении цветков и плодов редьки посевной (или любого другого вида капустных) с цветками и плодами маковых – мака снотворного или мака – самосейки.

Порядок работы

1. Редька посевная (*Raphanus sativus*) (рис. 47.1) – одно из наиболее широко известных растений. Ее издавна возделывают как овощную культуру, встречаются почти повсеместно и в одичавшем виде, преимущественно на сорных местах.

2. В пределах вида различают два подвида.

Редька (*R. sativus* subsp. *niger*) – двулетнее растение, корень крупный, длиной до 25 см, сильно утолщенный, черный или белый, изредка красный.

Редис (*R. sativus* subsp. *radicula*) – однолетнее растение, корень не превышает в длину 3-15 см, белый, красный, фиолетовый, изредка желтый.



Рис. 47.1. Редька посевная (*Raphanus sativus*):

А – лист низовой формации; Б – репродуктивный побег; В – лепесток; Г – цветок без околоцветника; Д – тычинка; Е – диаграмма цветка; Ж – плод; З – поперечный разрез семени; 1 – нектарий

3. Рассматривают гербарные образцы, собранные в различные фазы роста: розетки, цветения, плодоношения. У растений, которые образовали цветоносный побег и приступили к цветению и плодоношению, стебель ветвистый, прямостоячий, высотой 40-60 см.

Прикорневые листья черешковые, лировидноперисторассеченные, с крупной верхней долей и двумя-шестью парами боковых. Иногда листья лишь более или менее лопастные или даже почти цельные, неравнозубчатые. Срединные листья большей частью очередные, почти сидячие, цельные, удлинненно-овальные, неравнозубчатые, с одной-двумя парами боковых лопастей.

4. Соцветие – рыхлая кисть. Цветок имеет белые, розовые или фиолетовые лепестки длиной 1,5-1,6 см, обратнойцевидные, с хорошо выраженным ноготком. Чашелистики прямые, продолговатые, на верхушке тупые. Андроцей из шести тычинок, четырехсильный: две тычинки наружного круга короткие, четыре внутреннего круга – длинные, соединены парами. Нектарии хорошо сформированы лишь на внутренней стороне коротких тычинок. Завязь на очень коротком гинофоре (плодоножке), столбик очень короткий (редуцирован), рыльце головчатое, очень, слабо двухлопастное. Формула цветка $*C_{a2+2}C_{o4}A_{2+4}G_{(2)}$.

5. Плод – нераскрывающийся стручок, вздутый, широкий, голый или покрытый волосками; носик слабо выражен, шиловидно-конический. Семя яйцевидно-округлое, зародышевый корешок помещается в желобке между двумя семядолями.

6. Поскольку одним из важнейших признаков для определения родов Капустных служит структура плодов, сравнивают плоды наиболее широко известных и легко добываемых растений, например: редьки дикой, желтофиоля садового, сумочника пастушьего (*Capsella bursa-pastoris*), капусты огородной, брюквы или горчицы черной, лунника многолетнего (*Lunaria rediviva*), катрана морского (*Crambe maritima*) или катрана шершавого (*C. aspera*) и др. (рис. 47.2).

Наконец, сопоставляют главнейшие признаки строения цветков, плодов и вегетативных органов Капустных на примере редьки посевной и Маковых на примере мака самосейки (*Papaver rhoeas*) (рис. 47.3).

7. Признаки строения, общие для редьки посевной и мака самосейки: травянистые растения с очередными листьями; цветки обоеполые, актиноморфные, с двойным околоцветником, отдельно-лепестные; гинецей паракарпный, завязь верхняя, плацентация париетальная (постенная); лопасти рыльца расположены по спайкам долей пестика (комиссуральные).

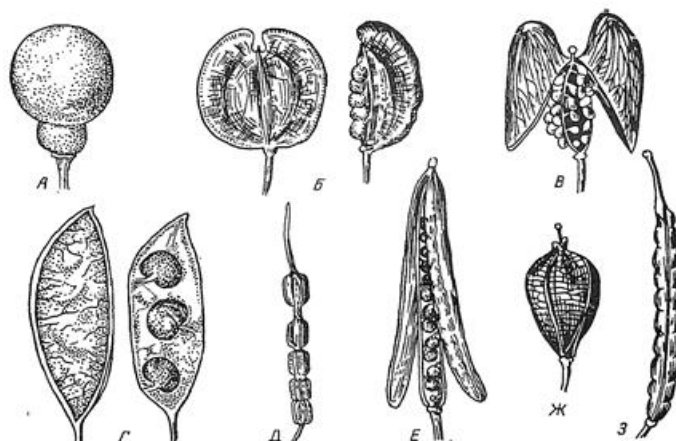


Рис. 47.2. Плоды капустных (сем. Brassicaceae):

А – катран морской (*Crambe maritima*); Б – ярутка полевая (*Thlaspi arvense*);
 В – сумочник пастуший (*Capsella bursa-pastoris*); Г – лунник многолетний (*Lunaria rediviva*); Д – редька дикая (*Raphanus raphanistrum*); Е – желтофиоль садовый (*Cheiranthus cheiri*); Ж – рыжик посевной (*Camelina sativa*); З – брюква (*Brassica napus*)

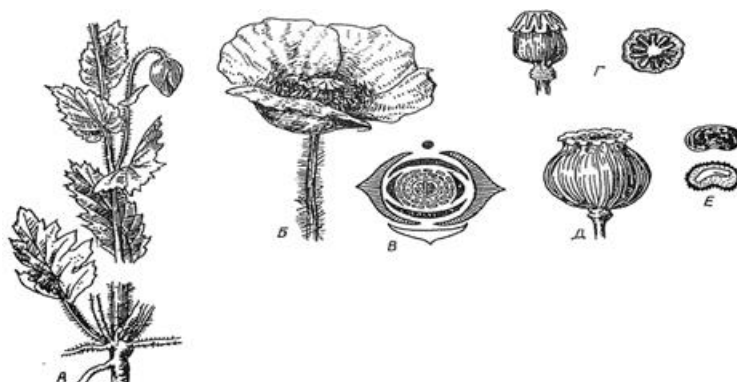


Рис. 47.3. Мак самосейка (*Papaver rhoeas*):

А – общий вид; Б – цветок; В – диаграмма цветка; Г – общий вид и поперечный разрез гинецея; Д – плод – коробочка; Е – общий вид и продольный разрез семени

Отличительные признаки редьки посевной и мака самосейки

8. Редька посевная

- 1) Растения без млечного сока, имеются клетки, содержащие мирозии.
- 2) Цветки небольшие, в безлистных кистях.
- 3) Чашелистиков четыре в двух кругах, по два в каждом, они сохраняются, но крайней мере, в период цветения.
- 4) Андродей из шести тычинок в двух кругах (две короткие снаружи и четыре длинные внутри).
- 5) Пестик из двух плодолистиков.
- 6) Завязь вследствие образования ложной перегородки двухгнездная.
- 7) Плод – стручок (у рассматриваемого вида нераскрывающийся).

8) Семена без эндосперма.

Мак самосейка

1) Растения с млечным соком.

2) Цветки крупные, одиночные.

3) Чашелистиков два в одном круге, они опадают при раскрытии цветков.

4) Андроцей из неопределенного и большого числа тычинок, расположенных несколькими кругами.

5) Пестик из 14-16 плодолистиков. У некоторых родов, например у чистотела (*Chelidonium*), мачка (*Glaucium*) и других, плодолистиков два.

6) Завязь одногнездная.

7) Плод – коробочка (раскрывающаяся).

8) Семена с эндоспермом, содержащим масла.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Капустные, или Крестоцветные (*Brassicaceae*, *Cruciferae*), какое место занимает оно в эволюционном ряду?

2. Каково географическое распространение представителей семейства Капустные, или Крестоцветные (*Brassicaceae*, *Cruciferae*)?

3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?

4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Капустные, или Крестоцветные (*Brassicaceae*, *Cruciferae*)?

5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?

6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Капустные, или Крестоцветные (*Brassicaceae*, *Cruciferae*)?

Работа 48. Порядок Астроцветные (Asterales). Семейство Астровые или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)

Цель работы: изучить растения семейства Астровые или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae) на примере видов из родов: Подсолнечника (*Helianthus*), Астры (*Aster*), Одуванчика (*Taraxacum*), Нивяника (*Leucanthemum*), Пижмы (*Tanacetum*), Осота (*Sonchus*), Бодяка (*Cirsium*), Тысячелистника (*Achillea*); Ромашки (*Matricaria*), Крестовника (*Senecio*), Василька (*Centaurea*), Скерды (*Crepis*), Ястребинки (*Hieracium*).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы: подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus*) или топинамбура (*H. tuberosus*) или астры (*Aster amellus*), одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*), нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare*), пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare*), осота полевого (*Sonchus arvensis*), бодяка полевого (*Cirsium arvense*), тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*); видов родов: Ромашка (*Matricaria*), Крестовник (*Senecio*), Василек (*Centaurea*), Скерда (*Crepis*), Ястребинка (*Hieracium*) и др. Фиксированные в спирте цветки этих растений.

Астроцветные – монотипный порядок. В его составе лишь одно семейство – астровые, или сложноцветные (Asteraceae, Compositae). Это одна из наиболее высокоорганизованных и наиболее широко распространенных групп покрытосеменных растений. Число видов весьма неопределенно: 18-20 или даже 25 тыс. (по Смоллу), 1 тыс. родов. В растительном покрове они составляют примерно десятую часть всех покрытосеменных.

Многие роды чрезвычайно полиморфны, так как явно находятся в процессе интенсивного формообразования. Их характеризуют высокая пластичность в экологическом отношении (многие виды являются космополитами), большая энергия как семенного, так и вегетативного размножения. Значительная часть видов выступает в качестве основных компонентов растительного покрова. Большое число астровых – хозяйственно ценные растения. Так, салат латук (*Lactuca sativa*) – важная овощная культура, подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus*) – масличная, эстрагон (*Artemisia dracunculoides*) – пряная. Виды родов Сушеница (*Gnaphalium*), Пижма (*Tanacetum*), Цикорий (*Cichorium*) и других используют в фармакологии; виды рода Пиретрум (*Pyrethrum*) и др. – для инсектицидных препаратов; виды родов Астра (*Aster*), Георгин (*Dahlia*), Хризантема (*Chrysanthemum*) представляют интерес как декоративные культуры; виды рода Одуванчик (*Taraxacum*) – как каучуконосы.

Многие представители семейства являются злостными, трудно искореняемыми сорняками полей. К ним относятся виды родов: Осот (*Sonchus*), Бодяк (*Cirsium*), Василек (*Centaurea*) и др.

Астровые – в основном травянистые растения, реже полукустарники, в горах

тропической зоны и на океанических островах встречаются также кустарники и деревья. Листья простые, без прилистников, цельные или расчлененные. Листорасположение очередное, реже супротивное или мутовчатое.

Характерный признак семейства – соцветие корзинка, которое на первый взгляд можно принять за цветок. В некоторых случаях корзинки, если они малы, собраны в щиток или метелку (агрегатное соцветие). Корзинки окружены листочками, в совокупности называемые оберткой. Расположение листочков обертки по отношению друг к другу, а также их форма и окраска важные признаки для определения. Ложе корзинки может быть вогнутым, плоским или выпуклым, гладким или выемчатым, покрытым щетинками или волосками, внутри выполненным или полым (рис. 48.1). Все это также учитывают при определении.

Цветки очень разнообразные: то довольно крупные и ярко окрашенные, то мелкие, невзрачные. Наиболее типичные цветки четырехциклические, причем околоцветник и андроцей пятичленные, а гинецей образован двумя плодолистиками. Чашечка сростнолистная, прирастает к завязи, свободная часть редуцирована или сохраняется в виде пяти зубцов (редко), прицепков, волосков (хохол, паппус). Венчик сростнолепестной, актиноморфный или зигоморфный.

Андроцей состоит из пяти тычинок со свободными тычиночными нитями и слипшимися в трубку пыльниками – такое строение характерно только для астровых. Некоторые представители семейства Ворсянковые (*Dipsacaceae*) тоже имеют соцветие корзинку, но их легко отличить от астровых по неслипшимся пыльникам.

Гинецей паракарпный. Завязь нижняя, одногнездная. Длинный столбик находится внутри тычиночной трубки, над которой возвышается обычно двухлопастное рыльце. Плод – семянка, нередко снабженная летучкой (рис. 48.2). Семя без эндосперма, часто слипается с околоплодником.

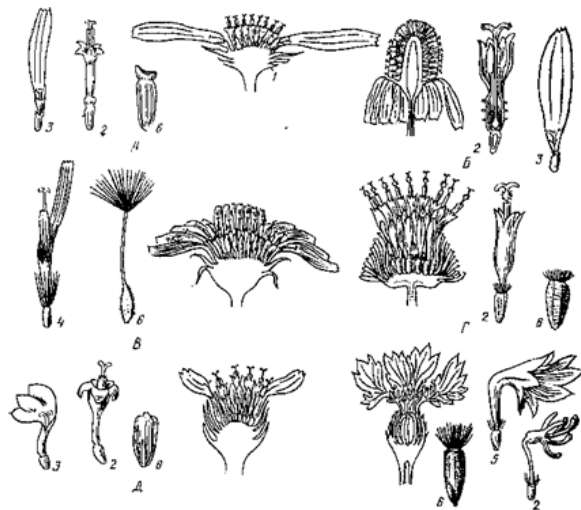


Рис. 48.1. Соцветия и типы цветков астровых (сем. Asteraceae):

А – нивяник обыкновенный (*Leucanthemum vulgare*); В – ромашка лекарственная (*Matricaria recutita*); В – одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale*); Г – лопух большой (*Arctium lappa*); Д – тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium*); Е – василек синий (*Centaurea cyanus*); 1 – обертка, 2 – трубчатый цветок, 3 – ложноязычковый цветок, 4 – язычковый цветок, 5 – воронковидный цветок, 5 – плод – семянка

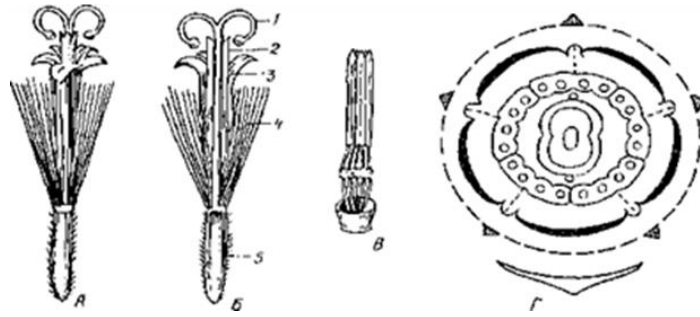


Рис. 48.2. Трубочатый цветок астровых (сем. Asteraceae):

А – общий вид; Б – продольный разрез; В – андроцей; Г – диаграмма цветка;
1 – рыльце; 2 – андроцей; 3 – венчик; 4 – хохолок; 5 – завязь

По строению венчика различают следующие основные типы цветков: трубчатый, язычковый, ложноязычковый, воронковидный (рис. 48.1). У южноамериканских видов известен еще один тип цветка – с двугубым околоцветником. С ним, по-видимому, генетически связаны ложноязычковые цветки.

Трубочатый цветок обычно принимают за исходный тип. Лепестки венчика у него срастаются в трубку, в верхней части трубка расширяется и переходит в пятизубчатый отгиб из свободных верхушек лепестков. Цветок актиноморфный, обоеполый (срединные цветки корзинки у видов родов: Подсолнечник (*Helianthus*), Ромашка (*Matricaria*), иногда однополый (пестичные и тычиночные цветки у кошачьей лапки двудомной – *Antennaria dioica*). Формула цветка: $*C_{a(5)-pap-0} C_{o(5)} A_{(5)} G_{(2)}$.

Язычковый цветок – явно производный от трубчатого. В нижней части венчика у него также есть трубка, только очень короткая. Выше образуется пластинчатый отгиб (язычок), заканчивающийся пятью зубчиками. Цветок зигоморфный, обоеполый, встречается у видов родов одуванчик, цикорий.

Формула цветка: $\uparrow C_{a(5)-pap-0} C_{o(5)} A_{(5)} G_{(2)}$.

Ложноязычковый цветок, очевидно, произошел от двугубого, венчик имеет только одну губу – нижнюю. Ложный язычок образован лишь тремя лепестками, на что указывают три зубчика на верхушке язычка. Цветок зигоморфный, часто пестичный, например краевые цветки корзинки у видов родов Подсолнечник и Ромашка. Формула цветка: $\uparrow C_{a(5)-pap-0} C_{o(3)} A_0 G_{(2)}$.

Воронковидный цветок очень напоминает трубчатый. Основное отличие – воронковидное расширение венчика в верхней части трубки. Число зубцов – более пяти вследствие расщепления свободных окончаний лепестков. Цветок бесполой – без тычинок и пестика. Такие цветки расположены только по периферии корзинки, например у видов рода Василек.

Формула цветка: $\uparrow C_{a(5)-pap-0} C_{o(5-7)} A_0 G_0$.

Мелкие цветки, собранные в компактные соцветия – корзинки, более заметны для насекомых-опылителей. Корзинка может состоять только из трубчатых цветков или только из язычковых. Часто в центральной части корзинки расположены трубчатые цветки, а по периферии – ложноязычковые или воронковидные. Крупные краевые

цветки бывают иначе окрашенные, чем мелкие срединные, что является, по-видимому, хорошим ориентиром для насекомых.

Распределение полов в соцветиях очень разнообразно. Корзинка может состоять только из обоеполых цветков (виды родов: Одуванчик, Пижма), обоеполых и однополых или бесполоых (роды: Подсолнечник, Василек), однополых, собранных в одной корзинке (виды рода Мать-и-мачеха – *Tussilago*) или в разных. В последнем случае бывают как однодомные растения (виды рода Дурнишник – *Xanthium*), так и двудомные (виды рода Кошачья лапка – *Antennaria*).

Перечисленные особенности строения цветков и их распределение в соцветии имеют решающее значение для определения родов. При определении же видов в пределах рода на первое место выступают особенности строения вегетативных органов.

Семейство подразделяют на два подсемейства: трубчатые (*Tubiflorae*), у которых все цветки в корзинке трубчатые или краевые цветки ложноязычковые или воронковидные, и язычковые (*Liguliflorae*), у которых все цветки в корзинке язычковые.

Задания

1. Изучить строение представителей семейства Астровые, у которых соцветие состоит из цветков: язычковых (виды родов: Одуванчик, Осот, Скерда, Ястребинка), трубчатых (виды родов: Пижма, Бодяк), трубчатых и ложноязычковых (виды родов: Подсолнечник, Астра, Нивяник, Ромашка, Крестовник, Тысячелистник), трубчатых и воронковидных (виды рода Василек). Составить их описание, руководствуясь общей схемой.

2. Зарисовать для каждого изученного вида: лист; общий вид корзинки; ее ложе, удалив предварительно с него все цветки; несколько листочков обертки, взятых из внутренней, средней и наружной частей; все типы цветков; плод.

3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают повсеместно встречающееся сорное растение осот полевой (*Sonchus arvensis*) (рис. 48.3).

Растение травянистое, многолетнее, высотой 60-150 см. Под землей находится длинное шнуровидное корневище с придаточными почками и придаточными корнями. Стебель ветвится лишь в верхней части, прямостоячий, на поперечном разрезе округлый, внутри полый. Листья расположены поочередно, простые, чаще сидячие, жестковатые, перистораздельные, с сердцевидным основанием, охватывающим стебель. Нижние листья черешковые, основания их с округлыми ушками. Прилистников нет.

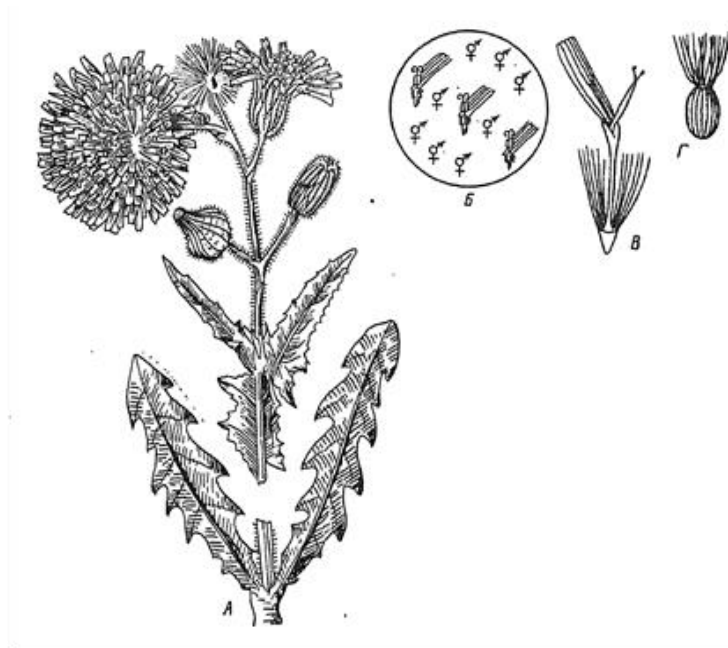


Рис. 48.3. Осот полевой (*Sonchus arvensis*):

А – нижняя часть растения и репродуктивный побег; Б – схема соцветия;
В – язычковый цветок; Г – плод – семянка

2. Соцветие агрегатное – корзинки собраны в метелку. Корзинка многоцветковая, достигает 2,6 см в диаметре, обертка черепитчатая. Цветки зигоморфные, четырехкруговые. Чашечка в виде хохолка (паппуса). Венчик язычковый, из пяти сросшихся лепестков, желтый. Андроцей – из пяти тычинок, слипшихся пыльниками в трубку. Гинецей паракарпный, образован двумя плодолистиками. Завязь нижняя, одногнездная, с одним семязачатком. Рыльце двухлопастное. Формула цветка: $\uparrow C_{\text{раp}} C_{(5)} A_{(5)} G_{(2)}$.

3. Плод – темно-бурая сплюснутая семянка с поперечноморщинистыми ребрышками, имеющая летучку (хохолок). Зарисовывают части растений согласно заданию.

4. В заключение определяют растение.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Астровые, или Сложноцветные (Asteraceae, Compositae)?

Работа 49. Порядок Лилейноцветные (Liliales). Семейство Лилейные (Liliaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Лилейные (Liliaceae) на примере видов из родов: Чемерица (*Veratrum*), Красоднев (*Heimerocallis*), Лук (*Allium*), Лилия (*Lilium*), Спаржа (*Asparagus*), Майник (*Majanthemum*), Купена (*Polygonalum*), Ландыш (*Convallaria*), Сассапариль (*Smilax*), Ирис (*Iris*), Нарцисс (*Narcissus*).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы растений из родов: Чемерица (*Veratrum*), Красоднев (*Heimerocallis*), Лук (*Allium*), Лилия (*Lilium*), Спаржа (*Asparagus*), Майник (*Majanthemum*), Купена (*Polygonalum*) или Ландыш (*Convallaria*), Сассапариль (*Smilax*) из семейства Лилейные, а также Ирис (*Iris*) из семейства Ирисовые (*Iridaceae*), Нарцисс (*Narcissus*) из семейства Амариллисовые (*Amaryllidaceae*) и др. Цветки перечисленных растений, фиксированные в спирте.

Общее число видов – около 64 тыс. (2,6 тыс. родов, 85-90 семейств). Основные жизненные формы: преимущественно травы (многолетние, двулетние, однолетние), реже деревья, кустарники, лианы.

Однодольные представляют собой вполне естественный ряд покрытосеменных. Наиболее примитивные роды, например, у Частухоцветных, близки к Магнолиевидным. Наиболее прогрессивные стоят на высшей ступени эволюции покрытосеменных. Таковы Орхидные, которые по уровню специализации и полиморфизму могут быть сравнимы с Астровыми. Однако центры максимального видового разнообразия их не совпадают: большинство видов Орхидных, а их насчитывают, как и Астровых, до 25 тыс., сосредоточено в дождевых тропических лесах, тогда как Астровые, также в большинстве своем – травы, распространены преимущественно во внетропических странах с умеренным и даже холодным климатом.

Среди однодольных много высокоспециализированных растений – геофитов, переносящих неблагоприятные условия жизни в виде корневищ, луковиц, клубней, клубнелуковиц, погруженных в землю; гелофитов, произрастающих на болотах и сильно увлажненных почвах; ксерофитов, приспособленных к аридным условиям; эфемеров, имеющих короткий жизненный цикл, заканчивающийся до наступления длительного периода засухи.

Однодольные делят на три группы порядков: Чашечкоцветные (*Calyciflorae*), Венчикоцветные (*Corolliflorae*), Чешуецветные (*Glumiflorae*).

Чашечкоцветные имеют околоцветник, дифференцированный на чашечку и венчик. Цветки гемициклические и циклические. Тычинок от 3 до 200. Плодолистиков от трех до нескольких десятков. Опыление чаще энтомофильное. К этой группе относят порядки: Пальмоцветные (*Palmales*, *Arecales*), Частухоцветные (*Alismatales*),

Водокрасоцветные (Hydrocharitales).

Венчицветные имеют околоцветник простой венчиковидный, часто с хорошо выраженными нектариями. Опыление насекомыми, в тропических странах – птицами.

Чешуецветные имеют цветки с простым или редуцированным в связи с опылением ветром околоцветником, состоящим из чешуек, щетинок, волосков.

Порядок Лилейноцветные объединяет около 20 семейств, сотни родов и огромное число видов, встречающихся в самых разнообразных условиях. В соответствии с этим у лилейноцветных наблюдают большое разнообразие жизненных форм – реже деревянистые (деревья, кустарники, лианы), часто многолетние травянистые (луковичные, корневищные), крайне редки однолетние.

Общие признаки организации, указывающие на несомненно родственные взаимосвязи.

Цветки крупные, ярко окрашенные, обоеполые, актиноморфные, изредка зигоморфные (виды рода Шпажник – *Gladiolus*), с пятью трехчленными кругами. Невзрачные мелкие цветки, явно редуцированные в связи с опылением ветром, встречаются лишь у Ситниковых (семейство *Juncaceae*). Иногда цветки двухчленные или четырехчленные, как, например, у видов рода Майник (*Majanthemum*), вороньего глаза четырехлистного (*Paris quadrifolia*). Изредка выпадает один круг тычинок.

Околоцветник раздельнолепестной, редко сростнолепестной, двухкруговой, обычно венчиковидный, реже чашечковидный, иногда дифференцирован на чашечку и венчик.

Андроцей из шести свободных тычинок (в двух кругах по три в каждом), иногда внутренний круг редуцирован; гинецей синкарпный, обычно из трех плодолистиков, завязь трехгнездная, верхняя, кроме семейства Амариллисовые (*Amaryllidaceae*) и Ирисовые (*Iridaceae*); плацентация осевая.

Плод – коробочка, изредка ягода, семена с эндоспермом; листья цельнокрайные с параллельным или дуговым жилкованием.

Среди многочисленных видов порядка Лилейноцветные есть издавна известные как ценные декоративные, пищевые и лекарственные растения.

Семейство Лилейные подразделяют на ряд подсемейств (по А. Энглеру – 11). Число родов в семействе от 170 до 250, видов же до 4 тыс. Лилейные представлены во всех флорах мира. Наиболее велик их удельный вес в растительных сообществах тех субтропических районов, в которых бывают периодические засухи, а также в степных областях внетропических стран, в том числе и сухих степях, переходных к пустыням.

У Лилейных в процессе адаптивной эволюции особенно глубоким изменениям подвергались вегетативные органы, из которых образовались луковичы, корневища, клубни, филлокладии, выводковые почки и др. Жизненные формы – изредка древовидные (в тропических странах – виды родов: Алоэ – *Aloe*, Драцена – *Dracaena*, Юкка – *Jussia*), своеобразные травяные деревья (виды рода Ксанторрея – *Xanthorrhoea*), лианы и полулианы, чаще травянистые многолетние и лишь очень редко

однолетние. Листья более или менее мясистые, глянцевитые, цельнокрайные, очередные.

Соцветие – метелка, кисть, зонтик, иногда встречаются одиночные цветки. Цветки с венчиковидным околоцветником, актиноморфные, обоеполые, циклические, круги трехчленные, изредка двухчленные, четырехчленные. Андроцей в двух кругах (A_{3+3}). Гинецей простой, синкарпный, из трех плодолистиков; завязь верхняя. Плод – коробочка или ягода (рис. 49.1).

Во флоре бывшего Советского Союза встречаются всего лишь 44 рода и 640 видов.

Задания

1. Проанализировать несколько представителей Лилейных из числа рекомендуемых и составить их описание, руководствуясь общей схемой.
2. Зарисовать лист, соцветие, цветок, тычинку изученных видов.
3. Сравнить Лилейные с одним из представителей семейства Ирисовые – Ирисом или семейства Амариллисовые – Нарциссом.
4. Определить 2-3 растения.

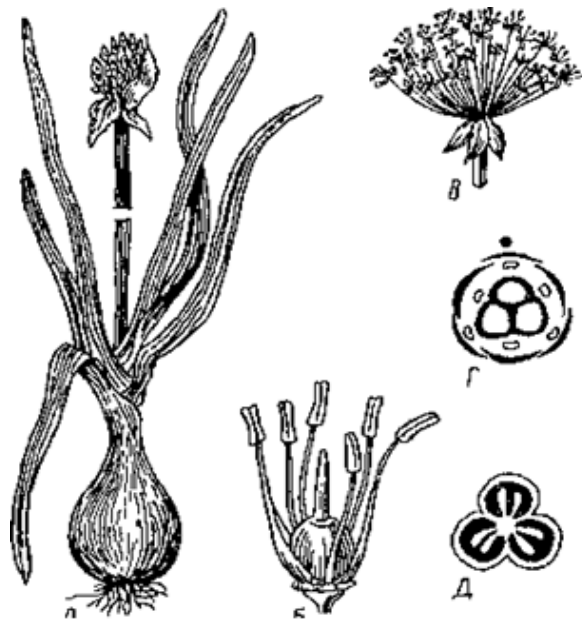


Рис. 49.1. Лук репчатый (*Allium cepa*):

А – общий вид; Б – цветок без околоцветника; В – соцветие – простой зонтик;
Г – диаграмма цветка; Д – поперечный разрез завязи

Порядок работы

1. В качестве примера рассматривают ландыш майский (*Convallaria majalis*) (рис. 49.2). Он распространен во внетропических зонах Северного полушария. В России растет в светлых лесах и на лесных полянах, среди кустарника, изредка – на лугах.

Для лабораторных занятий зимой можно иметь не только гербарные образцы, но и цветущие растения. Для этого осенью собирают корневища и хранят в холодном

месте. За три или четыре недели до нужного срока их высаживают в ящики и выгоняют при температуре в пределах 20-25°C на регулярно увлажняемой почве и при хорошем освещении. Растение корневищное, высотой 20-30 см. Основание надземных побегов обернуто несколькими пленчатыми бело-розовыми влагалищными листьями (низовые, или прикорневые, листья).

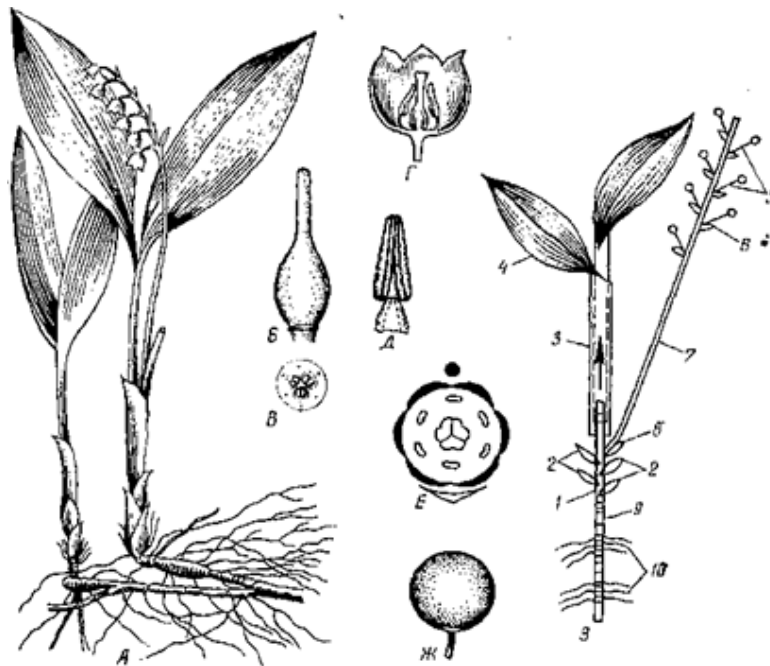


Рис. 49.2. Ландыш майский (*Convallaria majalis*):

А – общий вид; Б – гинецей; В – поперечный разрез завязи; Г – продольный разрез цветка; Д – тычинка; Е – диаграмма цветка; Ж – плод – ягода; З – схема строения: 1 – главная ось (всегда вегетативный побег); 2 – низовые чешуевидные листья; 3 – замкнутые влагалища листьев, формирующих ложный стебель; 4 – листовая пластинка; 5 – оси третьего порядка, заканчивающиеся цветком (цветоножки); 6 – прицветник (кроющий лист оси третьего порядка); 7 – ось второго порядка (репродуктивный побег); 8 – предлист бокового побега; 9 – корневище; 10 – придаточные корни

Стеблевых листьев 2 или 3, они отходят от сильно укороченного стебля (рассматривают под лупой), причем второй лист выходит из трубки, образованной сросшимся черешком первого, а третий лист – соответственно из трубки, образованной черешком второго. Такой же тип листьев можно наблюдать у банана, где стеблевая часть образована черешками, замкнутыми один в другом. Листовые пластинки продолговато-эллиптические, заостренные, длиной от 15 до 20 см, шириной от 5 до 8 см.

2. Соцветие – кисть. Цветонос образуется в пазухе прикорневого листа (предлиста), несет только верховые (кроющие) листья. Последние редуцированы, более или менее пленчатые, бледно-зеленые. Цветки расположены в их пазухах на длинных цветоножках. Околоцветник простой, венчиковидный, чисто белый, сросшийся, шаровидноколокольчатый, шестизубчатый. Тычинок также шесть (3+3),

они спаяны с основанием околоцветника. Гинецей синкарпный, завязь верхняя, трехгнездная, столбик короткий, рыльце треугольное. Формула цветка: $*P_{(3+3)}A_{3+3}G_{(3)}$. Плод – ягода.

3. Определяют исследованное растение. По этой же схеме изучают ирис германский (*Iris germanica*) из семейства Ирисовые и в заключение сравнивают цветки ландыша и ириса:

Ландыш майский

1) Лепестки у сформированных цветков расположены в один круг; сростаются почти полностью в трубку.

2) Тычинок шесть.

3) Завязь верхняя, семязачатков один-два.

4) Рыльце одно, трехлопастное.

5) Плод – ягода.

Ирис германский

1) Лепестки в два круга, сростаются лишь при основании.

2) Тычинок три.

3) Завязь нижняя, семязачатков много.

4) Рылец три, лепестковиднорасширенные.

5) Плод – коробочка

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Лилейные (*Liliaceae*), какое место занимает оно в эволюционном ряду?

2. Каково географическое распространение представителей семейства Лилейные (*Liliaceae*)?

3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?

4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Лилейные (*Liliaceae*)?

5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?

6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Лилейные (*Liliaceae*)?

Работа 50. Порядок Осокоцветные (Cyperales). Семейство Осоковые (Cyperaceae)

Цель работы: изучить растения семейства Осоковые (Cyperaceae) на примере видов из родов: Пушица (Eriophogon), Камыш (Scirpus), Сыть (Cyperus), Осока (Carex).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы растения из родов: Пушица (Eriophogon), Камыш (Scirpus), Сыть (Cyperus), Осока (Carex) и др. Фиксированные в спирте цветки этих растений.

Порядок Осокоцветные включает только одно семейство Осоковые (Cyperaceae) (4 тыс. видов, 95 родов). Представителей его встречают во всех флорах мира. Большинство видов произрастает в тропических странах. В умеренном и холодном поясе некоторые виды представлены огромным числом особей и являются важнейшими компонентами растительного покрова, особенно на болотах. Осокоцветные по строению семязачатка и семени близко примыкают к Лилейноцветным. Родственные связи названных порядков через семейство Ситниковые (Juncaceae) совершенно достоверны. Связующим звеном является род Ореоболус (Oreobolus) из осоковых, распространенный в Южном полушарии (Новая Зеландия, Австралия, Южная Америка), а также род Ожика (Luzula) из семейства Ситниковые.

Осоковые – травянистые многолетние, изредка однолетние растения с длинными или укороченными корневищами. Стебли трехгранные, редко – цилиндрические (виды рода Камыш – Scirpus), внутри выполненные паренхимной тканью, слабо дифференцированы на узлы и междоузлия. Листья расположены по трем сторонам стебля, линейные или линейноланцетные, часто с завернутыми вниз краями. Влагалища почти всегда замкнутые. У видов рода Осока (Carex) одна из граней влагалища пленчатая. У нижних листьев она разрушается и может быть волокнистой, сетчатоволокнистой или состоять из кусков неправильной формы. Язычок отсутствует или сохраняется в виде маленькой пленчатой оторочки. Низовые листья обычно чешуевидные, представляющие собой влагалища без пластинок. Ветвление боковое – кущение (рис. 50.5). Боковые вертикальные побеги могут быть внутривлагалищными, если растут внутри влагалищ, не прорывая их, или невлагалищными, если прорывают влагалища листьев, из пазушных почек которых образуются. Из боковых горизонтальных побегов формируются корневища.



Рис. 50.1. Осоки (р. *Carex*):

А – осока стройная (*C. gracilis*); Б – осока заячья (*C. leporina*); В – осока войлочная (*C. tomentosa*); Г – осока лесная (*C. sylvatica*); Д – осока волосистая (*C. pilosa*); Г – общий вид растений

Соцветие – простой колос или сложный, состоящий из многоцветковых, реже одноцветковых колосков, расположенных в пазухах обычных или кожистых кроющих листьев. Простые и сложные колосья могут быть собраны в метелку, зонтик, головку (агрегатное соцветие).

Цветки мелкие, невзрачные. Околоцветник отсутствует (виды родов: Сыть – *Cyperus*, Осока – *Carex*) или сильно редуцирован и состоит из шести или меньшего числа пленочек (род Камыш – *Scirpus*), реже – из многих волосков (виды рода Пушица – *Eriophorum*). Андроцей только из одного круга, обычно с тремя тычинками. Гинецей образован тремя или двумя плодolistиками. Завязь верхняя, одногнездная, с одним семязачатком. Столбик несет три или два довольно длинных нитевидных рыльца (рис. 50.2).

Цветки обоеполые (виды родов: Сыть, Камыш, Пушица) или раздельнополые (виды рода Осока). В последнем случае растения чаще однодомные, но изредка встречаются и двудомные. У однодомных осок бывает следующее распределение пестичных и тычиночных цветков: соцветие состоит только из пестичных или только из тычиночных цветков; соцветие обоеполое, т. е. в одной его части находятся пестичные цветки, а в другой тычиночные. У основания цветка расположен видоизмененный кроющий лист, называемый кроющей чешуйкой. Пестичный цветок осоки, кроме кроющей чешуйки, защищен мешочком, образованным путем срастания двух прицветников. Форма и размеры мешочка – признаки, важные для определения.

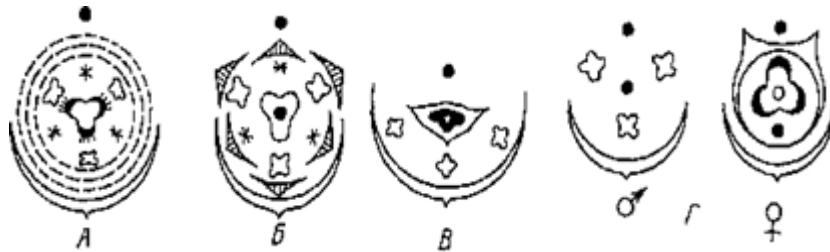


Рис. 50.2. Цветки осоковых (сем. Cyperaceae):

А – Пушицы (род *Eriophorum*), Б – Камыша (род *Scirpus*); В – Сыти (род *Cyperus*); Г – Осоки (род *Carex*)

У осок в пазухах кроющих чешуек находятся не пестичные цветки, а одноцветковые колоски. Это подтверждается случаями, когда в пазухе кроющей чешуйки имеются два цветка, причем второй – тычиночный, например у осоки заостренной (*Carex acutiformis*). В результате редукции второго цветка его прицветник срастается с прицветником цветка, образуя таким образом мешочек. Следовательно, у осок соцветие пестичных цветков правильнее считать сложным колосом, где цветки представляют собой редуцированные одноцветковые колоски (рис. 50.3). Плод – трехгранный, шаровидный или сплюснутый орешек, у осок остающийся в мешочке. Семя с эндоспермом, окружающим зародыш.

В России наиболее распространены виды родов: Осока, Пушица, Камыш и Суть. Осоковые имеют значительную хозяйственную ценность.



Рис. 50.3. Схема формирования мешочка у пестичного цветка осоки:

А – двухцветковый колосок элины (род *Elyna*), пестичный и тычиночный цветки расположены на одной оси; Б – одноцветковый колосок гипотетического вида переходного типа – пестичный цветок без мешочка; В – цветок осоки (род *Carex*) мешочек уже сформирован за счет прицветников; 1 – ось соцветия; 2 – прицветник; 3 – ось колоска; 4 – кроющий лист колоска; 5 – мешочек

Осоки сухих мест (степные, пустынные), а также многих горных районов являются неплохими пастбищными растениями, мало уступающими по своей питательности и поедаемости скотом Мятликовым. Осоку песчаную (*Carex arenaria*) используют для укрепления подвижных песков – дюн. Некоторые виды применяют для плетения циновок. Есть и декоративные виды. Однако вегетативные органы осок сырых и болотистых мест грубые, поэтому животными поедаются плохо. Некоторые виды рода Пушица, например пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), играют большую роль в процессе торфообразования (пушицевый торф). Суть съедобная, или чуфа (*Cyperus esculentus*), образует корневые клубни, употребляемые в пищу как лакомство; ее

возделывают в субтропических районах. Папирус (*Cyperus papyrus*), произрастающий в тропической Африке и на острове Сицилия, в древние времена использовали для изготовления бумаги. Камыш лесной (*Scirpus sylvaticus*) – хорошее кормовое растение для оленей.

Задания

1. Проанализировать несколько видов из родов: Осока, Пушица, Камыш, Сыть. Составить их описание, руководствуясь общей схемой.
2. Зарисовать поперечное сечение стебля, лист, соцветие, кроющую чешуйку, цветок, плод.
3. Определить исследованные растения.
4. Сопоставить признаки, отличающие растения разных родов, составить таблицу.

Порядок работы

1. Пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*) (рис. 50.4) – многолетнее травянистое растение, образующее плотные дерновины. Стебли высотой от 30 до 100 см, многочисленные, прямостоячие, слаботрехгранные, в основании обернуты коричневыми волокнистыми влагалищами прикорневых листьев. Эти листья узкие, почти нитевидные, короче стебля, гладкие или шероховатые. Стеблевых листьев 2 или 3, они редуцированы и представлены лишь вздутыми влагалищами.

2. Соцветия – колосья, по одному на верхушке стебля, продолговатые или овальные, длиной от 1 до 3 см, в фазе плодоношения шаровидные. Кроющие чешуйки яйцевидно-ланцетные, сероватые, по краю более светлые, перепончатые, просвечивающие, с одной жилкой. Цветки с белым хохолком, представляющим собой редуцированный околоцветник и остающимся при плодах, обоеполые, в нижней части колоса не формируются. Тычинок три, с длинными (2,5-3 мм) пыльниками. Пестик один, с одногнездной верхней завязью, длинным столбиком и тремя нитевидными рыльцами. Формула цветка: $*P_{\text{раp}}A_3G_{(3)}$. Плод – трехгранный орешек.

3. Осока пузырчатая (*Carex vesicaria*) (рис. 50.5) – многолетнее травянистое растение высотой от 40 до 100 см, образующее на сырых лугах или болотах не очень плотные ярко-зеленые дерновины. Корневище ползучее. Стебель остротрехгранный, наверху шероховатый, режущий, в основании покрыт бурыми влагалищами прикорневых листьев. Листья линейные, плоские, шириной 3-5 мм, снизу по средней жилке и краям шероховатые, по длине равны стеблю.

4. Соцветие агрегатное – из четырех или шести прямостоячих, собранных в метелку колосьев. Верхние 1-3 колоса с тычиночными цветками, длиной от 3 до 6 см, шириной от 0,3 до 0,5 см, более или менее сближены; кроющие чешуйки ланцетные, туповатые, светло-бурые, затем ржаво-бурые. Тычинок три. Формула цветка: $\sigma^*P_0A_3G_0$. Сложные колосья пестичных цветков расположены по 2 или 3; они цилиндрические, длиной 3-6 см, шириной 15 см; верхний сидячий; нижний на довольно

длинной ножке, при плодах повислый. Кроющие чешуйки узколанцетные, бурые, с зеленой полоской посередине, по краю и на конце они белопленчатые, короче мешочков. Мешочки расположены косо, яйцевидные, вздутые, длиной 7 или 8 мм, зеленые, позднее желтые, с выступающими от 9 до 12 жилками, наверху суженные в короткий двузубчатый носик.



Рис. 50.4. Пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*):
А – общий вид; Б – соцветие; В – цветок; Г – кроющая чешуйка;
Д – плод с хохолком

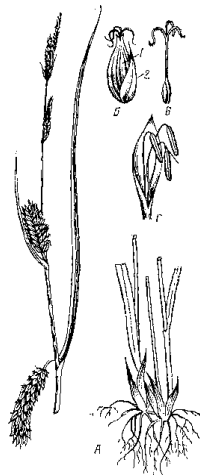


Рис. 50.5. Осока пузырчатая (*Carex vesicaria*):
А – нижняя часть растения и репродуктивный побег; Б – пестичный цветок;
В – пестик; Г – тычиночный цветок; 1 – мешочек, 2 – кроющая чешуйка

5. Пестик один, завязь верхняя; столбик один, увенчанный тремя нитевидными рыльцами, которые выносятся из мешочка. Формула цветка: $\text{♀}^*\text{P}_0\text{A}_0\text{G}_{(3)}$. Плод – трехгранный орешек, остающийся в мешочке.

6. Заключительный этап работы – сравнение цветков и плодов изученных видов и

составление перечня признаков, различающих роды:

Пушица влагалищная

- 1) Соцветие состоит из одного колоса на конце стебля.
- 2) Нижние кроющие чешуйки обычно не содержат цветков.
- 3) Околоцветник редуцирован до волосков.
- 4) Цветки обоеполые.
- 5) Плод снабжен хохолком.

Осока пузырчатая

- 1) Соцветие состоит из четырех-шести колосьев.
- 2) В пазухах всех кроющих чешуек обычно имеются цветки.
- 3) Околоцветник отсутствует. Пестичные цветки окружены мешочком.
- 4) Цветки раздельнополые.
- 5) Плод остается в мешочке, без хохолка.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Осоковые (Сурегасеае), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Осоковые (Сурегасеае)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Осоковые (Сурегасеае)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Осоковые (Сурегасеае)?

Работа 51. Порядок Мятликоцветные или Злакоцветные (Poales, Graminales). Семейство Мятликовые или Злаковые (Poaceae, Gramineae)

Цель работы: изучить растения семейства Мятликовые, или Злаковые (Poaceae, Gramineae) на примере видов из родов: Пшеница (род *Triticum*), Рожь (род *Secale*), Пырей (род *Elytrigia*), Просо (род *Panicum*), Овсяница (род *Festuca*), Мятлик (род *Poa*), Овес (род *Avena*), Райграсс (род *Arrhenatherum*), Полевица (род *Agrostis*), Тимофеевка (род *Phleum*), Лисохвост (род *Alopecurus*).

Материалы и оборудование: бинокляры, лампы, препаровальные иглы, гербарные образцы растений с соцветием сложный колос – Пшеница (род *Triticum*), Рожь (род *Secale*), Пырей (род *Elytrigia*); с агрегатным соцветием – Просо (род *Panicum*), Овсяница (род *Festuca*), Мятлик (род *Poa*), Овес (род *Avena*), Райграсс (род *Arrhenatherum*), Полевица (род *Agrostis*) и др.; с соцветием султан – Тимофеевка (род *Phleum*), Лисохвост (род *Alopecurus*). Фиксированные в спирте или сухие соцветия этих растений (сухие соцветия перед занятием надо размочить или распарить, положив в воду и нагрев ее до кипения).

Порядок Мятликоцветные включает одно семейство – Мятликовые, или злаковые (Poaceae, Gramineae), объединяющее от 7 до 10 тыс. видов (около 700 родов). Мятликовые – очень разнообразная и широко распространенная группа растений. Среди них есть виды – космополиты. Нередко мятликовые доминируют в естественных растительных сообществах лугов и степей. Общеизвестно их высокое народнохозяйственное значение как основных пищевых и кормовых растений.

Филогенетически мятликовые хорошо обособлены и имеют отдаленные генетические связи только с ситниковыми (пор. Лилейноцветные). По-видимому, это семейство стоит близко к порядку Энантобластоцветные (Enantoblastales), для которого также характерны семена с мучнистым эндоспермом и боковым зародышем. На территории нашей страны этот порядок представлен семейством Коммелиновые (Commelinaceae), у видов которого стебель несколько напоминает стебель Мятликовых. Широко распространено представление о Мятликовых как о редуцированной группе Лилейноцветных в связи с переходом к ветроопылению. Связывающее звено – виды рода Стрептохета (*Streptochaeta*), встречающиеся в Южной Америке. Структура цветка их близка к лилейноцветным, даже гинецей при заложении трехчленный.

В семействе Мятликовые преобладают травянистые многолетние, реже однолетние растения. Максимальное разнообразие жизненных форм приурочено к субтропическим и тропическим районам, где встречаются и древовидные представители (подсемейство Бамбуковидные – Bambusoideae).

Стебель у большинства Мятликовых полый, лишь в узлах выполненный (соломина).

В основаниях междоузлий находится интеркалярная меристема, обуславливающая рост стебля в длину (рис. 51.1). Ветвление боковое – кущение (рис. 51.2). Боковые побеги могут быть внутривлагалищными или невлагалищными (рис. 51.2 А). Листья очередные, влагалищные. Влагалище обычно длинное, незамкнутое. Листовая пластинка линейная почти у всех форм, кроме бамбуковидных. В месте перехода влагалища в листовую пластинку нередко есть язычок (пленчатый или из волосков) и ушки.

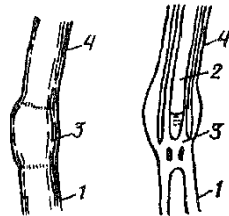


Рис. 51.1. Стебель мятликовых (сем. Poaceae) – соломина:

1 – междоузлие; 2 – полость; 3 – узел; 4 – влагалище листа

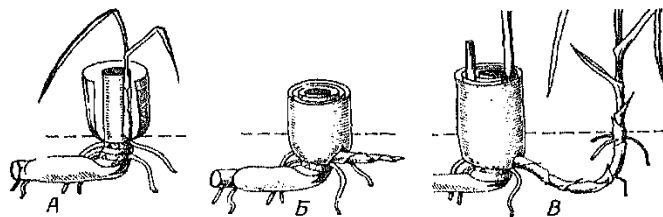


Рис. 51.2. Типы образования боковых побегов у мятликовых (семейство Poaceae):

А – внутривлагалищное; Б – невлагалищное; В – смотанное

Соцветие – сложный колос или агрегатное – метелка, состоящая из колосков. В основании колоска расположены видоизмененные листья – колосковые чешуйки. Каждый цветок образуется на оси колоска в пазухе прицветника, называемого наружной цветковой чешуйкой (рис. 51.3).

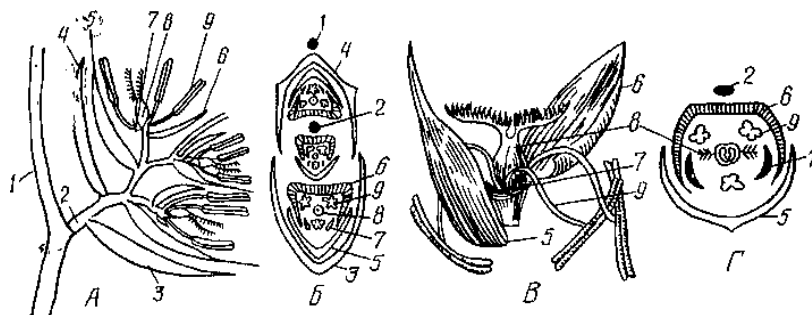


Рис. 51.3. Схема цветка и колоска Мятликовых (сем. Poaceae):

А – трехцветковый колосок; Б – диаграмма колоска; В – цветок; Г – диаграмма цветка; 1 – ось колоса; 2 – ось колоска; 3 – нижняя колосковая чешуйка; 4 – верхняя колосковая чешуйка; 5 – наружная (нижняя) цветковая чешуйка; 6 – внутренняя (верхняя) цветковая чешуйка; 7 – цветковые пленочки (лодикулы); 8 – гинецей; 9 – андроцей

Цветки мелкие, невзрачные, обычно обоеполые, лишь у видов рода Кукуруза (*Zea*) раздельнополые, в последнем случае растения однодомные. Трехчленный цветок, типичный для однодольных, можно наблюдать только у немногих современных Мятликовых, например из рода Стрептохета. Околоцветник редуцирован. По мнению исследователей, он низведен до внутренней цветковой чешуйки, возникшей в результате срастания двух листочков, и двух цветковых пленок – лодикул. Тычинок обычно три (наружный круг), реже две (душистый колосок – *Anthoxanthum odoratum*) или одна (виды рода Цинна – *Cinna*), но иногда их шесть (виды рода Рис – *Oryza*) или даже больше (некоторые бамбуки). Завязь верхняя, всегда с одним семязачатком (рис. 51.3 В). Формула цветка: $\uparrow P_{(2)+2}A_3G_{(2)}$. Плод – зерновка, кожистый околоплодник слипается с кожурой семени, а иногда и с цветковыми чешуйками (виды рода Ячмень – *Hordeum*). Зародыш прилегает к эндосперму сбоку.

Эволюцию цветка мятликовых легко представить, сравнив диаграммы – теоретическую (по Шустеру) (рис. 51.4) и типичного цветка современных видов (рис. 51.3).

Семейство подразделяют на три подсемейства: Бамбуковидные (*Bambusoideae*), Мятликовидные (*Poaeoideae*), Просовидные (*Panicoideae*).

Подсемейство Бамбуковидные. Оно объединяет около 600 видов. Они распространены преимущественно в тропических и субтропических странах. В России растут только три вида рода Саса (*Sasa*). Это относительно небольшие растения, имеющие стебли высотой до 3 м, диаметром 1 см, произрастающие на Курильских островах.

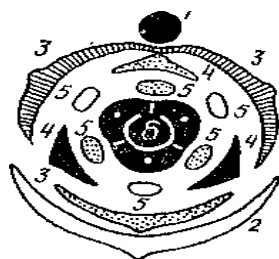


Рис. 51.4. Теоретическая диаграмма цветка мятликовых по Шустеру (атрофированные члены цветка показаны точками):

1 – ось колоска; 2 – наружная цветковая чешуйка; 3 – внутренняя цветковая чешуйка; 4 – лодикулы; 5 – тычинки; 6 – гинецей

Бамбуки в основных местах своего произрастания – крупные растения высотой до 40 м. Листья черешковые. Черешок в основании расширяется во влагалище. Листовая пластинка ланцетная, овальная. Колоски одноцветковые или многоцветковые. Цветки обоеполые. Тычинок обычно шесть (3 + 3), иногда больше – до 20-30. Пестик один, столбиков два (редко три). Плод – чаще зерновка, иногда ягодовидный. Бамбуковидные имеют очень широкое практическое применение, главным образом как строительный материал, но вместе с тем их молодые побеги можно использовать как овощи.

Подсемейство Мятликовидные. Колоски имеют по две колосковые чешуйки, многоцветковые или одноцветковые. Листья большей частью с пленчатыми язычками и равномерно распределенной (диффузной) хлорофиллоносной паренхимой. Немало родов представлено важнейшими хлебными растениями или кормовыми травами: Пшеница (*Triticum*) (рис. 51.5), Рожь (*Secale*), Ячмень (*Hordeum*) (рис. 51.6), Овес (*Avena*), Мятлик (*Poa*), Костер (*Bromus*), Овсяница (*Festuca*) (рис. 51.7), Тимофеевка (*Phleum*), Лисохвост (*Alpecurus*) и другие виды.

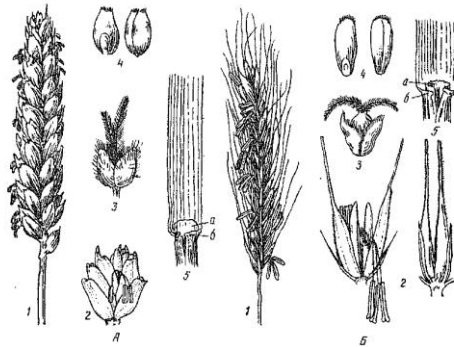


Рис. 51.5. Строение и внешний вид хлебных злаков:
А – пшеница мягкая (*Triticum aestivum*), Б – рожь посевная (*Secale cereale*); 1 – соцветие – сложный колос, 2 – колосок, 3 – пестик и лодикулы, 4 – плод – зерновка, 5 – лист (а – язычок, б – ушки)

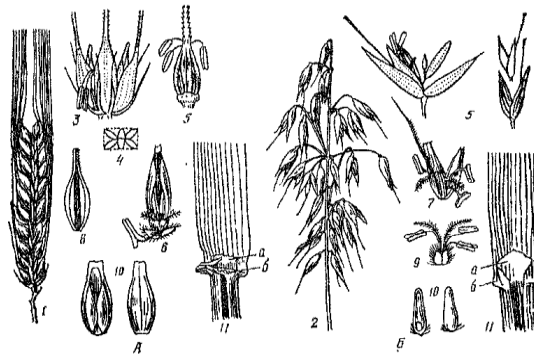


Рис. 51.6. Строение и внешний вид кормовых злаков:
А – ячмень обыкновенный (*Hordeum vulgare*), Б – овес посевной (*Avena saliva*);
1 – соцветие – сложный колос; 2 – соцветие – агрегатное; 3 – колоски на уступе оси соцветия; 4 – схема поперечного сечения сложного колоса; 5 – колосок;
6 – цветок; 7 – цветок с наружной цветковой чешуйкой; 8 – наружная цветковая чешуйка; 9 – цветок без внутренней цветковой чешуйки; 10 – плод – зерновка; 11 – лист (а – язычок, б – ушки)



Рис. 51.7. Строение и внешний вид луговых злаковых трав: А – овсяница луговая (*Festuca pratensis*), Б – тимopheевка луговая (*Phleum pratense*); 1 – общий вид; 2 – колосок; 3 – цветок; 4 – цветок с наружной цветковой чешуйкой; 5 – пестик; 6 – плод – зерновка с цветковыми чешуйками; 7 – лист

Подсемейство Просовидные. Его отличают от предыдущего по следующим признакам: колосковых чешуек больше двух, колоски одноцветковые, но иногда образуется второй цветок – тычиночный; язычки листьев волосовидные; хлорофиллоносная паренхима листьев сосредоточена вокруг жилок (венечная). Важнейшие роды: Кукуруза или Маис (*Zea*) (рис. 51.8), Сорго (*Sorghum*), Рис (*Oriza*), Просо (*Panicum*), Сахарный тростник (*Saccharum*).

Мятликовые от осок (род *Carex*) отличают по следующим признакам.

Мятликовые

1. Стебель более или менее цилиндрический, внутри полый, состоит из хорошо выраженных узлов и междоузлий; выполненные стебли имеют только виды родов Кукуруза, Сахарный тростник и Сорго.

2. Влагалища чаще открытые; на границе листовой пластинки и влагалища более или менее выраженный язычок.

3. Соцветия и цветки обоеполые, исключения крайне редки (виды рода Кукуруза).

4. Плод – зерновка.

Осоки

1. Стебель чаще всего трехгранный, внутри выполненный, слабо дифференцированный на узлы и междоузлия.

2. Влагалища почти всегда замкнуты, язычок отсутствует или в виде маленькой пленчатой оторочки.

3. Соцветия и цветки чаще раздельнополые.

4. Плод – трехгранный, шаровидный или сплюснутый орешек.

Определение родов мятликовых осуществляют на основании структуры соцветия, колоска, цветка. При этом обращают внимание на следующие признаки: тип соцветия; расположение колосков – поодиночке или группами; число, размер и форма колосковых чешуек; число жилок на колосковых чешуйках, наличие или отсутствие килля на них; число цветков в колоске; все ли цветки одинаковые – обоеполые, или есть однополые; форма наружной цветковой чешуйки, число жилок на ней; наличие или

отсутствие килля и ости на наружной цветковой чешуйке, место прикрепления ости, ее форма; число тычинок.

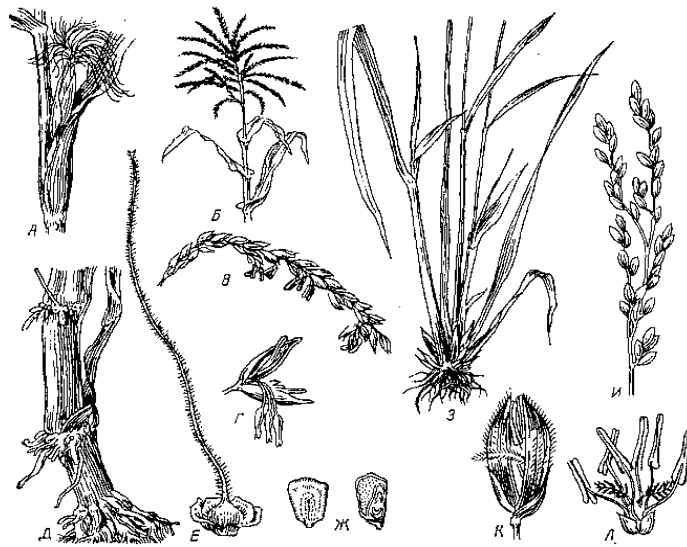


Рис. 51.8. Строение и внешний вид кукурузы обыкновенной (*Zea mays*) (А-Ж), риса посевного (*Oryza sativa*) (З-Л):

А – часть стебля с соцветием пестичных цветков; Б – часть стебля с соцветием тычиночных цветков; В – часть соцветия тычиночных цветков; Г – колосок с тычиночным цветком; Д, З – нижняя часть растения; Е – колосок с пестичным цветком; Ж – общий вид и продольный разрез плода; И – соцветие; К – колосок; Л – цветок без внутренней цветковой чешуйки

При определении видов помимо перечисленных признаков учитывают строение вегетативных органов.

Задания

1. Изучить несколько видов Мятликовых из разных родов: Пшеница, Рожь, Пырей (рис. 51.9), Просо, Овсяница, Мятлик, Овес, Райграсс, Полевица, Тимофеевка, Лисохвост. Составить их описание, руководствуясь общей схемой.

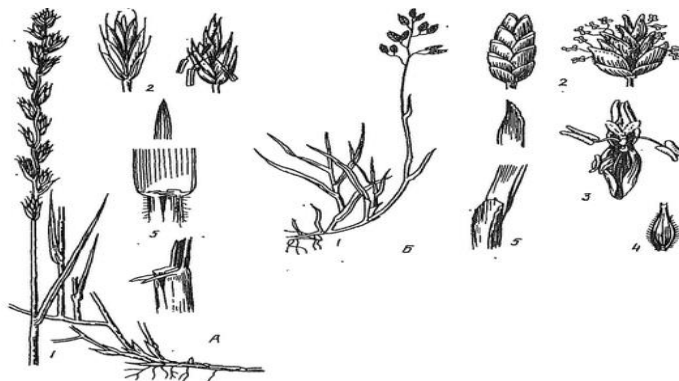


Рис. 51.9. Строение и внешний вид пырея ползучего (*Elytrigia repens*) (А) и мятлика однолетнего (*Poa annua*) (Б):

1 – общий вид; 2 – колосок; 3 – цветок с наружной цветковой чешуйкой; 4 – наружная цветковая чешуйка; 5 – лист

2. Зарисовать лист, соцветие, колосок, цветок, колосковые и цветковые чешуйки каждого из рассмотренных растений.

3. Определить исследованные растения.

Порядок работы

1. В качестве примера описывают райграсс высокий (*Arrhenatherum elatius*) (рис. 51.10).

Растение травянистое, многолетнее, высотой 60-125 см, образует небольшие дерновины. Корни придаточные, мочковатые. Стебель – соломина, прямостоячий или восходящий, гладкий. Листья с влагалищами, расположены поочередно, линейные, на краю острошершавые, шириной от 3 до 7 см. Влагалища открытые, язычок короткий, по краю реснитчатый.

2. Соцветие агрегатное – колоски собраны в более или менее узкую, прямостоячую метелку длиной от 20 до 25 см с короткими острошероховатыми разветвлениями. Для исследования колосков пользуются стереоскопическим микроскопом.

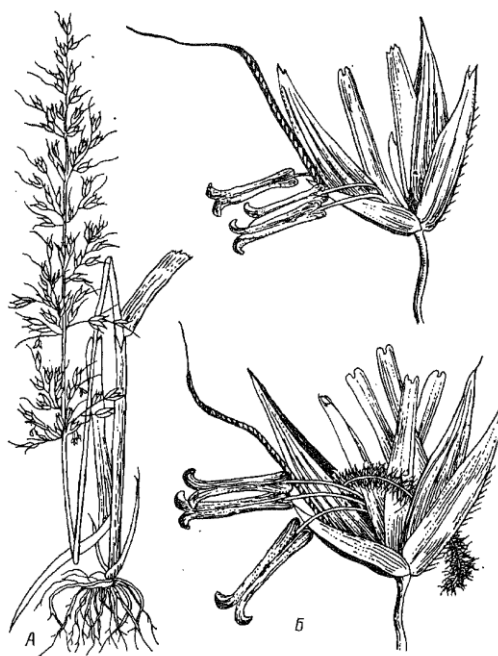


Рис. 51.10. Райграсс высокий (*Arrhenatherum elatius*):

А – общий вид; Б – колоски

Один из колосков кладут на предметный столик, при помощи препаровальных игл раздвигают колосковые чешуйки и находят признаки, описанные выше. При этом очень важно безошибочно отыскать колосковые и цветковые чешуйки, подсчитать число цветков, определить их структуру. Если кроме обоеполых будут обнаружены цветки однополые или редуцированные, их описывают отдельно. Колоски зеленовато-белые, длиной от 1 до 1,5 см, двухцветковые. Колосковых чешуек две, разной длины.

Цветки в колоске неодинаковые: верхний обоеполый, нижний тычиночный. Обоеполый цветок имеет две цветковые чешуйки, две лодикулы, пестик с двумя перистыми рыльцами и три тычинки. Наружная цветковая чешуйка без ости или с короткой прямой остью, внутренняя – пленчатая, двукилеватая. Тычиночный цветок имеет две цветковые чешуйки, две лодикулы и три тычинки. Наружная цветковая чешуйка на верхушке с двумя короткими зубцами, ость ее в два раза длиннее колоска, коленчато согнута, в нижней части скручена, выходит из середины спинки чешуйки. Плод – зерновка.

3. В заключение определяют растение.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково число видов семейства Мятликовые, или Злаковые (Poaceae, Gramineae), какое место занимает оно в эволюционном ряду?
2. Каково географическое распространение представителей семейства Мятликовые, или Злаковые (Poaceae, Gramineae)?
3. В каких экологических условиях встречаются представители этого семейства?
4. Какое строение имеют вегетативные и репродуктивные органы представителей семейства Мятликовые, или Злаковые (Poaceae, Gramineae)?
5. Каковы важнейшие роды и виды, входящие в его состав?
6. Каково хозяйственное значение представителей семейства Мятликовые, или Злаковые (Poaceae, Gramineae)?

Рекомендуемая литература

1. Андреева, И. И. Ботаника : учебник / И. И. Андреева, Л. С. Родман. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2007. – 528 с.
2. Андреева, И. И. Практикум по анатомии и морфологии растений / И. И. Андреева, Л. С. Родман, А. В. Чичев. – М. : Колос, 2005. – 156 с.
3. Открытый иллюстрированный атлас сосудистых растений России и сопредельных стран [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.plantarium.ru/>
4. Сашенкова, С. А. Ботаника : лабораторный практикум / Н. В. Корягина, Ю. В. Корягин, С. А. Сашенкова. – Пенза : РИО ПГСХА, 2015. – 275 с.
5. Семенова, Е. Ф. Практикум по ботанике / Н. А. Меженная, Т. М. Фадеева, Е.Ф. Семенова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2012. – 162 с.
6. Суворов, В. В. Ботаника с основами геоботаники : учебник для вузов / В. В. Суворов, И. Н. Воронова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : АРИС, 2012. – 520 с.
7. Флора сосудистых растений Центральной России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.jcbi.ru/eco1/index.shtml>
8. Хржановский, В. Г. Ботаническая география с основами экологии растений / В. Г. Хржановский, С. В. Викторов, П. В. Литвак [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1994. – 383 с.
9. Хржановский, В. Г. Курс общей ботаники. Ч. 1. – М. : Высшая школа, 1989. – 544 с.
10. Хржановский, В. Г. Курс общей ботаники. Ч. 2. – М. : Высшая школа, 1989. – 498 с.
11. Хржановский, В. Г. Практикум по курсу общей ботаники / В. Г. Хржановский, С. Ф. Пономаренко. – М. : Высшая школа, 1990. – 348 с.
12. Яковлев, Г. П. Ботаника : учеб. для вузов / Г. П. Яковлев, В. И. Дорофеев. – СПб. : СпецЛит. – 2008. – 687 с.

Алфавитно-предметный указатель

А

Антеридий 201
Архегоний 201
Апокарпный 164
Акропетально 179
Ассиметричный 153
Актиноморфный 152
Андроцей 157
Аэренхима 45
Аппарат Гольджи 13
Автолиз 13
Алейроновые зерна 24
Анафаза 28

Б

Биологические мембраны 12
Ботрические 179
Брахиобласт 223

В

Вакуоль 12
Включения 20
Венчик 146

Г

Гипокотиль 70
Газообмен 140
Гиподерма 143
Гинецей 164
Гаметофит 200
Голосеменные 223

Д

Дерматоген 75
Дихазий 98
Дихотомическое 98
Двубратственный 157
Двусильный 157

Ж

Железистые волоски 66

З

Зона кущения 99
Заболонь 109
Зигоморфный 152
Завязь 165

И

Интегументы 168
Индузий 218
Интина 223

К

Клетка 11
Кариоплазма 12
Каротиноиды 18
Крахмал 20
Камбий 34
Корка 41
Колленхима 47
Ксилема 53
Корневая шейка 70
Колеоптиль 70
Корневая система 72
Корневой чехлик 75
Корнеплод 88
Кущение 98
Корневищное 99

Л

Лизосомы 13
Лейкопласты 14
Лизигенные вместилища 65
Лепестки 146
Лизикарпный 165

М

Митохондрии 14
Митоз 28
Метафаза 28
Мейоз 29
Меристема 34
Мезодерма 60
Междоузлия 70
Моноподиальное 98
Монохазий 98
Мезофилл 139
Многобратственный 157
Монохазий 179
Микропиле 168
Мезокарп 191
Мегаспорангии 209
Микроспорангии 209
Микроспора 209
Моховидные 200

Н

Нуцеллус 185
Надпестичные 166

О

Органеллы 12
Околоцветник 146
Однобратственный 157
Околоплодник 186

П

Протопласт 11
Пластиды 14
Профаза 28
Примордии 35
Покровная ткань 37
Пробка 37
Перидерма 37
Периблема 75
Плерома 75

Первичная кора 79
Перицикл 81
Пояски Каспари 82
Паренхима 44
Проводящий пучок 52
Плейохазий 98
Плотнокустовое 98
Плодушка 101
Привенчик 150
Пыльник 159
Пыльцевое зерно 160
Прицветник 178
Плейохазий 180
Перисперм 185
Плодолистик 164
Паракарпный 165
Подпестичный 166
Плацента 167
Плаун 209
Папоротник 218
Покрытосеменные 229
Плод 191
Перикарп 191

Р

Рибосомы 12
Рыхлокустовое 98
Ризоиды 203

С

Спермодерма 26
Склеренхима 47
Склерейды 47
Ситовидные трубки 52
Сосуды 52
Схизогенные вместилища 65
Семядоли 70
Семядольный лист 70
Симподиальное 98
Сердцевина 109
Связник 159

Стаминодии 160

Спорогенная ткань 162

Соцветие 178

Семя 185

Синкарпный 165

Семязачаток 165

Синергиды 169

Спорофит 200

Спорангий 209

Спорофилл 209

Сорус 218

Соплодия 192

Споргон 203

Т

Телофаза 28

Трахеиды 52

Транспирация 140

Трансфузионная ткань 144

Тычинка 146

Тычиночная нить 159

Тирс 180

Тапетум 162

Таллом 200

У

Устьичный аппарат 37

Ф

Флоэма 53

Фуникулус 168

Филлоид 203

Х

Хлоропласты 14

Хромoplastы 14

Хромосомы 28

Хроматиды 28

Халаза 168

Хвоц 214

Ц

Цитокинез 28

Центральный цилиндр 75

Цветоножка 146

Цветоложе 146

Цимозные 178

Центробежно 178

Центростремительно 179

Ценокарпный 164

Ч

Чечевичка 37

Чашечка 146

Чашелистик 146

Четырехсильный 157

Щ

Щиток 180

Э

Эукариоты 11

Эндоплазматическая сеть 12

Эпидермис 15

Эпиблема 75

Экзодерма 79

Эндодерма 60

Эпикотиль 70

Эндосперм 185

Эндотечий 161

Экзокарп 191

Эндокарп 191

Элатера 214

Экзина 223

Ю

Ювенильный лист 70

Я

Ядро 12

Ядрышко 12

Учебное издание

Ермакова Наталья Александровна
Степанова Юлия Владимировна
Нечаева Елена Хамидулловна
Редин Дмитрий Вячеславович
Кожевникова Оксана Петровна
Ракитина Вероника Вячеславовна

БОТАНИКА

Практикум

Главный редактор: Краснова Наталья Александровна – кандидат экономических наук, доцент, руководитель НОО «Профессиональная наука»

Технический редактор: Канаева Ю.О.



ISBN 978-5-907607-45-3



9 785907 607453 >

Усл. печ. л. 10,1.

Объем издания 9,3 МВ

Оформление электронного издания:

НОО Профессиональная наука, mail@scipro.ru

Дата размещения: 30.09.2023 г.

URL: http://scipro.ru/conf/botany9_23.pdf