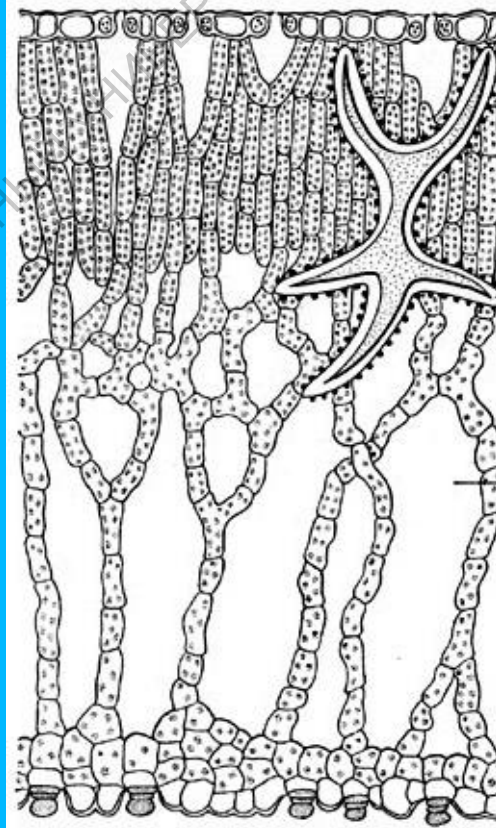


В.В. Коробко, С.А.Степанов, М.Ю.Касаткин

ПРАКТИКУМ ПО АНАТОМИИ РАСТЕНИЙ

Для студентов биологического факультета,
обучающихся по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
и направлению бакалавриата 06.03.01 Биология



ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ РАБОТЫ.....	4
ТЕМА 1. РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА	
Работа 1. Форма растительных клеток.....	9
Работа 2. Ядро и цитоплазма.....	10
Работа 3. Хлоропласты и движение цитоплазмы.....	11
Работа 4. Хромопласты.....	11
Работа 5. Запасной крахмал клубня картофеля.....	12
Работа 6. Запасной белок семени клещевины.....	13
Работа 7. Кристаллы как форма отложения минеральных солей в растительной клетке.....	13
Работа 8. Клетчатка как основной компонент клеточных оболочек.....	14
Работа 9. Одревеснение клеточных оболочек.....	14
Работа 10. Деление ядра. Кариокинез.....	15
ТЕМА 2. РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ	
Работа 11. Строение точки роста стебля.....	17
Работа 12. Строение точки роста корня.....	18
Работа 13. Пучковый и межпучковый камбий в стебле травянистого растения.....	18
Работа 14. Эпидермис.....	19
Работа 15. Строение перидермы. Чечевичка.....	20
Работа 16. Строение коллатерального пучка.....	21
Работа 17. Строение биколлатерального пучка.....	22
Работа 18. Строение проводящего пучка на продольном разрезе.....	23
ТЕМА 3. СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ РАСТЕНИЙ	
Работа 19. Строение стебля однодольных растений.....	25
Работа 20. Строение стебля травянистых двудольных растений.....	27
Работа 21. Строение стебля древесных двудольных растений.....	28
Работа 22. Строение стебля хвойных растений.....	31
ТЕМА 4. СТРОЕНИЕ ЛИСТА РАСТЕНИЙ	
Работа 23. Типичное строение листа.....	35
Работа 24. Лист хвойных растений.....	36
ТЕМА 5. СТРОЕНИЕ КОРНЯ РАСТЕНИЙ	
Работа 25. Первичное строение корня.....	38
Работа 26. Вторичное строение корня двудольных растений.....	39
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	41
ЛИТЕРАТУРА.....	45

Предисловие

Анатомия растений является базовой учебной дисциплиной при подготовке биологов по специальности «020501-Биоинженерия и биоинформатика» и направлениям бакалавриата «020400-Биология».

Анатомия растений – это раздел ботаники, изучающий строение растений на уровне тканей и клеток, закономерности развития и размещения тканей в отдельных органах. В совокупности это способствует формированию у студентов представлений о структурно-функциональной целостности растительного организма, что является одной из приоритетных задач изучения анатомии растительных тканей и всего растительного организма.

Данное учебно-методическое пособие направлено на изучение анатомического строения растений, обучение правильной организации труда на занятиях, освоение техники научного рисунка. Для лучшего усвоения материала и методики исследования растений, работы систематизированы и выполняются в представленной последовательности. Указания дают возможность самостоятельно выполнять работы и контролировать усвоение проработанного материала. Особое внимание обращено на приготовление препаратов наиболее простыми способами, дано краткое пояснительное вступление к каждой теме, описание изучаемых препаратов с указанием необходимых обозначений. содержит перечень контрольных вопросов к каждой теме, список литературы, рекомендованной для подготовки к практическим занятиям, а также фотографии объектов, изготовленные с постоянных препаратов.

Для успешного освоения практического курса «Анатомии растений» студенты должны посещать лекции, самостоятельно работать с литературой, выполнять задания для самостоятельной работы при подготовке к каждому практическому занятию.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ РАБОТЫ

Приготовление временных препаратов. На середину предметного стекла при помощи стеклянной палочки нанести каплю воды или другой жидкости, в которой будет рассмотрен объект. Объект поместить в каплю. Покровное стекло взять в левую руку и осторожно подвести левый край покровного стекла слева к капле жидкости, содержащей объект (ориентируя покровное стекло под углом 40-45° к предметному). С правой стороны покровной стекло поддерживать при помощи препаровальной иглы (рис.1). В правую руку взять препаровальную иглу. Поддерживая препаровальной иглой противоположную сторону покровного стекла, плавно опустить его на объект.

Избыток воды можно удалить при помощи полоски фильтровальной бумаги. Правильно приготовленный препарат не содержит пузырьков воздуха.

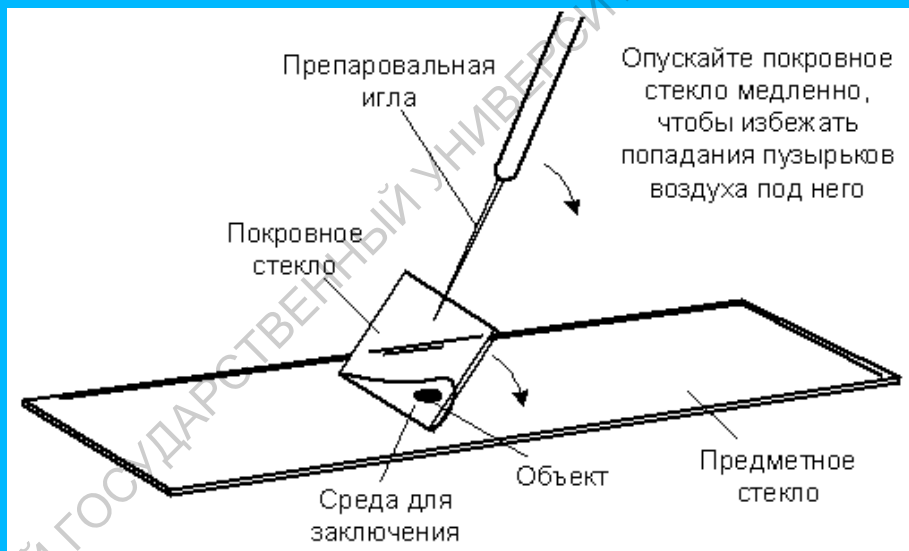


Рис. 1. Заключение объекта под покровное стекло

Техника использования микроскопа.

(греч. μικρός — маленький и σκοπέω — смотрю) — прибор, предназначенный для получения увеличенных изображений, а также измерения объектов или деталей структуры, невидимых или плохо видимых невооружённым глазом. Совокупность технологий и методов практического использования микроскопов называют микроскопией.

Существует огромное разнообразие микроскопической техники. Конст-

рукция микроскопа включает механическую, оптическую и осветительную системы (рис.2-4).

Механическая система : основания, тубус, тубус содержатель, предметный столик, револьвер, макровинт, микровинт, винт конденсатора. Оптическая система: окуляр и объектив(малого, большого, иммерсионного увеличения). Осветительная система: зеркало, конденсор, диафрагма.

Перед началом работы микроскоп установить с левой стороны наблюдателя. Справа размещают реактивы и инструменты, необходимых при приготовлении препаратов, и рабочую тетрадь. В качестве источника освещения используют рассеянный свет от окна или свет от настольной электрической лампы. Первым этапом микроскопирования является установка освещения. Для этого необходимо установить объектив малого увеличения, поднять конденсор до уровня предметного столика, движением зеркала направить свет так, чтобы он равномерно освещал поле зрения.

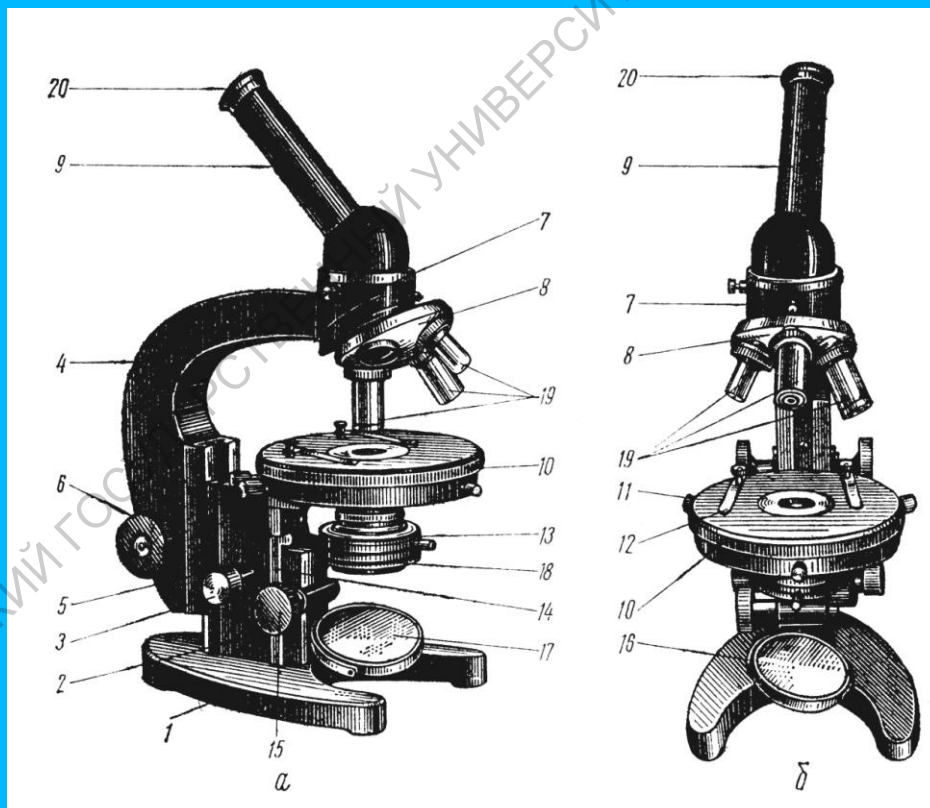


Рис. 2 Микроскоп МБИ-3.

а — вид сбоку; *б* — вид спереди; 1 — башмак; 2 — коробка микромеханизма; 3 — микровинт; 4 — тубусодержатель; 5 — механизм подачи тубуса; 6 — макровинт; 7 — головка; 8 — револьверная система; 9 — тубус; 10 — предметный столик; 11 — винты предметного столика; 12 — клеммы; 13 — гильза конденсора; 14 — кронштейн; 15 — винт конденсора; 16 — вилка зеркала; 17 — зеркало; 18 — конденсор; 19 — объективы; 20 — окуляр.

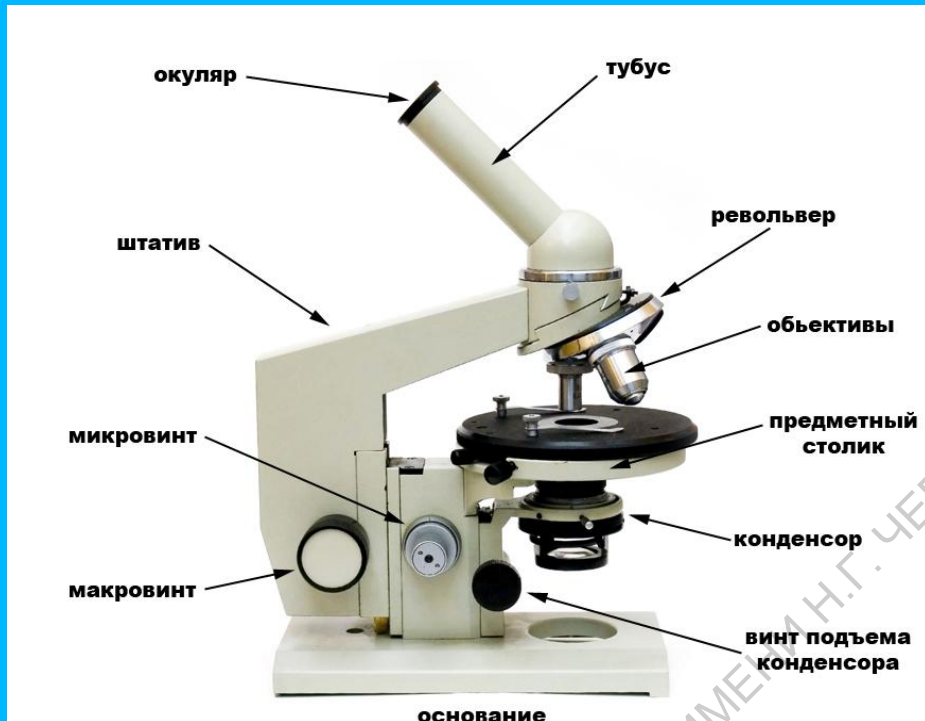


Рис. 3. Микроскоп БИОЛАМ ЛОМО



Рис. 4. Микроскоп БИОМЕД 2

Изучение препарата начинают при малом увеличении. Исследуемый препарат поместить на предметный столик. При помощи макрометрического винта установить окуляр малого увеличения так, чтобы изображение препарата было четким.

При необходимости более подробного изучения препарата, переходят на большое увеличение. Для этого исследуемую часть препарата установить в центр поля зрения, осторожно перевести револьвер тубуса на большое увеличение. Если при этом объектив задевает препарат, то нужно: 1) поднять тубус и установить объектив большого увеличения, 2) наблюдая сбоку опустить объектив на расстояние около 1мм от препарата, 3) поднимать объектив большого увеличения при помощи макрометрического винта до появления размытого изображения. Четкого изображения добиваются при помощи микрометрического винта.

По окончании работы поднять тубус, перевести микроскоп на малое увеличение, убрать препарат с предметного столика, опустить конденсор.

Правила рисования микропрепаратов. Изображение микропрепарата нельзя заменить описанием, даже самым подробным - они взаимно дополняют друг друга. В основе научного и учебного рисунка лежат те же правила, что и в основе всякого рисунка, т. е. правила, изучаемые в общеобразовательной школе. Но имеются и существенные отличия: научный и учебный рисунки (сходные в своей основе) должны быть предельно ясными и простыми, приближаясь к техническому чертежу. Все, что мешает восприятию, не изображается. Средствами выражения могут служить только точки и линия. Оттушевка, как правило, не применяется. Так же осторожно надо применять раскрашивание.

Учебный рисунок - это не только отчетный материал. Его главное значение состоит в том, что рисование заставляет вдумываться в препарат и останавливает внимание на деталях. Запоминание, подкрепленное зрительными и моторными ощущениями, становится прочнее.

Существуют два типа анатомического рисунка. На схематическом рисунке обозначают только границы тканей, а клетки не вырисовываются. Детальный же рисунок воспроизводит все подробности. На схемах можно очень отчетливо

и быстро показать общие пропорции, соотношение и расположение тканей, разумно расходуя время и не занимаясь утомительным вырисовыванием отдельных клеток. Схемы дополняют детальными рисунками. Надо учиться сочетать эти два типа рисунка, добиваясь наибольшей выразительности при наименьшей затрате времени.

Каждый рисунок должен возникать как результат вдумчивого изучения препарата. Копирование рисунков с книги или иного источника недопустимо.

Необходимые рисовальные принадлежности: рабочая тетрадь, простой карандаш средней мягкости, мягкий ластик, набор цветных карандашей. Ниже кратко сформулированы важнейшие правила учебного рисунка:

1. Перед началом рисования продумывают расположение и размеры рисунков на листе бумаги. Величина рисунков должна соответствовать величине тех деталей, которые надо изобразить: на слишком мелком рисунке их невозможно показать в правильном масштабе, а слишком крупный рисунок некрасив и неэкономен.

2. Нельзя нарушать пропорции между размерами органа, тканей и клеток.

3. Построение рисунка начинают легкими штрихами, отыскивая общие пропорции, затем ненужные линии стирают, а правильные прорисовывают сильнее. Ни в коем случае нельзя сильно нажимать карандашом («резать» бумагу).

4. Рисуют только то, что необходимо для понимания препарата. Изображают главное, типичное. Опускают все несущественное и случайное.

5. Разумно сочетают детальный и схематический рисунки. На схемах показывают только границы тканей.

6. Цветные карандаши употребляют только после того, как рисунок выполнен простым карандашом и правильность его исполнения проверена преподавателем. На детальных рисунках показывают естественную окраску препарата. На схемах цвета могут быть условными. Например, ксилему постоянно отмечают красным цветом, флоэму — синим, пробку — бурым.

7. Рисунок должен иметь пояснительные надписи. Чем лучше изучен и осмыслен теоретически препарат, тем содержательнее надписи и тем ценнее рисунок при повторении. Надписи делают простым карандашом, нормальным

шрифтом.

8. Рисунки выполняют на занятиях в рабочих тетрадях. Перерисовка с черновиков, таблиц, книг и т. п. недопустима.

Оформление рабочей тетради. В процессе занятий студент должен вести запись в своей рабочей тетради по следующему плану: Тема занятия, название работы, объект, способ приготовления препарата, схемы и рисунки. Рисунки, выполненные простым карандашом, должны быть довольно крупными и иметь пояснительные надписи.

Не допускается:

- цифровое обозначение и сокращения;
- копирование рисунков с учебников и методических пособий;
- небрежно выполненные работы.

ТЕМА 1

РАСТИТЕЛЬНАЯ КЛЕТКА

Клетка является основной структурно-функциональной единицей живого. Клетки органов и тканей растений различаются по форме, строению и выполняемым функциям. Однако все растительные клетки имеют общие черты. Типичная растительная клетки имеет оболочку (или клеточную стенку), в которую заключен протопласт. Протопласт содержит ядро с ядрышками. Внеядерная часть протопласта содержит гиалоплазму со всеми находящимися в ней органоидами, за исключением ядра, и клеточные включения. Специфические черты растительных клеток определяются автотрофным способом питания и сравнительно неподвижным образом жизни.

Работа 1. Форма растительных клеток

Объект - лист элодеи (*Elodea canadensis* Rich.). Временный препарат.

Приготовление временного препарата: на предметное стекло нанести каплю воды. От стебля элодеи отделить молодой зеленый лист. Поместить его абаксиальной стороной на предметное стекло в каплю воды. Адаксиальная

сторона листовой пластинки обращена к наблюдателю. Накрывать покровным стеклом

Под малым увеличением микроскопа познакомиться с общим строением листа. Обратить внимание на длинные и узкие темные тяжи, идущие вдоль листовой пластинки. Это межклетные ходы, служащие резервуарами для запасов воздуха.

Основная ткань листа состоит из изодиаметричных или продолговатых с тупыми концами клеток. По форме эти клетки относятся к паренхимным, поскольку их длина превышает ширину не более чем в два раза.

Рассмотреть клетки средней жилки листа и периферии листовой пластинки. Жилка состоит из более узких и мелких клеток проводящей ткани. Данные клетки по форме являются прозенхимным, так как их длина превышает ширину в два и более раз.

Установить в центр поля зрения зубчатый край листа. Зубчик образован одной прозенхимной клеткой с заостренным концом. Прилегающие к ее основанию клетки являются паренхимными.

Препарат использовать для выполнения работы 3.

Зарисовать: 1) схематический рисунок строения листа элодеи, отметить центральную жилку, межклетные ходы и зубчик; 2) участок листовой пластинки, включающий клетки зубчики. Отметить: клетки паренхимы листовой пластинки, клетку зубчик, прилегающие клетки. Обозначить тип этих клеток по форме.

Работа 2. Ядро и цитоплазма

Объект - эпидермис чешуи лука (*Allium cepa* L.) Постоянный препарат.

Препарат рассмотреть на малом увеличении микроскопа.

На большом увеличении микроскопа рассмотреть составляющие компоненты клеток. Протопласт – живое содержимое клетки – включает ядро и цитоплазму. В центре клетки или со смещением к периферии располагается гранулярное, округлой формы ядро, как правило, с двумя и большим числом ядрышек. Кариоплазма ядра отграничена от протоплазмы двойной ядерной оболочкой. Цитоплазма окружает ядро, тяжами расходуется по всей клетке и обра-

зует пристенный слой под плазмалеммой. Плазмалемма окружена клеточной оболочкой.

Зарисовать несколько рядом расположенных клеток. Отметить тип клеток по форме, ядро с ядрышками, тяжи цитоплазмы, вакуоль, плазмалемму и клеточную оболочку.

Работа 3. Хлоропласты и движение цитоплазмы

Объект—лист элодеи (*Elodea canadensis* Rich.).

Использовать препарат, приготовленный в работе 1.

Под малым увеличением микроскопа рассмотреть клетки, расположенные около центральной жилки вблизи от основания листа. Хлоропласты в клетках располагаются в пристенном слое цитоплазмы. Чтобы обнаружить их, клетку рассматривают сверху, поставив в фокус микроскопа ее верхнюю стенку, или в оптическом разрезе, слегка опустив тубус микроскопа и углубившись во внутрь клетки. В первом случае хлоропласты будут расположены по всей верхней стенке, а во втором - только по боковым стенкам клетки.

Движение цитоплазмы установить по перемещению хлоропластов, которые увлекаются током цитоплазмы. Обратит внимание на направление движения. Цитоплазма может двигаться: а) в одном направлении вдоль боковых стенок клетки (круговое или ротационное движение); б) тонкими струйками по различным направлениям (струйчатое или циркуляционное движение). Движение можно ускорить, если слегка прогреть препарат на солнце, у лампы, или предварительно выдержать элодею в теплой воде.

Зарисовать несколько клеток, отметить хлоропласты, ядро, цитоплазму и направление движения цитоплазмы.

Работа 4. Хромопласты

Объект - плоды томата (*Solanum lycopersicum* L), шиповника (*Rosa* sp.), рябины (*Sorbus* sp.).

Приготовление временного препарата: снять с плода кожицу и при помощи препаровальной иглы извлечь немного мякоти из подкожного слоя. Взятую массу поместить в каплю воды на предметное стекло и препаровальной иглой

равномерно распределить. Накрыть покровным стеклом.

Под малым увеличением найти отдельные клетки округлой формы. Под большим увеличением изучить их строение. Обнаружить крупное ядро, окруженное цитоплазмой. Цитоплазма в виде тяжей пересекает клетку в различных направлениях. Рассмотреть хромопласты. Обратить внимание на их окраску, форму и расположение в клетке. Отметить обособление клеток друг от друга в процессе созревания плодов.

Зарисовать несколько обособленных клеток. Отметить ядро, тяжи цитоплазмы, хромопласты, оболочку клетки.

Работа 5. Запасной крахмал клубня картофеля

Объект-клубень картофеля (*Solanum tuberosum* L.).

Приготовление временного препарата: клубень картофеля разрезать пополам. С влажной поверхности среза снять немного сока при помощи скальпеля. Небольшую каплю сока поместить на предметное стекло в каплю воды, равномерно распределить и накрыть покровным стеклом.

Препарат рассмотреть на большом увеличении микроскопа. Крахмальное зерно имеет центр образования и окружающие его слои. Особенность крахмальных зерен картофеля заключается в их эксцентрической слоистости: центр образования смещён к периферии, и слои, окружающие его, шире с одной стороны и уже с другой.

По типу сложения различают простые, сложные и полусложные крахмальные зерна. Простые крахмальные зерна имеют один образовательный центр, окруженный слоями, а сложные - два или несколько. В полусложных крахмальных зернах в отличие от сложных, кроме слоев, окружающих каждый образовательный центр, имеются еще общие слои. Отметить различия в строении сложных и полусложных зерен.

Зарисовать несколько крахмальных зерен. Отметить простые, сложные и полусложные зерна, в них образовательные центры и слои.

Проделать качественную реакцию на крахмал. Для этого с одной стороны покровного стекла поместить каплю реактива Люголя и с противоположной - оттянуть воду полоской фильтровальной бумаги. Наблюдать в микроскоп по-

степенное окрашивание крахмальных зерен в синий цвет. Результат реакции записать в тетрадь.

Работа 6. Запасной белок семени клещевины

Объект - алейроновые зерна семени клещевины (*Ricinus communis* L.).

Приготовление временного препарата: на сухое предметное стекло нанести мазок очищенным от кожуры семенем клещевины. Мазок заключить в каплю раствора йода, смешанного с крепким раствором сахарозы, и накрыть покровным стеклом. Раствор сахарозы берется для того, чтобы воспрепятствовать набуханию алейроновых зерен.

Рассмотреть под большим увеличением микроскопа строение алейронового зерна. Алейроновое зерно семени клещевины покрыто белковой оболочкой, а внутри содержит образования двух типов: белковой природы кристаллоид и отложения солей инозитфосфорной кислоты в виде глобидов. Необходимо найти алейроновые зерна типичной грушевидной формы, у которых глобиды и кристаллоиды расположены в одной плоскости.

Зарисовать крупным планом два-три алейроновых зерна. Отметить белковую оболочку зерна, глобид и кристаллоид.

Работа 7. Кристаллы как форма отложения минеральных солей в растительной клетке

Объект - кристаллы в клетках сухой чешуи лука (*Allium cepa* L.).

Приготовление временного препарата: на предметное стекло в каплю глицерина поместить небольшой участок сухой чешуи лука, выдержанной несколько дней в смеси спирта с глицерином, накрыть покровным стеклом.

Препарат рассмотреть под малым увеличением микроскопа. Найти клетки, содержащие кристаллы щавелевокислого кальция и их сростки. Форму кристаллов рассмотреть под большим увеличением микроскопа.

Зарисовать несколько клеток с призматическими кристаллами. Отметить одиночные и сросшиеся кристаллы.

Работа 8. Клетчатка как основной компонент клеточных оболочек

Объект - лубяные волокна стебля льна (*Linum usitatissimum* L.).

Приготовление временного препарата: двумя препаровальными иглами разделить пучок лубяных волокон на отдельные волоконца и поместить их на предметное стекло в каплю воды. Накрывать покровным стеклом.

Препарат рассмотреть под малым увеличением микроскопа. Обратить внимание на форму клетки, размеры клеточной полости. На большом увеличении микроскопа рассмотреть участок волокна. Отметить штриховатость оболочек. Сравнить толщину клеточных стенок с размером полости клетки.

Зарисовать несколько волокон. Отметить клеточную полость с остатками содержимого и штриховатость оболочек.

Определить основной химический компонент оболочки - целлюлозу. Для этого с одной стороны покровного стекла поместить 1 - 2 капли хлористого цинка с йодом, и с противоположной - оттянуть полоской фильтровальной бумаги воду. Под малым увеличением микроскопа наблюдать окрашивание целлюлозных клеточных оболочек в сиреневый цвет.

Работа 9. Одревеснение клеточных оболочек

Объект - каменистые клетки плода груши (*Pyrus communis* L.). Приготовление временного препарата: сделать срез мякоти плода груши, перенести его на предметное стекло в каплю воды и заключить под покровное стекло.

Препарат рассмотреть под малым увеличением микроскопа. Найти группы каменистых клеток, окруженные мешковидными клетками мякоти плода. Крупные мешковидные клетки группируются вокруг механических элементов, расходясь во все стороны по радиусам. Клеточные оболочки каменистых клеток пропитываются лигнином. Наличие лигнина можно обнаружить, действуя на препарат флороглюцином и соляной кислотой. Для этого снять покровное стекло, удалить воду фильтровальной бумагой и нанести на препарат каплю флороглюцина и каплю крепкой соляной кислоты. Через 1-2 минуты подсушить объект фильтровальной бумагой, нанести на срез каплю глицерина и накрыть покровным стеклом.

Под малым увеличением микроскопа найти группу каменистых клеток, во

вторичной оболочке которых обнаруживается слоистость. Перевести на большое увеличение и рассмотреть строение одной каменистой клетки. Обратить внимание на многочисленные ветвистые поровые каналы, пронизывающие клеточную оболочку.

Зарисовать: 1) группу каменистых клеток, окруженную мешковидными клетками, отметить каменистые клетки, мешковидные клетки; 2) одну каменистую клетку, отметить полость клетки, одревесневшую слоистую оболочку и поровые каналы.

Работа 10. Деление ядра. Кариокинез.

Объект - продольный срез растущей части корня лука (*Allium cepa* L.)

Постоянный препарат.

Под малым увеличением найти ближе к корневому чехлику наиболее молодую зону, в которой происходит наиболее интенсивное деление ядер и клеток. Перевести микроскоп на большое увеличение и рассмотреть строение ядер делящихся клеток. Проследить на препарате изменения в ядрах и установить фазы кариокинеза.

Митотический цикл клетки включает период подготовки к делению (интерфаза) и процесс деления (митоз). В первой фазе митоза – профазе – в ядре происходят следующие изменения: увеличение его объема, конденсация хромосом, начало диссоциации ядрышка. В метафазе наблюдается удвоение хромосом с последующим перемещением в экваториальную часть клетки, образование метафазной пластинки, исчезновение ядерной мембраны и образование веретена деления. В анафазе дочерние хромосомы расходятся к полюсам клетки, в телофазе происходит формирование дочерних ядер, образуются ядрышки, в поперечной плоскости веретена деления формируется фрагмопласт - первичная клеточная стенка. Вслед за делением ядра происходит деление протопласта (цитокинез).

Зарисовать: основные фазы деления ядра, обозначив изменения, происходящие в клетке.

ТЕМА 2

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Растительная ткань - это совокупность клеток, выполняющих одинаковые функции, обладающих общим строением и имеющих общее происхождение.

Все постоянные ткани растительного организма происходят из образовательных тканей (или меристем). Образовательные ткани имеют строгую локализацию в теле растения. В зависимости от расположения выделяют верхушечные, боковые или латеральные, вставочные или интеркалярные. По происхождению образовательные ткани разделяют на первичные и вторичные. Первичными называются меристемы, которые связаны по своему происхождению с зародышевыми, эмбриональными тканями. К первичным меристемам относятся все верхушечные и вставочные меристемы. Вторичными являются возникающие из уже сформировавшихся постоянных тканей или же из остатков первичных меристем. Вторичными являются - боковые или латеральные (межпучковый камбий и феллоген) и маргинальные. Все постоянные ткани, дифференцированные из первичных меристем, считаются первичными. Постоянные ткани дифференцированные из вторичных меристем являются вторичными.

Постоянные ткани группируют в соответствии с их строением и функциями в следующие системы постоянных тканей: покровные, механические, проводящие, ассимиляционные, запасные. Кроме этих широко распространенных тканей, встречаются реже выделительная и вентиляционная (или проветривающая), ткани. В предлагаемых работах рассматриваются образовательные, покровные, проводящие ткани. Изучение растительных тканей, не охваченных рамками данной темы, продолжится при подробном рассмотрении строения отдельных органов растительного организма.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

Первичные образовательные ткани

Работа 11. Строение точки роста стебля

Объект – продольный срез зародыша мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.).

Постоянный препарат

Под малым увеличением микроскопа рассмотреть общее строение зародышевой почки. Найти конус нарастания зародышевого побега, выделив точку роста и листовые бугорки. Обратит внимание на расположение листовых бугорков.

Под большим увеличением микроскопа рассмотреть форму и особенности строения меристематических клеток точки роста конуса нарастания. Наружный слой меристематических клеток точки роста пшеницы представляет однослойную тунику (согласно классической теории Шмидта). Под туникой расположены внутренние слои меристематических клеток - корпус. Клетки туники и корпуса образуются в вершинной части точки роста из инициальных клеток. Клетки туники образуются в результате антиклинальных делений соответствующих инициальных клеток (плоскость деления ориентирована перпендикулярно поверхности конуса нарастания). В то время как плоскость деления инициальных клеток корпуса расположена как в антиклинальном, так и в периклинальном направлении (плоскость деления ориентирована параллельно поверхности конуса нарастания). Клетки туники конуса нарастания образуют в онтогенезе побега первичную покровную ткань - эпидермис, клетки корпуса – первичную кору и центральный цилиндр.

Строение конуса нарастания рассмотреть на его продольном срезе под большим увеличением микроскопа. Обратит внимание на форму и особенности строения клеток туники и корпуса конуса нарастания.

Зарисовать: 1) общий вид конуса нарастания побега пшеницы, отметить точку роста, листовые бугорки; 2) продольный срез конуса нарастания, отметить клетки корпуса и туники, инициальные клетки туники и корпуса.

Работа 12. Строение точки роста корня.

Объект: продольный срез растущей части корня лука (*Allium sera* L.). Постоянный препарат.

Общее строение кончика корня рассмотреть при малом увеличении микроскопа. Ориентировать препарат корневым чехликом вниз. Конус нарастания корня прикрыт корневым чехликом, состоящим из живых тонкостенных клеток.

Под большим увеличением рассмотреть внутреннее строение кончика корня. Конус нарастания корня однодольных растений состоит из комплекса инициальных клеток, в результате деления которых образуются слои меристематических клеток. Инициали расположены в 3 яруса. Клетки верхнего яруса дают начало плероме. Клетки среднего яруса образуют периблему и покрывающий ее дерматоген. Плерома дифференцируется в осевой цилиндр, периблема – в первичную кору, а дерматоген – в эпиблему. Корневой чехлик кончика корня лука (как у всех однодольных и некоторых двудольных растений) имеет самостоятельную меристему – калиптроген, инициальные клетки которого располагаются в нижнем ярусе. Обратить внимание на направление делений меристематических клеток.

Зарисовать: 1) схему строения точки роста корня, обозначить корневым чехлик, меристематические зоны; 2) точку роста корня. Обозначить корневым чехлик, меристематические зоны - плерому, периблему, дерматоген, инициальные клетки плеромы, инициальные клетки перилеммы и дерматогена, калиптроген.

Вторичные образовательные ткани

Работа 13. Пучковый и межпучковый камбий в стебле травянистого растения

Объект - поперечный срез стебля кирказона (*Aristolochia macrophylla* Lam.).

Постоянный препарат. Под малым увеличением рассмотреть препарат. Проводящие пучки расположены по окружности. Флоэмная часть пучков обращена к периферии стебля, ксилемная – к центру. Расположить проводящий пучок в поле зрения микроскопа ксилемной частью вниз. Найти камбиальную зону пучка, образованную собственно клетками камбия, а также продуктами их деления не закончившими дифференциацию. Камбий пучка представлен несколькими рядами

живых, тонкостенных, уплощенных в радиальном направлении клеток, расположенных между вторичной флоэмой и вторичной ксилемой. Расположение клеток в камбиальной зоне обусловлено направлением деления камбиальных клеток.

Найти межпучковый камбий. Для этого под малым увеличением микроскопа в поле зрения установить пучковый камбий с краю пучка. Медленно передвигать препарат в направлении камбиальной зоны соседнего проводящего пучка. Внимательно рассматривая паренхиму между этими пучками, обнаружить межпучковый камбий. Межпучковый и пучковый камбий на поперечном срезе образуют сплошное камбиальное кольцо.

На большом увеличении рассмотреть клетки, составляющие камбиальное кольцо. Обратит внимание на форму, размеры и расположение клеток пучкового и межпучкового камбия.

Зарисовать: 1) схематично радиальный участок поперечного среза с двумя пучками и зоной межпучкового камбия между ними, отметить камбий пучковый и межпучковый, 2) фрагмент пучкового и межпучкового камбия.

ПОКРОВНЫЕ ТКАНИ

Первичные покровные ткани

Работа 14. Эпидермис

Объект - эпидермис листа герани (*Pelargonium sp*) Постоянный препарат.

Под малым увеличением микроскопа рассмотреть форму и расположение клеток эпидермиса. Эпидермис состоит из живых, плотно сомкнутых клеток, выступы одной клетки заходят в пазухи другой, образуя особо плотное скрепление.

Найти клетки, образующие устьица. На большом увеличении ознакомиться со строением устьиц. Устьичный аппарат состоит из двух замыкающих клеток и межклетника между ними – устьичной щели. Замыкающие клетки отличаются от прочих эпидермальных клеток наличием хлоропластов. Клетки эпидермиса, прилегающие непосредственно к замыкающим клеткам устьица, называются сопровождающими клетками. Обратит внимание на форму, строение и состав органоидов замыкающих клеток устьиц и сопровождающих клеток.

Под малым увеличением найти отдельную трихому. Трихомы представляют

собой выросты эпидермиса. По сложности строения трихомы эпидермиса герани являются сложными, так как образованы несколькими клетками. Клетки, образующие трихому не одинаковы по строению и размерам. Обратит внимание на размеры и форму клеток эпидермиса, окружающих основание трихомы. Эпидермис герани несет механические и железистые трихомы, которые отличаются по строению верхушечных клеток. Найти в поле зрения микроскопа механические и железистые трихомы. Строение трихомы рассмотреть под большим увеличением микроскопа, выделить особенности строения клеток, образующих трихому.

Зарисовать: 1) основные клетки эпидермиса; 2) устьице и окружающие его клетки, отметить устьичную щель, замыкающие клетки с ядром и хлоропластами, утолщенные оболочки замыкающих клеток, сопровождающие клетки; 3) трихому, обозначить тип трихомы по сложности строения, по выполняемой функции, луковичку, прилегающие клетки эпидермиса, железистое содержимое (для железистой трихомы).

Вторичные покровные ткани.

Работа 15. Строение перидермы. Чечевичка

Объект - поперечный срез ветки бузины (*Sambucus nigra* L.). Постоянный препарат.

Под малым увеличением микроскопа найти наиболее тонкий участок наружной части стебля, представляющей собой перидерму. Перевести на большое увеличение и рассмотреть клетки составляющих ее тканей. Перидерма представлена феллогеном (образовательной тканью), феллемой (пробкой) и феллодермой. Обратит внимание на расположение клеток тканей перидермы правильными радиальными рядами. Феллоген состоит из одного слоя плотно сомкнутых клеток таблитчатой формы. Снаружи от феллогена расположена феллема или пробка. Клетки феллемы имеют утолщенные стенки, полость клеток заполнена воздухом. Феллодерма расположена внутрь от камбия, состоит из нескольких рядов живых паренхимных клеток, содержащих хлоропласты. Клетки феллодермы являются продолжением радиальных рядов клеток феллемы и феллогена.

Поместить в поле зрения участок перидермы с чечевичкой. Боковые части

чечевички состоят из приподнятых слоев пробковой ткани. Феллоген чечевички имеет форму часового стекла. В отличие от феллогена перидермы, он представлен несколькими слоями клеток. В результате активных делений этих клеток образуется участок рыхлой выполняющей (или заполняющей) ткани, состоящей из живых клеток округлой формы. Внимательно рассмотреть участок выполняющей ткани. Обратит внимание на наличие межклетников, размеры и форму клеток.

Зарисовать: 1) участок перидермы, отметить пробку, феллоген и феллодерму; 2) схематично чечевичку, отметить пробку, феллоген и феллодерму, выполняющую ткань; 3) детально чечевичку. Отметить пробку, феллоген и феллодерму, выполняющую ткань.

ПРОВОДЯЩИЕ ТКАНИ

Работа 16. Строение коллатерального пучка

Объект - поперечный срез стебля кукурузы (*Zea mays L.*). Постоянный препарат.

При малом увеличении микроскопа рассмотреть строение проводящего пучка. В коллатеральном (бокобчном) пучке стебля ксилема и флоэма примыкают друг к другу, причем флоэма располагается к периферии, а ксилема к центру органа. Найти в средней части пучка два крупных пористых сосуда метаксилемы. Между сосудами метаксилемы расположены волокнистые трахеиды. Протоксилема представлена одним-тремя сосудами меньшего диаметра с кольчатым или кольчато-спиральным утолщением. Ниже сосудов расположена воздушная полость. Сосуды протоксилемы и воздушная полость, окружены живыми, тонкостенными клетками паренхимы.

Рассмотреть строение флоэмы. Элементы метафлоэмы располагаются снаружи от метаксилемы. Метафлоэма представлена двумя типами клеток: ситовидными трубками и клетками-спутницами. Клетки - спутницы мелкие, заполненные мелкозернистой протоплазмой и содержащие ядро, распределены между крупными ситовидными трубками. Клетки протофлоэмы, образующиеся на самой ранней стадии развития пучка, по мере роста сдавливаются, клеточные стенки сливаются. На поперечном срезе видны только полости протофлоэмных клеток.

Пучок окружен механической тканью, представленной толстостенными, плотно примыкающими друг к другу склеренхимными волокнами. Склеренхимные волокна образуют вокруг пучка склеренхимное влагалище. Пучки имеющие механическую обкладку носят название сосудисто-волоконистых. Отметить неравномерное развитие склеренхимного влагалища вокруг пучка.

Коллатеральные пучки стебля кукурузы являются закрытыми, так как они не имеют меристематической ткани и закончили свое образование.

Зарисовать: проводящий пучок, отметить склеренхимное влагалище, протоплоэму, ситовидные трубки и клетки-спутницы метафлоэмы, пористые сосуды, волоконистые трахеиды метаксилемы, в протоксилеме : кольчатый, спиральный сосуды, воздушную полость.

Работа 17. Строение биколлатерального пучка

Объект - поперечный срез пучка стебля тыквы (*Cucurbita pepo* L.). Постоянный препарат.

При малом увеличении микроскопа рассмотреть строение биколлатерального открытого пучка, для которого характерно наличие двух участков флоэмы, расположенных снаружи и вовнутрь от участка ксилемы. Между наружной флоэмой и ксилемой располагается пучковый камбий. Такой пучок, содержащий образовательную ткань, называется открытым. Пучок окружен крупными клетками основной паренхимы.

Камбий представлен небольшими, богатыми протопластом клетками. В поперечном сечении клетки камбия имеют форму прямоугольника, сжатого в радиальном направлении, вытянутого в тангентальном. В результате активных делений клеток камбия, образуется камбиальная зона. Камбиальная зона наряду с клетками камбия включает элементы вторичных проводящих тканей, находящиеся в стадии формирования.

Под большим увеличением рассмотреть строение элементов флоэмы и ксилемы. Флоэма проводящего пучка стебля тыквы состоит из ситовидных трубок, клеток-спутниц с хорошо заметными клеточными ядрами и протоплазмой и паренхимных клеток. Под камбием расположена вторичная ксилема. Под большим увеличением рассмотреть характер утолщения клеточных оболочек сосудов. В состав вторичной ксилемы входят крупные пористые сосуды, которые окружены

мелкими толстостенными древесинными волокнами и древесинной паренхимой.

Рассмотреть строение элементов первичной ксилемы. Протоксилома состоит из узкопросветных, способных к растяжению кольчатых и спиральных трахеид. Элементы метаксилемы, возникающие из прокамбия позднее, представлены широкопросветными трахеидами и трахеями с сетчатыми и точечными утолщениями продольных клеточных стенок. К центру стебля от первичной ксилемы находится участок мелких паренхимных клеток, по форме напоминающих камбиальные клетки. С внутренней стороны к паренхимным клеткам протоксилемы прилегает внутренняя флоэма.

Зарисовать: 1) схему строения биколлатерального проводящего пучка, отметить – паренхимную обкладку пучка, первичную, вторичную флоэму, камбий, первичную и вторичную ксилему, участок внутренней флоэмы; 2) проводящий пучок стебля тыквы. Отметить ситовидные трубки и клетки-спутницы флоэмы, камбиальную зону, в первичной ксилеме: спиральные и кольчатые сосуды, паренхиму протоксилемы, сетчатые сосуды, паренхимные клетки метаксилемы; во вторичной ксилеме: пористые сосуды, механические волокна, паренхимные клетки.

Работа 18. Строение проводящего пучка на продольном разрезе.

Объект - продольный разрез стебля подсолнечника (*Helianthus annuus*)

Под малым увеличением рассмотреть продольный разрез стебля подсолнечника. Определить тип проводящего пучка по наличию образовательной ткани и расположению проводящих тканей.

Найти проводящий пучок. Выделить флоэмную и ксилемную части пучка. Между флоэмой и ксилемой расположен камбий. Камбий состоит из прозенхимных, заостренных на концах клеток с ядром веретеновидной или продолговатой формы. Расположить объект таким образом, чтобы флоэмная часть пучка оказалась слева от камбия, а ксилемная, соответственно, справа. Под большим увеличением рассмотреть строение элементов флоэмы и ксилемы.

Найти первичную флоэму, клетки которой сильно сдавлены. В состав вторичной флоэмы входят ситовидные трубки с клетками-спутницами, паренхимные клетки и лубяные волокна. На продольном срезе ситовидная трубка представляет продольный ряд клеток, сообщающихся перфорациями. Рассмотреть

строение клеточной стенки, протопласта ситовидных трубок. Некоторые ситовидные трубки имеют одну, реже несколько плотно примыкающих к ним клеток-спутниц. Изучить строение протопласта и клеточной стенки клеток-спутниц. Обратить внимание на поры в клеточных стенках, прилегающих к ситовидным трубкам или к клеткам флоэмной паренхимы.

Найти вторичную ксилему. В ее состав входят крупные пористые сосуды - трахеи, которые окружены узкопросветными толстостенными древесинными волокнами и древесинной паренхимой. Внимательно рассмотреть строение этих элементов на продольном срезе. Крупные сосуды (трахеи) образованы продольным рядом клеток, соединенных друг с другом перфорациями.

Установить в поле зрения микроскопа первичную ксилему. Выделить в первичной ксилеме прото- и метаксилему. Проводящие элементы метаксилемы, представлены трахеями и трахеидами. Трахеиды представляют собой вытянутые клетки, с косо срезанными, заостренными или закругленными концами и окаймленными порами в клеточных стенках. Обратить внимание на характер утолщения клеточных стенок проводящих элементов метаксилемы и протоксилемы, состоящей из узкопросветных трахеид.

Зарисовать: 1) продольный срез проводящего пучка подсолнечника. Отметить первичную флоэму, во вторичной флоэме: ситовидные трубки, клетки-спутницы, паренхиму луба, лубяные волокна; камбиальную зону, во вторичной ксилеме: пористые сосуды, древесинную паренхиму, волокна либриформа, в первичной ксилеме: проводящие элементы метаксилемы, проводящие элементы протоксилемы (обозначить характер утолщения клеточной стенки).

ТЕМА 3

СТРОЕНИЕ СТЕБЛЯ РАСТЕНИЙ

Стебель в типичном случае представляет собой наземный орган, несущий листья.

Основными функциям стебля является: 1) проведение воды и минеральных веществ в восходящем направлении от корней к листьям; 2) проведение продуктов фотосинтеза от фотосинтезирующих органов; 3) механическая функция,

обеспечивающая положение тела растения в пространстве и сопротивление воздействиям внешней среды; а также некоторые специфические функции – защитная, запасающая и прочие. Функции стебля определяют его строение.

В стебле растений можно различить три основных системы тканей: покровную, проводящую и основную. Покровная система в первичном теле растения представлена эпидермисом, при наличии вторичного роста замещается перидермой или коркой. Проводящая система состоит из двух видов тканей, ксилемы и флоэмы. Система основных тканей включает все ткани, за исключением покровных и проводящих. Наиболее обычной основной тканью является паренхима. Различия в строении стебля растений определяются количественным соотношением и пространственным расположением проводящих и основных тканей.

Можно отметить следующие основные типы строения стебля растений: стебель травянистых однодольных растений, травянистых двудольных и древесных двудольных растений. Для стеблей однодольных растений характерно наличие сосудистых пучков закрытого типа, все элементы которых первичного происхождения. Все остальные части стебля также состоят из первичных тканей. Травянистые двудольные растения пучкового типа, в отличие от однодольных, имеют пучки открытого типа, содержащие прослойку камбия. Камбиальные клетки образуют вторичные элементы флоэмы и ксилемы. Пучки двудольных растений занимают в стебле более определенное положение. Древесные растения имеют сильно одревесневший многолетний стебель. Вторичные изменения в стебле двудольных древесных растений еще более значительны, чем у травянистых. На поперечном разрезе ствола любого дерева можно отметить три зоны: сердцевину, древесину и кору. Между корой и древесиной находится камбиальная зона.

Надо помнить, что эти различия в строении стебля разных растений не всегда четко выражены и имеются различные вариации внутри отдельных групп растений.

Работа 19. Строение стебля однодольных растений.

Объекты: 1) поперечный срез стебля кукурузы (*Zea mays* L.). Постоянный препарат. 2) продольный срез стебля кукурузы (*Zea mays* L.). Постоянный препарат.

Поперечный срез. Препарат рассмотреть под малым увеличением микроскопа. Выделить основные части стебля. Снаружи стебель кукурузы покрыт эпидермисом с кутикулой. Обратит внимание на размеры, форму, особенности строения эпидермальных клеток. Первичная кора в стебле кукурузы слабо выражена. Она может быть представлена небольшими группами клеток хлорофиллоносной паренхимы, расположенных непосредственно под эпидермисом.

В случае отсутствия первичной коры, под покровной тканью находится центральный цилиндр. Периферическая часть центрального цилиндра представлена толстостенными склеренхимными волокнами, образующими механическое кольцо. Проводящие пучки распределены в основной паренхиме центрального цилиндра. Обратит внимание на количество, расположение и размеры проводящих пучков. Склеренхимные обкладки периферических проводящих пучков сливаются с механическим кольцом, образуя сплошной слой склеренхимы. Рассмотреть клетки основной паренхимы центральной части стебля. Паренхима центрального цилиндра представлена крупными, тонкостенными клетками, размеры которых уменьшаются к периферии стебля.

Определить тип стели.

Зарисовать: 1) схему строения стебля кукурузы, обозначить эпидермис, центральный цилиндр, включающий механическое кольцо, основную паренхиму стебля, проводящие пучки;

2) радиальный сектор стебля, обозначить эпидермис с кутикулой, механическое кольцо, основную паренхиму стебля, проводящие пучки с механической обкладкой.

Продольный срез. Под малым увеличением микроскопа внимательно рассмотреть продольный срез стебля и сопоставить его с изученным ранее поперечным срезом. Выделить основные части стебля. Продольный разрез отдельных элементов среза рассмотреть при помощи большого увеличения микроскопа. Внутри от эпидермиса расположены механические волокна перициклического происхождения. Обратит внимание на прозенхимную форму клеток, толщину клеточных стенок, наличие простых щелевидных пор. Клетки основной паренхимы стебля слабо вытянуты по оси стебля. Отметить изменение размеров клеток

от периферии к центру.

Найти проводящий пучок и рассмотреть элементы флоэмной и ксилемной части пучка, клетки механической обкладки.

Зарисовать: участок поперечного среза. Отметить: эпидермис, склеренхимные волокна механического кольца, основную паренхиму стебля, во флоэме проводящего пучка – ситовидные клетки, клетки-спутницы, механические волокна, в ксилеме – сетчатые сосуды метаксилемы, спиральные, кольчатые, кольчато-спиральные сосуды протофлоэмы, волокнистые трахеиды, ксилемную паренхиму, склеренхимные волокна механической обкладки пучка.

Работа 20. Строение стебля травянистых двудольных растений

Объект - поперечный срез стебля тыквы (*Cucurbita pepo* L.). Постоянный препарат.

Препарат положить на чистый лист бумаги и рассмотреть форму стебля и расположение проводящих пучков. Стебель тыквы несёт закругленные тупые ребра. Внутри стебель полый. Центральная полость вдаётся в паренхиму между крупными проводящими пучками. Более мелкие пучки расположены в промежутках между большими пучками, под ребрами. Определить тип стели.

Препарат ориентировать покровной тканью вверх. При малом увеличении микроскопа найти следующие части: покровную ткань, первичную кору, центральный цилиндр. Стебель покрыт первичной покровной тканью - эпидермисом с кутикулой. Обратит внимание на строение трихом. Рассмотреть ткани, входящие в состав первичной коры. Наружная часть первичной коры состоит из хлорофиллоносной паренхимы и механической ткани. Найти механическую ткань первичной коры – колленхиму. Она располагается непосредственно под эпидермисом в ребрах стебля. Колленхима представлена живыми клетками, оболочки которых сильно утолщены в углах, где сходятся несколько клеток. Такая колленхима называется уголковой. Внутренний слой первичной коры представлен эндодермой. Клетки эндодермы в стебле тыквы содержат многочисленные подвижные зерна крахмала и образуют крахмалоносное влагалище.

Периферическая часть центрального цилиндра состоит из нескольких слоев склеренхимных волокон, которые образуют механическое кольцо. Основной тка-

нюю центрального цилиндра является паренхима с тонкостенными рыхло расположенными клетками. Обратить внимание на изменение размеров паренхимных клеток от центра сердцевины к периферии. Пучки расположены в два круга. Обнаружить межпучковый камбий. Для этого найти камбиальную зону в рядом расположенных большом и малом пучках. Рассмотреть паренхиму между соседними пучками, медленно передвигая препарат. Межпучковый и пучковый камбий образуют сплошное камбиальное кольцо.

Воздушная полость ограничена потерявшими тургор паренхимными клетками.

Зарисовать: 1) схему строения стебля тыквы, отметить эпидермис, первичную кору, осевой цилиндр, центральную полость, большие и малые пучки, камбиальное кольцо; 2) радиальный сектор, включающий большой и малый пучки. Отметить эпидермис с кутикулой, трихомы, уголковую колленхиму, паренхиму первичной коры, крахмалоносное влагалище, механическое кольцо, основную паренхиму центрального цилиндра, пучковый и межпучковый камбий, большие и малые проводящие пучки с паренхимной обкладкой.

Работа 21. Строение стебля древесных двудольных растений

Объект - поперечный срез ветки липы (*Tilia cordata* Mill.). Постоянный препарат.

Препарат рассмотреть без помощи микроскопа. Отметить основные части стебля: покровную ткань, первичную кору, центральный цилиндр, включающий вторичную кору, древесину, и сердцевину. Обратить внимание на развитие этих тканей относительно друг друга. Определить тип стели.

Под малым увеличением микроскопа изучить гистологическое строение стебля. Наружная часть стебля липы представлена перидермой. Перидерма состоит из нескольких рядов радиально расположенных клеток пробки, феллогена и феллодермы.

Внутри от перидермы расположена первичная кора стебля. Периферическая часть первичной коры, непосредственно примыкающая к перидерме, представляет собой механическую ткань - колленхиму. Клетки колленхимы имеют на поперечном срезе прямоугольную форму. Тангентальные клеточные стенки сильно

утолщены, радиальные остаются тонкими. Утолщенные стенки смежных тангентальных рядов имеют вид пластинок, соединенных перемычками. Такая колленхима называется пластинчатой. Под колленхимой расположена паренхима первичной коры. Внутренний слой первичной коры – эндодерма – представлен клетками, содержащими мелкие, легко подвижные крахмальные зерна. Клетки эндодермы образуют крахмалоносное влагалище.

За первичной корой расположен центральный цилиндр побега, периферическая часть которого имеет перициклическое происхождение и состоит из паренхимных клеток и склеренхимных волокон. Склеренхимные волокна располагаются отдельными группами и примыкают вплотную к флоэмной части проводящих пучков.

Под первичной корой расположен центральный цилиндр побега, который включает вторичную кору, древесину и сердцевину. Периферическая часть центрального цилиндра имеет перициклическое происхождение и состоит из чередующихся групп паренхимных клеток и склеренхимных волокон. Склеренхимные волокна примыкают вплотную к флоэмной части проводящих пучков. Элементы первичной флоэмы могут быть разрушены или сдавлены. Первичной флоэма при вторичном утолщении стебля практически не функционирует. Вторичная флоэма (луб) в радиальном направлении пересечена сердцевинными лучами. Сердцевинные лучи во вторичной коре имеют вид треугольников, основание которых примыкает к группам паренхимных клеток перициклического происхождения, а вершина обращена к камбиальной зоне стебля. Клетки сердцевинных лучей тонкостенные, паренхимные, вытянутые в радиальном направлении. Некоторые из них содержат друзы щавелевокислого кальция. Между сердцевинными лучами заключены участки луба, имеющие очертания трапеций, широкое основание которых обращено к камбиальной зоне, а узкое - к первичной коре. Выделяют твердый и мягкий луб. Твердый луб состоит из склеренхимных волокон, мягкий - из ситовидных трубок с сопровождающими клетками и клеток запасющей паренхимы. На поперечном срезе элементы твердого луба располагаются в виде тангентальных прослоек. Ритмичность в строении луба связана с периодичностью работы камбия. Ежегодно в лубе липы образуется по две прослойки механических волокон.

Вторичная кора ветки липы отграничена от древесины камбиальной зоной. Большую часть центрального цилиндра составляет древесина или вторичная ксилема. В древесине липы выделяют проводящие, механические и запасующие элементы. Они представлены трахеями и трахеидами, древесинными волокнами (либриформ) и древесинной паренхимой. Трахеи и трахеиды на поперечном срезе имеют овальную или округлую форму, волокна - многоугольную. В древесине многолетнего стебля заметны годичные кольца. Границы между ними обусловлены различиями в строении весенних и осенних элементов древесины. Весенняя древесина представлена широкопросветными сосудами, а осенняя образована либриформом, паренхимой и немногочисленными узкопросветными трахеидами. Первичная ксилема расположена внутри от вторичной ксилемы.

В радиальном направлении древесину пересекают сердцевинные лучи. В древесине липы сердцевинные лучи состоят из однородных паренхимных клеток, вытянутых в радиальном направлении. Паренхимные клетки луча образуются из группы лучевых инициальных клеток камбия. В результате деления этих клеток образуются в направлении древесины - паренхимные клетки древесинных лучей, в направлении вторичной коры - паренхимные клетки лубяных лучей. Обратите внимание на увеличение числа древесных лучей в каждом последующем годовом кольце. Древесинные лучи могут быть узкими (однорядными) или широкими (многорядными). Узкий древесинный луч состоит из одного ряда клеток на всем своем протяжении. Широкий древесинный луч в средней части представлен несколькими рядами паренхимных клеток.

В центральной части осевого цилиндра расположена сердцевина. В сердцевине различают два типа клеток. Мелкие, живые клетки с довольно толстыми целлюлозными оболочками содержат дубильные вещества. Каждая такая клетка окружена крупными, мертвыми клетками с тонкими одревесневшими оболочками. Зона сердцевины, граничащая с первичной древесиной, характеризуется мелкоклеточным строением и называется перимедуллярной зоной.

Зарисовать: 1) схему поперечного среза стебля липы, отметить перидерму, первичную кору, центральный цилиндр, сердцевину; 2) радиальный сектор поперечного среза от периферии до центра, отметить - перидерму, пластинчатую кол-

ленхиму, паренхиму первичной коры, крахмалоносное влагалище, паренхиму и склеренхимные волокна перициклического происхождения, элементы мягкого луба, твердый луб, сердцевинные лучи, клетки, содержащие друзы щавелевокислого кальция, камбий, годовые кольца, сердцевину, перимедулярную зону; 3) участок вторичной коры, содержащий фрагмент луба и сердцевинного луча, отметить элементы мягкого луба: решетчатые трубки, клетки-спутницы, паренхиму, твердый луб, паренхимные клетки сердцевинного луча, друзы щавелевокислого кальция в клетках сердцевинного луча; 4) участок древесины, отметить трахеи весенней древесины, элементы осенней древесины: трахеиды, паренхиму и волокна, клетки древесинных лучей.

Работа 22. Строение стебля хвойных растений.

Объекты: 1) поперечный разрез ветки сосны (*Pinus silvestris* L.). Постоянный препарат. 2) радиальный разрез древесины сосны (*Pinus silvestris* L.). Постоянный препарат. 3) Тангентальный разрез древесины сосны (*Pinus silvestris* L.). Постоянный препарат.

Рассмотреть поперечный разрез ветки сосны без помощи микроскопа. Отметить основные части стебля: покровную ткань, первичную кору, центральный цилиндр, включающий вторичную кору, древесину и сердцевину. Под малым увеличением микроскопа изучить гистологическое строение стебля.

Наружная часть стебля покрыта перидермой. Под перидермой находится паренхима первичной коры, среди клеток которой расположены смоляные ходы в виде полости, выстланной клетками эпителия и окруженные механическими волокнами.

К центру от первичной коры расположен осевой цилиндр. Периферическая часть осевого цилиндра представлена вторичной корой. Рассмотреть строение тканей, составляющих вторичную кору и обратить внимание на отличия от гистологического состава луба лиственных пород. Луб сосны состоит из довольно мелких ситовидных трубок (без клеток спутниц), располагающихся радиальными рядами, и более крупных клеток лубяной паренхимы с крахмалом, располагающихся однорядными полосками поперек сердцевинных лучей. Отсутствие лубя-

ных волокон и клеток спутниц является одним из характерных признаков строения стебля хвойных. Клетки камбия и формирующиеся элементы вторичной коры образуют довольно широкую камбиальную зону. Вследствие этого под малым увеличением микроскопа видимая граница между камбием и лубом размыта. Со стороны древесины камбий резко отграничен от вторичной ксилемы.

Древесина состоит из трахеид, образующих ясные годичные слои. Обратить внимание на отличия в строении ранней и поздней древесины. Трахеиды ранней древесины слабо вытянуты в радиальном направлении. Они имеют полость внутри, а их радиальные стенки несут окаймленные поры. В поздней древесине радиальный размер трахеид значительно меньше тангентального. Полость этих трахеид слабо развита, стенки утолщены, и окаймленные поры немногочисленны. Смоляные ходы древесины имеют меньший диаметр, чем смоляные ходы первичной коры. Они также выстланы эпителиальными клетками и сопровождаются слоем живых клеток, содержащих крахмал. Эти ходы образуют связную систему на протяжении нескольких междоузлий.

Сердцевинные лучи древесины представлены живыми одревесневшими клетками с крахмальными зёрнами.

Сердцевина имеет вид круга с неправильными лучевыми выростами, переходящими в первичные сердцевинные лучи. Между лучами вдаются участки первичной древесины, представленной узкопросветными спиральными трахеидами.

Зарисовать: радиальный сектор поперечного среза, отметить перидерму и составляющие ее ткани, паренхиму первичной коры со смоляными ходами, во вторичной коре – элементы луба: ситовидные трубки и лубяную паренхиму, камбий, в древесине – годичные слои, трахеи весенней и осенней древесины, паренхиму древесных лучей, смоляные ходы, первичную ксилему, сердцевину.

Радиальный разрез древесины сосны.

На радиальном срезе трахеиды представляют собой прозенхимные клетки, вытянутые параллельно оси стебля. Рассмотреть особенности строения элементов весенней и осенней древесины сосны. Весенние трахеиды косо срезанные и закругленные на концах, на радиальных стенках несут большое количество окайм-

ленных пор. Трахеиды осенней древесины узкопросветные, заостренные на концах. Они несут небольшое количество окаймленных пор. На большом увеличении рассмотреть строение окаймленной поры. Окаймленная пора видна как две концентрические окружности, внешняя из которых представляет наружное очертание валика окаймления, внутренняя – очертание порового канала.

Сердцевинные лучи имеют вид полосок, пересекающих трахеиды. Они состоят из нескольких рядов клеток. Клетки средней части луча паренхимные, живые, богатые крахмальными зернами. Слабо одревесневшая оболочка этих клеток несет простые поры. Краевые клетки сердцевинного луча, лишенные протопласта и имеющие окаймленные поры, получили название трахеидальных. Найти смоляные ходы, имеющие на радиальном срезе вид полого цилиндра.

Зарисовать: радиальный срез древесины сосны. Отметить трахеиды весенние и осенние, окаймленные поры с валиком окаймления и поровым каналом, сердцевинные лучи, паренхимные клетки сердцевинных лучей с простыми порами, трахеидальные клетки сердцевинных лучей с окаймленными порами, смоляные ходы.

Тангентальный разрез древесины сосны.

Препарат рассмотреть под малым увеличением. Найти сердцевинные лучи, перерезанные в поперечном направлении. На тангентальном срезе они имеют вид веретена с широкой серединой и заостренными концами. Каждый луч построен из нескольких рядов клеток. Краевые клетки – трахеидальные - лишены протопласта, имеют окаймленные поры и выполняют функцию проведения воды. Клетки расположенные в средней части луча – паренхимные- живые, имеют простые поры и осуществляют ток пластических веществ.

Большая часть тангентального среза представлена трахеидами, оболочки которых несут окаймленные поры. Рассмотреть на большом увеличении особенности строения поры хвойного растения.

Зарисовать – тангентальный срез древесины стебля сосны, отметить сердцевинные лучи, паренхимные клетки сердцевинных лучей с простыми порами и трахеидальные клетки сердцевинных лучей с окаймленными порами, смоляные ходы, трахеиды. 2) Строение окаймленной поры, отметить валики окаймления, поровый канал, замыкающую пленку, торус, полость поры.

ТЕМА 4

СТРОЕНИЕ ЛИСТА РАСТЕНИЙ

Лист представляет собой боковой вырост стебля. Строение листа растений обусловлено основными функциями им выполняемыми - осуществлению процессов фотосинтеза и транспирации.

В листе выделяют покровную, проводящую, механическую и основную системы тканей. Покровная ткань листа представлена эпидермисом и приспособлена к осуществлению регуляции газообмена и транспирации. Эти процессы осуществляются с помощью особых структурных образований в эпидермисе - устьиц.

Проводящая система листа состоит из жилок, образованных проводящими, сосудисто-волокнистыми пучками или их комплексами. Пучки, как правило, закрытые, коллатеральные.

Основная ткань листа, которая заключена между верхним и нижним эпидермисом, называется мезофиллом. Мезофилл представляет собой богатую межклетниками паренхиму, состоящую из живых клеток, содержащих хлоропласты. У многих растений мезофилл дифференцирован на палисадную и губчатую паренхиму. Различия в строении палисадной и губчатой ткани связаны с их функциональной специализацией. Палисадная ткань более приспособлена к осуществлению фотосинтеза. Она состоит из клеток, вытянутых в направлении, перпендикулярном поверхности листа, и плотно прилегающих друг к другу. Обычно клетки палисадной ткани располагаются под эпидермисом. Для губчатой паренхимы характерны клетки более разнообразной формы и крупные межклетники. Основная функция губчатой паренхимы обеспечение активного газообмена между наружным воздухом и фотосинтезирующей тканью.

Механическая ткань в листе голосеменных и однодольных представлена склеренхимой, приуроченной в основном к проводящим пучкам. У двудольных растений, кроме склеренхимных тяжей, расположенных вокруг проводящих пучков, можно обнаружить колленхиму и склереиды в виде идеобластов.

Работа 23. Типичное строение листа

Объект - поперечный срез листа камелии (*Camellia japonica* L.). Постоянный препарат.

Рассмотреть объект без помощи микроскопа. Найти центральную жилку, определить адаксиальную и абаксиальную стороны листа. Объект расположить адаксиальной стороной вверх.

Под малым увеличением микроскопа рассмотреть строение типичного листа. Поверхность листа покрыта эпидермисом, состоящим из одного ряда крупных, бедных содержимым клеток. Сравнить эпидермис адаксиальной и абаксиальной сторон листа. Клетки адаксиального эпидермиса покрыты толстым слоем кутикулы. На абаксиальной стороне листа расположены устьица, кутикула менее выражена, чем с адаксиальной стороны.

Под эпидермисом находится хлорофиллоносный мезофилл, дифференцированный на столбчатую (палисадную) и губчатую (рыхлую) ткань. Палисадная ткань расположена под адаксиальным эпидермисом. Она состоит из двух рядов узких клеток, вытянутых в направлении, перпендикулярном поверхности листа. Клетки палисадной паренхимы плотно прилегают друг к другу.

Под столбчатой тканью расположен ряд воронкообразных собирательных клеток, каждая из которых примыкает своим широким основанием к нескольким палисадным клеткам. Губчатая ткань состоит из нескольких слоев округлых, более разнообразной формы, рыхло соединенных клеток.

Найти центральную жилку, состоящую из одного проводящего пучка. Определить тип пучка.

С адаксиальной стороны пучка находится древесина, совокупность элементов которой расположена в форме веера, обращенного узким основанием вверх. Тонкие сердцевинные лучи соответствуют лучам веера. Под ксилемой расположена флоэма. Проводящий пучок окружен клетками механической ткани, образующих механическую (склеренхимную) обкладку пучка. Вокруг механической обкладки находится паренхимная обкладка пучка. Она состоит из тонкостенных плотно сомкнутых паренхимных клеток. Установить в поле зрения участок листа, под адаксиальным эпидермисом в области центральной жилки. Обнаружить группу колленхимных клеток, внимательно рассмотреть особенности их строе-

ния, определить тип колленхимы.

Осторожно перемещая препарат найти в мезофилле листа еще один тип механических клеток – склереиды. Рассмотреть форму, особенности строения и расположение склереид в мезофилле листа.

Выделительная ткань листа камелии представлена отдельными округлыми клетками, содержащими друзы оксалата кальция, и разбросанными между клетками губчатого мезофилла.

Зарисовать: 1) схему поперечного среза листа, отметить эпидермис, центральную жилку, мезофилл столбчатый и губчатый; 2) поперечный срез листа. Отметить эпидермис с кутикулой, устьица на абаксиальной стороне листа, палисадную и губчатую ткань мезофилла, собирательные клетки, уголковую колленхиму, склереиды, в проводящем пучке - ксилему, флоэму, механическую и паренхимную обкладки пучка.

Работа 24. Лист хвойных растений.

Объект - поперечный срез листа сосны (*Pinus sivestris* L.). Постоянный препарат.

Без помощи микроскопа рассмотреть форму листа. Хвоинка сосны на поперечном срезе имеет полукруглую форму. Выпуклая сторона соответствует абаксиальной поверхности хвои. Слегка вогнутая - адаксиальной. Объект расположить адаксиальной стороной вверх.

При малом увеличении рассмотреть строение хвоинки. Эпидермис состоит из толстостенных клеток с узкой центральной полостью, от которой идут к углам клетки узкие щели поровых каналов. Эпидермис покрыт слоем кутикулы, которая прерывается над устьичными щелями. Под эпидермисом находится гиподерма, состоящая из одного, а в углах из двух-трех слоев волокон с утолщенными, одревесневшими оболочками. Глубже расположен мезофилл. Оболочки мезофильных клеток образуют складки. Такой мезофилл называется складчатым. В мезофилле листа, непосредственно под гиподермой, имеются смоленые ходы. Они выстланы тонкостенными клетками и окружены склеренхимными волокнами.

Проводящая система хвоинки представлена двумя коллатеральными закрытыми пучками, расположенными под углом друг к другу. Ксилемные части пуч-

ков обращены к адаксиальной стороне листа, флоэмные – к абаксиальной. Снизу под пучками находится тяж механических волокон с толстыми, слегка одревесневшими клетками. Проводящие пучки и механические волокна окружены трансфузионной тканью. Клетки этой ткани, расположенные рядом с ксилемой, и имеющие окаймленные поры, называются трансфузионными трахеидами. Между ними расположены живые паренхимные клетки, получившие название трансфузионной паренхимы. Трансфузионная ткань отграничена от мезофилла эндодермой. Эндодерма представлена одним рядом плотно расположенных клеток с характерным утолщением радиальных стенок - пятнами Каспари.

Под большим увеличением рассмотреть особенности строения устьиц. Обратить внимание на расположение замыкающих клеток. Замыкающие клетки устьиц находятся на уровне гиподермы под крупными околоустьичными клетками. Клетки складчатого мезофилла окружающие подустьичную полость, узкие, своеобразно изогнутые.

Зарисовать: 1)схему поперечного среза хвоинки, отметить покровную ткань, мезофилл, проводящие пучки; 2)поперечный срез хвоинки сосны, отметить эпидермис с кутикулой, устьица, гиподерму, складчатый мезофилл, смоляной ход с механической обкладкой, эндодерму с поясками Каспари, клетки трансфузионной паренхимы и трансфузионные трахеиды, ксилему и флоэму проводящих пучков, склеренхимный тяж; 3)поперечный разрез через устьице, отметить замыкающие клетки, прилегающие клетки, устьичную щель, подустьичную полость и клетки мезофилла, ее окружающие.

ТЕМА 5

СТРОЕНИЕ КОРНЯ РАСТЕНИЙ

Корень является специализированным органом почвенного питания растений. Особенности анатомического строения корня связаны с выполняемыми функциями. Корень поглощает воду с растворенными в ней питательными веществами и проводит ее в надземные части растения. Корни широко варьируют по своей морфологии, и присущие им различия в структуре и развитии обусловлены в большей или меньшей степени физиологической специализацией и способностью к вторичным изменениям. Корни так же, как и стебли, могут иметь

первичное и вторичное строение.

Корень первичного строения состоит из покровной ткани, первичной коры и центрального цилиндра. Покровная ткань корня представлена эпиблемой, которая по мере старения корня отмирает и заменяется обнажающейся экзодермой. Первичная кора занимает большую часть поперечного сечения корня. В первичной коре можно выделить экзодерму, многослойную паренхиму и эндодерму. Центральная часть корня занята осевым цилиндром, состоящим из проводящих тканей и связанной с ними паренхимы. Проводящие ткани центрального цилиндра расположены в виде сложного радиального пучка.

Двудольным растениям характерен вторичный рост корня за счет заложения камбия. Камбий образует вторичные элементы ксилемы и флоэмы, которые располагаются в виде открытых коллатеральных пучков. В результате вторичных изменений центральный цилиндр сильно разрастается, первичная кора разрывается и постепенно отмирает. В периферической части центрального цилиндра закладывается перидерма, которая выполняет роль покровной ткани.

Работа 25. Первичное строение корня

Объект—поперечный срез корня ириса (*Iris germanica* L.). Постоянный препарата.

Под малым увеличением микроскопа рассмотреть общее строение корня. Выделить первичную кору и центральный цилиндр

Центральную часть корня занимает осевой цилиндр, включающий в себя проводящую систему и основную ткань. Проводящая система корня представлена сложным радиальным пучком. Ксилемные элементы расположены пятью радиальными группами. Каждая группа имеет вид треугольника, вершиной направленного к периферии центрального цилиндра. Основание треугольника представлено широкопросветными сосудами метаксилемы. Стенки сосудов метаксилемы несут лестничные, сетчатые, пористые утолщения. Вершина треугольника образована узкопросветными элементами протоксилемы – кольчатыми или спиральными трахеидами. Группы флоэмных клеток расположены между ксилемными лучами, чередуясь с ними по окружности. Первичная флоэма образована многогранными ситовидными трубками с блестящими целлюлозными оболочками и

мелкими клетками—спутницами. Такой сложный радиальный пучок является пентархным (по числу групп ксилемы и равному ему (=5) числу флоэмных групп). Центральную часть корня составляют равномерно утолщенные одревесневшие клетки сердцевины. Периферическая часть осевого цилиндра – перицикл – представляет кольцо живых паренхимных клеток. Клетки перицикла выполняют функцию «корнеродного слоя», так как в нем закладываются боковые корни.

Осевой цилиндр окружен одним рядом клеток с характерным утолщением радиальных и внутренних тангентальных стенок. Эта ткань – эндодерма – представляет собой внутренний слой первичной коры. Среди одревесневших клеток эндодермы имеются живые пропускные клетки, расположенные против лучей ксилемы в центральном цилиндре. Периферическая часть первичной коры – экзодерма – состоит из 1-3 слоев плотно сомкнутых клеток. Основную массу клеток коры составляет многослойная паренхима. Обратите внимание на изменение формы и размеров клеток паренхимы коры. Величина клеток возрастает в направлении от экзодермы к середине коры. В направлении к эндодерме размер клеток уменьшается.

Зарисовать: 1) схему строения корня, выделив покровную ткань, первичную кору и центральный цилиндр; 2) участок среза корня, включающий весь центральный цилиндр и радиальный сектор первичной коры. Отметить в первичной коре: экзодерму, паренхиму первичной коры и эндодерму с пропускными клетками; в центральном цилиндре: перицикл, трахеи метаксилемы, трахеиды протоксилемы, ситовидные трубки и клетки-спутницы первичной флоэмы, сердцевину.

Работа 26. Вторичное строение корня двудольных растений

Объект—поперечный срез корня тыквы (*Cucurbita pepo* L.). Постоянный препарат.

Общее строение корня рассмотреть без помощи микроскопа. Для корня тыквы вторичного строения характерно наличие четырех ясно видимых, крупных, крестообразно расположенных, пучков. Ксилемная часть пучков обращена к центру корня, а флоэмная - к периферии.

Рассмотреть препарат под малым увеличением. Поверхность корня покрыта

перидермой. Центральное положение в корне занимает сохранившаяся первичная ксилема. Она представлена четырьмя радиальными цепочками узкопросветных сосудов протоксилемы, сходящихся к одному более широкому сосуду метаксилемы. Между лучами первичной ксилемы расположены крупные проводящие пучки. Каждый пучок на три четверти образован вторичной ксилемой, включающей широкопросветные сетчатые и пористые сосуды, волокнистые трахеиды и мелкоклеточную древесинную паренхиму. В наружной части пучка располагается вторичная флоэма с крупными ситовидными трубками, снабженными сетчатыми перегородками, сопровождающими клетками и лубяной паренхимой. Первичная флоэма оттеснена к периферии пучка. Между вторичной флоэмой и ксилемой расположена камбиальная зона.

Найти межпучковый камбий. Для этого установить препарат таким образом, чтобы в поле зрения находился камбий двух соседних пучков. На большом увеличении внимательно рассмотреть участок ткани по воображаемой линии, соединяющей камбиальные зоны. Обнаружить тонкостенные, вытянутые в тангентальном направлении клетки межпучкового камбия. Пучковый и межпучковый камбий в корне тыквы образует камбиальное кольцо, имеющее на поперечном срезе волнистое очертание. В результате деятельности межпучкового камбия образуются лубодревесные лучи, расположенные напротив лучей первичной ксилемы.

Зарисовать: 1) схему строения корня; обозначить перидерму, тип проводящего пучка, камбиальное кольцо, лубодревесные лучи; 2) участок корня, включающий пучок и сердцевинный луч. обозначить первичную прото- и метаксилему, во вторичной ксилеме: трахеи, механические волокна и древесинную паренхиму, межпучковый и пучковый камбий, во вторичной флоэме - решетчатые трубки, клетки-спутницы и лубяную паренхиму, первичную флоэму, перидерму, лубодревесные лучи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Контрольные вопросы по теме «Растительная клетка»

1. Клетка как элементарная единица живого. Компоненты растительной клетки.
2. Цитоплазма – состав, структура и функции.
3. Плазмалемма – состав, структура и функции.
4. Цитоскелет клетки, его функции.
5. Ядро. Строение и функции в клетке.
6. Митоз и цитокинез клетки.
7. Пластидная система. Общие свойства и биогенез пластид.
8. Хлоропласт. Строение и функции.
9. Митохондрии, строение и функции.
10. Эндоплазматическая сеть, строение и функции.
11. Аппарат Гольджи, строение и функции.
12. Вакуоль. Разнообразие форм и функций.
13. Пероксисома, глиоксисомы, сферосома. Строение и функции.
14. Структура клеточной стенки. Плазмодесмы, поры, перфорации.
15. Онтогенез клеточной стенки. Первичная и вторичная стенка.
16. Химический состав клеточной стенки, её синтез.
17. Функции клеточной стенки.
18. Видоизменения клеточных стенок.
19. Включения. Типы запасных веществ и формы их отложений.

Контрольные вопросы по теме «Растительные ткани»

1. Ткань как структурно-функциональный комплекс клеток, обладающих одним или несколькими признаками.
2. Принципы классификации тканей.
3. Образовательные ткани. Их функция и расположение в растении.
4. Структурно-функциональная организация меристематических клеток.
5. Апоикальные меристемы – конус нарастания побега и апекс корня. Теории их строения.

6. Меристема первичного утолщения однодольных растений. Прокамбий и камбий.
7. Покровные ткани. Особенности структурно-функциональной организации клеток эпидермиса.
8. Строение, образование и функции устьиц.
9. Типы устьичных аппаратов.
10. Трихомы, их типы и функции.
11. Перидерма. Образование и структурно-функциональные особенности перидермы.
12. Образование и строение корки.
13. Проводящие ткани, их образование и топография в теле растения.
14. Образование и особенности структурно-функциональной организации ксилемы. Различие в строении трахей и трахеид.
15. Протоксилема. Особенности строения и гистологический состав.
16. Метаксилема. Особенности строения и гистологический состав.
17. Образование и особенности структурно-функциональной организации флоэмы. Ситовидные клетки, трубки и клетки-спутницы.
18. Расположение флоэмы и ксилемы в проводящих пучках различных типов.
19. Проводящие ткани в древесине и лубе хвойных и лиственных растений.
20. Механическая ткань – колленхима и склеренхима. Образование и особенности структурно-функциональной организации.
21. Ассимилирующая ткань: образование, расположение в теле растения, особенности структурно-функциональной организации.
22. Абсорбционная ткань: образование, расположение в теле растения, особенности структурно-функциональной организации.
23. Секреторная и выделительная ткани: образование, расположение в теле растения, особенности структурно-функциональной организации.
24. Проветривающая или вентиляционная ткань (аэренхима, межклетники, чечевички): образование, расположение в теле растения, особенности структурно-функциональной организации.

25. Запасающие ткани (эндосперм, перисперм, паренхима вегетативных органов): образование, расположение в теле растения, особенности структурно-функциональной организации.

Контрольные вопросы по теме «Строение стебля»

1. Строение и основные функции стебля.
2. Формирование и рост стебля. Понятие о метамере.
3. Конус нарастания стебля и его строение.
4. Дифференциация меристем в конусе нарастания стебля.
5. Дифференциация постоянных тканей в первичном теле растения.
6. Развитие первичной коры и центрального цилиндра.
7. Заложение и формирование первичных элементов ксилемы и флоэмы.
8. Перицикл, его происхождение и функции.
9. Листовые следы и бреши. Веточные следы и прорывы ветвления.
10. Атипичное утолщение стеблей лиан.
11. Вторичное утолщение стебля двудольных растений.
12. Вторичная кора и ее гистологический состав.
13. Древесина. Гистологические элементы древесины.
14. Строение стебля однодольных растений.
15. Строение стебля травянистых двудольных растений.
16. Строение древесного стебля двудольных растений.
17. Строение стебля хвойных растений.
18. Разнообразие типов анатомического строения междоузлий двудольных растений.
19. Разнообразие типов анатомического строения междоузлий однодольных растений.
20. Стелярная теория.

Контрольные вопросы по теме «Строение листа»

1. Заложение и рост листа.
2. Дифференциация постоянных тканей листа.
3. Разнообразие и функции клеток эпидермиса листа.

4. Мезофилл и особенности у листьев однодольных растений.
5. Мезофилл и особенности строения листьев двудольных растений.
6. Строение и функция палисадной и губчатой ткани листа.
7. Расположение и особенности проводящих и механических тканей листа.
8. Влияние внешних факторов на структуру листа. Световые и теневые листья, особенности их строения и формирования.
9. Гигрофильные и ксерофильные типы листьев и особенности их строения.
10. Ярусная изменчивость листьев. Закон Заленского.
11. Лист хвойных. Особенности строения в связи с условиями произрастания.
12. Долговечность листьев. Листопад, его биологическое значение и процессы, происходящие при этом.

Контрольные вопросы по теме «Строение корня»

1. Общие черты строения корня, его функции.
2. Конус нарастания корня и его строение.
3. Корневой чехлик, его роль и происхождение.
4. Первичное строение корня.
5. Эпиблема. Особенности ее строения и функция.
6. Первичная кора, ее гистологический состав.
7. Строение эндодермы и её функция.
8. Центральный цилиндр корня. Особенности заложения первичной ксилемы и флоэмы.
9. Перицикл. Строение и функциональное значение.
10. Вторичное строение корня.
11. Заложение камбия и образование вторичных проводящих корней.
12. Вторичные изменения в наружной части корня.
13. Строение зоны перехода побег-корень.
14. Особенности структурной организации воздушных корней.
15. Особенности структурной организации запасяющих корней.

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Ботаника с основами фитоценологии. Анатомия и морфология растений: учебник для вузов / Т. И. Серебрякова [и др.]. - Москва : Академкнига, 2007. - 543 с.
2. Анатомическая организация вегетативных органов растений [Электронный ресурс] / В. В. Коробко, М. Ю. Касаткин. - Саратов : [б. и.], 2014. - 99 с .<http://library.sgu.ru> ID= 1142

Дополнительная литература:

1. Ботаника с основами фитоценологии: Анатомия и морфология растений. Учеб. для вузов / Т.И. Серебрякова, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский и др. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 543 с.
2. Ботаника. Морфология и анатомия растений. Учеб. пособие для студентов биол. спец. пед. ин-тов / А.Е. Васильев, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский, Т.И. Серебрякова. – М.: Просвещение, 1988. – 477 с.
3. Определитель сосудистых растений Саратовской области./ А.Г.Еленевский, В.И.Радыгина, Ю.И.Буланый. – Саратов : ИП Баженов, 2009. - 248 с.

Интернет-ресурсы

1. Анатомия растительных тканей [Электронный ресурс] / В. В. Коробко, М. Ю. Касаткин, С. А. Степанов. - Саратов : [б. и.], 2014. - 107 с. <http://library.sgu.ru> ID= 1143
2. Анатомия растений: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов [Электронный ресурс] / В. В. Коробко. - Саратов : [б. и.], 2014. - 22 с. <http://library.sgu.ru> ID= 1129
3. Сборник тестовых заданий по анатомии растений [Электронный ресурс] / В. В. Коробко. - Саратов : [б. и.], 2014. - 38 с. <http://library.sgu.ru> ID= 1128
4. Доклады Академии наук <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7781>
5. Журнал общей биологии: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7795&selid=674723>
6. Известия РАН. Серия биологическая: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7823>
7. Природа: <http://ras.ru/publishing/nature.aspx>
8. Успехи современной биологии: <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7753>
9. Элементы. Сайт новостей фундаментальной науки: <http://elementy.ru/news>